



PÚBLICO
DIVULGACIÓN SIMULTÁNEA

DOCUMENTO DEL GRUPO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

**ORIENTACIÓN TÉCNICA PARA LA ALINEACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL GRUPO BID CON
EL ACUERDO DE PARÍS**

**INDUSTRIA MANUFACTURERA CON ÉNFASIS EN INDUSTRIAS INTENSIVAS EN
ENERGÍA**

Marzo de 2024

El equipo que elaboró este documento fue liderado por Christian Parra e Hilén Meirovich (DSP/ADV), Christiaan Gischler y Michelle Ramírez (INE/ENE), Sofía Viguri y Alejandra Guraieb (CSD/CCS); con las contribuciones de Rodrigo Navas (INO/SMC), Nora Lambrecht y Andreas Jørgensen (DSP/SEG), Julian Gonzáles y Ricardo Narvaez (DSP/ADV), Alfred Grunwaldt y Sabina Blanco Vecchi (CSD/CCS) y Julián Vázquez. Los autores agradecen a los equipos en el Grupo BID por sus valiosas contribuciones y comentarios.

De conformidad con las Políticas de Acceso a Información del BID y de BID Invest, el presente documento se pone a disposición del público de forma simultánea a su distribución a los Directorios Ejecutivos del BID y BID Invest para su información.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	INDUSTRIA MANUFACTURERA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (ALC) Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	3
	A. Importancia de la IIEs para el desarrollo en ALC	5
	B. Las industrias intensivas en energía y la meta de mitigación de cambio climático en el AP	6
	C. Industria manufacturera y la meta de adaptación al CC en el AP	14
III.	ANÁLISIS DE OPERACIONES: ALINEACIÓN CON LA META DE MITIGACIÓN DEL EL AP (BB1) ...	16
	A. Actividades que el Grupo BID no financiará (universalmente no alineadas).....	17
	B. Actividades de la industria manufacturera consideradas universalmente alineadas con el AP	18
	C. Actividades de la industria manufacturera que requieren validar su alineación con la meta de mitigación del AP (caso por caso)	20
	D. Criterios para el análisis específico.....	21
	E. Metodología para inversiones de capital de trabajo o inversiones de capital utilizando la metodología GCPF	27
IV.	ANÁLISIS DE OPERACIONES: ALINEACIÓN CON LA META DE ADAPTACIÓN DEL AP (BB2)	29
	A. Consideraciones para el análisis de alineación con la meta de adaptación del AP en la industria manufacturera.....	30
	B. Oportunidades para ayudar en la transición hacia trayectorias climáticamente resilientes	31
	APÉNDICE 1. TRAYECTORIAS DE BAJO CARBONO RELEVANTES AL SECTOR DE MANUFACTURA	34
	APÉNDICE 2. NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TLR, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS	35
	REFERENCIAS	36

ABREVIATURAS	
AIE	Agencia Internacional de Energía
ALC	América Latina y el Caribe
AP	Acuerdo de París
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BMD	Bancos Multilaterales de Desarrollo
CC	Cambio Climático
CCUS	Captura, almacenamiento y/o uso de carbono (por sus siglas en inglés)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente
EE	Eficiencia energética
ER	Energías renovables
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IIE	Industrias intensivas en energía
MIPYMES	Micro, pequeñas y medianas empresas
MPAS	Marco de Política Ambiental y Social
Mt	Millones de toneladas
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés)
PACC	Plan de Acción de Cambio Climático del Grupo BID
PAIA	Enfoque de Implementación para la alineación con el Acuerdo de París del Grupo BID
PBL	Préstamos de Apoyo a Reformas de Políticas (por sus siglas en inglés)
PSAS	Política de Sostenibilidad Ambiental y Social
PNA	Plan Nacional de Adaptación
SBTI	Iniciativa de Objetivos Basados en la Ciencia (por sus siglas en inglés)
TLR	Nivel de madurez tecnológica (por sus siglas en inglés)

I. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Este documento es un complemento técnico del Enfoque de Implementación para la Alineación con el Acuerdo de París (PAIA por sus siglas en inglés). El [PAIA](#) ha sido desarrollado por el Grupo BID (BID, BID Invest y BID Lab), como una herramienta metodológica para apuntar al objetivo de alinear las nuevas operaciones y los proyectos que han sido reformulados con el Acuerdo de París (AP). Tanto el PAIA, como esta orientación técnica, se basan en los Principios Metodológicos Conjuntos para analizar la alineación con el Acuerdo de París desarrollado por los Bancos Multilaterales de Desarrollo (BMD).¹
- 1.2 El PAIA describe la estrategia del Grupo BID para evaluar la alineación de las operaciones con el AP, con el objetivo de informar las decisiones sobre las actividades de los proyectos a ser financiadas y el diálogo con los países y clientes del sector privado. Establece un conjunto de principios que guía la interpretación coherente y equitativa del marco conjunto de los BMD al realizar la evaluación, y una serie de pasos metódicos a lo largo del proceso de preparación de proyectos.
- 1.3 El PAIA construye sobre la base del Marco de Política Ambiental y Social (MPAS) del BID y la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social (PSAS) de BID Invest. Todas las operaciones enmarcadas en el MPAS y el PSAS deben cumplir con estas políticas durante la preparación, ejecución y cierre de proyectos. Por su parte, la evaluación de alineación con el AP está destinada a informar el diseño del proyecto antes de la aprobación, utilizando la información y herramientas a disposición del Grupo BID al momento en que se realiza.
- 1.4 Este documento proporciona criterios adicionales para interpretar el Marco Conjunto de los BMD, con consideraciones específicas que son relevantes a las operaciones y herramientas del Grupo BID².
- 1.5 El objetivo de esta orientación técnica es apoyar al personal del Grupo BID en el diseño operaciones alineadas con las metas de mitigación y de adaptación del AP, equipándolas con los elementos necesarios para determinar, justificar, y divulgar la información relativa a esta alineación al momento de la aprobación. En este sentido, el PAIA clarifica que la alineación de una operación con el AP no equivale a alcanzar cero emisiones netas en el presente, ni a eliminar por completo los riesgos ante los impactos físicos del cambio climático. En sus párrafos iniciales (¶ 2.6 – ¶ 2.7) explica que la alineación con el objetivo de **mitigación del AP** implica garantizar que las operaciones no obstaculicen la transición hacia cero emisiones netas delineada en el AP; y que, en caso de existir, el riesgo de apartarse de las trayectorias de descarbonización debe identificarse y manejarse de forma congruente con compromisos nacionales y globales. Por su parte, la alineación con el objetivo de **adaptación del AP** implica garantizar que las operaciones identifiquen y aborden los riesgos climáticos físicos, tomando en consideración formas de desarrollar resiliencia climática, y sin presentar inconsistencias con las prioridades nacionales/locales para la adaptación climática. Asimismo, en su apartado II.C el PAIA delinea una serie de principios que orientan hacia una transición justa.
- 1.6 **El presente documento contiene orientaciones técnicas específicas para la alineación con el AP de operaciones relacionadas con actividades de la industria**

¹ Se resalta que, en casos de discrepancia, los Principios Metodológicos Conjuntos para analizar la alineación con el AP de los BMD prevalecen sobre el PAIA, salvo en las excepciones explícitamente previstas por este último. Disponibles en IDB 2023: “Alineación de flujos financieros con las metas del Acuerdo de París” <https://www.iadb.org/es/quienes-somos/tematicas/cambio-climatico/financiamiento-climatico/alineacion-con-el-acuerdo-de>

² En caso de que esta guía técnica presente discrepancias con el Marco Conjunto de los BMD, el segundo prevalece excepto en aquellos casos explícitamente justificados por esta guía técnica.

manufacturera, atendiendo primordialmente la necesidad de orientar el diseño de aquellas relacionadas con las industrias intensivas en energía (IIE) que son relevantes a la cartera del Grupo BID. Así, aunque este documento aborda la industria manufacturera en general³, cubre con particular especificidad la alineación de los proyectos vinculados a las siguientes IIE: **procesos y cadenas de valor implicados en la producción de acero, aluminio, cemento, pulpa y papel**.⁴

- 1.7 Para aquellas actividades en las operaciones que sean distintas al sector de la industria manufacturera como detallado arriba, se aplicará la orientación técnica correspondiente⁵ de manera simultánea y complementaria, observando siempre el principio de materialidad. En caso de que se presente un conflicto de aplicación debido a la concurrencia de esta orientación técnica con otra(s) orientaciones técnica(s), se resolverá caso por caso, asegurando la proporcionalidad al riesgo y buscando la mayor ambición climática posible.
- 1.8 **Alcance de este documento.** Esta orientación técnica tiene el mismo alcance que el Enfoque de Implementación para la alineación con el Acuerdo de París del Grupo BID (GN-3142-1) en sus párrafos 2.10 y 2.11. Por tanto, cubre las operaciones del Grupo BID del sector manufacturero, abarcando préstamos de inversión, financiamientos no reembolsables para inversión por un monto aprobado superior a US\$3 millones y garantías (es decir, operaciones que involucran gastos de capital denominadas "inversiones directas" bajo el marco de los BMD), así como préstamos y garantías basados en políticas. También proporciona una guía aplicable a los productos con intermediarios financieros y finanzas corporativas (mismas que incluyen financiación de capital), los cuales tienen enfoques metodológicos específicos acordados con otros BMD. En este sentido, el análisis de alineación con el AP en el sector manufacturero abarca financiamiento directo a actividades y empresas en este ramo, pero también a políticas y acciones habilitadoras del sector público y privado para el desarrollo de la manufactura, por ejemplo: infraestructura de gran envergadura, equipos e instalaciones asociadas, regulaciones industriales, etc.
- 1.9 **Relación con otros documentos del Grupo BID.** En 2020, el Plan de Acción en Materia de Cambio Climático del Grupo BID (PACC, GN-2848-9), propuso "promover la consistencia de los flujos financieros con un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático" y para ello estableció como acción el "integrar la alineación con el AP en los procedimientos operativos de BID y BID Invest". El ejercicio de alineación con el AP construye sobre esa base, y retoma los principios del Documento de Marco Sectorial de Energía (GN-2830-8) elaborado por el Grupo BID en 2018, el cual tiene como uno de

³ Establecimientos (fábricas, molinos, plantas) y procesos involucrados en la transformación mecánica, física o química de materiales, sustancias o componentes, para nuevos productos (pudiendo o no estar listos para consumo final). Las categorías del NAICS se usan de referencia en esta definición: <https://www.census.gov/naics/?input=31&year=2022&details=31>

⁴ Estos son los subsectores más relevantes para la cartera del Grupo BID en la actualidad. Se reconoce que existen otros subsectores considerados intensivos en energía que no son cubiertos en esta Orientación Técnica, como todos aquellos establecimientos y procesos asociados a la industria química, producción del vidrio, cerámica, cal, así como la transformación de metales no ferrosos distintos al aluminio, como el cobre (ver: European Commission, 2023: "Scaling up innovative technologies for climate neutrality" ISBN 978-92-68-03466-8.). Dichos subsectores requieren un análisis específico de alineación con la meta de mitigación del Acuerdo de París bajo la metodología general de los BMD y en caso de presentarse, serán analizados caso por caso con base en la metodología de los BMD y el PAIA. El Grupo BID está en proceso de definir una estrategia para levantar y homogeneizar información operativa que permita analizar e identificar oportunidades de descarbonización y resiliencia en los subsectores IIE no cubiertos aquí.

Nota: El análisis de la industria de alimentos se considera intensiva en energía y debe ser guiado conjuntamente por la Orientación Técnica del Grupo BID para el Sector Agroalimentario. Por otra parte, si bien la presente Orientación Técnica cubre el proceso de elaboración de insumos relevantes a la industria de la construcción como el cemento y el acero, las actividades de construcción financiadas por el Grupo BID serán guiadas por la Orientación Técnica del Sector de Edificaciones, la cual indica (párrafo 2.13) que la consideración de energía y agua incorporada en materiales de construcción forma parte del análisis de sellos o certificaciones de edificaciones verdes.

⁵ El Grupo BID cuenta con Orientaciones Técnicas para energía, agua y saneamiento, transporte, tecnologías de información y comunicación, industria manufacturera, sector agroalimentario e intermediación financiera.

sus cuatro pilares a la sostenibilidad energética, abarcando los temas de eficiencia energética (EE), energía renovable (ER) y adaptación al Cambio Climático (CC). Dicho marco enfatiza el compromiso del Banco en promover EE y ER para alcanzar un desarrollo sostenible y resiliente al CC en América Latina y el Caribe (ALC). Esto fue complementado en abril de 2022, fecha en la que se aprobaron los Lineamientos Sectoriales de Energía Sostenible (GN-2613-1), que tienen por objeto proporcionar orientación metodológica al personal del Grupo BID para el diseño y la implementación de operaciones de inversión y préstamos basados en política (PBLs).

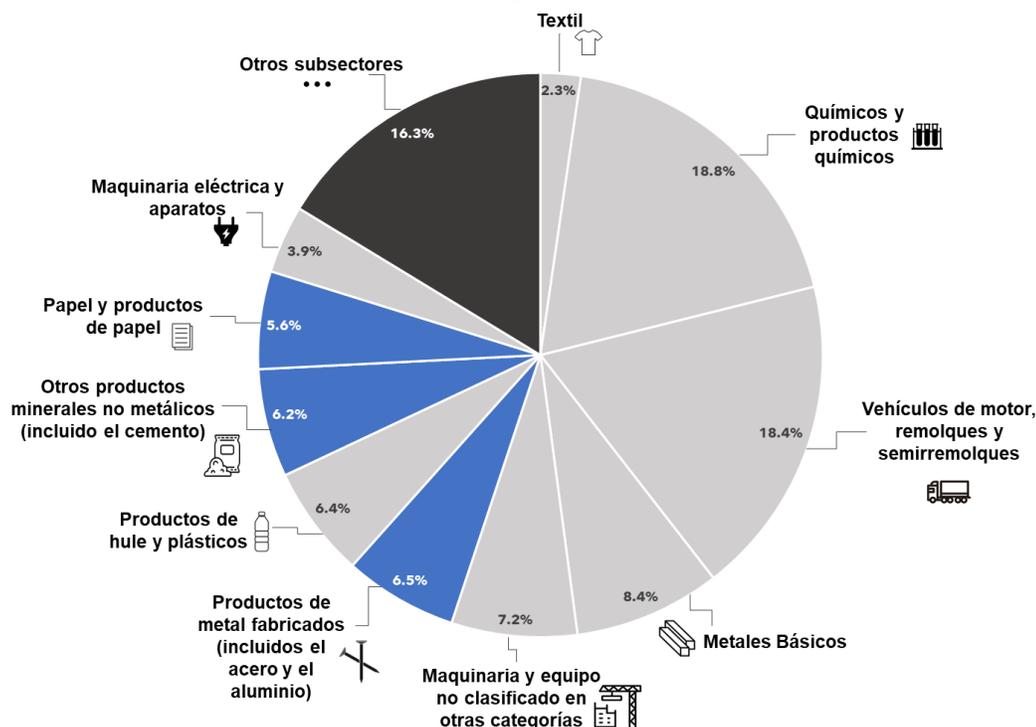
- 1.10 En este sentido, los temas desarrollados en las orientaciones técnicas del sector de industrias manufactureras son consistentes con los Lineamientos Sectoriales de Energía Sostenible (GN-2613-1), y el **Documento de Marco Sectorial de Energía** (GN-2830-8), específicamente con el principio de sostenibilidad energética, que incluye las áreas de EE, ER y CC. La descarbonización de la industria de la región promueve la adopción de medidas de EE, ER u otras relacionadas a conceptos como la economía circular que permiten desplazar el consumo de los combustibles fósiles y desacoplar el vínculo entre la producción manufacturera y mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); es decir, hacen posible una mayor producción sin un crecimiento proporcional del uso de energía y emisiones de GEI.
- 1.11 Asimismo, esta guía está alineada con el **Documento de Marco Sectorial de Cambio Climático** (GN-2835-13), al promover el aprovechamiento de las oportunidades de la transición climática a bajas emisiones y resiliencia para incrementar la competitividad de la industria de ALC, por medio de financiamiento para su adaptación al cambio climático, reducción de su huella de carbono e incorporación de un enfoque de economía circular. Se alinea al **Documento de Marco Sectorial de Industrias Extractivas** (GN-3028-2), específicamente con el fortalecimiento de las capacidades institucionales, los marcos regulatorios y las regulaciones fiscales que reduzcan la dependencia y gestionen la volatilidad de los ingresos en el sector; y el **Documento de Marco Sectorial de Trabajo** (GN-2741-12), por la oportunidad de generación de empleo en energías limpias, desarrollar el capital humano necesario y planificar el *upskilling* y *reskilling* de la fuerza laboral desplazada; así como al **Marco Sectorial de Integración y Comercio** (GN-2715-11) en virtud al desarrollo de instrumentos de comercio e inversión que contribuyan a la resiliencia de los países y la descarbonización; así como al tratamiento de los temas de integración de los mercados energéticos.
- 1.12 Este documento será revisado por la Administración al año de su aprobación y actualizado según sea necesario para reflejar las lecciones aprendidas por el Grupo BID y otras instituciones a medida que trabajan para alinear las operaciones y otros flujos financieros con las metas del AP. Las actualizaciones responderán a posibles ajustes al Marco Conjunto de los BMD, así como a la necesidad de incorporar la experiencia durante su implementación, y de considerar los avances tecnológicos y de conocimiento en la región, entre otros. Las futuras actualizaciones al documento serán acordadas entre BID, BID Invest y BID Lab, y sometidas para no objeción del Comité de Políticas Operativas del BID y del Comité de la Alta Administración del BID Invest.

II. INDUSTRIA MANUFACTURERA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (ALC) Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

- 2.1 La industria manufacturera en ALC es un motor fundamental para el desarrollo económico de la región, contribuyendo significativamente a la generación de empleo y la producción de bienes. Se estima que el sector manufactura contribuye con un **15.7% del producto**

interno bruto de los países de la región y que representa el 20% de los empleos totales (BID Invest, 2023).

Figura 1. Aporte al PIB de Manufactura (%), subsectores seleccionados



Fuente: Adaptado de BID Invest, 2023.

2.2 Frente a las metas de mitigación y adaptación del AP, la industria manufacturera hoy tiene el doble desafío de mitigar sus impactos y gestionar sus vulnerabilidades en torno al cambio climático para mantener su papel en el desarrollo económico de la región. En este sentido, y semejante a otros sectores de la economía, el sector manufacturero requiere **adaptarse** ante los fenómenos climáticos extremos, la escasez de recursos naturales y la vulnerabilidad de las comunidades más desfavorecidas, todos exacerbados por el cambio climático. Asimismo, enfrenta el rápido avance de tecnologías para la **descarbonización**, cambios en los mercados a favor de “industrias verdes” y el surgimiento de regulaciones en materia de emisiones de CO₂.⁶ En consecuencia, para mantenerse competitiva y contribuir a un desarrollo sostenible en la región, es imperativo que la industria manufacturera en ALC evolucione de manera gradual pero decisivamente, hacia modelos climáticamente resilientes y descarbonizados.

⁶ Ver por ejemplo el [Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono de la Unión Europea](#) el cual aplica a partir del 1ro de enero 2024 a la importación de bienes calificados intensivos en carbono o con riesgo de fuga de emisiones: cemento, hierro y acero, aluminio, fertilizantes, electricidad e hidrógeno.

A. Importancia de la IIEs para el desarrollo en ALC

- 2.3 En ALC las industrias intensivas en energía han representado históricamente un componente importante para el desarrollo regional. En los siguientes párrafos se desglosan los procesos de los subsectores de IIE específicamente cubiertos en esta Orientación Técnica.
- 2.4 **El acero** es el tercer material de mayor producción global, después del cemento y la madera. Su uso es esencial para el desarrollo de infraestructura, transporte, maquinarias y bienes de consumo. Estimaciones de la CEPAL (2022), indican que la demanda por acero seguirá aumentando a medida que las economías emergentes se vayan desarrollando y continúen transitando demográficamente de lo rural a lo urbano. La producción mundial de acero crudo alcanzó 1.880 millones de toneladas métricas durante 2020 (1.951 Mt en 2021) de los que ALC aportó 3% de la producción total, con México, Brasil, Argentina, Chile y Colombia agrupando el 96,7% de la producción de la región proveniente de 36 empresas siderúrgicas. La comercialización del acero durante 2020 en la región indica que 12% de las importaciones y 33% de las exportaciones totales de acero a países de la región de ALC provienen de otros países latinoamericanos; principalmente para la producción de aceros laminados largos, planos y tubos sin costura. Las dinámicas comerciales de la industria siderúrgica responden directamente al comportamiento del mercado del acero, en el que China tiene una posición dominante, con el 56% de la demanda y el 57% de la oferta (Donoso y Cantallopis, 2021).
- 2.5 **El proceso de producción del acero** deriva del procesamiento del mineral de hierro que usualmente se encuentra formando parte de otros minerales. Para obtener hierro en estado elemental, los óxidos de hierro se deben eliminar para luego hacer un proceso de refinado que remueva las impurezas. La siderurgia es el proceso de transformación de la materia prima del mineral de hierro en acero. La siderurgia utiliza dos insumos principales en la producción del acero: mineral de hierro y chatarra de acero para reciclaje.
- 2.6 **El aluminio** es el metal más abundante de la corteza terrestre y comprende más del 8% de sus capas exteriores. El aluminio tiene múltiples aplicaciones en el transporte, producción de artefactos mecanismos y eléctricos, construcción y embalaje. En contraste con otros metales, la demanda del aluminio no depende de lo que ocurra con uno o dos usos finales por lo que es más resistente a su sustitución por cambios tecnológicos. En 2019, la región produjo el 3% de la demanda global de aluminio y el tamaño del mercado de fundición de aluminio se prevé que crezca de USD 164.000 millones en 2019 a USD 244.400 millones al 2027 (IAI, 2022). Actualmente, el 98% de la producción primaria de aluminio de la región se realiza en Argentina, Brasil y Venezuela, siendo estos dos últimos, los países que tienen una industria verticalmente integrada, que va desde la producción de bauxita, la obtención de alúmina, hasta la elaboración de aluminio en bruto. La tasa de reciclaje de aluminio en países como Brasil promedia 55%; sin embargo, se presume que esta tasa es menor debido a la importación de productos con alto contenido de aluminio que carecen de registros nacionales.
- 2.7 **El proceso de producción de aluminio** se basa en el mineral de bauxita. La bauxita se tritura y clasifica para obtener la alúmina hidratada, que posteriormente pasa por un tratamiento químico y proceso de electrólisis donde se descompone la alúmina en oxígeno y en aluminio. Por último, el metal de aluminio se transfiere a hornos de aleación para luego darle forma de lingotes o barras. Esta industria utiliza la bauxita y chatarra de aluminio como insumos principales.
- 2.8 **El cemento** es altamente consumido en la región (289 kg/hab en 2021, según estadísticas de la Federación Interamericana de Cemento, [FICEM](#)) y tiene aplicaciones

en casi todo tipo de construcciones, desde viviendas y paisajes urbanos hasta diques y represas. Los países de la región tienen industrias de cemento de diferentes tamaños y antigüedad y procesos productivos que integran varias etapas de la cadena de valor. Dadas sus cualidades, aplicaciones y amplia disponibilidad de materia prima, es probable que el cemento siga siendo el material de construcción preferido a nivel mundial en las siguientes décadas. Esto además reconociendo que el cemento es un material intermedio para la producción de otros materiales como el hormigón y concreto.

- 2.9 **El proceso de producción del cemento** combina piedra caliza, arena o arcilla, bauxita y mineral de hierro. Su fabricación consta de tres etapas. La primera es el triturado de las materias primas, complementado con una pre-homogenización por medio de mezcladoras que forman el "crudo". Seguidamente, el crudo se calienta en hornos para obtener el clinker, que se transforma en cemento al molerse finamente y mezclarse con una pequeña porción de yeso que cumple la función de regular el tiempo de fraguado del concreto.
- 2.10 La **pulpa** de celulosa proviene del procesamiento de fibras de la madera y constituye la principal materia prima para la elaboración de **papel**. En 2020 la producción de pulpa en ALC representó 16,1% de la producción mundial (189 Mt), con un crecimiento del 42% en la última década⁷. El 96% de la producción de la región se concentra en Brasil (66%), Chile (19%), Uruguay (7,6%) y Argentina (3.2%). Las exportaciones de pulpa de la región crecieron 77% en el periodo 2010-2020 y representaron tres cuartos de la producción total de ALC; siendo el mercado europeo el destino principal del 80% de los envíos internacionales de pulpa de la región (CEPI, 2022). Por su parte, la producción de papel en ALC **concentra** el 6% de la producción mundial, que en 2020 alcanzó 401 Mt. Para el mismo año el papel de embalaje dominó la producción en ALC, con una participación promedio de 63%, y un crecimiento de 21% durante el periodo 2010-2020. Le siguen la producción de papel doméstico y sanitario (18%), el papel de impresión y escritura (14%), el papel prensa (1%), y otros papeles (4%).
- 2.11 **El proceso de producción de la pulpa** aprovecha las fibras de celulosa y lignina para la fabricación del papel (Rullifank *et al.*, 2020). Las etapas de producción de la pulpa incluyen un proceso de astillado (reducción de pequeños trozos) de la madera descortezada y posterior clasificación por tamaño. Las astillas de madera se separan en fibras individuales de celulosa por un método mecánico, que separa las fibras por trituración o refinado; y un proceso químico, que utiliza un digestor con soluciones químicas a alta temperatura y presión para extraer las fibras. Por último, la pulpa dirigida a la fabricación de papel pasa por etapas de formado, prensado y secado a alta temperatura, calandrado y bobinado.

B. Las industrias intensivas en energía y la meta de mitigación de cambio climático en el AP

- 2.12 **La industria manufacturera tiene un papel importante en la alineación con la meta de mitigación del AP.** En el diálogo y proceso de programación del Grupo BID con gobiernos y clientes del sector privado, es importante tener en cuenta que, para América Latina y el Caribe, alinearse con el AP en este sentido implica invertir en un modelo de manufacturas que avance hacia la descarbonización de la industria y bajo un enfoque de inclusión social.

Este apartado se enfoca específicamente en el papel que tiene el sector de manufacturas en el avance gradual hacia cero emisiones de GEI netas hacia

⁷ FAOSTAT, 2023 <https://www.fao.org/faostat/en/#search/pulp%20and%20paper>

mediados de siglo⁸. Recordando que, para ello, se requiere trascender un enfoque de reducción de emisiones de GEI, y avanzar hacia desacoplar el desarrollo económico de: (1) el uso de combustibles fósiles; (2) la pérdida de sumideros de carbono; y (3) la dependencia de actividades económicas en modelos/tecnologías asociados a una alta generación de GEI.

1. Diagnóstico

- 2.13 **En ALC, el sector de procesos industriales representa el 19.99% del total de emisiones de GEI en la región** (Gischler, et. al. 2023). Del total de emisiones generadas por la industria manufacturera, el 89.8% pertenecen a las industrias intensivas en energía (incluyendo la química). El restante (10.2%), corresponde al resto de las industrias manufactureras, construcción y de procesos.
- 2.14 La industria del **sector acero** ocupa el primer lugar en emisiones de CO₂ y el segundo respecto al consumo de energía. A nivel global, las emisiones provienen en 60% por la quema de combustibles fósiles para hornos (alcance 1), y la mayor parte del 40% restante se debe a las emisiones indirectas del consumo de electricidad basado en combustibles fósiles (alcance 2). Esta industria en ALC agrupa en promedio 262 MtCO₂e de emisiones al año; aunque durante el 2021 agruparon 104 Mt CO₂e⁹ producto de la crisis sanitaria global. En las últimas tres décadas, el consumo total de energía del sector siderúrgico se ha duplicado, y su combustible principal continúa siendo el carbón por su doble condición de combustible y reductor. Si bien, la producción en este período creció a un ritmo de 2.4 veces mostrando mejoras en la productividad, existen áreas de oportunidad adicional para aumentar los niveles de productividad adoptando nuevas medidas de eficiencia energética, maximización de material residual y uso de electricidad en etapas de fundición, así como uso de combustibles bajos en carbono.¹⁰
- 2.15 El consumo de energía de la **industria de aluminio** en ALC alcanza en promedio 64,4 GJ/t¹¹, con emisiones promedio anuales cercanas a 33 MtCO₂e. Las emisiones directas de la industria (alcance 1) representan el 44% de las emisiones totales, mientras que, las emisiones indirectas (alcance 2) el 56% restante. Las emisiones indirectas provienen del consumo de electricidad de la industria, mientras que las directas ocurren principalmente durante el proceso de electrólisis del aluminio que libera CO₂ producto de la oxidación de los ánodos de carbono en la reacción que convierte el óxido de aluminio en aluminio metálico, así como las emisiones generadas por la fabricación de ánodos y la generación de energía térmica *in situ* utilizados en los procesos de refinación y fundición.

⁸ De acuerdo con el IPCC en su reporte especial de calentamiento global de 1.5°C indica la necesidad de alcanzar emisiones antropógenas globales netas de CO₂ iguales a cero en torno a 2050 (rango intercuartílico de 2045-2055).

⁹ Alacero Annual Report, 2021.

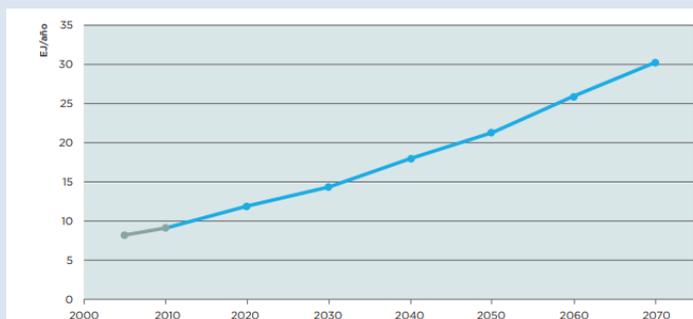
¹⁰ Idem.

¹¹ <https://international-aluminium.org/statistics/primary-aluminium-smelting-power-consumption/>

Cuadro 1. Tendencias para el acero y el cemento

Si los sectores del acero y el cemento fueran países, ocuparían el tercer y cuarto lugar a nivel mundial en términos de emisiones de GEI, respectivamente, solo por detrás de China y Estados Unidos.

Uso de energía proyectado por actividades industriales en ALC



Fuente: IIASA, 2012, citado en: [Vergara et.al. \(2016\)](#)

Se espera que estas actividades continúen creciendo en el mediano plazo impulsadas por mayores tasas de urbanización y demanda de bienes manufacturados. Para 2050, la producción mundial de cemento aumentará aproximadamente un 12 % y la producción de acero un 30 %, en comparación con los valores¹² de 2015.

Ver: [IAI \(2022\): Primary Aluminum Smelting Power Consumption](#)

- 2.16 Por su parte, la **industria del cemento** es la tercer mayor consumidora de energía industrial a nivel global y, en ALC liberó 75 MtCO₂e en 2018, lo que es equivalente a un promedio de 607 kilogramos de CO₂e por tonelada de cemento producido¹⁷. Las emisiones directas para producir el cemento provienen en 56% del tratamiento de materias primas para la fabricación de clinker, seguidas del consumo de combustibles en hornos y fuera de hornos (36.7%). Por último, las emisiones indirectas por consumo eléctrico agrupan el 7% restante¹⁸. Cerca de la mitad de las emisiones de la industria cementera a nivel global (las emisiones globales del sector sumaron un total de 2.6 GtCO₂e/año en 2018) están relacionadas con el CO₂ resultante de la reacción química necesaria para transformar la piedra caliza en clinker, y la mayor parte del resto de emisiones se originan en la quema de combustibles fósiles para calentar clinker hornos.¹⁹ Es además relevante reconocer que otros productos que utilizan cemento como insumo (concreto, hormigón) tienen emisiones de GEI adicionales en sus procesos.
- 2.17 Finalmente, la **industria de la pulpa y el papel** es responsable de la emisión de cerca de 49 MtCO₂ por año en ALC, equivalente a un 8.8% de las emisiones totales del sector industrial en la región. Dentro de la producción de pulpa mecánica los procesos con mayor participación de emisiones son el refinado (50%), calentamiento de astillas (20%), y el secado de la pulpa (16%). En la producción de pulpa química, la digestión alcanza la mayor participación, con 30% del total de emisiones; seguido por el secado de la pulpa con 22%. Finalmente, en la industria del papel, el secado logra una participación en las emisiones cercana al 90%, agrupándose el porcentaje restante en los procesos de formado y prensado de papel (Furszyfer Del Rio, *et al.*, 2022; Rahnema *et al.*, 2021; Bajpai, 2018).

¹² Energy Transition Commission, Mission Possible, 2018.

- 2.18 La tabla 1 a continuación resume los factores promedio de emisión (directas e indirectas) por industria en LAC:

Tabla 1 Factores promedio de emisión por industria en LAC

Industria	Emisiones (tCO ₂ /t producto)		
	Directas	Indirectas	Total
Acero	0.75	0.55	1.30
Aluminio	4.72	6.03	10.75
Cemento	0.56	0.04	0.60
Pulpa	0.25	0.49	0.74
Papel	0.29	0.11	0.40

Fuente: Notas técnicas del BID para los sectores aluminio, acero, cemento, pulpa y papel (próximas a publicación).

2. Descarbonización

- 2.19 Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), el sector industrial representó el 37% del consumo global de energía en 2022, frente al 34% en 2002. “El crecimiento del consumo de energía en la última década se ha visto impulsado en gran medida por el continuo aumento de la producción en subsectores industriales de alto consumo energético.” ([AIE, 2022](#)).
- 2.20 La AIE explica que, para llegar a cero emisiones netas en 2050, hacia 2030 el crecimiento en el consumo total de energía en el sector industrial se debe limitar a menos de 0.5% al año y la productividad energética debe aumentar en aproximadamente 3% al año. ([AIE, 2022](#)).
- 2.21 Las industrias intensivas en energía necesitan individualmente adoptar prácticas y tecnologías que en conjunto contribuyan a lograr el objetivo de cero emisiones netas de emisiones de alcance 1 y 2 al 2050.¹³ A pesar de que este tipo de industria dispone de medidas de descarbonización con aplicaciones al corto y mediano plazo; actualmente, persisten barreras del grado de desarrollo tecnológico, y viabilidad técnica y económica que dificultan su adopción. La [Tabla 2](#) a continuación muestra las medidas a lo largo de todo el ciclo de vida del proceso manufacturero, con potencial de aplicación para diferentes sectores y procesos de las industrias intensivas en energía. También se muestra el nivel de madurez tecnológica (TLR, por sus siglas en inglés), cuyo valor refleja la escala propuesta por la [AIE](#) indicando desde una idea inicial (1) hasta tecnología estable y de crecimiento predecible (11) según se detalla en el anexo 1. Los siguientes párrafos brindan mayor detalle al respecto.

¹³ Según corresponda, las emisiones de alcance 3 se deben considerar en industrias donde éstas sean significativas (mayor al 40% del total). Ver: SBTi Criteria and Recommendations, 2021. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-criteria.pdf>

Tabla 2. Medidas de descarbonización para las industrias intensivas en energía

Pilar	Medidas	Industria	Procesos o tecnologías al que aplica o afecta la medida	TLR ¹⁴
1. Reuso y eficiencia	Reciclaje (segunda vida)	Acero	El reciclaje reduce procesos tradicionales de alta intensidad energética como el alto horno/convertidor al oxígeno (BF-BOF).	5 - 9
		Cemento	El uso de materiales secundarios como materia prima (p.ej. escoria de altos hornos, vidrio y puzolanas) y como fuente energética (residuos como fuente para hornos de cemento). sustituye procesos primarios de alta intensidad energética, así como el uso de combustibles fósiles.	4 - 6
		Aluminio	El reciclaje reduce la necesidad de recurrir a procesos de alto consumo energético. Evita la refinación alúmina y electrólisis de aluminio.	2
		Pulpa y papel	El reciclaje desplaza la producción mecánica y/o química de la pulpa, reduciendo significativamente el consumo de energía y emisiones.	-
	Eficiencia energética	Acero	Horno de arco eléctrico (EAF).	5
		Cemento	Calcinación, horno clinker, uso de molinos.	4
		Aluminio	Refinación de alúmina (digestión y calcinación).	3 - 4
		Pulpa y papel	Digestión, recuperación de licor negro, refinado de fibras y secado de papel.	5-6
2. Electrificación	Electrificación con energías renovables	Acero	Horno de arco eléctrico (EAF), sinterización.	5 - 9
		Cemento	Trituración materias primas, mezcla, molienda cemento.	4 - 6
		Aluminio	Electrólisis de aluminio.	2
		Pulpa y papel	Triturado y/o refinado de pulpa, secado de pulpa y papel, formado y prensado de papel.	9-10
	Electrificación de procesos	Acero	Reducción directa (DRI).	5
		Cemento	Calcinación, horno clinker.	4
		Aluminio	Refinación de alúmina (digestión y calcinación) y fundición de aluminio.	3 - 4
		Pulpa y papel	Calentamiento de fibras, digestión, soplado, secado, evaporación de licor negro, recaustificación y secado de papel.	

¹⁴ La presencia de un guion en la tabla indica que no se conoce el TLR asociado, no obstante, la medida se considera de alto potencial y utilidad. Por otro lado, la abreviatura N/A se utiliza cuando se determina que la aplicación de la medida no resulta viable para dicha industria.

Pilar	Medidas	Industria	Procesos o tecnologías al que aplica o afecta la medida	TLR ¹⁴
3. Cambio de combustible	Hidrógeno verde	Acero	Alto horno (BF), reducción directa de hierro (DRI).	5
		Cemento	Calcinación, horno clinker.	4
		Aluminio	Refinación de alúmina (digestión y calcinación) y fundición de aluminio.	3 - 4
		Pulpa y papel	Calentamiento de fibras, digestión, soplado, secado, evaporación de licor negro, recaustificación y secado de papel.	N/A
4. Mitigar	CCUS ¹⁵	Acero	Alto horno (BF), reducción directa (DRI).	5 - 9
		Cemento	Calcinación, horno clinker.	4 - 6
		Aluminio	N/A	N/A
		Pulpa y papel	Recuperación de licor negro.	5-6

Fuente: elaboración propia.

2.22 **Reutilización (uso de chatarra).** El uso de chatarra o reciclado de materiales tiene un alto potencial de descarbonización para la industria de acero, aluminio y pulpa y papel. El reciclado desplaza la necesidad de realizar procesos de producción primaria intensivos en el consumo de energía y emisiones de GEI. A nivel global, la preparación tecnológica para elevar los niveles de reciclaje de materiales producidos en la industria intensiva en energía, como el acero, son avanzados. Prueba de ello, es que aproximadamente 85 a 90% de la chatarra de acero se recupera. La transición a cero emisiones netas requiere una planificación adecuada para establecer redes de reciclaje que acomoden no solo la chatarra existente sino también la que se generará en las próximas décadas. También se requieren regulaciones requiriendo que los productos de la manufactura sean construidos para maximizar su ciclo de vida y promover su reuso, lo cual incluye el creciente uso de diseños modulares ([AIE, s.f.](#)). El reciclaje está limitado en ALC, principalmente, por el acceso a la información sobre el stock disponible y la calidad de la chatarra. El reciclaje tiene el potencial de crecer a mediano y largo plazo en la medida en que se logre monitorear el uso final de los productos de las industrias intensivas en energía y se sistematice la recuperación y reciclado de la chatarra, así como en que las políticas públicas promuevan los incentivos necesarios. Al respecto, vale destacar que la Iniciativa de Objetivos Basados en la Ciencia (SBTI por sus siglas en inglés) contiene un enfoque específico de descarbonización de los procesos del acero, buscando reducir la intensidad de emisiones mediante el aumento de la proporción de procesamiento de la chatarra.¹⁶

¹⁵ La captura, almacenamiento y/o uso de carbono (CCUS por su sigla en inglés) es una actividad que el Grupo BID revisará caso por caso bajo los criterios específicos de alineación con el Acuerdo de París, de manera que se asegure la no creación de dependencia tecnológica en combustibles fósiles y se manejen los riesgos de activos varados. Lo anterior, en el entendido de que en la literatura global está bien reconocido que la CCUS no debe reemplazar los esfuerzos de mitigación, sino que es complementaria a los mismos ([LSE, 2023](#)).

¹⁶ Las metas globales pasan de una intensidad de emisiones promedio de 0.5 tCO₂/t de acero laminado en 2020, a 0.37 en 2030, 0.24 en 2040 y 0.11 en 2050. Ver: SBTi (2023): STEEL SCIENCE-BASED TARGET-SETTING GUIDANCE <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-Steel-Guidance.pdf>

- 2.23 **Eficiencia energética.** Existen tecnologías de eficiencia energética probadas, que podrían descarbonizar entre un 10% y 20% la industria intensiva en energía. Las inversiones pueden dirigirse a introducir cambios operacionales y de optimización de procesos, además de las intervenciones en nuevas tecnologías y equipos. Si bien la eficiencia energética no puede descarbonizar por completo el sector, su adopción tiene alta rentabilidad al mejorar la competitividad de las empresas y efectividad al desacoplar el nexo entre el crecimiento económico y las emisiones de GEI.
- 2.24 **Electricidad con base en energías renovables.** Las emisiones de alcance 2 de las industrias intensivas en energía pueden mitigarse al garantizar que la electricidad consumida proviene de fuentes renovables de energía. Si bien la región de ALC, tiene una alta participación de energías renovables en su matriz de generación de electricidad, los factores de emisión de los sistemas mantienen tasas de emisiones de carbono que podrían mitigarse a partir de nuevas inversiones en capacidad instalada en base a energía renovable. Otras opciones relevantes para la industria intensiva en energía son la celebración de contratos de compraventa de energía renovable a largo plazo (PPAs), la generación de energía renovable *in situ*, y en el caso de países que cuenten con un mercado regulado, la adquisición de certificados de energía renovable que acrediten un consumo de dicho tipo de energía.
- 2.25 **Electrificación de procesos.** El desplazamiento del consumo de combustibles fósiles por electricidad en los procesos de producción de calor y vapor a bajas temperaturas tiene un alto potencial de reducción de emisiones de GEI en la industria. Si bien algunos de los procesos de la industria del acero y cemento los combustibles fósiles son utilizados como materia prima en reacciones químicas para obtener los productos finales, existen tecnologías probadas que podrían desplazar parte del consumo de los combustibles fósiles que son quemados en sistemas energéticos convencionales.
- 2.26 **Hidrógeno verde (proveniente de fuentes renovables).** En procesos industriales de alta temperatura, donde por ahora la electrificación no es viable, el hidrógeno verde surge como una alternativa clave para reemplazar el uso de combustibles fósiles. Este se genera a partir de la electrólisis de agua (H₂O), en la que se separa el átomo de hidrógeno del átomo de oxígeno mediante electricidad (proveniente de energías renovables). Su adopción en las industrias intensivas en energía puede desplazar el uso de combustibles fósiles como el gas natural utilizado en hornos y producción de calor de alta temperatura, siendo su principal barrera de implementación la ausencia de economías de escala para abastecer hidrógeno verde a precios competitivos frente a los combustibles fósiles. En la actualidad, con las tecnologías disponibles, el uso de electricidad de fuentes renovables para producir hidrogeno verde puede triplicar sus costos de producción, respecto al hidrogeno gris (IEA, 2021a). No obstante, existe un margen significativo para reducir costos de producción a través de la innovación tecnológica y una mayor implementación. Según el Escenario de Cero Emisiones Netas para 2050 (IEA, 2021b), el costo de producción de hidrógeno renovable puede disminuir a 1.3 USD/kg al 2030 en regiones como ALC y lograr competir con el costo del hidrógeno producido a partir de gas natural con CCUS. Estudios de la región indican que Uruguay podría ser uno de los primeros países en alcanzar un valor más bajo de producción, con 1.51 USD/kg para 2030. En Colombia, el costo del hidrógeno varía según la tecnología utilizada, siendo más bajo el producido a partir de energía eólica, con un estimado de 2.8 USD/kg, y una reducción esperada a 2.2 USD/kg en 2030 (WEC, 2022). Al 2050, se estima que los costos del hidrógeno verde alcanzarán cerca de USD 1 por kg. A mediano y largo plazo, la descarbonización de los procesos de producción del acero, cemento y aluminio a partir del hidrógeno verde puede integrarse en el diseño de infraestructura nueva (*greenfield*) o en instalaciones existentes (*brownfield*). La introducción del hidrógeno requiere la

adaptación de las tecnologías existentes o que se reconstruya parte de los procesos para implementar sistemas energéticos descarbonizados. Su implementación varía según la ubicación de las plantas de producción, viabilidad técnica, infraestructura existente, demanda del mercado, costos operativos y el entorno regulatorio.

- 2.27 **Captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS).** El proceso de CCUS separa, atrapa y/o reutiliza el CO₂ de los gases industriales antes de que sea liberado a la atmósfera. El CCUS enfrenta importantes retos tecnológicos en el almacenamiento geológico seguro del CO₂ a someterse a evaluaciones de carácter nacional y/o regional. A nivel de implementación, los bajos niveles de carbono en los gases de combustión de algunas industrias intensivas en energía o incluso dentro de una misma industria se traducen en altos costos que hacen inviables su implementación desde un enfoque económico. Desde un enfoque de alineación con el AP, la CCUS es un último recurso que habrá de desplegarse solo hasta que se hayan agotado todas las alternativas posibles, como las enunciadas en párrafos anteriores, y siempre y cuando dicha práctica se encuentre satisfactoriamente regulada en el país en cuestión. Lo anterior, en el entendido de que en la literatura global está bien reconocido que la CCUS no debe reemplazar los esfuerzos de mitigación, sino que es complementaria a los mismos ([LSE, 2023](#)).
- 2.28 **Grupos industriales.** Son asociaciones o conjunto de empresas y entidades relacionadas entre sí que comparten un interés común en la descarbonización. Estos grupos industriales, también conocidos como clústeres industriales, tienen como objetivo principal aprovechar sinergias y colaboración entre los sectores que los componen. Brindan diversos beneficios para integrar múltiples esquemas de descarbonización, agregar demanda e identificar economías de escala, lo que reduce el costo por unidad de tonelada de carbono reducida. El interés por el desarrollo de iniciativas de grupos industriales está creciendo, como se observa en los tres clústeres globales (de Australia, Reino Unido y España) que inicialmente firmaron la iniciativa global del Foro Económico Mundial, "Transición de clústeres industriales hacia cero emisiones netas", emprendida en colaboración con el Instituto de Investigaciones de Energía Eléctrica ([EPRI](#)). Iniciativas como esta podrían proporcionar un modelo para las industrias intensivas en energía de la región.

Cuadro Uso de 2. carbón en la industria del acero

En la actualidad, de acuerdo con la AIE, globalmente el carbón cubre alrededor del 75% de la demanda de energía y materias primas del sector del acero, un porcentaje comparable al de la última década. Junto con un mayor uso de la bioenergía, la electrificación con bajas emisiones de carbono debe acelerarse rápidamente para sustituir al carbón en el escenario NZE [escenario de cero emisiones netas al 2050], aumentando en más de 5 puntos porcentuales de aquí a 2030 a través de una mayor producción basada en chatarra (a menudo denominada "producción secundaria"), hidrógeno electrolítico y hornos de arco eléctrico. Esto contrasta con un aumento de tan sólo 1 punto porcentual en la última década. (AIE, 2022)

- 2.29 En conclusión, los procesos de generación de calor en las industrias del acero, cemento, aluminio y pulpa y papel pueden ir ajustando sus cadenas productivas para avanzar el desplazamiento total o parcial del uso de combustibles fósiles en hornos, secadores, y trituradoras (refiriéndose principalmente a la sustitución de carbón y combustóleo por ahora, aunque reconociendo que el uso de otros como gas natural pudieran tener sustitutos viables a futuro)¹⁷. Estos procesos implican costos para la transición; entre los

¹⁷ Hoy en día, el uso de gas natural en la industria manufacturera es difícil de reemplazar. Su viabilidad puede cambiar en los próximos años, a medida que carburantes como el amoníaco y el hidrógeno se hacen económica y técnicamente viables.

combustibles a considerarse están la biomasa sostenible,¹⁸ los biocombustibles sostenibles tanto líquidos como gaseosos,¹⁹ el hidrógeno verde, así como la energía eléctrica.

C. Industria manufacturera y la meta de adaptación al CC en el AP

- 2.30 En el diálogo y proceso de programación del Grupo BID con gobiernos y clientes del sector privado, es importante tener en cuenta que ALC es vulnerable a los peligros geofísicos e hidrometeorológicos que el cambio climático exacerba, y esto tiene implicaciones para la alineación de inversiones en el sector de manufacturas con la meta de adaptación del AP.
- 2.31 El AP también establece como uno de sus principales objetivos reducir la vulnerabilidad ante los riesgos físicos del CC, mediante el aumento de las capacidades de adaptación y la resiliencia climática de largo plazo. Estudios indican que en ALC la frecuencia de los desastres naturales se ha triplicado en los últimos 50 años.²⁰ La recurrencia de estos factores en ALC puede causar daños directos para el 2050, estimados entre 1.5% - 5% del PIB (Bicalho, 2021). En adición, efectos acumulativos producidos por los impactos de lento desenvolvimiento como el aumento de la temperatura promedio, aumento en el nivel del mar, y el aumento en el número de días secos al año, entre otros, amenazan con afectar la eficiencia y desempeño a largo plazo de muchos de estos procesos industriales.
- 2.32 Por ello, los países han enfatizado la importancia de integrar la resiliencia en la planificación de inversiones en infraestructura, para poder superar contingencias naturales y adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes a un menor costo. Se estima que las inversiones en resiliencia representaron el 5% del PIB regional entre 2015-2019.²¹ Por cada dólar que se invierta en infraestructura resiliente se pueden generar hasta cuatro dólares en beneficios económicos.²² En este sentido, es importante que la industria manufacturera también integre la resiliencia climática en la planificación de sus inversiones y diseño de proyectos, en el entendido de que prevenir, mitigar y manejar riesgos climáticos puede conllevar significativos beneficios económicos.
- 2.33 Entre los aspectos de la vulnerabilidad al cambio climático relevantes para las inversiones en industrias manufactureras se incluyen los impactos de fenómenos climáticos y desastres naturales asociados a ellos, los cuales pueden provocar: (i) un aumento en los riesgos para la seguridad del suministro energético, mismo que es esencial para las industrias intensivas en energía; (ii) un aumento en el riesgo físico al que se encuentran expuestas las instalaciones físicas; (iii) afectaciones a las cadenas de suministro y las redes de transporte y distribución; (iv) cambios en los patrones de precipitación, pueden afectar la disponibilidad de agua para los procesos y/o causar inundaciones en zonas industriales, afectando la vulnerabilidad hídrica; y (v) cambios en la temperatura promedio y máxima pueden generar cambios negativos en la eficiencia de muchos de los procesos industriales en estas industrias en donde se utilicen intercambiadores de calor. Las vulnerabilidades específicas de cada proyecto dependerán del contexto (localización, tipo de industria, planes y estrategias climáticas existentes en la localidad/país, efectividad de

¹⁸ La biomasa sostenible de acuerdo con la Orientación Técnica de Energía se refiere a aquella de biogás o desechos orgánicos a base de residuos, o con base en silvicultura sostenible, que de acuerdo con la Norma de Desempeño Ambiental y Social #6 (¶25 y ¶26) del MPAS; validando que no se genere competencia frente a cultivos alimentarios ni que se genere el riesgo de inducir la expansión hacia áreas de altas reservas de carbono o de elevada biodiversidad.

¹⁹ Siempre que sean biocombustibles de fuentes sostenibles, ver cita anterior.

²⁰ BID. (2022). IDB and IDB Invest Provided \$26 Billion in Climate Financing over Five Years. <https://www.iadb.org/en/news/idb-and-idb-invest-provided-26-billion-climate-financing-over-five-years>

²¹ Infralatam. Public Investment in Economic Infrastructure in LAC. <http://infralatam.info/>

²² BID. (2022). IDB and IDB Invest Provided \$26 Billion in Climate Financing over Five Years. <https://www.iadb.org/en/news/idb-and-idb-invest-provided-26-billion-climate-financing-over-five-years>

la gobernanza ambiental en la localidad/país en cuestión, disponibilidad y gobernanza de los recursos hídricos, resiliencia de la matriz energética, etc.).

- 2.34 Una vez identificadas las vulnerabilidades y los riesgos climáticos, éstos deben manejarse. En el contexto de las operaciones del Grupo BID ello es cubierto bajo el estándar de desempeño ambiental y social 4 (NDAS 4) y bajo la Evaluación de Riesgo Climático previsto en la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social de BID Invest. A un nivel estratégico, las acciones de adaptación y resiliencia climática deben ser congruentes con las prioridades nacionales de adaptación en la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) del país y/o en el Plan Nacional de Adaptación (PNA), e idealmente coordinarse entre actores del sector privado, las instituciones encargadas del manejo de zonas industriales, y la ciudad/municipio/región involucrados, ya que cada agente tiene un diferente campo de acción como se explica en la Tabla 2 (GIZ, 2019)²³.

Tabla 3 Ejemplos de medidas de adaptación al cambio climático para la industria

Nivel de actuación	Ejemplos de medidas de adaptación al cambio climático
Empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar instalaciones que sean altamente resistentes a condiciones climáticas extremas; • Desarrollar productos y procesos eficientes en el uso de agua en áreas afectadas por la escasez hídrica; • Diversificar redes de suministros y considerar mercados alternativos.
Zona industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir vulnerabilidad mediante la relocalización a áreas de menor vulnerabilidad al cambio climático (aplicable a la fase de planificación estratégica de nuevas zonas industriales); • Construir obras para la protección de inundaciones en áreas que presenten en este riesgo (aplicable a las fases de manejo y recalificación, en zonas industriales existentes); • Integrar espacios verdes en áreas industriales de alto uso del concreto para mejorar la temperatura ambiente al tiempo que se mejoran las condiciones para los empleados y se facilita la infiltración de agua durante periodos de lluvias intensas.
Municipio o ciudad	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el volumen de agua almacenada subterráneamente, en anticipación a periodos de sequía; incremento en la capacidad de infraestructura para este fin; • Instalación de sistemas de alerta temprana para eventos climáticos extremos; • Elaborar Planes de manejo de cuenca y/o Planes de Manejo Integral de Recursos Hídricos, para establecer usos y disponibilidad del recurso hídrico comprometido con los usos de la industria, e incorporando escenarios de cambio climático en distintos horizontes de tiempo.

Fuente: Adaptado de (GIZ, 2019).

- 2.35 En la etapa de planificación de instalaciones industriales, la adaptación implica seleccionar la localidad del proyecto tomando en cuenta la exposición y vulnerabilidad ante amenazas naturales producto de la geografía, sector y contexto específico, así como escenarios que anticipen cómo el cambio climático puede exacerbar los riesgos físicos. Por su parte, medidas de adaptación que vale la pena resaltar para considerarse en el diseño de proyectos/inversiones del sector industrial son (según aplique) el uso de

²³ GIZ. (2019). *Methodological Guide for the Adaptation to Climate Change of Industrial Zones: A guide on climate risk and opportunity management for the use of those involved in managing existing industrial zones.* https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/Climate_Expert_Industrial_Zones_Guide_English.pdf

materiales de construcción resistentes a las altas temperaturas, los huracanes, fuertes vientos y/o las lluvias torrenciales, cerciorarse de que haya un buen sistema de drenaje y alcantarillado en las zonas industriales propensas a lluvias torrenciales (medida que tendría que coordinarse con la ciudad/municipio/región en cuestión), el uso de tecnologías para optimizar el suministro de agua, la eficiencia energética y el uso eficiente y reciclaje de recursos²⁴.

- 2.36 En este contexto, el sector industrial se identifica como una prioridad de adaptación en distintas NDC de la región de ALC, como las de Argentina, Colombia, Costa Rica, República Dominicana y México. Por ejemplo, la [NDC de Argentina](#) establece como una medida de adaptación aumentar la resiliencia de las áreas industriales ante los eventos climáticos extremos y la [NDC de Colombia](#) establece un objetivo de aumentar el número de empresas que cuentan con e implementan estrategias de adaptación. Estas NDC destacan la importancia de identificar y manejar las vulnerabilidades y riesgos climáticos para el sector industrial.
- 2.37 Además, cabe señalar algunas industrias que son altas consumidoras de recursos hídricos donde el apoyo a su desarrollo debe prioritariamente considerar criterios de adaptación para la resiliencia ante el cambio climático. Por ejemplo: procesamiento de textiles; pasteurización de la leche, industria ganadera y vitivinícola (a ser revisadas conjuntamente a la luz de la Orientación Técnica para el Sector Agroalimentario); manufactura de álcalis, adhesivos, pinturas y tinturas sintéticas. Asimismo, se vuelve atinado impulsar la gestión de lodos en la industria en general, incluidos aquellos asociados a la industria del acero; ello, debido a que su inadecuada disposición representa un pasivo ambiental y riesgo para la industria.

III. ANÁLISIS DE OPERACIONES: ALINEACIÓN CON LA META DE MITIGACIÓN DEL AP (BB1)

- 3.1 La metodología conjunta de los BMD sirve de base para determinar la alineación de las operaciones con el AP. La aplicación de la metodología dará lugar a dos posibles escenarios: "alineada", o "no alineada". En este contexto, una operación está "alineada" si no va en contra de las metas de mitigación (BB1) y adaptación y resiliencia (BB2) del AP. **Esta sección presenta y describe el procedimiento para determinar la alineación con la meta de mitigación del AP.**
- 3.2 La alineación de los proyectos de la industria manufacturera con el objetivo de mitigación del AP implica garantizar congruencia con una trayectoria de descarbonización hacia cero emisiones netas a mediados de siglo, en el contexto del país donde se ubica el proyecto; implica no obstaculizar ni perjudicar la transición hacia una economía descarbonizada, tanto a nivel país como global.
- 3.3 En **operaciones con uso de fondos definidos**²⁵, los BMD utilizan un enfoque de evaluación cuyo primer paso consiste en identificar si los tipos de inversiones son consideradas "universalmente alineadas" o "universalmente no alineadas" con el objetivo de mitigación en el AP. En un segundo paso, los proyectos que no pertenecen a ninguna de las dos categorías requieren de un análisis detallado considerando la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) y la Estrategia de Largo Plazo (LTS) del país, las trayectorias globales de descarbonización para el sector, un análisis de emisiones

²⁴ GIZ. (2019). *Methodological Guide for the Adaptation to Climate Change of Industrial Zones: A guide on climate risk and opportunity management for the use of those involved in managing existing industrial zones.* https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/Climate_Expert_Industrial_Zones_Guide_English.pdf

²⁵ Préstamos o Globales de crédito con listas elegibilidad. En el caso del BID, la categoría de "uso de fondos definido" incluye a las operaciones de Obras Múltiples (GOM) aunque no se conozca el detalle de todo el listado de obras con antelación. En estos casos, la alineación con el AP se evalúa utilizando la misma muestra de proyectos que se estudia para la aplicación del MPAS.

comprometidas (*carbon lock-in*) y un análisis de riesgos de transición. Este procedimiento es descrito a detalle en la [Tabla 5](#) y las secciones [A-D](#) a continuación en este documento.

- 3.4 **En la financiación sin uso de fondos definidos**, comprendida por apoyo presupuestario (PBL), operaciones a través de intermediarios financieros, capital de trabajo, inversión de capital u otro uso de fondo corporativo, se tomarán como referencia los principios generales y referencia técnica de los apartados A- D en este documento, pero aplicando el enfoque de los BMD ya adaptado para cada caso: [operaciones basadas en políticas](#), [operaciones con intermediarios financieros](#) (en conjunto con la [Orientación Técnica del Grupo BID para Operaciones con Intermediarios Financieros](#) GN-3142-2), y [finanzas corporativas de uso general \(GCPF](#) - ver apartado [E](#) en esta sección).
- 3.5 Tal y como establecido en los principios del [PAIA del Grupo BID](#) (apartado II.C) estos criterios deben aplicarse al sector de edificaciones sobre la base de la mejor información disponible, con proporcionalidad al riesgo climático de la operación y promoviendo el aprendizaje continuo. El BID, BID Invest y BID Lab determinarán individualmente los arreglos de implementación para cada tipo de caso. No obstante, considerando que históricamente la mayoría de las operaciones de BID Invest en el sector de manufacturas ocurren vía financiamiento corporativo, el apartado E del presente capítulo explica a detalle el proceso de aplicación de GCPF en transacciones del sector manufacturas.

A. Actividades que el Grupo BID no financiará (universalmente no alineadas)

- 3.6 En el Marco de los BMD, la extracción y generación energética a base de carbón mineral y la extracción y generación a base de turba, se consideran universalmente no alineadas con las metas de mitigación del AP.
- 3.7 De acuerdo con la Lista de Exclusión del Marco de Política Ambiental y Social (MPAS) del BID²⁶ y de la Política de Sostenibilidad Ambiental y Social (PSAS) de BID Invest, las siguientes actividades no se financiarán:
- a. Carbón mineral²⁷: exploración y producción (*upstream*), ni en nueva capacidad (*greenfield*) ni en existente (*brownfield*); su exportación (*midstream*), importación, transporte, distribución y generación con carbón (*midstream* y *downstream*), ni en *greenfield* ni en *brownfield*²⁸, y usos para acceso a servicios de energía²⁹.
 - b. La exploración y producción de petróleo y gas: (*upstream*), no se financiará ni en *greenfield* ni en *brownfield*.
- 3.8 En este sentido, el Grupo BID no financiará directa o indirectamente a empresas (incluyendo MiPyMEs) cuyo modelo de negocios contribuye directamente a la exploración y producción (*upstream*), refinación, exportación, importación, transporte y distribución o generación con energías fósiles o acceso a servicios técnicos, insumos o equipamiento de alta, mediana o baja complejidad y especialización tecnológica al sector de hidrocarburos (*midstream*, *downstream*) o subproductos del petróleo y gas como metano,

²⁶ La Lista de Exclusión contiene actividades incompatibles con los compromisos adquiridos por el Grupo BID para hacer frente al cambio climático en temas relacionados con carbón, petróleo y gas.

²⁷ Se hace la distinción entre carbón mineral ("coal") o hulla, el cual se refiere al combustible fósil que en su estado natural se extrae del subsuelo por procedimientos manuales o mecánicos en minas o a cielo abierto; y el carbón vegetal ("charcoal") que se obtiene artificialmente quemando madera para cocción. El acceso a servicios de energía para poblaciones vulnerables no contempla el financiamiento de actividades de extracción y producción (*upstream*).

²⁸ Los PBLs con reformas macroeconómicas o de desarrollo significativas que puedan apoyar indirectamente estas actividades se considerarán caso por caso.

²⁹ Esto aplica a proyectos e instalaciones conexas cuyo objetivo primordial esté relacionado con la producción, el comercio o el uso de carbón para la generación eléctrica, o con la transmisión de la energía generada por una central de carbón (por ejemplo, una línea de transmisión dedicada solo a ese fin).

butano, propano o pentano. Se podrá financiar a este tipo de empresas cuando los recursos sean destinados a planes de transición energética alineados con los compromisos de cambio climático a nivel país y no a actividades excluidas por el MPAS y la PSAS.

3.9 En congruencia con estas exclusiones y con lo señalado en el apartado B, **el financiamiento sí es elegible** para proyectos que cumplan con el MPAS y PSAS dirigidos al apoyo de:

- a. Empresas (incluyendo MiPyMEs) que actualmente dependan de energía a partir de combustibles fósiles para sus procesos productivos; incluso en instancias donde lo hagan de forma significativa³⁰, donde habrán de buscarse soluciones de descarbonización.
- b. Inversiones en generación de electricidad industrial y/o calor industrial que dependa de combustibles fósiles (reconociendo que la generación de electricidad a partir de carbón está en la lista de exclusión del MPAS y PSAS).
- c. Inversiones específicas y asistencia técnica en planes de transición energética de empresas que formen parte de la cadena de valor del carbón, petróleo y gas, siempre que estén alineados con los compromisos de cambio climático a nivel país y las trayectorias globales de descarbonización (ver la [Orientación Técnica de Energía](#)).

B. Actividades de la industria manufacturera consideradas universalmente alineadas con el AP

3.10 De acuerdo con el [Listado de Actividades Universalmente Alineadas y Universalmente No Alineadas de los BMD](#), algunas actividades se considerarán congruentes con la meta de descarbonización del AP en todos los países y en todas las circunstancias. La [Tabla 4](#) enumera las actividades universalmente alineadas en el sector manufactura siempre y cuando: i) su factibilidad económica no dependa de actividades externas de explotación, procesamiento y/o transporte de combustibles fósiles; ii) su factibilidad económica no depende de subsidios a combustibles fósiles; y iii) su operación no depende significativamente de la utilización directa de combustibles fósiles. De lo contrario, procederá un análisis específico ([Tabla 5](#)) para –entre otros aspectos– identificar si existen tecnologías alternativas descarbonizadas que sean técnica y económicamente viables.

Tabla 4 Actividades del sector de manufactura consideradas universalmente alineadas con la meta de mitigación del AP

Sector	Tipología considerada universalmente alineada	Condiciones y lineamientos
Manufactura	Industria no intensiva en energía (se excluye de esta definición a las industrias de químicos ³¹ , hierro y acero, cemento, pulpa y papel, aluminio)	Considerar la naturaleza del producto (contenido de carbono, ciclo de vida, potencial de reúso/reciclaje)
	Manufactura de vehículos eléctricos; de vehículos no motorizados; locomotores eléctricos; parque móvil no motorizado	

³⁰ Aspecto a revisar caso por caso; cuando en función de juicio experto la dependencia sea significativa, habrán de cumplir con los criterios del análisis específico de alineación con el AP de los BMD.

³¹ Dado que este documento por el momento no incluye orientaciones para la industria química, los proyectos en dicho subsector se analizarán con especificaciones técnicas a validarse caso por caso.

Sector	Tipología considerada universalmente alineada	Condiciones y lineamientos
	Manufactura de componentes para energías renovables y eficiencia energética	

Fuente: Grupo de Bancos Multilaterales de Desarrollo (2023): Lista de actividades consideradas universalmente alineadas con la meta de mitigación del Acuerdo de París. Disponible [aquí](#).

- 3.11 Además, dicho Marco sugiere que el diseño de las operaciones debe reforzar la preservación de áreas de alto valor por su biodiversidad y altas reservas de carbono (HCS por sus siglas en inglés)³², aspecto que deberá ser revisado en conjunto con el [Marco de Política Ambiental y Social del BID](#) (MPAS) y la [Política de Sostenibilidad Ambiental y Social de BID Invest](#) (PSAS), conforme aplique.
- 3.12 **Actividades universalmente alineadas del Grupo BID.** Con base en la Tabla 4 y la cartera activa del Grupo BID, las siguientes actividades en el sector industrial no requieren un análisis específico para ser declaradas alineadas con las metas de mitigación del AP:
- 3.13 **El financiamiento a actividades de la industria no intensiva en energía**³³, siempre que se determine que no es significativamente dependiente de combustibles fósiles³⁴ y que en la debida diligencia se verifique no exceden 25,000 tCO₂e al año, durante su operación y por concepto de emisiones de GEI categorizadas en los alcances/ categorías 1 y 2 de los estándares de inventario de GEI.
- 3.14 En la industria intensiva en energía, financiamiento direccionado a:
- reemplazo anticipado, planificado y ordenado de procesos de producción intensivos en carbono, usando sustitutos cero emisiones, y en una forma que evidencie el efectivo desplazamiento de opciones intensivas en emisiones de GEI y que atienda los impactos sociales y de competitividad para una transición justa;
 - electrificación con base en energías renovables;
 - el uso de hidrógeno verde;
 - introducción de combustibles limpios tales como la biomasa sostenible³⁵;
 - introducción de medidas de economía circular, reduciendo la extracción de materias primas y evitando el desperdicio³⁶ (por ejemplo, inversiones para incrementar la tasa de reciclaje); y
 - implementación de medidas de eficiencia energética, siempre y cuando no contribuyan a alargar la vida útil de infraestructura intensiva en emisiones de GEI.
- 3.15 Cabe aclarar que una operación sólo puede considerarse “universalmente alineada” cuando todas las actividades financiables bajo todos los componentes se clasifican bajo las categorías universalmente alineadas.

³² Bajo este enfoque, se reconoce que los bosques secundarios ofrecen servicios esenciales de almacenamiento de carbono y productos forestales para comunidades locales que con frecuencia no se consideran como de valor para la conservación y por tanto no son protegidos.

³³ En congruencia con este documento, los procesos productivos vinculados a los siguientes no se pueden considerar universalmente alineados: acero, alimentos, cemento, aluminio, pulpa y papel; además química y petroquímica (incluyendo plásticos), vidrio, cal, cobre y cerámica.

³⁴ Aspecto a revisar caso por caso; cuando en función de juicio experto la dependencia sea significativa, habrán de cumplir con los criterios del análisis específico de alineación con el AP de los BMD.

³⁵ La biomasa sostenible de acuerdo con la Orientación Técnica de Energía se refiere a aquella de biogás o desechos orgánicos a base de residuos, o con base en silvicultura sostenible, que de acuerdo con la Norma de Desempeño Ambiental y Social #6 (¶25 y ¶26) del MPAS; validando que no se genere competencia frente a cultivos alimentarios ni que se genere el riesgo de inducir la expansión hacia áreas de altas reservas de carbono o de elevada biodiversidad.

³⁶ *Cómo llegar a cero emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe*. BID (2019).

3.16 Siempre que sea posible, incluso en transacciones universalmente alineadas, el Grupo BID buscará incentivar al máximo la descarbonización de la industria manufacturera y movilizar financiamiento climático para lograrlo.

C. Actividades de la industria manufacturera que requieren validar su alineación con la meta de mitigación del AP (caso por caso)

3.17 Las actividades industriales que requieren un análisis específico se centran en procesos y tecnologías que dan continuidad al consumo significativo de combustibles fósiles, entre otros.

3.18 El financiamiento a industrias clasificadas como intensivas en uso de energía: producción de hierro, acero, aluminio, cemento, pulpa y papel (entre otras, como química, no cubiertas explícitamente en esta orientación por no ser representativas en la cartera del Grupo BID) deberá ser evaluado específicamente tal y como se explica más adelante.

3.19 La siguiente es una lista no exhaustiva de actividades que requerirían un análisis específico de alineación con la meta de mitigación del AP bajo la metodología de inversión directa:

- a. Financiamiento a actividades en industrias no intensivas en energía que dependan significativamente de combustibles fósiles y/o exceden 25,000 tCO₂e al año durante su operación y por concepto de emisiones de GEI categorizadas en los alcances/ categorías 1 y 2.
- b. Financiamiento a actividades en industrias intensivas en energía distintas a las enumeradas en la sección 3.11, por ejemplo, aquellas que apoyan procesos industriales que dependen significativamente de combustibles fósiles y/o actividades de los procesos de industrias intensivas en energía que liberan altas emisiones de GEI, tales como:
 - i. El cambio de hornos a carbón mineral por tecnologías que consumen gas natural y el uso de combustibles alternativos con una alta huella de carbono (hidrógeno gris).
 - ii. En industria del acero: tecnología HISarna, DRI-EAF³⁷ a base de gas natural.
 - iii. En industria de aluminio: uso de hidrógeno proveniente de fuentes no renovables; sistemas de generación híbrida; procesos de refundición y colada.
 - iv. En industria del cemento: uso de hidrógeno proveniente de fuentes no renovables como combustible en hornos; carbonatación de los finos de concreto; calcinación de arcillas a base de combustibles fósiles.
 - v. En la industria de la pulpa y papel: gasificación que incorpora combustibles fósiles para el suministro de calor. Retomando, además, lo establecido en el MPAS del BID y la PSAS de BID en materia de gestión sostenible de recursos naturales vivos³⁸.

³⁷ HISarna es un método de producción de hierro que evita el proceso convencional de sinterización, que involucra la trituración del mineral de hierro y su mezcla con piedra caliza, polvo de coque, agentes formadores de escoria y fundentes, seguido de una exposición a altas temperaturas. En lugar de ello, HISarna se basa en la reducción directa de minerales de hierro (DRI), seguida por la fundición en un horno de arco eléctrico (EAF) para obtener acero crudo.

³⁸ El MPAS establece que: en el caso de prestatarios que participan en la producción primaria o el acopio de recursos naturales vivos, (en especial pero no exclusivamente productos básicos alimentarios y de fibras) donde se sepa que se produce en regiones en las que existe el riesgo de conversiones sustanciales de hábitats naturales o críticos, se adoptarán sistemas y prácticas de verificación como parte del sistema de gestión ambiental y social del prestatario, a fin de evaluar a sus proveedores principales.

- c. Financiamiento al hidrógeno bajo en emisiones. Se resalta que de conformidad con la metodología conjunta de los BMD solo el hidrógeno verde, es decir el proveniente de energías renovables como solar o eólica, puede considerarse universalmente alineado con la meta de mitigación del AP. En este sentido, el hidrógeno que sea bajo en emisiones requiere un análisis específico si proviene de fuentes no renovables. En el caso de hidrógeno bajo en emisiones que provenga de combustibles fósiles y cumpla con todos los requisitos establecidos por el Grupo BID en la [Guía de implementación de Certificaciones de Hidrógeno en LAC](#) para considerarse “bajo en emisiones”, el análisis específico justificará debidamente cómo se cumple con los criterios correspondientes.

3.20 El análisis específico también aplica a las industrias intensivas en energía³⁹ financiadas bajo el enfoque de contraparte de la metodología de GCPF (usada para capital de trabajo, fondos de inversión, etc.). Éstas son uno de siete tipos indicativos⁴⁰ de modelo de negocio que requiere un análisis a detalle de cómo se está alineando su desarrollo con la meta de mitigación del AP.

D. Criterios para el análisis específico

3.21 Es importante enfatizar que las actividades o inversiones que requieren un análisis específico pueden consistir en una combinación de tecnologías que, **aun consumiendo combustibles fósiles y/o generando emisiones de GEI, pueden lograr cero emisiones netas hacia 2050 y alinearse con el AP.**

- a. En el caso de inversiones directas o de uso de fondos conocidos donde se identifican actividades que no se pueden considerar universalmente alineadas, se aplicarán los cinco criterios acordados con otros BMD señalados en la **Tabla 5**.
- b. En el caso de transacciones que requieren un enfoque de contraparte (por ejemplo, las finanzas corporativas de usos generales) y en donde la debida diligencia determina que la entidad⁴¹ se involucra en actividades que requieren un análisis específico (caso por caso), se aplicarán los principios generales de los criterios en la [Tabla 5](#) según la versión adaptada de la metodología descrita en el [apartado E](#) de esta sección⁴².

Tabla 5 Criterios específicos del Marco Conjunto de los BMD para Alineación con el AP – inversión directa

Criterio específico (CE)
CE1: Revisión de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC por sus siglas en inglés) del país. ¿Es la operación/actividad económica inconsistente con la NDC del país en el que se lleva a cabo?
CE2: Revisión de la Estrategia de Largo Plazo (LTS por sus siglas en inglés) del país. ¿La operación/actividad económica, en su tiempo de vida, es inconsistente con la LTS u otras estrategias

³⁹ El siguiente listado no exhaustivo se incluye en la metodología de los BMD: industrias químicas, hidroclorofluorocarbonos HFCs, hierro y acero, pulpa y papel, materiales no ferrosos como aluminio y cobre, así como minerales no metálicos como cemento, cal y vidrio.

⁴⁰ Así como: industrias de combustibles fósiles; industrias y actividades dependientes en combustibles fósiles; aviación; transporte como negocio principal; empresas de productos animales; sectores o actividades que puedan impactar directamente la expansión hacia áreas de alto valor por su biodiversidad y/o absorción de carbono.

⁴¹ La entidad legal que firma el acuerdo de financiamiento con el Grupo BID o alternativamente, otra contraparte que tiene control sobre las actividades de proyecto. Ver apartado 2 de la metodología GCPF.

⁴² Tal y como se explica en la metodología de GCPF, si la entidad ya estructura sus financiamientos con base en los principios de bonos y préstamos vinculados a la sostenibilidad (SBL por sus siglas en inglés), no es necesario aplicar los criterios específicos de la Tabla 5.

Criterio específico (CE)
similares de largo plazo bajas en GEI, nacionales con alcance en toda la economía, sectoriales o regionales, que son compatibles con el objetivo de mitigación del Acuerdo de París?
<p style="text-align: center;">CE3: Revisión de estrategias globales de descarbonización para el sector (ver Apéndice 1: Trayectorias de Bajo Carbono Relevantes al Sector de). La operación/actividad económica, ¿es inconsistente con las vías globales de descarbonización específicas del sector, en línea con el objetivo de mitigación del Acuerdo de París, considerando las responsabilidades comunes, pero diferenciadas de los países y sus respectivas capacidades?</p> <p>En el caso del sector manufactura las rutas sectoriales de referencia incluyen las desarrolladas por organizaciones internacionales, <i>think tanks</i>, academia y asociaciones industriales.</p>
<p>CE4: No obstruir la transición. La operación/actividad económica, ¿obstruye oportunidades para la transición hacia actividades alineadas con el Acuerdo de París, o principalmente apoya o depende directamente de actividades no alineadas en un contexto de país/sectorial específico?</p> <p>Cuando el riesgo de “emisiones comprometidas” (<i>carbon lock-in</i>) se estime considerable, la aplicación de este criterio implica un análisis robusto de alternativas preferiblemente validado por un tercero.</p>
<p>CE5: Viabilidad económica dados los riesgos de transición. ¿Es inviable la operación/actividad económica, al tomar en cuenta los riesgos de activos en desuso y los riesgos de transición en el contexto nacional/sectorial?</p>

Nota: Según establecido en el PAIA (GN-3142-1), la respuesta positiva a al menos una de las preguntas arriba señaladas dará paso a considerar la operación incompatible con la meta de mitigación del AP. Las limitaciones en la disponibilidad de información no darán lugar a una decisión de no alineación, sino que la evaluación se basará en los criterios específicos para los que haya información disponible. Se considera posible evaluar el CE4 en todos los casos.

Fuente: Elaboración propia a partir del [Marco Conjunto de los BMD para el Análisis de Alineación con el Acuerdo de París de Operaciones de Inversión Directa](#).

- 3.22 **CE1. Revisión de la NDC del país.** Implica analizar la NDC del país y, en su caso, otros planes o políticas nacionales y/o subnacionales que las sustentan, para asegurar que la inversión no las contraviene. Es decir, el tipo de inversión a financiar tendría que estar excluida o ser inconsistente con esos instrumentos para considerarse el criterio como no cumplido. Para la revisión de este criterio, será especialmente relevante comparar con los objetivos y metas de los países en materia de industrias, energías limpias, hidrógeno verde, eficiencia energética, gestión de residuos y economía circular para los procesos industriales.
- 3.23 **CE2. Revisión de la Estrategia de Largo Plazo (LTS por sus siglas en inglés) del país.** Implica analizar la LTS u otros planes o políticas nacionales y/o subnacionales de largo plazo consistentes con la meta de mitigación del AP, para asegurar que la inversión no las contraviene. Es decir, el tipo de inversión a financiar tendría que estar excluida o ser inconsistente con esos instrumentos para considerarse el criterio como no cumplido. Para la revisión de este criterio, será especialmente relevante comparar con los objetivos y metas de los países en materia de industrias, energías limpias, hidrógeno verde, eficiencia energética, gestión de residuos y economía circular para los procesos industriales.
- a. Si el país tiene una LTS se revisa para detectar si pudiese haber alguna inconsistencia con las metas y mecanismos de descarbonización en el sector (y subsector, en caso de existir) según lo definido por el propio país.
 - b. Si el país no tiene una LTS o plan equivalente, la respuesta es “No Aplica”.

- 3.24 **CE3. Revisión de trayectorias globales de desarrollo bajo en emisiones.** Para las operaciones en este sector, se consideran los datos y hallazgos de la literatura global del sector y los escenarios de cero emisiones netas de la AIE. Esto se complementará con consideraciones relativas al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, en el contexto del análisis bajo el criterio CE4. Asimismo, se consultarán estrategias y mapas de ruta de descarbonización por tipo de industria como Acero Net-Zero⁴³, Aluminio Net-Zero⁴⁴, Concreto Net-Zero⁴⁵, entre otros. Ver
- 3.25 Apéndice 1: Trayectorias de Bajo Carbono Relevantes al Sector de .
- 3.26 **CE4. No obstrucción de la transición.** Para cumplir con este criterio, es necesario llevar a cabo un análisis de alternativas que considere las emisiones de GEI comprometidas (*carbon lock-in*) asociadas a la inversión. Siempre habrá de asegurarse que no existen alternativas más bajas en emisiones de GEI técnica y económicamente viables en el mercado donde la inversión se está realizando. En este sentido, las principales preguntas de orientación serán:
- Con base en un análisis robusto de alternativas preferiblemente validado por un tercero, ¿se ha comprobado que la opción a financiar es la única considerada técnica y económicamente viable para brindar el mismo servicio o producir el mismo bien?
 - ¿Cuál es la vida útil del activo? Aun frente a la probable existencia de alternativas más bajas en emisiones que puedan reemplazarle en los próximos años, ¿se espera siga operando de una forma intensiva en emisiones de GEI hacia el 2050? ¿qué tipo de arreglos permitirán adaptar su operación para reducir las emisiones a lo largo de su vida útil?
 - La inversión por financiar, ¿previene el desarrollo de alternativas de menores emisiones de GEI? Por ejemplo, al desincentivar la entrada al mercado de oferentes con soluciones más bajas en carbono.
 - ¿Sería costo-efectivo para el Grupo BID buscar la ampliación a acceso de recursos concesionales para acelerar la viabilidad de una solución de bajas emisiones en este contexto?
- 3.26 La evaluación de emisiones comprometidas (*carbon lock-in*) debe demostrar un análisis robusto de alternativas económica y financieramente viables en el contexto donde se hará la inversión que considere las mejores prácticas y estándares emergentes para la industria en ALC (ver Tabla 5 para ejemplos ilustrativos).
- 3.27 Por ejemplo, estas actividades coinciden con diferentes medidas de eficiencia energética dirigidas a reducir el consumo de combustibles fósiles, que, en combinación con medidas complementarias en perspectivas como la CCUS, logran mitigar gran parte o la totalidad de las emisiones de los procesos productivos a un ritmo compatible con lo establecido por asociaciones profesionales que evalúan la ambición de cambio climático en la industria (por ejemplo, SBTi). Otras inversiones de este tipo incluyen sistemas de generación híbrida, la optimización de procesos para incrementar su eficiencia en términos de energía, sustitución de equipos (hornos) por tecnologías más eficientes a base de combustibles fósiles, y el reciclaje de materiales (uso de chatarra); entre otros. Las inversiones de este tipo se evaluarán en sus contextos específicos con la finalidad

⁴³ <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/steel/>

⁴⁴ <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

⁴⁵ <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/concrete-cement/>

de que se verifique la coexistencia de la rentabilidad de estas junto con la mitigación de emisiones de GEI.

- 3.28 **Consideraciones específicas de aplicación del criterio CE4 por sector industrial.** Cuando sea necesario evaluar el financiamiento a generación de energía a partir de fuentes no renovables (p.ej. hidrógeno no verde, bioenergía de primera generación, gas con uso de captura y secuestro de carbono); habrá de seguirse la [Orientación Técnica del Sector Energía](#). En otros casos, se contemplarán alternativas según las mejores prácticas económica y técnicamente viables en la industria de ALC. La [Tabla 6](#) resume ejemplos de cómo evitar las emisiones comprometidas (*carbon lock-in*).

Tabla 6 Lista no exhaustiva y sujeta a actualizaciones de soluciones a evaluar en el análisis de alternativas requerido bajo el CE4

Actividad/ medida a evaluar en el análisis de alternativas	Condiciones y lineamientos técnicos a evaluar bajo los criterios 4-5 de los BMD
Industria del acero	
HiSarna con CCUS	La tecnología HiSarna combinada con CCUS reduce las emisiones de GEI en aproximadamente un 90% por lo que representa una alternativa baja en emisiones.
DRI-EAF a base de gas natural con CCUS	En combinación con CCUS en el DRI y energía eléctrica de fuentes renovables las emisiones se reducen en un 85 % por lo que representa una alternativa baja en emisiones.
Uso de carbón vegetal en hornos	El empleo de carbón vegetal proveniente de bosques nativos podría tener consecuencias significativas relacionadas con la deforestación y el aumento de las emisiones de CO ₂ . Esto exigiría evaluaciones y certificaciones adicionales para asegurar la conformidad con la meta de mitigación del Acuerdo de París.
Industria del aluminio	
Hidrógeno para uso como reductor, que proviene de fuentes no renovables y aplica captura de carbono	El uso de hidrógeno no verde deberá considerar la posibilidad de asegurar la certificación de “bajo carbono” utilizando un esquema de garantía de origen (ver la Guía de implementación de Certificaciones de Hidrógeno en LAC). El hidrógeno azul (a partir de gas natural con captura de carbono) merecerá particular escrutinio, por extraerse de los yacimientos de gas natural. Si se evidencia que es la única alternativa viable, y evitando que se libere a la superficie CO ₂ , representa una alternativa baja en emisiones. No obstante, su producción bajo condiciones de cero emisiones eleva los costos, por lo tanto, por el momento no se considera competitivo para los desarrolladores de proyectos de la industria.
Sistemas de generación híbrida	La instalación de sistemas que combinen plantas de generación de electricidad con base en renovables y generación de base a partir de gas puede desplazar el uso de sistemas de generación en base a bunker o diésel, por lo que representa una alternativa a considerarse.
Mejoramiento de eficiencia de procesos de plantas de reciclaje de aluminio	Para los procesos en plantas de reciclaje de aluminio, el análisis específico de alineación con el AP revisará si además de lograr eficiencias en el consumo de energía es factible migrar hacia el uso de energía eléctrica, energías renovables y/o combustibles alternativos de bajas emisiones. de GEI.
Industria del cemento	
Coprocesamiento a partir de residuos sólidos	El coprocesamiento a partir de RSU evita emisiones

Actividad/ medida a evaluar en el análisis de alternativas	Condiciones y lineamientos técnicos a evaluar bajo los criterios 4-5 de los BMD
urbanos (RSU)	de CO ₂ que, de lo contrario, se generarían en vertederos. Sin embargo, para compensar total o parcialmente emisiones directas resultantes de la combustión de RSU en la industria del cemento, será necesario establecer mecanismos que acrediten la compensación de emisiones por el uso de RSU. Adicionalmente, la integración del coprocesamiento con tecnologías de captura de carbono puede resultar en emisiones netas negativas para la industria.
Hidrógeno proveniente de fuentes no renovables (con captura de carbono) como combustible en hornos cementeros	El uso de hidrógeno no verde deberá considerar la posibilidad de asegurar la certificación de “bajo carbono” utilizando un esquema de garantía de origen (ver la Guía de implementación de Certificaciones de Hidrógeno en LAC). El hidrógeno azul (a partir de gas natural con captura de carbono) merecerá particular escrutinio, por extraerse de los yacimientos de gas natural. Si se evidencia que es la única alternativa viable, y evitando que se libere a la superficie CO ₂ , representa una alternativa baja en emisiones. No obstante, su producción bajo condiciones de cero emisiones eleva los costos, por lo tanto, por el momento no se considera competitivo para los desarrolladores de proyectos de la industria.
Electrificación de procesos (hornos cementeros) con base en fuentes renovables de energía	Esta medida puede desplazar las emisiones directas derivadas del uso de combustibles fósiles en hornos de cemento, con el potencial de lograr reducciones de hasta un 35%. Según el contexto de cada país y la industria en particular, es fuertemente recomendable explorar generación de electricidad a partir de energías renovables.
Reciclaje de concreto: usos de finos de concreto carbonatados como material cementicio suplementario (SCM).	El uso de finos de concreto carbonatados como SCM supone una reducción proporcional de las emisiones de CO ₂ en el proceso de fabricación del cemento. Además, este proceso puede capturar exitosamente entre 130 y 190 g de CO ₂ por cada 100 g de finos de concreto carbonatado (Wu et al., 2022). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la carbonatación de los finos de concreto implica un consumo adicional de energía relacionado con la captura y utilización del CO ₂ , así como la generación de calor necesaria para lograr una carbonatación efectiva. En este contexto, es fundamental evaluar que las fuentes de energía utilizadas sean coherentes con las estrategias de descarbonización de la industria.
Uso de arcillas calcinadas como material cementicio suplementario (SCM).	Para alinear el uso de arcillas calcinadas con los objetivos de emisiones cero de la industria del cemento, se torna imperativo evaluar el uso de fuentes tradicionales de suministro de calor por alternativas de energía que sean bajas o libres de emisiones. Esto implica la transición hacia fuentes de calor más sostenibles, como la energía renovable o la implementación de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono. Tradicionalmente, la calcinación de arcillas se ha basado en la utilización de combustibles fósiles, con una importante huella de carbono.
Industria de la pulpa y el papel	
Producción de pulpa a partir de fibras recicladas	El reciclaje de papel para la producción de pulpa puede reducir el consumo de energía, comparado

Actividad/ medida a evaluar en el análisis de alternativas	Condiciones y lineamientos técnicos a evaluar bajo los criterios 4-5 de los BMD
	con la producción de pulpa química o mecánica a partir de fibras vírgenes (madera), respectivamente. No obstante, requiere ser revisado para asegurar que lleva a una efectiva descarbonización. ⁴⁶
Gasificación a partir de licor negro	La gasificación aporta un valor adicional a la producción de energía, ya que proporciona gas utilizable en la generación térmica o eléctrica. Sin embargo, es importante destacar que, en ciertas circunstancias, la gasificación necesitaría la incorporación de combustibles fósiles, como gas natural o carbón, para suministrar el calor requerido durante el proceso. Esto significa que, en algunos casos, no lograría reemplazar completamente el uso de combustibles fósiles. Por lo tanto, será necesario combinar medidas como la captura y el almacenamiento de carbono para avanzar hacia una producción de energía más sostenible dentro de la industria. Además, es esencial tener en cuenta que la gasificación en sí misma conlleva una importante demanda de inversión en su implementación, lo que representa una limitación para su adopción a gran escala.

Fuente: elaboración propia.

3.29 **CE5: Viabilidad económica dados los riesgos de transición.** Este criterio implica analizar los riesgos por la transición climática (es decir, aquellos asociados a un escenario futuro que mantiene el alza en temperatura muy por debajo de los 2°C), y monetizar –en la medida de lo posible– los costos y beneficios asociados. Una operación se considerará no alineada si, una vez que las implicaciones cuantitativas o cualitativas del cambio climático ya han sido incorporadas al análisis, el proyecto no alcanza los umbrales de viabilidad económica y financiera requeridos por el Grupo BID. Para atender este criterio, es necesario determinar si hay riesgos de transición materiales en el subsector de la operación, y en caso afirmativo, incorporarlos al análisis de sensibilidad financiera estimando su impacto en la factibilidad del proyecto, para luego evaluar si el diseño se considera robusto ante la transición. En este sentido, las principales preguntas de orientación serán:

- a. **¿Cuál es la contribución del proyecto a las emisiones de GEI y, por tanto, en qué medida podría ser impactado por políticas y regulaciones?** Considerando: (i) el volumen de emisiones asociado a la inversión; y (ii) ¿cómo le afectarían políticas (por ejemplo, un precio al carbono) o restricciones regulatorias (por ejemplo, un umbral máximo de emisiones de GEI) dirigidas a lograr las metas del AP? Esto significa que un activo puede enfrentar riesgos e incluso tornarse varado si hay una restricción legal que prohíbe o limita su operación debido a la intensidad de carbono. Un ejemplo concreto de este tipo de riesgo es el “Mecanismo de Ajuste Fronterizo del Carbono”⁴⁷ (CBAM por sus siglas en inglés) en la Unión Europea (UE), mismo que comenzó su fase de aplicación transitoria el 1 de octubre de 2023 y que inicialmente cubre cemento, hierro y acero, aluminio, fertilizantes, electricidad e hidrógeno. Datos

⁴⁶ Independientemente del origen de las fibras de la pulpa, el proceso de producción de papel y pulpa es intensivo en calor por lo que un análisis específico deberá indicar si es factible sustituir el combustible que da origen a este calor, por opciones como bioenergía sostenible o electricidad. Ver: <https://www.iea.org/energy-system/industry/paper>

⁴⁷ El Mecanismo de Ajuste Fronterizo del Carbono (CBAM) es un sistema de fijación de precios del carbono para las importaciones a la Unión Europea. Su objetivo es ajustar el precio de determinados productos importados a la cantidad de emisiones de CO2 incorporadas en ellos, con el fin de igualar el coste del carbono entre los productos de la UE y estas importaciones. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en

de 2019, por ejemplo, muestran que en dicho periodo Brasil estuvo dentro de los diez principales países de origen de las importaciones de acero de la UE (6% de las importaciones de acero de la UE)⁴⁸ por lo que las implicaciones del CBAM pueden ser de particular relevancia para la industria de acero en Brasil. Otro ejemplo es la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles, la cual impondría un nuevo costo a las empresas manufactureras que dependen de éstos, reduciendo sus ingresos futuros y, por tanto, el valor actual de su negocio.

- b. **¿Cuál es el impacto potencial por mejoras tecnológicas de bajas emisiones de GEI en la industria?** Revisar: i) tecnologías sustitutas vigentes y emergentes en el mercado específico de la operación; ii) posible evolución de su competitividad técnica y económica⁴⁹ en el corto (menos de un año) o mediano (hasta 5 años) plazo; también en el mercado específico y considerando los costos de las externalidades de cambio climático (por ejemplo, usando un precio sombra del carbón).⁵⁰ Con base en ello, evaluar si alguna de las opciones podría ofrecer el mismo servicio que la opción que se plantea financiar, pero con menores emisiones de GEI. El análisis de las proyecciones de los precios de CO₂ en dirección a 2050 es central, para comparar si tecnologías próximas a madurar en el mercado se vuelven económicamente viables dada la evolución esperada en los costos de operación.
- c. **¿Cuál es el impacto potencial por cambios en los mercados?** Las transformaciones relacionadas con trayectorias globales de descarbonización impactan las decisiones de inversionistas y gobiernos.⁵¹ Para entender los riesgos de transición asociados a la evolución de los mercados relacionados a las industrias intensivas en energía, es necesario considerar la segmentación de éstos en función de los niveles de emisiones de GEI asociados a los activos/soluciones energéticas considerados en la inversión. Se anticipa un crecimiento de la diferenciación de mercados (nacionales e internacionales) asociados a la intensidad de emisiones de GEI; el mismo activo producido de formas diferentes (con niveles de emisiones diferentes) deberá tener mercados y precios diferentes. Esta segmentación de mercado es consecuencia de las estrategias de las empresas (y cómo perciben la preferencia de su mercado consumidor).

3.30 **Trazabilidad de materiales potencialmente asociados a deforestación.** El uso de materiales provenientes de una cadena de valor que no pueda comprobar que su obtención está libre de riesgos de deforestación puede ser problemático, al potencialmente generar impactos indeseables en servicios ecosistémicos como la captura de carbono. Por ende, la revisión de la trazabilidad de materiales de manera directa o indirecta (por ejemplo, mediante certificaciones de deforestación cero o de obtención responsable) se considera una práctica valiosa para la mitigación del riesgo. Lo anterior es revisado bajo el Estándar 6 del [MPAS](#) del BID y la [PSAS](#) de BID Invest.

E. Metodología para inversiones de capital de trabajo o inversiones de capital

⁴⁸ International Trade Administration. (2019). Steel Imports Report: European Union. <https://legacy.trade.gov/steel/countries/pdfs/imports-eu.pdf>

⁴⁹ Dichas estimaciones habrán de considerar también la probable evolución de los costos operativos.

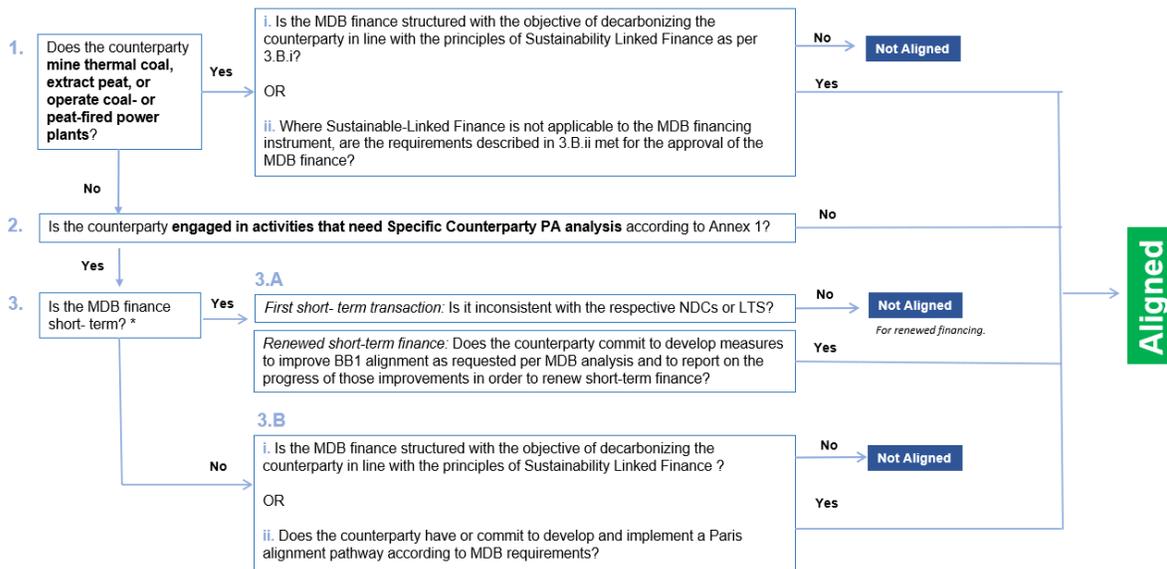
⁵⁰ Si bien el BID no tiene una política o lineamiento obligatorios para el uso de precio sombra del carbono, los equipos de proyecto que lo incluyan en sus análisis se les recomienda usar estimados bajos y altos congruentes con el Reporte de la Comisión de Alto Nivel sobre Precios del Carbono. En este sentido, SPD recomienda comenzar con un precio de US\$40/tCO₂ y US\$80/tCO₂, respectivamente, en 2020 e incrementarlo a US\$50/tCO₂ y US\$100/tCO₂ para el 2030. Los valores bajos y altos en los precios de carbono son extrapolados del 2030 al 2050 usando la misma tasa de crecimiento de 2.25% al año que está implícita entre 2020 y 2030, resultando en valores de US\$78/tCO₂ y US\$156/tCO₂ para el 2050.

⁵¹ Ver: OECD (2021), ESG Investing and Climate Transition: Market Practices, Issues and Policy Considerations, OECD Paris, <https://www.oecd.org/finance/ESG-investing-and-climate-transition-Market-practices-issues-and-policy-considerations.pdf>

utilizando la metodología GCPF

- 3.31 Los principios metodológicos conjuntos de los BMD para la evaluación de la alineación con el Acuerdo de París en proyectos de finanzas de propósito general corporativo (GCPF por sus siglas en inglés) descritos en la Figura 1, se centran en el análisis a nivel corporativo de la contraparte y la alineación con el Acuerdo de París de las políticas de sostenibilidad que las empresas de industrias de manufactura intensivas en el uso de energía tienen.

Figura 1 *Árbol de decisiones para alinear finanzas corporativas de uso general con la meta de mitigación del AP*



* If the operation considers both long-term and short-term finance, the MDB shall consider the requirements for long-term finance for alignment under BB1.

- 3.32 El primer paso del análisis consiste en revisar si la empresa incluye dentro de sus actividades aquellas que se consideran actividades universalmente no alineadas (Ver [Sección A](#)). Si es el caso, la metodología requiere el desarrollo de una estrategia de descarbonización por parte de la empresa, si no lo tuviese.
- 3.33 En los casos que la empresa cuenta con una estrategia de descarbonización, el análisis se centrará en la robustez de dicha estrategia con énfasis en las actividades de la empresa que caen en la categoría de análisis específico ([Sección C](#)) y teniendo en cuenta los criterios CE1-CE5 mencionados arriba ([Sección D](#)), para asegurar consistencia con el Acuerdo de París.
- 3.34 En el caso de no existir una estrategia de descarbonización al momento de analizar la operación, se solicitará el desarrollo de esta en un plazo preestablecido, teniendo en cuenta las condiciones de la empresa y sus capacidades en la generación de data e información. La estrategia de descarbonización deberá ser técnica y económicamente viable en línea con las mejores prácticas en su industria, teniendo en cuenta los contextos locales específicos.
- 3.35 Basado en el análisis de caracterización de capacidades de la industrias manufacturera de la región llevado a cabo por el Grupo BID en el 2022 las industrias pueden categorizarse en tres grupos: (i) **Grupo A**, aquellas empresas que no cuentan con información o data necesaria para generar una estrategia de descarbonización robusta;

(ii) **Grupo B**, aquellas empresas que tienen data inicial de por ejemplo su huella de carbono, pero carecen de capacidad de modelaje interno en la elaboración de las estrategias de descarbonización; y (iii) **Grupo C**, que son empresas con mayor nivel de avance, que pueden desarrollar sus estrategias en base a la información y capacidades de modelación existentes.

Tabla 7 Temporalidad para las estrategias de descarbonización de empresas en manufacturas IIE, Grupo BID

GRUPO	Caracterización de empresas	Tiempo de desarrollo de la Estrategia de Descarbonización
Grupo A	<ul style="list-style-type: none"> No cuenta con huella de carbono e intensidad de carbono por unidad productiva. No conoce la información comparativa de la intensidad de carbono con las mejores prácticas de la industria. 	Usando como referencia rutas globales de descarbonización en la industria compatibles con las metas del Acuerdo de París, el cliente deberá desarrollar una estrategia de descarbonización en el plazo de 6 años desde la firma del préstamo.
Grupo B	<ul style="list-style-type: none"> Tienen información inicial. Carecen de capacidad para modelar evolución de estrategia de descarbonización. 	En el plazo de 5 años desde la firma del préstamo.
Grupo C	<ul style="list-style-type: none"> Capacidades avanzadas para desarrollar, monitorear y reportar avances sobre su estrategia de descarbonización 	En el plazo de 2 años desde la firma del préstamo.

Fuente: elaboración propia.

3.36 El Grupo BID desarrolla documentos de buenas prácticas de descarbonización específicas para estas industrias. La recopilación de las buenas prácticas identificadas y desarrolladas en los documentos en cuestión tendrán recomendaciones específicas para sectores industriales con alta dificultad para abatimiento de emisiones de GEI.

IV. ANÁLISIS DE OPERACIONES: ALINEACIÓN CON LA META DE ADAPTACIÓN DEL AP (BB2)

4.1 La evaluación de alineación con el objetivo de adaptación del AP (BB2) se centra en establecer si el cumplimiento a largo plazo de los objetivos de desarrollo en la operación es vulnerable a los efectos del CC, y si las actividades son consistentes con las trayectorias resilientes al clima y específicas al contexto definidas por las partes interesadas nacionales y/o subnacionales.

4.2 En **operaciones con uso de fondos definidos**⁵², la metodología de los BMD se enfoca en la aplicación de los tres criterios abajo señalados. En el caso del **BID y BID Lab**, los criterios 1 y 2 ya se encuentran cubiertos en las operaciones en las que el [Marco de Políticas Ambientales y Sociales del Banco](#) (MPAS) es aplicable. En estos casos, la [“Metodología de Evaluación del Riesgo de Desastres y Cambio Climático para Proyectos del BID”](#) (DCCRA) determinará aquellas instancias en donde mayores consideraciones

⁵² Este término se refiere a operaciones de préstamo y operaciones globales de crédito con claridad en los criterios de elegibilidad en el uso del financiamiento. En el caso del BID, la categoría de “uso de fondos definido” incluye a las operaciones de Obras Múltiples (GOM) aunque no se conozca el detalle de todo el listado de obras con antelación. En estos casos, la alineación con el AP se evalúa utilizando la misma muestra de proyectos que se estudia para la aplicación del MPAS.

de los impactos físicos del cambio climático son necesarias para asegurar la alineación de los proyectos de manufacturas. Todos los proyectos que cumplan con la aplicación de la metodología DCCRA, se considerarán alineados con la meta de adaptación del AP bajo los primeros dos criterios de los BMD. El tercer criterio se aplicará adicionalmente durante la formulación del proyecto tal y como se explica en el documento del PAIA. En el caso de **BID Invest**, la alineación en términos de los dos primeros criterios se hará de acuerdo con las disposiciones de la [Política de Sostenibilidad Ambiental y Social](#) de BID Invest (PSAS) y la metodología de [Evaluación de Riesgo Climático](#) de BID Invest (ERC):

- a. **Criterio 1 – Contexto del riesgo y vulnerabilidad climática.** Determinar si la operación es vulnerable al CC, identificando y evaluando la exposición a los impactos climáticos físicos. Dependiendo del tipo de operación, pueden ser impactos en los activos, servicios que tiene previsto proporcionar, sistemas humanos y naturales, y/o en sus beneficiarios. Si se considera que la operación está en riesgo, se continúa con el Criterio 2. Las operaciones con riesgo bajo o inmaterial pueden omitir el Criterio 2 y pasar directamente al Criterio 3.
 - b. **Criterio 2 – Definición de medidas de resiliencia climática.** ¿Se han identificado e incorporado en la operación medidas de adaptación y resiliencia climática para manejar los riesgos climáticos físicos evaluados y/o para contribuir a la resiliencia climática?
 - c. **Criterio 3 – No contraviene planes para la resiliencia climática.** Según la relevancia y disponibilidad, considerar políticas, estrategias y planes a nivel territorial, local, nacional, o regional, así como prioridades comunitarias o del sector privado. La operación no debe ser inconsistente con ellas.
- 4.3 **En la financiación sin uso de fondos definidos**, cuando los flujos constituyen apoyo presupuestario (PBL), subcréditos a través de intermediarios financieros, capital de trabajo, inversión de capital u otro uso de fondo corporativo, se tomarán como referencia los principios generales y referencia técnica los tres criterios arriba señalados (¶. 4.2), pero aplicando el enfoque de los BMD ya adaptado para cada caso: [operaciones basadas en políticas](#), [operaciones con intermediarios financieros](#), (en conjunto con la [Orientación Técnica del Grupo BID para Operaciones con Intermediarios Financieros](#) GN-3142-2) y [finanzas corporativas de uso general \(GCPF\)](#).
- 4.4 Específicamente en el caso de operaciones que involucran **financiación corporativa de propósito general (GCPF)**, se seguirá una aproximación de evaluación de la contraparte que considere:
- a. **Plazo del préstamo:** Se considera alineada una transacción de corto plazo (igual o menor a 390 días), mientras que una de largo plazo requiere análisis detallado según los tres criterios detallados anteriormente.
 - b. **Nivel y materialidad del riesgo climático físico:** las contrapartes cuya exposición al riesgo climático se considera baja o inmaterial, por ejemplo, según la sensibilidad del sector o la ubicación geográfica, se consideran alineadas.
 - c. **Capacidad de la contraparte para gestionar riesgos climáticos físicos materiales:** cuando el Grupo BID considere que el riesgo climático es material o cuando dicha exposición al riesgo no pueda determinarse, la contraparte debe demostrar y documentar el progreso en la identificación y evaluación de riesgos climáticos, en la identificación de medidas de adaptación y en la implementación de procesos adecuados para implementar y monitorear la efectividad de dichas medidas de adaptación a riesgos climáticos materiales.

A. Consideraciones para el análisis de alineación con la meta de adaptación del AP en la industria manufacturera

4.5 **Dado que la industria depende de la extracción y manejo de materias primas, la capacidad productiva de la industria se podría ver mermada por el impacto del cambio climático en dichos recursos.**⁵³ Las sequías y desastres naturales como los huracanes podrán causar escasez y/o volatilidad en diversos insumos de la industria. Por ello, asegurar un desarrollo climáticamente resiliente de la industria en el largo plazo requerirá creciente planificación estratégica. Dichos planes habrán de incorporar, escenarios futuros de cómo el cambio climático afectará las instalaciones industriales y sus cadenas de valor, poniendo en perspectiva la resiliencia de distintas fuentes de insumos y redes logísticas, incluyendo aquellos vinculados a la economía circular.

4.6 **Para asegurar la alineación a largo plazo con el objetivo de alineación del AP, el Marco Conjunto de los BMD advierte sobre la importancia de evitar la maladaptación.**⁵⁴ **Para atender los potenciales riesgos de maladaptación en el sector se debe lidiar con la elevada incertidumbre de los impactos del cambio climático.** La planificación estratégica de las zonas industriales y de su evolución tecnológica debe considerar enfoques flexibles y adaptativos. Se habrían de evitar soluciones que, en aras de lograr la descarbonización y/o adaptación climática del sector, promuevan dependencias que en el largo plazo limiten las capacidades para lidiar con los impactos variables del cambio climático. Por ejemplo, sistemas manufactureros críticos cuyas redes de producción y logística estén altamente concentradas en ciertas geografías o sujetos a la existencia de determinados materiales, a su vez vulnerables al cambio climático. Otro riesgo de maladaptación podría estar ligado a iniciativas para reentrenar a los empleados de ciertas industrias para su participación laboral en otras industrias que sean igualmente sensibles a los impactos del cambio climático pero que son seleccionados por ofrecer buenas remuneraciones económicas en el corto plazo.⁵⁵

B. Oportunidades para ayudar en la transición hacia trayectorias climáticamente resilientes

4.7 **Oportunidades adicionales de fortalecimiento de la resiliencia climática.** Además de fortalecer la alineación con el AP en la operación donde esta metodología se implemente, su aplicación permite identificar oportunidades adicionales de apoyo y diálogo con los países y clientes. Estas son oportunidades que contribuyen al logro de las metas del AP y cuya implementación puede requerir recursos no reembolsables. Por ejemplo, para el desarrollo de planes privados de resiliencia climática robustos, inclusivos y ambiciosos, así como para iniciar el diálogo e involucramiento en temáticas críticas relevantes. A continuación, se detallan algunas acciones de resiliencia que pueden ayudar a atender los riesgos hídricos en las actividades de la industria manufacturera.

⁵³ UNIDO. (2015). *Promoting climate resilient industry*. https://www.unido.org/sites/default/files/2015-12/01._UNIDO_Promoting_Climate_Resilient_Industry_0.pdf

⁵⁴ La maladaptación se refiere a las acciones de adaptación climática que aumentan las vulnerabilidades climáticas actuales o futuras dentro de los límites de una operación, trasladan las vulnerabilidades desde dentro de los límites de una operación a un sistema externo o circundante (causando efectos adversos en los aspectos sociales, medioambientales, económicos o físicos del sistema) o socavan el desarrollo sostenible. La maladaptación se produce cuando una acción de adaptación socava las capacidades de afrontamiento de los sistemas existentes, disminuye las capacidades de las generaciones futuras para responder a las vulnerabilidades climáticas o impone una carga desproporcionada para la acción climática a los agentes externos actuales o futuros.

⁵⁵ E. Lisa F. Schipper. (2020). *Maladaptation: When Adaptation to Climate Change Goes Very Wrong*, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.014>.

- 4.8 **Riesgos y vulnerabilidades hídricas.** El cambio climático está afectando la disponibilidad de recursos hídricos y los patrones de precipitación. Ciertas zonas en los países de la región están experimentando sequías con mayor frecuencia. Es por ello que también habrá de considerarse la pertinencia de incorporar enfoques para dimensionar la huella hídrica de las actividades manufactureras a financiar, y paralelamente, se debe analizar la disponibilidad de agua (estacional, a corto, mediano y largo plazo) de los sitios donde podría llevarse a cabo la actividad. El análisis de disponibilidad de agua debe considerar también la competencia (actual y futura) de usuarios por el recurso hídrico en la zona. Es muy importante que la selección de un sitio para la actividad considere las vulnerabilidades hídricas de la región y las necesidades hídricas de la actividad en cuestión.⁵⁶ Todo lo anterior, a la luz del hecho que los casos de escasez de agua pueden generar conflictos sociales entre las comunidades afectadas y otros consumidores de agua en la zona como la industria, razón por la cual el identificar y manejar los riesgos hidráulicos también representa una manera de evitar futuros conflictos sociales que pudieran afectar a la industria y su “licencia social” para operar.
- 4.9 Se recomienda que las industrias (especialmente aquellas con alto consumo de agua como la industria cementera, la acerera y la de papel) incorporen en sus procesos tecnologías para optimizar el consumo de agua, promuevan la eficiencia hídrica, analicen la posibilidad de tratar y reusar el agua, promuevan conductas de ahorro de agua entre los empleados y elaboren e implementen un plan de manejo y de reducción de consumo de agua.⁵⁷ Hoy en día existen muchos enfoques analíticos que ayudan a generar información para apoyar la toma de decisiones relacionada con la distribución equitativa y sostenible del recurso hídrico, entre ellos el enfoque NEXO que busca integrar los sectores de producción de alimentos, energía y agua en la implementación de políticas públicas que conlleven hacia la seguridad hídrica, alimenticia y energética. Las industrias intensivas suelen tener una alta demanda energética e hídrica con una fuerte interdependencia en sus procesos productivos. La obtención, tratamiento y transporte del agua requieren una significativa cantidad de energía, mientras que diversos procesos industriales dependen del suministro eficiente de agua. En este contexto, el enfoque NEXO busca identificar sinergias y compensaciones entre el uso de agua y energía, promoviendo prácticas eficientes y tecnologías que maximicen la sostenibilidad integral de las industrias intensivas.
- 4.10 Por ejemplo, en EUA el consumo de agua en los molinos de pulpa y papel es de aproximadamente 17,000 galones por tonelada de papel, pero los molinos kraft más eficientes (p.ej. con un sistema que incorpora circuitos de agua restrictivos) utilizan 4,500 galones por tonelada.⁵⁸ Para la industria del acero, hay estudios que indican que en el proceso de fundición el diseño y acomodo óptimo de las boquillas de pulverización para enfriamiento puede reducir el consumo de agua en un 10-20%, mientras que el uso de nano fluidos muestra potencial para duplicar el rendimiento de transferencia de calor en el enfriamiento por pulverización, reduciendo el consumo de agua⁵⁹. En cuanto a la industria del cemento, el agua es clave ya que este recurso es uno de los principales componentes del concreto representando aproximadamente el 25% de la mezcla.⁶⁰ El

⁵⁶ GIZ. (2019). *Methodological Guide for the Adaptation to Climate Change of Industrial Zones: A guide on climate risk and opportunity management for the use of those involved in managing existing industrial zones.* https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/Climate_Expert_Industrial_Zones_Guide_English.pdf

⁵⁷ GIZ. (2019). *Methodological Guide for the Adaptation to Climate Change of Industrial Zones: A guide on climate risk and opportunity management for the use of those involved in managing existing industrial zones.* https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/Climate_Expert_Industrial_Zones_Guide_English.pdf

⁵⁸ University of Minnesota. *Water use in pulp and paper mills.* <http://www.mntap.umn.edu/industries/facility/paper/water/>

⁵⁹ Klimes, L. et al. (2019). *Possibilities for the reduction of water consumption in steel industry and continuous steel casting: an overview.* <https://www.aidic.it/cet/19/76/036.pdf>

⁶⁰ CN Cemnet. (2021). *The cement industry must tackle water management head on.* <https://www.cemnet.com/News/story/171382/the-cement-industry-must-tackle-water-management-head-on.html>

Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable recomienda los procesos con hornos secos para producir polvo de cemento como una manera de reducir el consumo de agua⁶¹. Estudios muestran que, en China, la modernización de la industria cementera, específicamente la incorporación de procesos de manufactura secos en los hornos rotatorios NSP ha representado una importante reducción del consumo de agua dulce de la industria (47% de reducción al 2021 comparado con 1996)⁶².

- 4.11 Asimismo, el Plan Integrado de Manejo de Cuencas es un instrumento clave y altamente participativo en cuya elaboración se involucran las comunidades que habitan en la cuenca y cuyo fin es realizar la planeación del uso coordinado de las aguas, de la flora y fauna, del suelo y del manejo de los socio-ecosistemas en la cuenca. Estos planes buscan establecer una visión común para mejorar la funcionalidad de la cuenca e incrementar o mantener la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos en un contexto de cambio climático- lo que significa alinear las actividades económicas dentro de la cuenca con las metas territoriales de adaptación y mitigación a nivel subnacional (municipios que hacen parte de la cuenca). Por otro lado, un Plan Integrado de manejo de Recursos Hídricos es igualmente un instrumento de gestión que busca la considerar todos los tipos de usos y usuarios del recurso en la cuenca con miras a alcanzar la sostenibilidad, promoviendo una participación activa de todos los usuarios del agua en la toma de decisiones que incluyen la conservación del agua y protección de sitios de captación de una manera mucho más efectiva que la que puede lograrse con regulación y vigilancia centralizadas. Dada la naturaleza de gestión que tienen este tipo de instrumentos, estos se convierten en un espacio ideal para transversalizar el tema de cambio climático. Específicamente consideraciones relacionadas con cambios proyectados en la cantidad y calidad del recurso hídrico deben ser incluidas dentro del Plan.

⁶¹ CEO Water Mandate. *Good practice in cement production: dry process kilns*. <https://ceowatermandate.org/resources/cement-production-dry-kiln-processes/>

⁶² Xu, X. et al. (2022). *Modernizing cement manufacturing in China leads to substantial environmental gains*. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00579-3>

APÉNDICE 1: TRAYECTORIAS DE BAJO CARBONO RELEVANTES AL SECTOR DE MANUFACTURA

Sector o subsector	Fuente
Sector de manufactura (general)	Rogelj, J. et al. (2018). “ Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development ”, in Masson-Delmotte, V. et al. (eds) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels
	IEA 2021, p. 92 - IEA (2021): Net Zero by 2040 – A Roadmap for the Global Energy Sector .
Cemento	<p>W. E. F. (2022, November 9). <i>Cement and concrete commitment</i>. Cement and Concrete - Weforum. Retrieved June 12, 2023, from: https://www3.weforum.org/docs/WEF_FMC_Cement_Concrete_Commitment.pdf</p> <p>S. B. T. (2022, September 30). <i>Cement Science Based Target Setting Guidance</i>. Cement Sector Guidance. Retrieved June 12, 2023, from https://sciencebasedtargets.org/sectors/cement</p>
Acero	SBTI (2023): Steel Science-Based Target-Setting Guidance. Version 1.0. Retrieved September 23, 2023, https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTi-Steel-Guidance.pdf
	<p>W. E. F. (2022, November 9). <i>Steel commitment</i>. Steel - Weforum. Retrieved June 12, 2023, from https://www3.weforum.org/docs/WEF_FMC_Steel_2022.pdf</p> <p>IEA (2020), Iron and Steel Technology Roadmap, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap, License: CC BY 4.0</p>
Aluminio	W. E. F. (2022, November 9). <i>First Movers Coalition – Aluminium commitment</i> . Aluminum - Weforum. Retrieved June 12, 2023, from https://www3.weforum.org/docs/WEF_First_Movers_Coalition_Aluminium_Commitment_2022.pdf
	S. B. T. (2020, January 31). <i>Understanding and Addressing the Barriers for Aluminum Companies to Set Science-Based Targets</i> . Guidance for the Aluminium Sector. Retrieved June 12, 2023, from https://sciencebasedtargets.org/resources/legacy/2020/06/SBTi-Aluminum-Sector-Memo-FINAL.pdf
	I. A. (2021, September 30). <i>Aluminium Sector Greenhouse Gas Pathways to 2050</i> . Retrieved June 12, 2023, from https://sciencebasedtargets.org/resources/legacy/2020/06/SBTi-Aluminum-Sector-Memo-FINAL.pdf
Pulpa y papel	IEA (2022), Pulp and Paper, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/pulp-and-paper , License: CC BY 4.0

APÉNDICE 2. NIVELES DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TLR) DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS

Maduro	11 Prueba de estabilidad alcanzada Crecimiento predecible
Captación del mercado	10 Integración necesaria a escala La solución es comercial y competitiva, pero necesita mayores esfuerzos de integración.
	9 Operación comercial en entorno relevante. La solución está disponible comercialmente y necesita mejoras evolutivas para seguir siendo competitivo.
Demostración	8 Comercial primero en su tipo Demostración comercial, despliegue a gran escala en condiciones finales.
	7 Demostración precomercial Prototipo funcionando en las condiciones esperadas.
Gran prototipo	6 Prototipo completo a escala Prototipo probado a escala en condiciones para ser implementado
	5 Gran prototipo Componentes probados en condiciones de ser desplegados.
Pequeño prototipo	4 Prototipo temprano Prototipo probado en condiciones de prueba
	3 El concepto necesita validación Es necesario crear un prototipo y aplicar la solución
Concepto	2 Solicitud formulada Se han formulado el concepto y la aplicación de la solución.
	1 idea inicial Se han definido los principios básicos.

Fuente: IEA. Guía de tecnología de energía limpia de ETP. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>

REFERENCIAS

- Bajpai, P. (2018). Chapter 12 - Pulping Fundamentals. In: Biermann's Handbook of Pulp and Paper. Editor(s): Pratima Bajpai. Third Edition. Pages 295-351. [Mechanical Pulp - an overview | ScienceDirect Topics](#)
- BID (2019). Cómo llegar a cero emisiones netas: Lecciones de América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://publications.iadb.org/es/como-llegar-cero-emisiones-netas-lecciones-de-america-latina-y-el-caribe>
- BID. (2018a). Documento de Marco Sectorial de Energía. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Energía. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/documentos-de-marco-sectorial>
- BID. (2018b). Documento de Marco Sectorial de Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/documentos-de-marco-sectorial>
- BID. (2021). Documento de Marco Sectorial de Industrias Extractivas. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Gestión Fiscal. <https://www.iadb.org/es/sectores/energia/marco-sectorial>
- BID. (2021b). Documento de Marco Sectorial de Trabajo. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Mercados Laborales. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/documentos-de-marco-sectorial>
- BID. (2023). Nota Técnica N IDB-TN-02861. Guide for the implementation of a hydrogen certification system in Latin America and the Caribbean. Boeck Daza, F; Galeano, P; Gischler, C; Hartmann, N; Márquez, J; y Pradelli, V. <https://publications.iadb.org/publications/english/viewer/Guide-for-the-Implementation-of-a-Hydrogen-Certification-System-in-Latin-America-and-the-Caribbean.pdf>
- BID Invest. (2023): Transformación Digital de Manufactura en América Latina y Caribe. Brogeras, D.; Navas, R.; Toledo, M.; Choi, S.; Gil, M.; Jiménez, M.; Patiño, A. <https://idbinvest.org/es/publicaciones/transformacion-digital-de-manufactura-en-america-latina-y-caribe>
- CEPAL. (2022). Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2022 (LC/PUB.2022/9-P), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, 2022. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f221aa4c-8df5-439f-aaa4-f4b1bb5c0e82/content>
- Donoso, F., y Cantallopts, J. (2021). Informe de mercado: hierro y acero - perspectivas 2021-2022, Santiago. Comisión Chilena de Cobre COCHILCO. Dirección e Estudios y Políticas Públicas. DEPP 09/21. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20Mercado%20Hierro%20y%20Acero.pdf>
- European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- Furszyfer Del Rio, D., Sovacool, B., Griffiths, S., Bazilian, M., Kim, J., Foley, Aoife M., and Rooney, D. (2022). Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and systematic review of sociotechnical developments and policy options. Renewable and Sustainable Energy Reviews 167 (2022). [Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and systematic review of sociotechnical developments and policy options - ScienceDirect](#)
- Gischler, C. et.al. (2023): Acelerando la descarbonización de la industria pesada en América Latina y el Caribe. Nota técnica N° IDB-TN-2862 Banco Interamericano de Desarrollo – División de Energía. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18235/0005322>

- Grupo BID. (2020). Plan De Acción del Grupo BID en Materia de Cambio Climático 2021-2025. Banco Interamericano de Desarrollo. BID, BID Invest y BID Lab. <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/documentos-de-marco-sectorial>
- Grupo de Trabajo BMD. (2023). Joint MDB Methodological Principles for Assessment of Paris Agreement Alignment of New Operations. Direct Investment Lending Operations. List of Activities considered Universally Aligned with the Paris Agreement's Mitigation Goals or Not aligned with the Mitigation Goals. <https://www.iadb.org/document.cfm?id=EZIDB0000577-1729984378-297>
- IAI. (2022). 2019 Life Cycle Inventory Summary by Region and Unit Process. International Aluminium Institute (IAI). South America product. <https://international-aluminium.org/resource/life-cycle-inventory-lci-data-and-environmental-metrics/>
- Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- IEA (2019). The Future of Hydrogen. International Energy Agency. Accesado en Enero 2023 en: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>.
- IEA (2021a). Global Hydrogen Review 2021. International Energy Agency (IEA). París. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abdae9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>
- IEA (2021b). Net Zero by 2050. International Energy Agency (IEA). París. https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
- International Trade Administration. (2019). Steel Imports Report: European Union. <https://legacy.trade.gov/steel/countries/pdfs/imports-eu.pdf>
- LSE (2023): Explainer: "What is carbon capture, usage and storage (CCUS) and what role can it play in tackling climate change?" Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-is-carbon-capture-and-storage-and-what-role-can-it-play-in-tackling-climate-change/>
- MDB Working Group. (2020). *MDB Just Transition High-Level Principles*. Obtenido de <https://www.adb.org/sites/default/files/related/238191/MDBs-Just-Transition-High-Level-Principles-Statement.pdf>
- Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Rahnama, M., Santos, M., and Kienberger T. (2021). Pulp and Paper Industry: Decarbonisation Technology Assessment to Reach CO₂ Neutral Emission. An Austrian Case Study. *Energies* 2021, 14, 1161. <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/4/1161>
- Rullifank, K., Roefinal, M., Kostanti, M., and Sartika, L. (2020). Pulp and paper industry: An overview on pulping technologies, factors, and challenges. Series: Materials Science and Engineering 845 (2020) 012005. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/845/1/012005/pdf>
- Vergara, W., Fenhann, J. V., & Schletz, M. C. (2016). Carbono Cero América Latina - Una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo: Documento de visión. UNEP DTU Partnership.
- WEC (2022). Regional insights into low-carbon hydrogen scale up. World Energy Insights: Working Paper. World Energy Council (WEC). https://www.worldenergy.org/assets/downloads/World_Energy_Insights_Working_Paper_Regional

[insights into low-carbon hydrogen scale up.pdf?v=1668539093](#)