Abril 2025



HACIA UNA AGENDA DE CADENAS GLOBALES DE VALOR SUSTENTABLES EN COLOMBIA.

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA AVANZAR EN LA INTEGRACIÓN Y DESCARBONIZACIÓN DE COLOMBIA.

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

HACIA UNA AGENDA DE CADENAS GLOBALES DE VALOR SUSTENTABLES EN COLOMBIA.

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA AVANZAR EN LA INTEGRACIÓN Y DESCARBONIZACIÓN DE COLOMBIA.

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social

Hacia una agenda de cadenas globales de valor sustentables en Colombia. Oportunidades y desafíos para avanzar en la integración y descarbonización de Colombia

Marzo 2025

Director Ejecutivo
Luis Fernando Mejía

Autores

Nicolás Grosman
Consultor
Banco Interamericano de Desarrollo

Rafael Puyana
Investigador Asociado
Fedesarrollo

Clara Patricia Martin
Consultora
Fedesarrollo

Javier Beverinotti
Economista de País en la Representación en Perú
Banco Interamericano de Desarrollo

Diseño
Eduard Andrés Barrera Mateus

Diagramación e Impresión
Alejandra Carreño
Baraja Gráfica S.A.S

Derechos reservados.
Esta publicación no puede ser utilizada de manera total o parcial. No puede ser registrada ni reproducida en ninguna forma ni por ningún medio, sea este mecánico, fotoquímico, electrónico o magnético, o cualquier otro, sin el permiso previo y escrito de los autores. Las opiniones y conceptos expresados en esta publicación son de responsabilidad estricta de sus autores.

© 2025 FEDESARROLLO
Bogotá D.C., Colombia
www.fedesarrollo.org.co

Formato: 21 x 28 cm | Páginas: 111
Se usaron tipos de la familia: Montserrat
Impreso en Colombia | Printed in Colombia

Autores del estudio

Nicolás Grosman
Consultor
Banco Interamericano de Desarrollo

Rafael Puyana
Investigador Asociado
Fedesarrollo

Clara Patricia Martin
Consultora
Fedesarrollo

Javier Beverinotti
Economista de País en la Representación en Perú
Banco Interamericano de Desarrollo

Agradecimientos

El equipo del BID y Fedesarrollo agradecen el valioso aporte y asistencia de investigación de Julieta Moure, Maria Paula Rojas, Bárbara Silva y Sebastián Rodríguez. Así mismo, agradecen la labor de Felipe Millán, José Alfredo Roa y Pedro García-Herreros de la Corporación Internacional de Productividad, quienes elaboraron una consultoría que alimentó una versión inicial de este reporte.

TABLA DE CONTENIDO

Prólogo.

1. Introducción 13
1.1. Situación de partida 13
1.2. Metodología de la investigación 19

2. Mapeo y caracterización de cadenas de valor..... 23
2.1 Pesca 25
2.2 Textil y confecciones 28
2.3 Plástico y caucho 30
2.4 Automotriz 33

3. Identificación de eslabones de alto potencial 37
3.1 Metodología 37
3.2. Resultados 41

4. Identificación de oportunidades 44
4.1 Identificación de oportunidades de integración 44
4.2 Identificación de oportunidades de descarbonización 48

5. Estimación de valor en juego 55
5.1. Valor en juego de integración 55
5.2. Valor en juego de descarbonización 61

6. Agenda para promover la integración y descarbonización de cadenas de valor 66
6.1. Identificación de obstáculos y puntos críticos 66
6.2 Prioridades para fortalecer la integración sustentable 73

7. Conclusiones 80

Referencias 82

Anexo 1. Apéndice metodológico 87
Anexo 2. Actores entrevistados en el trabajo de campo 111
Anexo 3. Prueba de robustez para identificación de eslabones con potencial 112

Prólogo: Hacia una agenda de cadenas globales de valor sustentables en Colombia.

Oportunidades y desafíos para avanzar en la integración y descarbonización de Colombia

A pesar de su gran riqueza y diversidad de recursos, Colombia es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático en el mundo, principalmente por su alta propensión a enfrentar desastres naturales[1]. Durante el año 2020, Colombia emitió un total de 186.999 kt de CO2 equivalente[2], lo que equivale al 0,4% del total de emisiones globales, cifra ligeramente superior a la participación que tiene la economía colombiana dentro del PIB global[3] . Si bien las emisiones per cápita (1,6 t CO2 eq per cápita/año) se ubican por debajo tanto del valor promedio a nivel mundial como de aquellos registrados por países de Europa y Norteamérica[4], el nivel de emisiones aumentó un 16% en la última década[5] . Por ello, el país ha puesto en marcha estrategias de política pública para la mitigación y adaptación al cambio climático, incluyendo una ambiciosa meta de reducir en un 51% sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el 2030 - denominada *Contribución Determinada a Nivel Nacional* o NDC por su sigla en inglés.

En línea con este desafío, la descarbonización del portafolio exportador colombiano es una de las palancas que el país puede movilizar para el logro de sus objetivos. En efecto, según cálculos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), alrededor del 15% del total de emisiones de GEI de Colombia están asociadas a la matriz de exportaciones, dado el peso que presentan en ellas la producción de alimentos de origen animal y las actividades que utilizan fuentes de energía no renovable (BID, 2023a).

La relación entre emisiones de GEI y las cadenas de valor colombianas se refleja también en otros ámbitos sociales y económicos. Más allá de afectar fuertemente la calidad de vida[6] , algunas de las principales consecuencias del cambio climático son el aumento esperado en las temperaturas[7] y la mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos. Dichos efectos podrían afectar, por ejemplo, la infraestructura de transporte e interrumpir las cadenas de suministro de alimentos y bienes básicos. Se estima que, entre 1970 y 2020, los daños a la infraestructura y la pérdida de actividad económica en corredores clave causaron, en total, pérdidas estimadas en USD 7.100 millones (Gobierno de Colombia, 2021). A su vez, dada la alta dependencia del país de recursos hídricos (responsables del 70% de la electricidad consumida[8]) hace al sistema eléctrico colombiano vulnerable ante escenarios de variabilidad climática, como el fenómeno de El Niño (BID, 2019[9]).

Es previsible que estos efectos climáticos se van a exacerbar en el futuro. Según un reporte reciente del Banco Mundial[10], Colombia presenta actualmente una temperatura media de aproximadamente 24,5°, la cual podría elevarse a 26° hacia el año 2050 por los efectos del cambio climático.

8 *Según la Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica. Ver más en: https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-como-uno-de-los-l%C3%ADderes-latinoamericanos-en-energ%C3%ADa-hidroel%C3%A9ctrica-le-apuesta-a-la-aplicaci%C3%B3n-de-un-est%C3%A1ndar-mundial-de-sostenibilidad-con-el-apoyo-de-la-cooperaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica-y-desarrollo-seco-de-suiza-y-la-asociaci%C3%B3n-internacional-de-energ%C3%AD/#:~:text=cero%20emisiones%20netas.-,Con%20el%2070%25%20de%20su%20electricidad%20suministrada%20por%20energ%C3%ADa%20hidroel%C3%A9ctrica,la%20e%C3%B3lica%20y%20la%20solar%22.*

9 *Ver más en:https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/*

10 *(Banco Mundial, 2023b)*

Asimismo, para dicho año el país evidenciaría un aumento en el nivel del mar de entre 26 y 29 centímetros, lo que afectaría a más de un millón de personas (Banco Mundial, 2023b[11]). Por último, según proyecciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se espera un incremento en las precipitaciones del 15% para el año 2050 y del 20% para el año 2080[12].

En este contexto, el cambio climático traerá consigo profundas transformaciones sobre la forma en que se producen, comercian y consumen bienes y servicios de forma tal de alcanzar la "neutralidad de carbono"[13]. En particular, se esperan importantes cambios en la estructura del comercio internacional y la configuración de las cadenas globales de valor (CGV)[14], que son el foco de este estudio. Según estimaciones recientes de la Organización Mundial del Comercio (OMC), un aumento de 1°C en las temperaturas globales reduciría el crecimiento anual de las exportaciones de los países en desarrollo en entre 2 y 5,7 puntos porcentuales (OMC, 2022)[15].

Los riesgos físicos que implica el cambio climático sobre las economías han llevado a los gobiernos alrededor del mundo a tomar medidas regulatorias que vinculan el comercio internacional con los esfuerzos de mitigación. Por ejemplo, la proliferación de propuestas como el Nuevo Pacto Verde[16] en Estados Unidos y la Unión Europea (UE) trae consigo importantes cambios regulatorios con fuertes disrupciones para diversos sectores de la economía. El reciente Reglamento de Deforestación de la Unión Europea (en adelante RDUE) sobre "la comercialización en el mercado de la Unión, así como la exportación desde la Unión, de determinadas materias primas y productos asociados a la deforestación y la degradación forestal", fue aprobado por el Parlamento de la UE el 19 de abril de 2023. El RDUE busca garantizar que un conjunto de productos clave comercializados y consumidos en la UE (ganado bovino, cacao, café, palma de aceite, caucho, soya y madera) dejen de contribuir a la deforestación y la degradación forestal, en línea con los objetivos de promoción de la sostenibilidad ambiental y la búsqueda de neutralidad del carbono para el 2050, en el marco del Pacto Verde y el Protocolo de París de 2015. Para poder comercializar en el mercado de la UE dichos productos, los importadores deberán certificar que son: i) libres de deforestación: producidos en tierras que no hayan sido objeto de deforestación después del 31 de diciembre de 2020; y ii) producidos legalmente producidos de conformidad con la legislación pertinente del país de producción.

Más allá de lo estrictamente regulatorio, se observa también una mayor exigencia por parte de consumidores de productos más responsables con el medio ambiente. Según la UNCTAD [17], el comercio de "bienes verdes"[18] creció alrededor de un 4% en la segunda mitad del año 2022. Su valor alcanzó un récord de 1,9 billones de dólares en 2022, sumando más de 100.000 millones de dólares en comparación con 2021[19].Esta disrupción se ve exacerbada por una combinación de tendencias que están impulsando un cambio de los flujos de comercio, como el mayor interés en asegurar el suministro de productos estratégicos[20], nuevas tensiones geopolíticas o el desarrollo de cadenas de suministro más cercanas, ágiles y resilientes (UNCTAD, 2020; McKinsey, 2020; Ernst and Young, 2020).

11 *Ver más en: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/colombia*
12 *Ver más en: http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/escenarios-cambio-climatico*
13 *Es decir, alcanzar el objetivo de 0 emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI).*
14 *Más detalle respecto a las mismas en el capítulo 2.*
15 *Estas estimaciones se basan en un trabajo de Jones and Olken (2012), en donde dichos efectos recaen sobre los sectores agropecuario y de industria liviana.*
16 *Conjunto de propuestas para adaptar las políticas de la UE en materia de clima, energía, transporte y fiscalidad con el fin de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55 % de aquí a 2030. Ver más en: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es*
17 *Fuente: https://www.unctad.org/news/global-trade-slows-green-goods-grow*
18 *Entendidos como aquellos productos que están diseñados para utilizar menos recursos o emitir menos contaminación que sus contrapartes tradicionales.*
19 *Entre los bienes verdes que obtuvieron un desempeño especialmente bueno se encuentran los vehículos eléctricos e híbridos (+25%), los envases sin plástico (+20%) y las turbinas eólicas (+10%).*
20 *Como tierras raras o vacunas.*

Este conjunto de tendencias globales tendrá repercusiones relevantes para la economía colombiana. En primer lugar, se espera una importante reducción en la demanda global de hidrocarburos, particularmente carbón y petróleo[21]. En 2022, los hidrocarburos representaron el 55% de las exportaciones totales[22]. El petróleo es el flujo de exportación de mayor valor para Colombia, con un valor anual total de aproximadamente 16 mil millones de dólares en exportaciones en 2022. Según un reciente informe del BID, al menos 7,5 millones de empleos asociados a actividades de extracción de combustibles fósiles y de generación eléctrica a partir de combustibles fósiles, así como de producción de alimentos de origen animal, están en riesgo de perderse para el año 2030[23].

En segundo lugar, las regulaciones comerciales relacionadas con el clima, como el mencionado RDUE, podrían causar un perjuicio de aproximadamente 1.000 millones de dólares a las exportaciones colombianas. En particular, se verían afectadas sobre todo las exportaciones de café, aceite de palma, carne vacuna y cacao hacia la Unión Europea, lo cual representa cerca del 2,5% del total de las exportaciones de bienes (Banco Mundial, 2023a)[24]. En este sentido, la dependencia de las exportaciones colombianas respecto a productos agrícolas o combustibles fósiles[25] acelera la necesidad de diversificar su estructura productiva, reorientándola hacia prácticas más sostenibles.

En este escenario de vulnerabilidad económica, fortalecer la inserción internacional representa una prioridad para las empresas y el Gobierno de Colombia. De hecho, más allá de la disrupción, este contexto presenta numerosas oportunidades para que las empresas colombianas innoven y compitan exitosamente en un entorno internacional que está convergiendo hacia la neutralidad en carbono (condición conocida como *net-zero*[26]). Además, la integración con CGV trae importantes beneficios en términos de diversificación de la producción y el comercio, así como aquellos vinculados a aumentos de productividad[27], transferencias de conocimiento y tecnología y generación de más y mejores empleos con equidad de género (Banco Mundial, 2020; Antràs, 2019; Winlkler & Rocha, 2019; Shepherd & Stone, 2012).

Por ello, las oportunidades asociadas al fortalecimiento de la inserción internacional se manifiestan, en particular, en dos frentes. Primero, la integración en CGV está fuertemente vinculada al avance en la agenda de descarbonización. La inminente transición global hacia la neutralidad en carbono creará nuevos ganadores y perdedores en el comercio global, lo que implica que las empresas colombianas deberán enfrentar transformaciones tecnológicas para reducir emisiones y lograr así aprovechar oportunidades para integrarse regionalmente y cumplir con las exigencias que se hacen desde la demanda (Bataille, Nilsson, & Jotzo, 2021).

Segundo, las múltiples disrupciones en los flujos globales de comercio están generando una mayor presión por el acortamiento de cadenas de valor - fenómeno conocido en inglés como *nearshoring* - en búsqueda de mayor eficiencia y resiliencia. Dicha reconfiguración trae consigo una mayor demanda por menores costos de transporte y la consecuente reducción en emisiones de GEI. Pero, al mismo tiempo, esa reconfiguración comercial también obedece a razones geopolíticas, como las que se han observado en las relaciones diplomáticas y comerciales entre Estados Unidos y Colombia recientemente.

---

21 *(BP, 2022b; DNV, 2022; IEA, 2022b; McKinsey, 2022; Rystad Energy, 2022)*
22 *Fuente: Trademap*
23 *BID (2023a).*
24 *En la sección siguiente se hará énfasis en este fenómeno.*
25 *Actualmente, el 75% del total de las exportaciones en la región son productos primarios y manufacturas basadas en recursos naturales (OECD, 2022).*
26 *Para mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 °C, el compromiso asumido es que las emisiones globales se reduzcan alrededor del 45 % para 2030 y que se alcance el cero neto hacia 2050. Ver más en: https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050*
27 *Según un estudio reciente del Banco Mundial, las empresas de países en desarrollo muestran aumentos significativos en la productividad a partir de su participación en GVC. Un aumento del 1% en la participación de GVC se estima que aumente el ingreso per cápita en más de 1% (Banco Mundial, 2020).*

De esta forma, las empresas colombianas enfrentan el desafío dual de tener que adaptarse lo más rápido posible a nuevos escenarios globales para reducir su huella de carbono[28] y fortalecer su inserción en mercados regionales y globales en medio de incertidumbres sobre las políticas comerciales binacionales. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo identificar oportunidades duales asociadas al desarrollo de cadenas sustentables en Colombia. El mismo se desprende de un estudio más extenso realizado en 2023 para la Región Andina[29], con el objetivo de identificar acciones específicas que pueden implementarse a lo largo del proceso de producción y comercialización de los bienes analizados, y que al mismo tiempo pueden reducir las emisiones en Colombia, Ecuador y Perú. Por esa razón, este trabajo comparte elementos de análisis con ese estudio regional.

Para desarrollar una perspectiva más profunda sobre el tema, este estudio se enfoca en cuatro cadenas en particular: pesca, textil y confecciones, plástico y caucho, y automotor. Estos sectores resultan particularmente relevantes dado que presentan relaciones verticales transfronterizas que dan lugar a la generación de cadenas globales y regionales de valor. Además, los mismos tienen un importante rol tanto en términos de comercio como de potencial de descarbonización.

El presente informe se estructura de la siguiente manera: en el capítulo uno presentaremos el estado de situación del país respecto al nivel de integración comercial y los desafíos de descarbonización que este enfrenta, así como una breve caracterización de la metodología utilizada a lo largo del estudio. En el capítulo dos, se mapean y caracterizan las cadenas de valor analizadas dentro del estudio. En el tercer capítulo, se realiza un ejercicio de priorización de eslabones de alto potencial, el cual nos permite focalizar el estudio de campo. El cuarto capítulo presenta los resultados de la identificación de oportunidades específicas dentro de estas cadenas que surgen del estudio de campo. El quinto capítulo presenta un ejercicio de dimensionamiento de las potenciales ganancias asociadas a impulsar una agenda efectiva de integración y descarbonización en estas cadenas. Por último, el sexto capítulo desarrolla cómo podría verse dicha agenda considerando el punto de partida de Colombia y los principales obstáculos identificados para promover una integración sustentable.

28 *A partir de marzo de 2023, de las 2000 principales empresas que cotizan en la Bolsa de Nueva York, 826 tienen objetivos de cero neto (Net Zero Tracker, 2023).*

29 *El mismo se titula "Cadenas de valor sustentables para la Región Andina: oportunidades y desafíos para avanzar en la integración y descarbonización de Colombia, Perú y Ecuador". (BID, 2023b)*

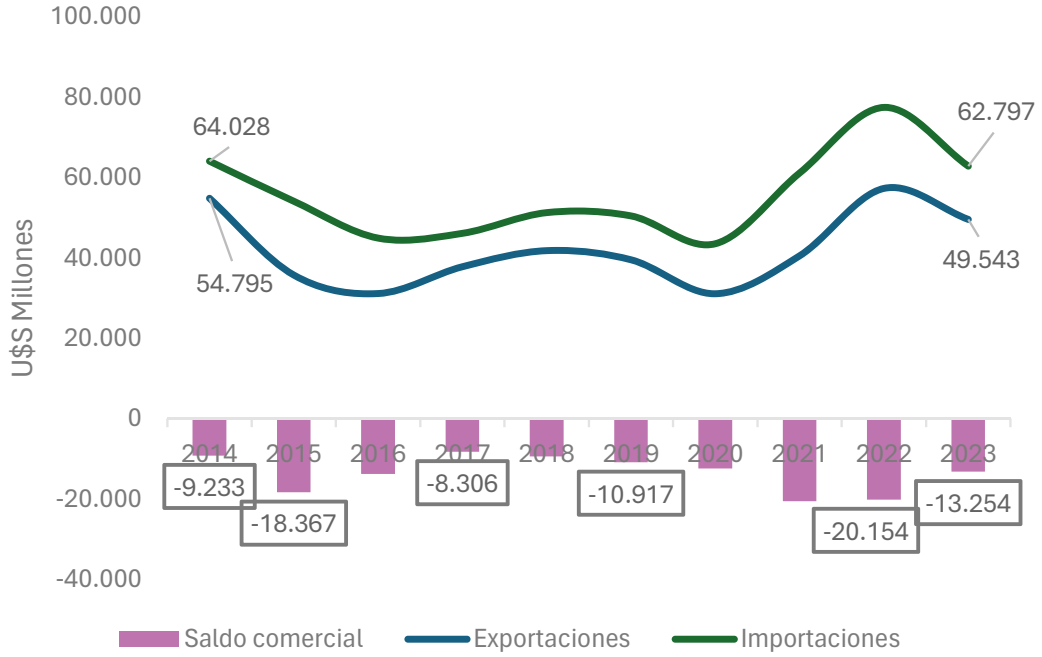
1. Introducción

1.1. Situación de partida

Exportaciones

En 2023, las exportaciones colombianas alcanzaron los U$S 49.543 millones (-13,5% respecto al año anterior) mientras que las importaciones fueron de U$S 62.797 millones (-18,9% respecto a 2022). Este déficit en la balanza comercial se ha mantenido durante todo el período 2014-2023. Esto ha sido el resultado del bajo incremento de las exportaciones: mientras que estas crecieron a una tasa promedio anual de 0,7% durante los últimos años, las importaciones lo hicieron al 3,4% [30].

Gráfico 1:
Exportaciones totales en Colombia: Evolución 2014-2023. En U$S millones



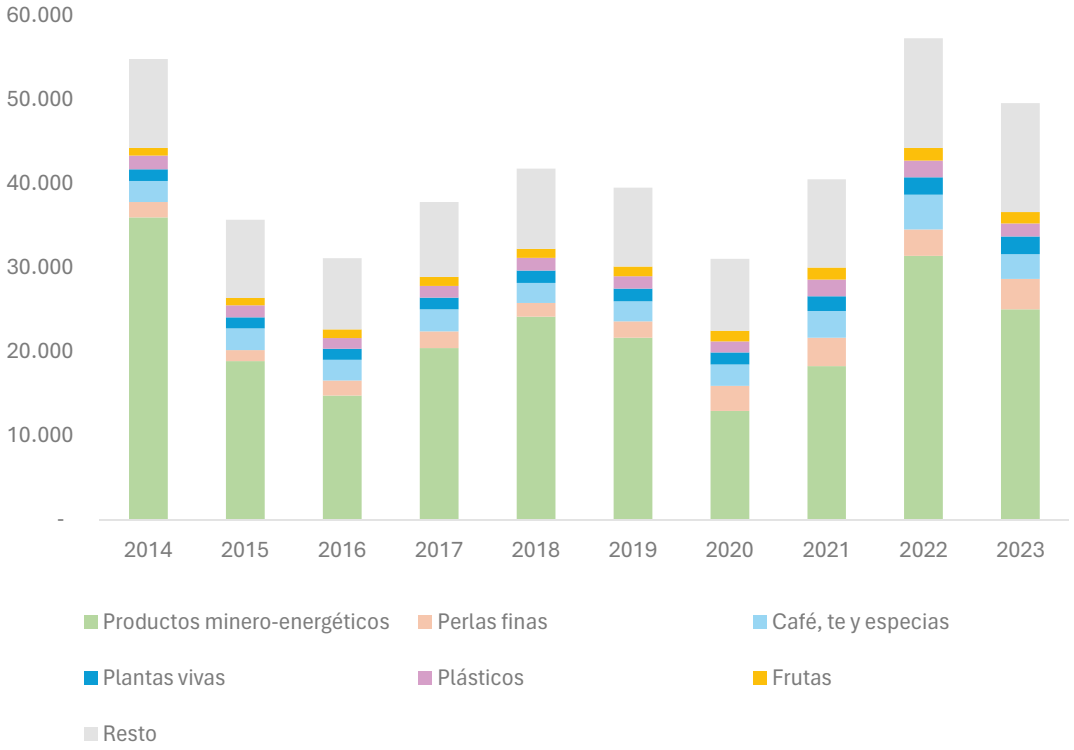
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

Los productos minero-energéticos[31] han representado, en promedio, el 52% del total exportado por el país (Ver Gráfico 2). En 2023, las exportaciones del sector alcanzaron los U$S 25.000 millones. El segundo grupo de productos más exportados corresponde al oro y las piedras preciosas[32]. En 2023, dichas exportaciones alcanzaron los U$S 3.622 millones. Aquí, el destino principal es Estados Unidos (agrupa el 40% del total exportado). Le siguen las exportaciones de café[33] (en 2023 estas fueron de U$S 2.929 millones) y de plantas vivas[34] (U$S 2.115 millones).

30 *En base a estadísticas de Trademap.*
31 *La mayor parte corresponde particularmente a la exportación de aceites de petróleo. Los principales destinos de exportación son: Estados Unidos, Panamá, India, China y Países Bajos.*
32 *Esmeraldas, principalmente.*
33 *Los destinos principales de estos productos son: Estados Unidos, Bélgica, Alemania y Canadá.*
34 *Específicamente flores y capullos. Estados Unidos es el principal destino de exportación. En 2023, este agrupó el 80% del total exportado por Colombia.*

Gráfico 2:

Exportaciones totales en Colombia: principales productos. En US$ millones

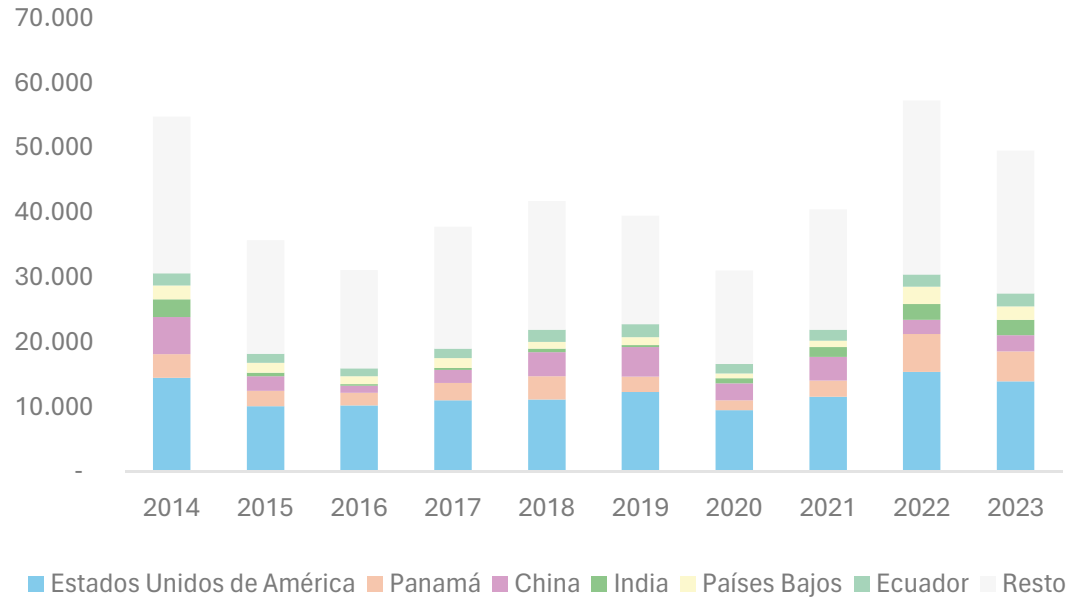


Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

Estados Unidos es el principal socio comercial de Colombia. Durante el período 2014-2023 este agrupó, en promedio, el 30% del total exportado por el país. Le siguen Panamá y China, quienes, en 2023, alcanzaron el 9% y 5% del total exportado, respectivamente. Se destaca el crecimiento de las importaciones desde India. Estas pasaron de U$S 226 millones en 2016 a U$S 2.398 millones en 2023 (Ver Gráfico 3).

Gráfico 3:

Exportaciones totales en Colombia: principales destinos. En U$S millones



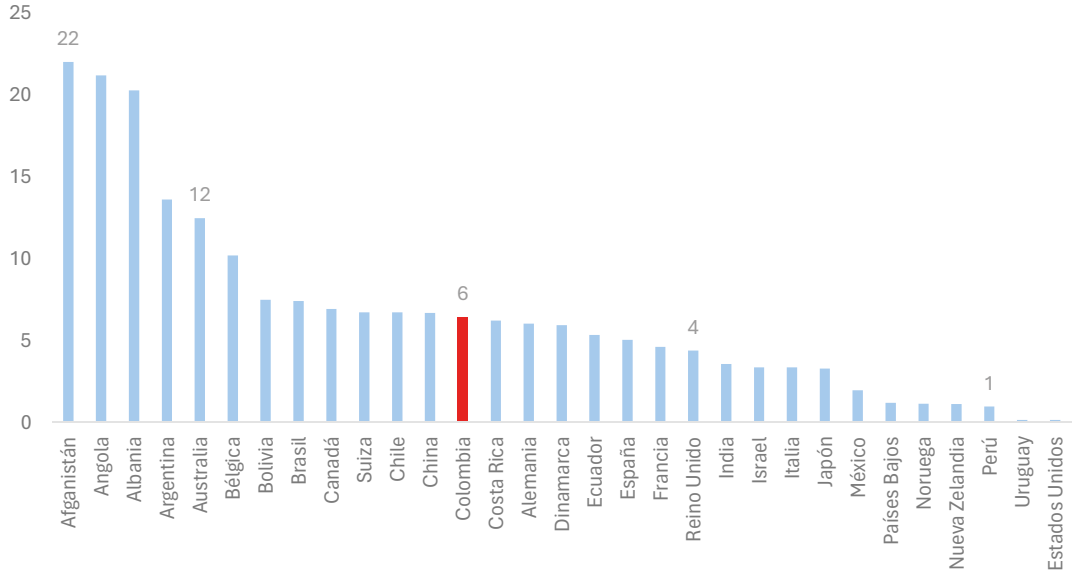
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

Durante los últimos diez años, las exportaciones colombianas de los cuatro sectores analizados en el presente trabajo - pesca, textil y confecciones, plástico y caucho, y automotor - alcanzaron, en promedio, un total de U$S 3.530 millones de dólares. Para 2023 esa cifra correspondió a 3.652 millones, lo que representó el 18,2% del total de las exportaciones no-minero energéticas del país[35].

Emisiones de GEI

Si se analizan las emisiones de CO2 en toneladas métricas per cápita, se observa que, durante el año 2020[36], Colombia emitió un monto de 6 toneladas métricas por habitante (Ver Gráfico 4) y se ubicó en el puesto n° 40 al tener en cuenta aquellos países con mayores niveles de emisiones.

Gráfico 4:
Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita). Año 2020



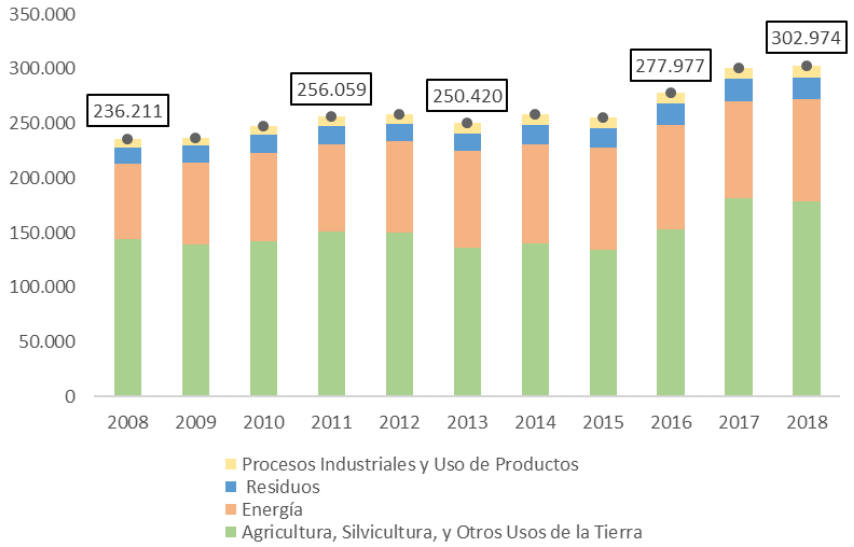
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Mundial

Al analizar los montos totales de emisiones, según el Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero (INGEI)[37], en 2018[38] las emisiones totales de GEI alcanzaron los 302.974 Gg CO2 eq[39], lo que representa un CAGR del 3% promedio anual en los diez años desde 2008. Cabe resaltar que el 70% de las emisiones corresponde a CO2[40].

Al desagregar dichas emisiones para los cuatro módulos contemplados por la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)[41]: Energía; Procesos indus-

35 *En 2023, las exportaciones no-minero energéticas de Colombia fueron de U$S 19.961 millones.*
36 *Último dato disponible según las estadísticas del Banco Mundial. Ver más en: https://datos.bancomundial.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT*
37 *Creado en el año 2015 con el objetivo de contener la estimación de las emisiones derivadas de las actividades humanas y de la absorción realizada por los reservorios de carbono en Colombia. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) es la institución encargada de la elaboración de dichos informes.*
38 *Último dato disponible según el INGEI.*
39 *El equivalente de CO_2 es una medida que convierte la totalidad de la emisión de gases de efecto invernadero a unidades de dióxido de carbono. En este caso, 1.000 Gg corresponden a 1 MTon de CO2 eq.*
40 *Los gases estimados corresponden a los de efecto invernadero directo: CO2, CH4, N2O, HFC, PFC y SF6.*
41 *El IPCC prepara es el encargado de elaborar metodologías y directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero mediante el Grupo especial sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (TFI). Esas metodologías y directrices ayudan a las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kyoto a confeccionar los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero por las fuentes y la absorción por los sumideros.*

Gráfico 5:
Emisiones totales de Colombia (GEI Directos - Gg CO2 equivalente)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Tercer Informe Bienal de Actualización (BUR) [42]

triales y uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés); y Residuos, se observa que el 60% de las emisiones totales corresponden al módulo AFOLU (principalmente las asociadas al uso y cambio de uso de la tierra). Le sigue el módulo de Energía, que aporta el 30% de las emisiones del país. En este último caso, las emisiones por la quema de combustibles fósiles en el sector transporte[43] son las que más aporte representan (12% del total nacional y 41% del total del módulo).

En este contexto de emisiones nacionales, se estima que los cuatro sectores del estudio emiten en su conjunto 2.630 Gg de CO2e (cuyo cálculo se detalla en la sección 5 del reporte). Este monto corresponde específicamente a los componentes sectoriales del módulo de Energía, el cual aportó 92.400 Gg de CO2e al total de emisiones colombianas en 2018 (Gráfico 5). Por lo tanto, los cuatro sectores tuvieron una participación del 2,5% en las emisiones por energía en el país. Del total de emisiones de los sectores, plástico y caucho tiene el mayor aporte con 1.157 Gg de CO2e, seguido de textil y confecciones con 762 Gg de CO2e, pesca con 682,9 Gg de CO2e y finalmente automotriz con 25,1 Gg de CO2e.

Colombia ha estado impulsando importantes avances en su agenda de medio ambiente, incluyendo medidas innovadoras vinculadas a la atracción de financiamiento. A fines de 2023, el país emitió sus primeros bonos verdes soberanos[44] en el mercado local por un monto de COP 1,5 billones y con un vencimiento de 10 años. Esto hizo que, en abril de 2022, Colombia se convirtiera en el primer

42 *La Conferencia de las Partes 16 (COP16) establece que los países deben entregar a la CMNUCC Informes Bienales de Actualización (BUR) con información actualizada sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.*
43 *Dentro de esta subcategoría el 78% de las emisiones provienen del transporte terrestre (29.602 Gg de CO2 eq).*
44 *Instrumentos financieros de deuda utilizados para recaudar fondos destinados específicamente a proyectos con objetivos ambientales o sociales específicos.*

país del hemisferio occidental en adoptar una taxonomía verde nacional[45]. Esta última consiste en una herramienta de clasificación que permite a los prestamistas y prestatarios identificar actividades económicas que contribuyen a objetivos ambientales específicos.

En la Estrategia Climática de largo plazo de Colombia E2050[46], el país se ha comprometido a emitir, como máximo, 169,44 millones de toneladas de CO2eq en 2030. Esto es equivalente a una reducción del 51 % de las emisiones proyectadas para dicho año. Dicha estrategia contempla también el compromiso de alcanzar la neutralidad de carbono para el año 2050[47]. Los ejercicios de modelado de emisiones cero para Colombia indican que la intensidad de carbono en la generación de energía de red debería disminuir un 98% para el año 2050 (Delgado et al, 2020). Esto implica, por ejemplo, que el 100% de la electricidad suministrada para la producción de las cuatro cadenas analizadas en el presente informe deberá provenir de fuentes de energía alternativas[48].

Integración y descarbonización: dos caras de una agenda común

Más allá de la agenda de largo plazo, Colombia enfrenta la necesidad de iniciar la transición hacia una menor huella de carbono en el corto plazo no solo porque es bueno para el medio ambiente, sino también porque es bueno para la economía en general y en particular para fortalecer sus exportaciones. Esto se vuelve particularmente cierto en un contexto de proliferación de exigencias y regulaciones vinculadas al cambio climático y al cuidado del medio ambiente.

Se observa que una fracción significativa de las exportaciones se encuentra en riesgo al considerar la adopción de restricciones comerciales basadas en sostenibilidad por parte de países importadores. El Gráfico 6 caracteriza el portafolio de exportaciones de Colombia en términos de la intensidad relativa de emisiones de GEI (con relación al promedio de la intensidad de emisiones de esos productos producidos en Estados Unidos, Alemania y España[49]) y un índice de vulnerabilidad[50] que evalúa la probabilidad de que los países destino de las exportaciones adopten restricciones de comercio vinculadas a descarbonización[51]. El tamaño de las burbujas refleja el valor de las exportaciones en 2022 de modo de evitar los efectos del Covid-19.

Este análisis permite entonces dimensionar la exposición que tiene el portafolio de exportaciones

45 *Ver más en: https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/bonos-verdes-y-sociales-en-colombia-cinco-preguntas-y-respuestas/yhttps://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/TaxonomiaVerdeColombia/pages_taxonomiavercolombia*

46 *Forma parte de las Estrategias de largo plazo definidas voluntariamente por cada país en el marco del Acuerdo de París, firmado en 2018. El horizonte definido internacionalmente ha sido 2050 y el objetivo es el de marcar el horizonte hacia donde las contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) deben evolucionar con tal de garantizar el cumplimiento de las transformaciones necesarias para el desarrollo sustentable. Las NDC son instrumentos vinculantes para establecer la ruta de acción inmediata (corto plazo) para empezar a reducir ambiciosamente las emisiones de GEI y adaptarse a los efectos del aumento de las temperaturas.*

47 *https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/colombia-reducira-en-un-51-sus-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-para-el-ano-2030/. Es importante señalar que más allá del compromiso de Colombia en la disminución de sus emisiones de GEI, alcanzar la neutralidad de carbono también depende de la acción que ejerzan las otras economías y países con los que Colombia interactúa.*

48 *Colombia ya cuenta con importantes recursos de energía renovable en forma de energía hidroeléctrica (UPME, 2020), con un gran potencial para las energías renovables no hidroeléctricas, como la eólica y la solar (Rueda-Bayona et al., 2019; Henao et al., 2020; Galvís-Villamizar, Duque-Suárez y Gómez-Camperos, 2022; Moreno Rocha et al., 2022).*

49 *La elección de estos países no es arbitraria, ya que dichos países son probablemente considerados como referencia para la evaluación de la intensidad de emisiones GEI de los flujos de comercio.*

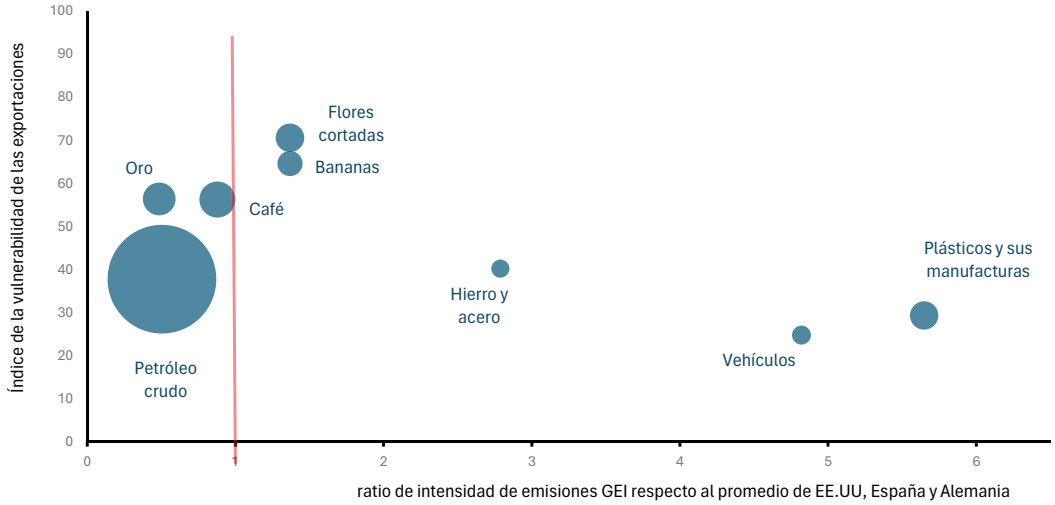
50 *Se utilizan tres características de los países de destino de las exportaciones para determinar ese riesgo: nivel de ingresos, ambición climática y propensión demostrada a considerar medidas comerciales relacionadas con el clima. Se da la misma ponderación a cada característica. Para cada sector, la puntuación final se asigna ponderando en función del comercio con los cinco principales países de destino de las exportaciones. Ver Anexo para el detalle del cálculo (Cosbey & Vogt -Schilb, 2023).*

51 *El ajuste fronterizo de carbono, una política que ha hecho sonar las alarmas en las capitales de todo el mundo tras la adopción por parte de la UE de su Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera, presenta relativamente pocos riesgos para el país analizado, ya que se centra en los productos "upstream" de la industria pesada. Las exportaciones de acero de Colombia son la única preocupación importante, aunque estas son en su mayoría destinadas a mercados que probablemente no implementarán medidas comerciales relacionadas con el clima.*

colombianas a potenciales restricciones sobre el comercio, con el fin de sentar las bases para avanzar con una agenda que busque minimizar el impacto en aquellos sectores más vulnerables.

Se observan varios conjuntos de productos en situación vulnerable. Por ejemplo, productos vinculados a plásticos y sus manufacturas (3,7% del total de exportaciones), vehículos con motor (1,7% de las exportaciones) y hierro y acero (1,5%) presentan elevados niveles de emisiones (por ejemplo, más de 5 veces el nivel promedio de Estados Unidos, Alemania y España en el caso de plásticos y sus manufacturas) con un nivel moderado de vulnerabilidad. Por otro lado, flores cortadas (3,8% del total de exportaciones) y bananas (2,9%) muestran una intensidad de emisiones GEI por encima de valores de referencia internacionales y elevados niveles de vulnerabilidad (Eurostat, 2022 y National Inventory Report, 2022).

Gráfico 6:
Vulnerabilidad de las exportaciones de Colombia a las restricciones comerciales relacionadas con el clima



Fuente: (Cosbey & Vogt -Schilb, 2023) en base a datos de Eurostat (2022) y datos nacionales (matriz insumo producto de Colombia, 2017) y National Inventory Report (2022). El tamaño de las burbujas refleja el valor de las exportaciones en 2022. Nota: No se dispone información de vulnerabilidad de las exportaciones para las cadenas de pesca y de textil/confecciones.

Es importante señalar que este análisis, si bien considera el nivel de emisiones del portafolio exportador colombiano, no hace referencia al potencial de reducción del mismo. Asimismo, una limitación que presenta este análisis es que, si bien tiene en cuenta la adopción de restricciones al comercio por parte de los países de destino, no contempla los avances e instrumentos de mitigación implementados por los países de origen. Por ejemplo, recientemente se han estimado las tasas efectivas de carbono (ECR)[52] en las emisiones de dióxido de carbono derivadas del uso de energía para 18 países de América Latina y el Caribe (Ahumada et al, 2023). Los resultados obtenidos indican que las ECR fueron bajas en los países de ALC en 2018. En promedio, los países de ALC fijaron un precio de las emisiones de carbono derivadas del uso de energía de 24 euros por tonelada de emisiones de CO2 equivalente (EUR/tCO2e), mientras que el precio promedio en los países de la OCDE fue de 41 EUR. /tCO2e. Al considerar los subsidios a la energía, la ECR promedio en ALC cae a 17 EUR/tCO2e. La

52 *Precio total que se aplica a las emisiones de dióxido de carbono provenientes del uso de energía como resultado de instrumentos basados en el mercado. Estos mecanismos son considerados como una política esencial de mitigación del cambio climático porque aumentan el precio de la energía basada en carbono y crean incentivos para reducir las emisiones de dióxido de carbono.*

diferencia en el precio promedio del carbono observada entre ALC y la OCDE se explica, en su mayor parte, por impuestos especiales más bajos en ALC y, en menor medida, porque pocos países de ALC tienen impuestos al carbono y la falta de mecanismos de permisos de emisión de carbono negociables.

Por estos motivos, los resultados presentados arriba no deberían interpretarse como un ejercicio de identificación de oportunidades de descarbonización del país, sino más bien como un ejercicio que ilustra la necesidad e incluso la urgencia de avanzar con una agenda que promueva la integración sustentable en Colombia. Con esa motivación, llevamos a cabo el presente estudio, que pretende ilustrar y caracterizar oportunidades específicas para avanzar en dicha agenda, incluyendo recomendaciones concretas para materializarlas.

1.2. Metodología de la investigación

Alcance

Como se indicó anteriormente, el estudio se concentra en cuatro cadenas en particular: pesca, textil y confecciones, plástico y caucho y automotriz. Estos cuatro sectores tienen un importante rol para avanzar en la inserción en cadenas de valor en la región y, a pesar de su alta contribución a la huella de carbono, cuentan también con numerosas oportunidades de descarbonización, como exploraremos en el próximo capítulo.

Más allá del peso en el portafolio de exportaciones colombianas y su contribución a las emisiones de GEI, estas cadenas concentran un gran número de oportunidades para fortalecer la integración comercial y reducir la huella de carbono[53]. De hecho, como mostramos en este estudio, estas cadenas tienen un peso "desproporcional" en términos del potencial que concentran para fortalecer la integración y la sostenibilidad relativo al tamaño que ocupan en la economía[54].

El estudio de las oportunidades y obstáculos que estos sectores presentan, tanto en términos de integración como de descarbonización, permite obtener un panorama amplio y diverso del estado de situación del aparato productivo del país. Esto permite identificar respuestas de política específicas, que promuevan la producción y comercialización de bienes más sustentables.

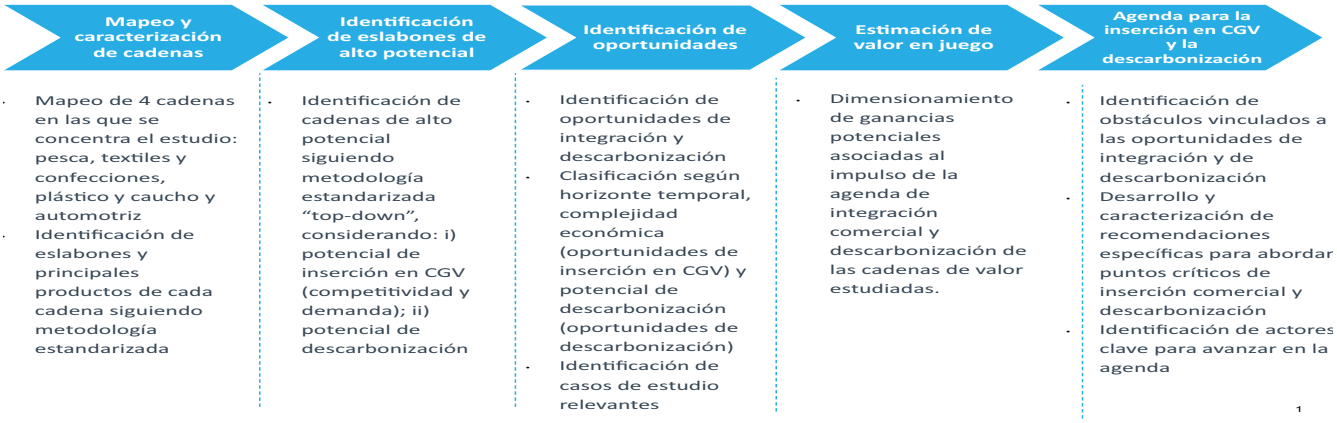
Asimismo, las estrategias de descarbonización para estos sectores comparten muchos elementos estratégicos transversales. Estos no solo son importantes para lograr cero emisiones netas en estos subsectores industriales, sino también en una variedad de otras industrias (Lechtenböhmer et al., 2016; Bataille et al., 2018; Rissman et al., 2020; Bataille, Nilsson and Jotzo, 2021).

Es útil destacar que, al discutir las oportunidades de descarbonización, se hace referencia tanto a procesos productivos como elaboración de bienes que estén asociados a una reducción de la huella de carbono. Si bien constituye un aspecto fundamental del debate actual de sostenibilidad, queda por fuera del objetivo de este informe hacer énfasis en la discusión sobre biodiversidad[55].

En cuanto a mercados de destino de los flujos de comercio, se pone especial atención al comercio regional, considerando como mercados objetivo a todos los países de la región de ALC y a Estados Unidos, principal destino de las exportaciones colombianas. El foco en estos mercados de destino

53 *Ver detalle de las oportunidades para Colombia en la sección 2.*
54 *Ver sección Mapeo y Caracterización de Cadenas de Valor.*
55 *Por ejemplo, en Colombia, el sector de pesca enfrenta numerosos desafíos en este plano. El aumento de la demanda de productos pesqueros también ha ido acompañado de prácticas pesqueras que amenazan la biodiversidad (Garzón et al, 2016).*

Figura 1:
Abordaje metodológico



Fuente: Elaboración propia.

permite concentrarse en oportunidades vinculadas al acortamiento de CGV, que resultan de particular relevancia en la coyuntura actual de reconfiguración y descarbonización de los flujos globales de comercio, como se describe al comienzo del estudio.

En términos de horizonte temporal, el estudio procura desarrollar una mirada principalmente de corto y medio plazo. Cabe destacar que, en el caso de la agenda de descarbonización se decide complementar este horizonte con una mirada de largo plazo[56], debido a la mayor longitud de los plazos requeridos para lograr avances significativos en dicha agenda.

Abordaje

La identificación de oportunidades de integración y de oportunidades de descarbonización combina dos tipos de análisis. En primer lugar, un ejercicio top-down o intensivo en análisis y procesamiento de datos, que permite focalizar el estudio y desarrollar hipótesis preliminares sobre dónde se encuentran las principales posibilidades de inserción en CGV. El ejercicio del nivel *top-down* se apoya en análisis y procesamiento de estadísticas de flujos de comercio e intensidad de emisiones, bases de datos globales y a nivel país sobre competitividad internacional y reportes sectoriales elaborados por las agremiaciones relevantes a nivel nacional o por institutos internacionales[57].

Esta mirada es luego complementada[58] por un ejercicio *bottom-up*, intensivo en "trabajo de campo", que permite validar, refinar y complementar los hallazgos a través de una perspectiva "micro" que captura información no contenida en estadísticas tradicionales y representa el insumo clave para la identificación de oportunidades concretas y de obstáculos. El análisis *bottom-up* consiste en entrevistas semiestructuradas con actores claves, tanto con líderes empresariales como asociaciones empresarias, expertos y funcionarios gubernamentales. Esta información es complementada con revisión de literatura especializada y validación de la información con estadísticas públicas[59] e indagación de criterios de expertos. La Figura 1 presenta el detalle del proceso de análisis desarrollado en las 4 cadenas analizadas.

56 *Que contempla oportunidades y desafíos a 15 años y más; más detalle en la sección de metodología*
57 *Estos se explican en detalle en el anexo y se reflejan de manera integral en las referencias.*
58 *Esta interacción entre los dos niveles se hace de manera iterativa, como se describe en el anexo.*
59 *Por ejemplo, corroborando el potencial de un producto específico a través del análisis de datos de flujos de comercio y análisis de la propuesta de valor en término de las ventajas y desventajas competitivas identificadas en el ejercicio de identificación de eslabones de alto potencial.*

Mapeo y caracterización de cadenas

En primer lugar, se realizó un mapeo y caracterización de las cuatro cadenas que componen el estudio: pesca, textiles y confecciones, plástico y caucho y automotriz. Para cada una de estas cadenas, se identifica una secuencia de eslabones que agrupan las principales actividades que ocurren a lo largo del proceso de producción y comercialización de los bienes estudiados[60]. Asimismo, se identifican productos específicos que corresponden a cada eslabón dentro de las cadenas.

En la definición de cada eslabón se agruparon los procesos empresariales que resultan en una transformación del producto y se recopilaron los productos más representativos que surgen de ese eslabón[61]. Por último, se señalaron los eslabones con mayor potencial de reducción de emisiones (por uso eficiente de recursos, reutilización de materiales, entre otros) que pueden hacer parte de estas cadenas así sea de manera incipiente[62]. Esto resultó en que cada cadena mapeada incluye también aquellos eslabones que han surgido recientemente gracias a las nuevas tendencias de sostenibilidad ambiental.

Identificación de eslabones de alto potencial

Una vez mapeados los eslabones para cada una de las cuatro cadenas, el siguiente paso consiste en la identificación de aquellos eslabones con mayor potencial para la inserción en CGV y la descarbonización. Por ello, la evaluación del potencial de cada eslabón considera dos dimensiones principales: el potencial de inserción en CGV de los eslabones y el potencial de descarbonización de estos. El primero se divide a su vez en dos subdimensiones: nivel de competitividad global de los eslabones y nivel de demanda del eslabón producto de acortamiento de cadenas de valor.

Cabe recordar que este conjunto de eslabones identificados como de alto potencial no pretende ser una "selección de ganadores", sino que busca plantear unas primeras hipótesis sobre aquellos eslabones en donde Colombia presenta mayores oportunidades de atraer inversiones y generar exportaciones asociadas a la integración a CGV. Ello permite enfocar el trabajo de campo mayoritariamente en aquellos eslabones identificados, y las conclusiones del análisis se validan posteriormente en el análisis bottom-up.

Identificación de oportunidades

Posteriormente, se pasa entonces a explorar en mayor profundidad las oportunidades a través de un trabajo de campo focalizado[63]. Las oportunidades identificadas consideran tanto oportunidades de integración como de descarbonización[64].

Las **oportunidades de integración** constituyen productos específicos (por ejemplo, "filetes de tilapia") con un alto potencial para promover las exportaciones y la atracción de inversiones, considerando el alcance del estudio y que están asociados a una mayor inserción y acortamiento de CGV.

60 *Para el presente estudio, se utilizó un método de mapeo basado en establecer una estructura simplificada – conocida en la literatura como un mapa conceptual simplificado – de cada cadena (DNP, 2004).*
61 *Ese proceso usó como base el ejercicio realizado para Colombia por el Departamento Nacional de Planeación a partir de las matrices insumo-producto de ese país (Ibid.).*
62 *Ver, por ejemplo, (Fazekas, Bataille, & Vogt-Schilb, 2022).*
63 *Correspondiente al análisis bottom-up.*
64 *Además de la identificación de oportunidades de integración y de descarbonización, el trabajo de campo permite relevar la existencia de proyectos concretos de empresas (tanto ya instaladas en el país, como sin presencia directa por el momento) asociados a dichas oportunidades. Algunos de estos proyectos también fueron analizados y presentados como estudios de caso (Ver más adelante). Se incluyeron tanto proyectos que involucran nuevas inversiones de empresas multinacionales o locales, como otros que implican la oportunidad de que empresas ya establecidas en el país se conviertan en abastecedoras dentro de cadenas de valor gobernadas por firmas extranjeras.*

Las **oportunidades de descarbonización**, por otro lado, refieren tanto a cambios y transformaciones a lo largo del proceso de producción y comercialización (por ejemplo, electrificación del medio de transporte), como al desarrollo y expansión de nuevos productos (tanto insumos como bienes finales) que permiten reducir la huella de carbono de los sectores y productos analizados.

Estimación de valor en juego

Una vez identificadas las oportunidades de integración y de descarbonización, se realiza un dimensionamiento de las ganancias potenciales asociadas a impulsar una agenda que promueva la integración y descarbonización de las cadenas de valor estudiadas. Para esto, se recopilaron datos a nivel regional y global de episodios de aceleración de exportaciones desde 1996 y episodios de reducción de emisiones desde 1990. Con esta información, se estimó el valor esperado de las ganancias típicas asociadas a procesos de integración y de descarbonización de cadenas, considerando el punto de partida de Colombia, así como las oportunidades y sectores específicos abordados en el estudio [65].

Agenda para fortalecer la integración y la descarbonización de cadenas de valor

Finalmente, se desarrolla una agenda con propuestas específicas para impulsar la integración sustentable de las cadenas estudiadas. Para ello, se realiza primero una identificación de los principales obstáculos que existen para aprovechar las oportunidades de integración y de descarbonización detectadas. La identificación de obstáculos surge de información relevada en el trabajo de campo y se complementa con estudios e información disponible. Los obstáculos se clasifican entre transversales y sectoriales y se identifica el horizonte temporal requerido para abordar los mismos. En particular, se distingue entre obstáculos de corto y medio plazo (entendidos como obstáculos que se pueden abordar en un horizonte menor a 5 años) y obstáculos estructurales o de largo plazo (entendidos como obstáculos que requieren un horizonte mayor a 5 años para ser abordados).

Asimismo, dentro del universo de obstáculos relevados, se priorizan aquellos que resultan más relevantes para avanzar en la agenda de comercio sostenible. A estos obstáculos nos referimos como “puntos críticos”.

Para estos puntos críticos, se plantean un conjunto de recomendaciones específicas, incluyendo detalle de acciones y horizonte temporal requerido para su implementación. Estas recomendaciones constituyen un conjunto de propuestas transversales y sectoriales con el fin de fortalecer la integración y avanzar hacia la neutralidad de carbono.

65 *Para mayor detalle ver la subsección metodológica de la sección 5.*

2. Mapeo y caracterización de cadenas de valor

Una CGV se define como un proceso mediante el cual un grupo de empresas en diferentes países trabajan juntas —desde el diseño hasta la distribución de un producto— bajo la coordinación de una empresa líder que pretende minimizar los costos totales del sistema (Blyde, 2014). La empresa líder puede ser propietaria de las firmas que producen esos insumos o puede trabajar con proveedores independientes. Las diferentes partes que componen una CGV tienden a trabajar coordinadamente de manera que los distintos insumos que se requieren se produzcan según las especificaciones adecuadas y se distribuyan de manera eficiente a lo largo de la cadena. Se estima que el comercio internacional que se canaliza a través de las CGV hoy representa alrededor del 50% del comercio total, un 42% más que a principios de los años noventa (Banco Mundial, 2020).

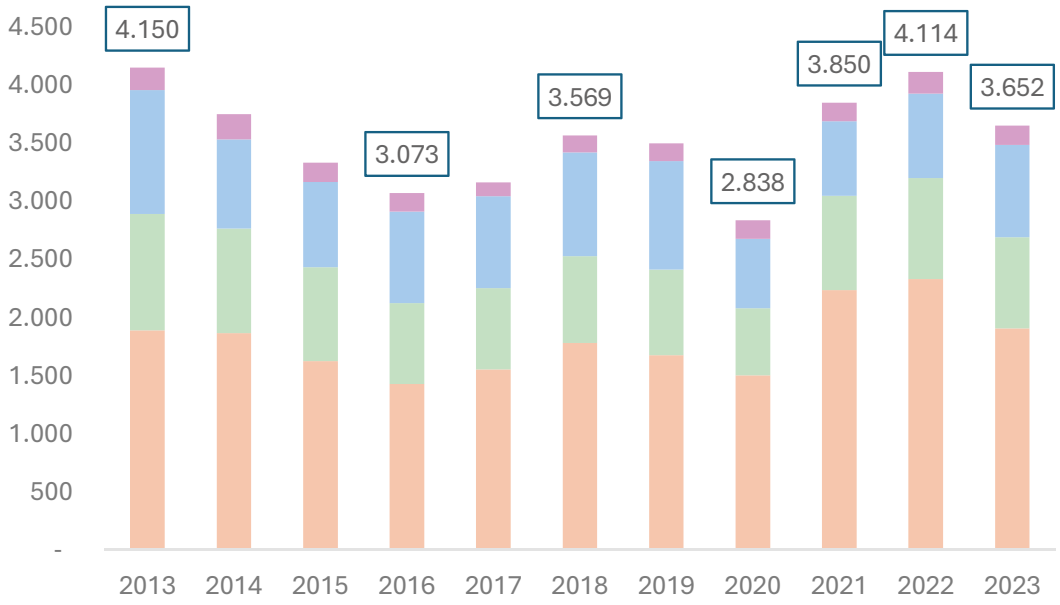
El fuerte crecimiento de la producción organizada mediante CGV ha hecho que en muchas industrias el ingreso a las CGV sea una condición, tanto para sobrevivir en los mercados de exportación, como para progresar en materia de productividad, tecnología o calidad, gracias a la diseminación de conocimiento e información que suele darse entre los eslabones de una CGV (García et al., 2021).

Los países de la región han comenzado a prestar especial atención a la manera en que sus economías se integran en las CGV dado que participar de las mismas trae aparejado una serie de beneficios. Además de los beneficios tradicionales de desarrollo que otorgan el comercio y la inversión, participar en una cadena contribuye al aumento de la productividad, a la diversificación del comercio y la producción, a una mayor transferencia de conocimiento y tecnología a nivel local y a la generación de más y mejores empleos con equidad de género (Banco Mundial, 2020).

Las CGV han mostrado tener el potencial de aumentar la productividad de los países no solo porque les permite especializarse en los sectores donde tienen ventajas comparativas, sino también porque les da la oportunidad de especializarse en ciertas etapas de la producción de un bien que pueden hacer relativamente mejor, generando ganancias adicionales de comercio. Esto es especialmente relevante para países de menor tamaño relativo donde especializarse en la producción completa de un bien final suele ser complejo.

La transferencia de tecnología y difusión de conocimiento desde las empresas líderes globales hacia los diferentes eslabones de la cadena constituye otro canal asociado a aumentos de eficiencia y productividad. Por ejemplo, la interacción con empresas globales dentro una CGV puede conferir a los proveedores beneficios en términos de mejorar sus procesos de producción, alcanzar mayores niveles de calidad y aumentar sus velocidades de respuesta (Humphrey y Schmitz, 2000). Las firmas de los países emergentes pueden beneficiarse al acceder más fácilmente a innovaciones de producto, proceso y organizacionales (Naciones Unidas, 2015). La evidencia muestra casos exitosos de difusión de conocimiento y de aprendizaje dentro de las CGV en sectores tan variados como la agroindustria (Cafaggi et. al., 2012) las prendas de vestir (Gereffi, 1999), las motocicletas (Fujita, 2011) o la informática (Kawakami, 2011). Estudios recientes, por ejemplo, evidencian que un aumento de 10% en el nivel de participación de un país en CGV lleva a un incremento de 1,6% en la productividad laboral promedio y de 11% a 14% del PIB per cápita (Constantinescu et. al., 2019).

Gráfico 7:
Exportaciones totales de los cuatro sectores en Colombia: Evolución y participación, 2013-2023. En U$S millones



Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

La participación en CGV también tiene un impacto en términos de empleo. Si bien la producción tiende a ser más intensiva en capital, el aumento en las exportaciones conlleva a la creación de más empleos. La participación en CGV tiende a mejorar la demanda por empleo calificado y eventualmente la capacitación de la fuerza laboral. Por ejemplo, Shepherd y Stone (2012) encuentran que, en una muestra de países en desarrollo, las empresas que participan en CGV demandan personal más calificado y pagan mayores salarios que las empresas que solo exportan y que las que no comercian. A su vez, el Informe sobre el Desarrollo Mundial 2020 del Banco Mundial muestra que las empresas que participan en CGV tienden a emplear a más mujeres, y también mejoran los resultados sociales.

Por último, el ingreso a las CGV puede conducir, bajo ciertas condiciones a un upgrading (escalamiento) en el tipo de actividades que se desarrollan en la economía local, con un mayor peso de aquellas en donde se genera mayor valor agregado (Antràs, 2020). De este modo, la participación en las CGV puede contribuir a una aceleración del crecimiento en los países emergentes, algo que ya se ha observado en décadas recientes para varias naciones de Asia Oriental.

Teniendo en cuenta los beneficios potenciales que trae aparejado la participación en CGV, el estudio se concentra en cuatro cadenas de alto potencial para impulsar la inserción en CGV y la descarbonización en Colombia. En 2023, las exportaciones de los cuatro sectores alcanzaron los U$S 3.652 millones de dólares, igualando, prácticamente, aquellos niveles máximos alcanzados durante el año 2018. Las ventas externas de plástico y caucho fueron las más aaaes (el 51% de las exportaciones totales de los cuatro sectores)[66], seguidas por la industria automotriz con US$795 millones (el 23%), textiles y confecciones con US$783 millones (el 21%) y pesca con US$166 millones (el 5%) (Gráfico 7).

66 *Es importante mencionar que el desarrollo del sector plástico y caucho en Colombia ha sido posible gracias a que Ecopetrol y su empresa Esenttia hacen parte de los eslabones aguas arriba.*

Para desarrollar una mirada más detallada y profunda de estos sectores, se desarrolló un mapeo de los principales eslabones que componen estas cuatro cadenas productivas. Estos eslabones agrupan las principales actividades que caracterizan el proceso integral de producción, transformación y comercialización de los bienes analizados. Este enfoque a nivel de eslabones productivos permite tener una caracterización más precisa en términos de potencial de inserción en CGV y potencial de descarbonización respecto a enfoques tradicionales basados en cifras agregadas de sectores o desagregadas a nivel de firmas.

Como resultado, se obtuvieron 24 eslabones mapeados a lo largo de las cuatro cadenas y, en cada uno, un conjunto de productos[67] que componen la estructura productiva del eslabón. A continuación, se describe brevemente cada una de las cadenas productivas que son sujeto de estudio en el presente trabajo.

2.1 Pesca

Aunque el sector pesquero tiene una menor escala dentro de la economía colombiana en comparación con otros sectores como el agrícola y el manufacturero, juega un papel relevante en el desarrollo económico y social de las regiones costeras y fluviales del país. Con acceso a dos océanos, el Atlántico y el Pacífico, Colombia cuenta con una rica diversidad de especies marinas y una amplia capacidad para la pesca tanto industrial como artesanal. Este sector contribuye al abastecimiento alimentario, la generación de empleo y las exportaciones, especialmente de productos como el atún, el camarón y la tilapia.

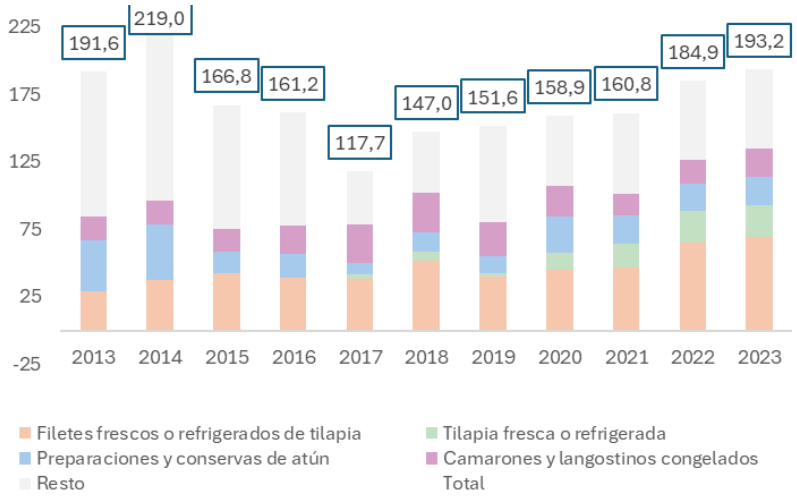
Sin embargo, la estructura del sector difiere al analizarla por tipo de pesca. La artesanal se caracteriza principalmente por embarcaciones de poca autonomía para zonas cercanas a la línea costera y en las que las operaciones son manuales, sumadas a pescadores que utilizan técnicas como las redes de enmalle, ruches y chinchorros para la extracción marítima o las atarrayas para la extracción en ríos o embalses (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014). En 2021, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), en Colombia se registró la actividad de 150.000 pescadores. Por su parte, la pesca industrial marítima está conformada por embarcaciones de mayor tamaño y autonomía y en las que las operaciones incluyen redes de arrastre para camarón o pesca blanca (Ídem), así como la pesca de cultivo o acuicultura, que está conformada por estanques y piscinas de cultivo de peces y crustáceos, típicamente ubicados en embalses o lagos continentales (como la represa Betania y sus estanques adyacentes, que sobresalen por las condiciones especiales de temperatura, oxigenación y calidad del agua para la producción de tilapia). En 2021, las cifras del MADR registraron cerca de 37.000 unidades productivas acuícolas y casi 54.000 empleos resultantes de este tipo de pesca.

Las exportaciones del sector pesquero - que provienen principalmente de la pesca industrial - han aumentado ininterrumpidamente desde el año 2017, alcanzando, en 2023, los U$S 193 millones (+7% respecto al total exportado en 2022).

En 2023, cuatro productos concentraron el 70% de las exportaciones del sector pesquero: las exportaciones de filetes de tilapia congelados o refrigerados fueron de U$S 70 millones (35% del total exportado por el sector) de los cuales casi la totalidad fue destinado a Estados Unidos. El segundo producto más exportado correspondió a tilapia fresca o refrigerada, en donde las exportaciones alcanzaron los U$S 23 millones y donde, aquí también, Estados Unidos fue el destino principal. Por su parte, se destacan las exportaciones de preparaciones y conservas de atún con U$S 21,3 millones en

67 *Especificados por la clasificación de comercio internacional bajo el nombre de subpartidas del código arancelario (HS code) a seis dígitos.*

Gráfico 8:
Principales productos exportados del sector de pesca, 2013-2023.
En U$S millones



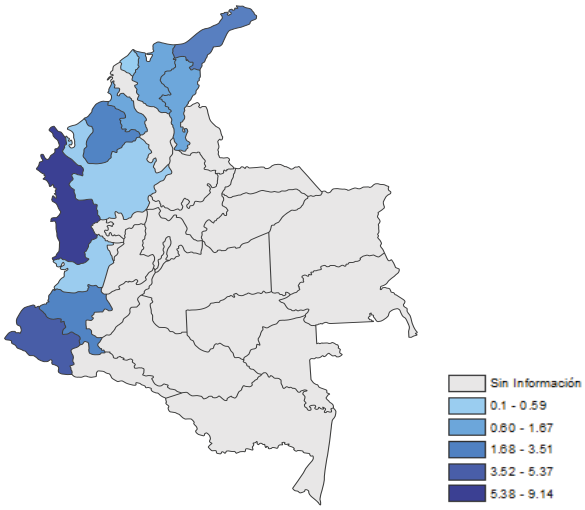
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

donde los principales destinos fueron Italia, España y Estados Unidos. Por último, los camarones y langostinos congelados registraron exportaciones por U$S 21 millones, con Francia y España como destinos principales (Gráfico 8).

En términos de ubicación geográfica, la información disponible para Colombia sólo permite identificar para la pesca artesanal el registro de pescadores por departamento, mientras que no existen datos representativos a nivel departamental para establecimientos industriales de procesamiento de pescado, crustáceos y moluscos. Como se muestra en la Figura 2, el mapa resultante del sector de pesca artesanal está claramente relacionado con el acceso a los recursos marítimos en las zonas costeras del Pacífico y del litoral Caribe, así como algunas regiones continentales que hacen parte de la cuenca del río Magdalena y, en menor medida, del río Cauca. Desde esta óptica, sobresalen departamentos como Chocó, Cauca y Nariño en el Pacífico, al igual que Córdoba y Guajira en el Caribe, en los que la actividad pesquera representa una parte importante del empleo por cuenta propia en poblaciones costeras y de rivera. No obstante, esta distribución no necesariamente refleja la ubicación de la pesca industrial, la cual tiene una presencia más consolidada en departamentos como Atlántico en el Caribe y Valle del Cauca en el Pacífico para la pesca marítima, y también en departamentos como Antioquia y Huila para la acuicultura.

El mapa conceptual de la cadena de pesca se presenta en la Figura 3. En ella se identifican seis eslabones, que tienen como base la extracción en mar de peces, crustáceos y moluscos o la cosecha de especies en la acuicultura. Ambas actividades derivan en la producción de frescos y congelados o de conservas y preparaciones, eslabones que típicamente se encuentran integrados verticalmente en Colombia. Por último, aguas abajo se encuentra el empaque y etiquetado de productos a base de pesca, para luego pasar al eslabón de comercialización doméstica y en el extranjero.

Figura 2:
Indicador de relevancia sectorial del sector de pesca artesanal por departamento, 2022. (Medido por número de pescadores)



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Pescadores de 2019 (Aunap) y en la Gran Encuesta Integrada de Hogares (DANE)
Nota: El indicador de relevancia sectorial se calcula como la razón entre la participación del sector dentro del departamento y la participación del sector dentro del total nacional.

Figura 3:
Mapa conceptual de la cadena de valor de pesca



Fuente: Elaboración propia con base en (DNP, 2004), entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

2.2 Textil y confecciones

El sector de textiles y confecciones es uno de los más tradicionales en la industria manufacturera colombiana, con una larga trayectoria que ha consolidado al país como un referente regional en la producción de prendas de vestir y otros productos textiles. Este sector se caracteriza por la calidad de sus diseños y la utilización de materiales de origen nacional, y es un importante generador de empleo, especialmente para mujeres, con presencia a lo largo de toda la cadena de valor que abarca desde la producción de fibras hasta la confección y comercialización de productos terminados.

Dentro de la manufactura colombiana, el sector de textiles y confecciones concentró en 2022 el 15,9% del total de establecimientos industriales y el 16,4% del empleo industrial según la EAM. Aunque enfrenta desafíos como la caída reciente de sus exportaciones y la competencia proveniente de importaciones de productos de bajo costo, la resiliencia del sector se refleja en su inserción en CGV con productos como jeans, ropa íntima femenina, fajas y ropa deportiva, donde compite por su alta calidad, capacidad de diseño, innovación y productividad, especialmente en el mercado estadounidense.

En 2023, las exportaciones textiles equivalieron a U$S 771 millones, lo que representó una caída de 11% respecto al total exportado durante el año previo. De esta forma, el sector revirtió la suba observada a partir de 2020 y retomó los niveles exportados en el año 2018-2019.

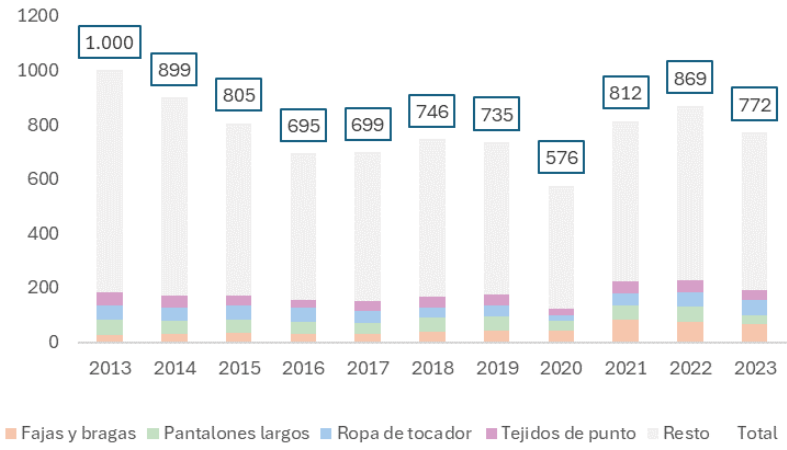
Las exportaciones del sector textil se encuentran atomizadas en varios productos. En concreto, las principales cuatro partidas arancelarias agrupan el 25% del total exportado (Gráfico 9). El principal producto exportado son las fajas y bragas, que en 2023 totalizaron los U$S 65 millones, de los cuáles más de la mitad fue exportado hacia Estados Unidos. Le siguen los pantalones (U$S 33,5 millones) y la ropa de tocador (U$S 56 millones). En ambos casos, Estados Unidos es el principal comprador. Por último, se encuentran las exportaciones de tejidos de punto, por un total de U$S 36 millones. En este caso, Ecuador y México son los principales destinos de exportación.

La ubicación geográfica del sector textil y de confecciones muestra una concentración en la región central de Colombia, sobre todo en Antioquia, donde presenta la mayor importancia relativa tanto en número de establecimientos industriales como en valor agregado (Figura 4). Esto es el reflejo de la tradición textilera que tiene ese departamento y que tiene una presencia empresarial muy relevante en Medellín y el Valle de Aburrá. Así mismo, la producción de calzado y marroquinería tiene una presencia importante en los departamentos de Santander y Norte de Santander, mientras que las confecciones presentan fortaleza en la zona cafetera (departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda) y en los departamentos de Valle del Cauca y Tolima.

El mapa conceptual para la cadena textil y de confecciones se presenta en la Figura 5. En esta cadena se identifican ocho eslabones, de los cuales solamente siete se contemplan en el resto del estudio ya que el eslabón de reutilización de prendas es apenas incipiente en Colombia.

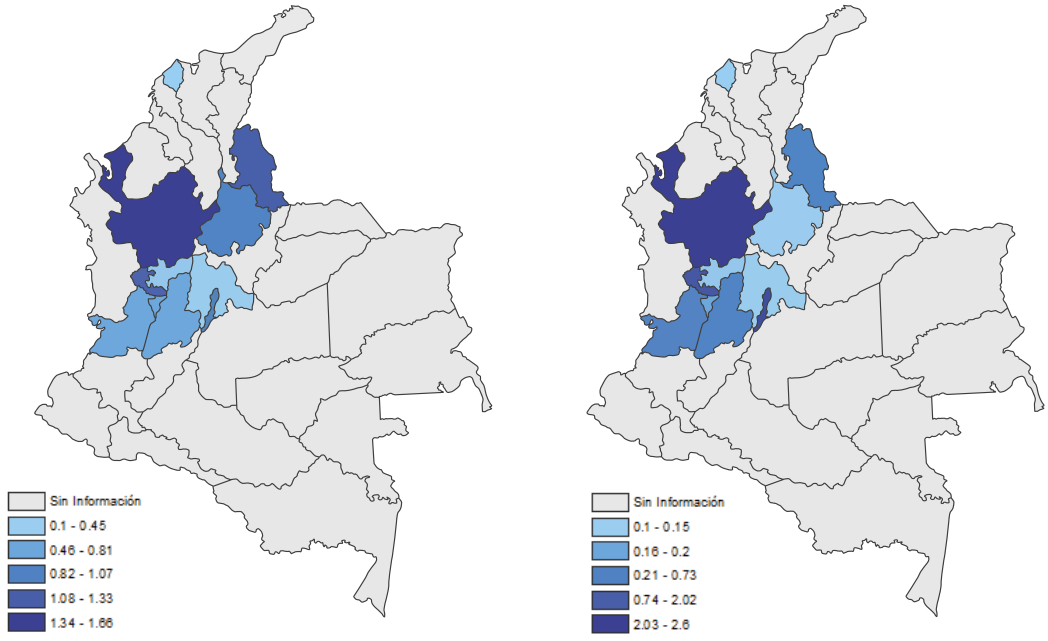
La cadena de textil y confecciones cuenta con un eslabón “horizontal” de diseño e I+D donde sucede el diseño creativo y técnico de materiales y prendas. Luego, la cadena fluye desde la materia prima e insumos – tanto de fibras de fuente natural como aquellas sintéticas y mezclas – hacia la fabricación de hilados, tejidos y telas en el eslabón de textiles. Les sigue el eslabón central de la cadena, el de producción de prendas de vestir o *apparel* en el que suceden los procesos de confección de una amplia variedad de productos y nichos, con una tendencia acelerada a modas de ciclos cortos.

Gráfico 9:
Principales productos exportados del sector textil, 2013-2023. En U$S millones



Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

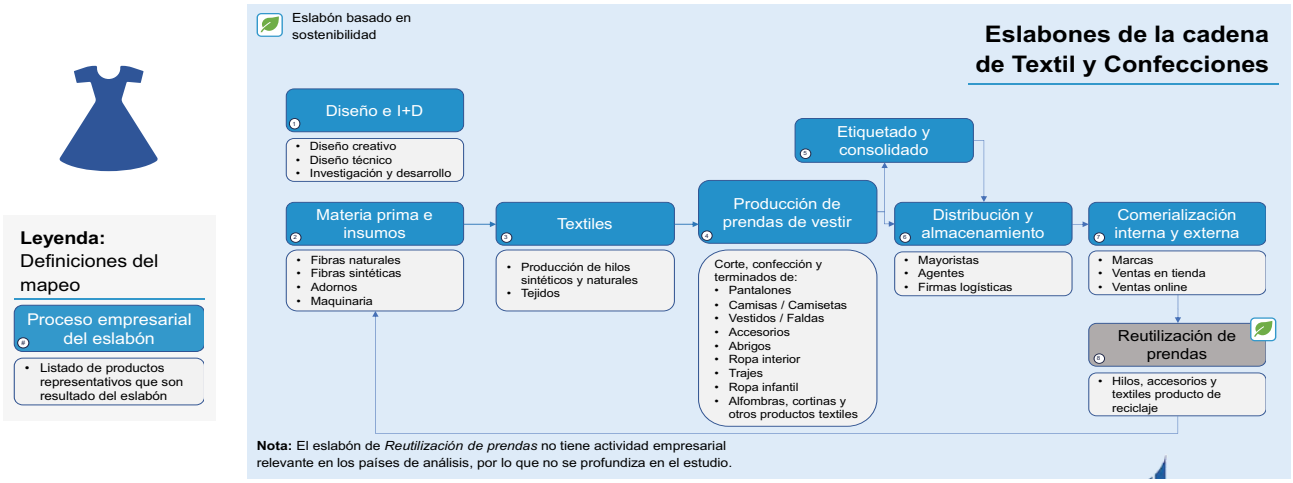
Figura 4:
Indicador de relevancia sectorial del sector textil y confecciones por departamento, 2022. (Medido con número de establecimientos y con valor agregado)



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Anual Manufacturera 2022 (DANE).
Nota: El indicador de relevancia sectorial se calcula como el ratio entre la participación del sector dentro del departamento y la participación del sector dentro del total nacional.

Por último, algunas economías han formado un eslabón separado de etiquetado y consolidado de prendas para ganar eficiencias en los procesos de logística y comercio exterior, que redunda luego en la distribución y almacenamiento y la comercialización doméstica y extranjera, la cual es típicamente realizada por las marcas que gobiernan la cadena ya sea en ventas en tienda o a través de canales de *e-commerce*.

Figura 5:
Mapa conceptual de la cadena textil y de confecciones



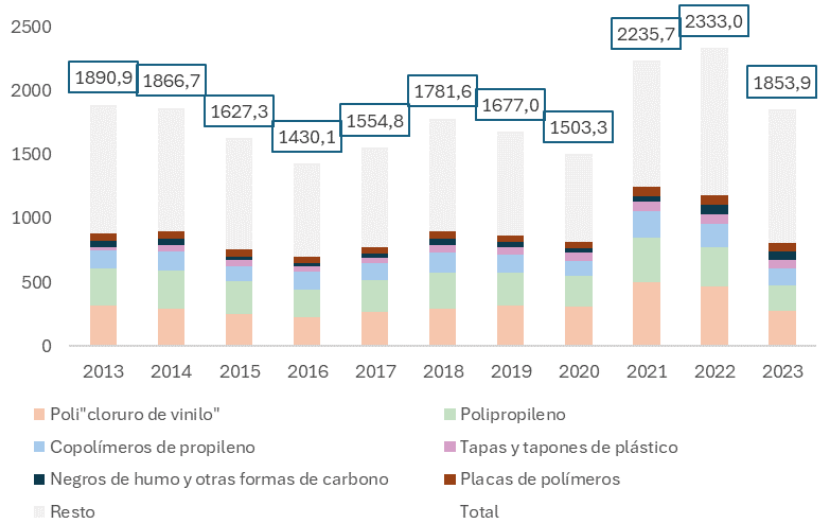
Fuente: Elaboración propia con base en (DNP, 2004), (Fernandez-Stark, Bamber, & Couto, 2022), entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

2.3 Plástico y caucho

El sector de plásticos y caucho es fundamental para diversas industrias colombianas como la automotriz, la construcción y el empaque, destacándose por su capacidad de transformar materias primas en productos de alto valor agregado. La fortaleza del subsector de plástico surgió en parte por su desarrollo como industria *downstream* de los productos químicos y refinados del petróleo, los cuales se anclan en las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja principalmente. En efecto, su crecimiento sostenido en la última década ha sido impulsado por empresas como Esenttia y Mexichem Colombia, que producen y exportan sustancias químicas para elaborar productos plásticos como polipropileno y polietileno. En la producción de artículos de plástico, Colombia ha avanzado en segmentos como envases y empaques, donde algunas empresas se destacan por su capacidad de diseño. Además, empresas como Enka se han consolidado como líderes regionales en la recuperación de plástico para resina PET. Dentro de la manufactura colombiana, el sector de plástico y caucho concentró en 2022 el 8,7% del total de establecimientos industriales y del empleo industrial según la EAM.

Dentro de los cuatro sectores analizados en el presente estudio, el de plásticos es el que presenta mayores flujos de exportación. En el año 2023, las exportaciones del sector alcanzaron U$S 1.853 millones. Los principales seis productos exportados por el sector agrupan el 43% del total exportado. Se destacan, en primer lugar, las ventas de policloruros de sodio por un total de U$S 273 millones. Le siguen los polipropilenos con U$S 200 millones y los copolímeros de propileno con U$S 132 millones (Gráfico 10).

Gráfico 10:
Principales productos exportados del sector de plásticos, 2013-2023.
En U$S millones



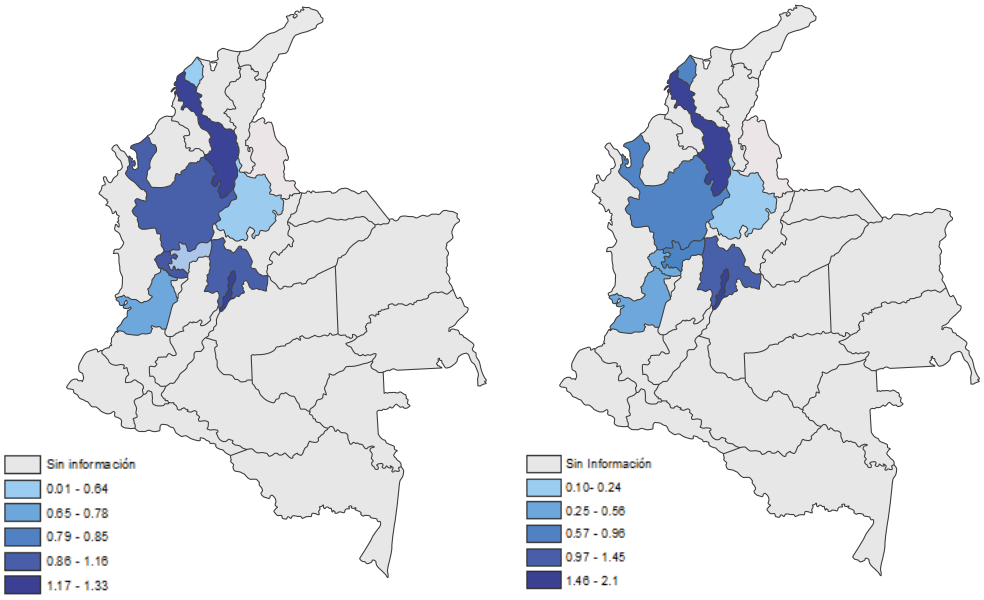
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

En términos geográficos, el sector de plástico y caucho tiene una alta importancia relativa medida con respecto al número de establecimientos en el departamento de Bolívar, en cercanía a la Refinería de Cartagena (Figura 6). Este es el complejo industrial más grande del caribe colombiano con una capacidad para refinar 210.000 barriles de petróleo por día (equivalentes al 28% del total de la producción nacional de petróleo). No obstante, otras zonas del país toman alta relevancia con respecto al valor agregado del sector, como en los casos de Cundinamarca y Bogotá, departamentos que alojan grupos de empresas transformadoras de resinas y productoras de artículos para diversos sectores, entre ellos el de alimentos y el de construcción.

El mapa conceptual para la cadena de plástico y caucho se presenta en la Figura 7. Este sector muestra un gran nivel de dispersión en sus eslabones aguas abajo debido a la enorme diversidad de artículos producidos con plástico o caucho, los cuales alimentan un gran número de industrias y sectores.

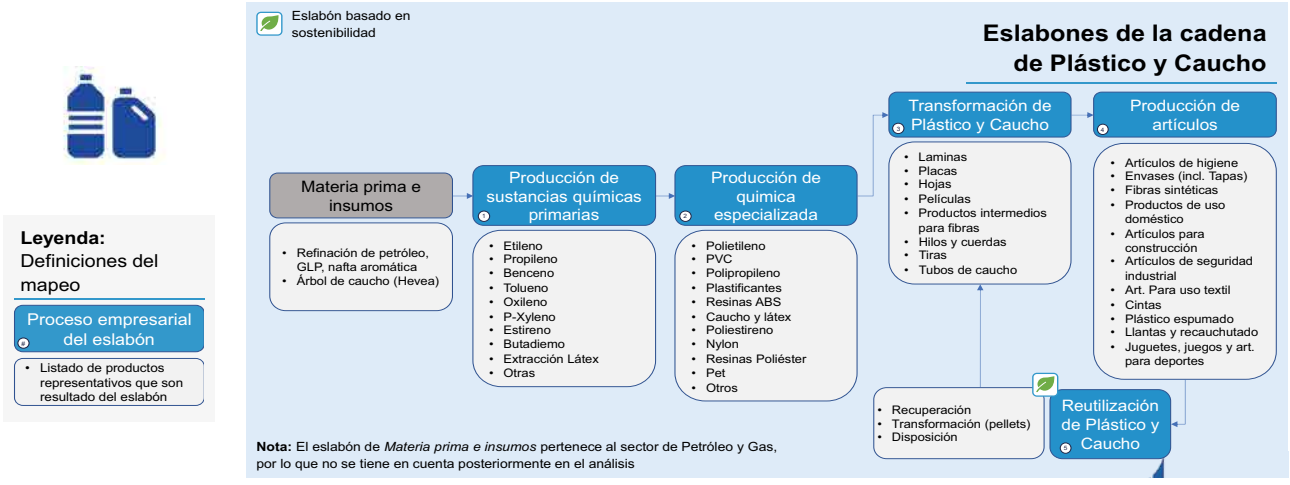
Sin embargo, una visión conceptual y simplificada de la cadena parte de un eslabón de materia prima e insumos, que pertenece a los sectores de petróleo y gas en el caso del plástico o de la agricultura en el caso del árbol de caucho. Con fuente en ese eslabón primario, se mapean cinco eslabones de la cadena.

Figura 6:
Indicador de relevancia sectorial del sector plástico y caucho por departamento, 2022. (Medido con número de establecimientos y con valor agregado)



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Anual Manufacturera 2022 (DANE).
Nota: El indicador de relevancia sectorial se calcula como la razón entre la participación del sector dentro del departamento y la participación del sector dentro del total nacional.

Figura 7:
Mapa conceptual de la cadena de plástico y caucho



Fuente: Elaboración propia con base en (DNP, 2004), entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

Al inicio [68] se encuentra el eslabón de la producción de sustancias químicas primarias como el óxido de etileno, propileno u otros gases que resultan como subproductos de la refinación del petróleo. Luego, el eslabón de producción de química especializada congrega los procesos de transformación de dichas sustancias básicas, como por ejemplo la polimerización del propileno, que resulta en la producción de polipropilenos y otros plásticos o resinas especializadas. Paso seguido, el eslabón de transformación de plástico y caucho agrega las variadas técnicas de preparación y transformación de polímeros, resinas, látex, etc., a formas conducentes para la fabricación de artículos, como son las láminas, placas, películas, hilos, entre muchos otros. Finalmente, el eslabón de producción de artículos se refiere a los ítems fabricados con base en plástico o caucho, y el eslabón de reutilización se basa en la recuperación y disposición de materiales para ser reciclados.

2.4 Automotriz

En Colombia la industria automotriz se centra en el ensamblaje y producción de vehículos comerciales, motocicletas y autopartes, con un enfoque en el mercado interno y exportaciones regionales. El sector ha mostrado capacidad de adaptación a las tendencias globales, destacándose por incorporar tecnologías sostenibles y eficientes. Por ejemplo, en 2022 la planta de Renault en Colombia - Renault Sofasa - fue reconocida como la mejor ensambladora global de la marca, gracias a su eficiencia energética, altos estándares de seguridad y compromiso con la carbono-neutralidad. Por otro lado, las plantas ensambladoras de motocicletas han experimentado un crecimiento acelerado, con productos cada vez más sofisticados y una producción local de piezas y componentes, y las empresas de ensamblaje de autobuses se han fortalecido con una demanda local para los sistemas de transporte masivo.

No obstante, estas dinámicas contrastan con algunos desafíos estructurales. Producto de los cambios estratégicos para la región de Latinoamérica de Mazda Motor Corporation y General Motors (propietaria de la marca Chevrolet), en las últimas dos décadas las plantas ensambladoras que fabricaban vehículos livianos para estas marcas cesaron su operación: primero, en 2014 CCA Mazda cerró su ensamblaje local y luego en abril de 2024 GM Colmotores hizo lo propio con su planta en Bogotá. Esto refleja los enormes retos que tiene el sector de cara a la demanda doméstica y regional, pero también indica que existe una capacidad instalada de producción de autopartes que debe redireccionar su destino a mercados dentro de América Latina como parte de la CGV automotriz.

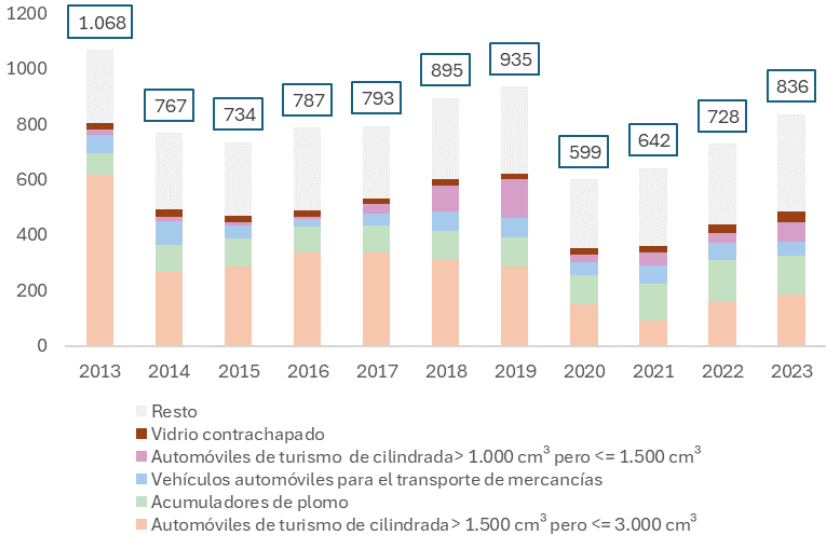
En cuanto a sus flujos de comercio exterior, y a pesar de haber descendido en 2020, las exportaciones del sector automotriz continúan su tendencia creciente y parecerían aproximarse a los niveles reportados en 2018. En concreto, en el año 2023 el sector exportó un total de U$S 836 millones.

Cinco productos son responsables del 58% del total exportado. Se destacan las exportaciones de automóviles de turismo, cuyas ventas fueron de U$S 186 millones. En el caso de este producto, los principales destinos fueron México y Ecuador. Las ventas de vehículos para el transporte de mercancías alcanzaron los U$S 49 millones y fueron destinadas, casi en su totalidad, a Ecuador (Gráfico 11).

La ubicación geográfica del sector automotriz muestra una gran concentración en Cundinamarca y Bogotá, y en menor medida en Antioquia (Figura 8). Esto obedece al encadenamiento que ocurre entre los proveedores de partes y sistemas para las distintas plantas ensambladoras que se ubican en la capital del país, o en los parques industriales de los municipios aledaños en Cundinamarca. En

68 *Por simplicidad y consistencia con el resto de las cadenas analizadas, no se consideran parte de esta cadena actividades "aguas arriba" de este paso, como por ejemplo la refinación de petróleo o el cultivo de caucho.*

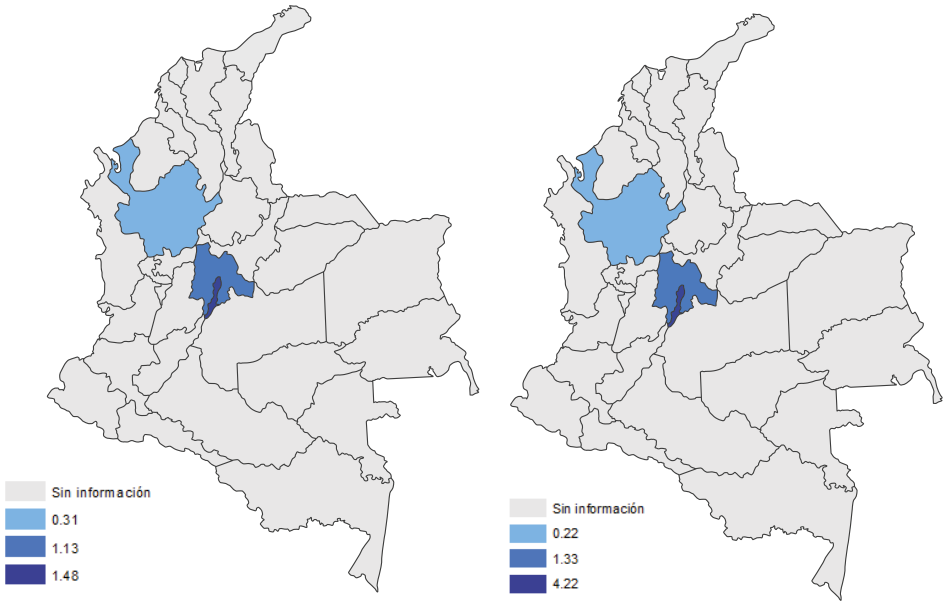
Gráfico 11:
Principales productos exportados del sector automotriz, 2013-2023.
En U$S millones



va

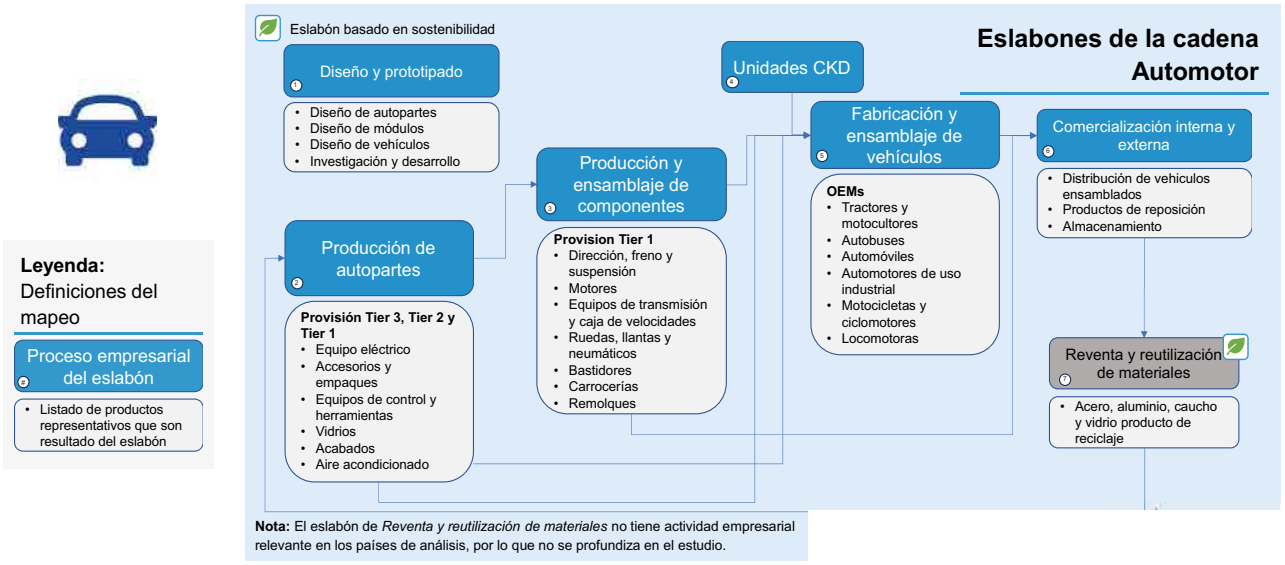
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de comercio de Trademap

Figura 8:
Indicador de relevancia sectorial del sector automotriz por departamento, 2022. (Medido con número de establecimientos y con valor agregado)



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Anual Manufacturera 2022 (DANE).
Nota: El indicador de relevancia sectorial se calcula como el ratio entre la participación del sector dentro del departamento y la participación del sector dentro del total nacional.

Figura 9:
Indicador de relevancia sectorial del sector automotriz por departamento, 2022. (Medido con número de establecimientos y con valor agregado)



Fuente: Elaboración propia con base en (DNP, 2004), entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

particular, este departamento concentra buena parte del valor agregado que genera el sector en el país, lo cual se refleja en un muy alto indicador de relevancia económica.

La Figura 9 describe el mapa conceptual para la cadena automotriz. En esta cadena se identifican siete eslabones, de los cuales seis se contemplan en el resto del estudio, ya que el eslabón de reventa y reutilización de materiales (como el aluminio y el vidrio) es apenas incipiente en Colombia.

Al igual que en el sector textil, la cadena automotriz cuenta con un eslabón "horizontal" de diseño y prototipado, el cual congrega las actividades de diseños de vehículos, marcas, materiales e I+D. Posteriormente, la cadena está conformada en niveles de acuerdo con su complejidad e integración, comenzando por el eslabón de autopartes en el que se fabrican los equipos, piezas, acabados y materias primas y en el cual típicamente participan proveedores *Tier 3, Tier 2* y *Tier 1*[69].

Luego, en el eslabón de producción y ensamblaje de componentes ocurre la fabricación de sistemas, subsistemas o componentes como los motores, sistemas de dirección o transmisión, o carrocerías, y corresponden más específicamente a proveedores *Tier 1* de mayor complejidad y calidad. En algunos países se ubica un eslabón de fabricación de unidades *Completely Knock Down* (CKD), que son kits de piezas y componentes completamente desmontados y que pueden ensamblarse en la planta de destino.

69 *La denominación de Tiers es común en la industria automotriz para referirse a los niveles de proveedores de acuerdo con su nivel de complejidad y su relación entre fabricante y proveedor. Así, los proveedores Tier 1 suministran componentes directamente a los OEM y cuentan con estándares certificados de calidad alineados con las necesidades de las marcas que gobiernan el sector, mientras que los Tier 3 suministran piezas de menor complejidad o de materias primas.*

Paso seguido, se encuentra el eslabón de fabricación y ensamblaje de vehículos en el que participan los *Original Equipment Manufacturers* (OEM), que corresponden a empresas con plantas de ensamblaje de propiedad de las marcas que gobiernan la cadena, y del que resultan automóviles, de transporte de pasajeros, de carga y motocicletas, entre otros.

En los años 90 el sector automotor tenía una integración vertical relativamente fuerte, con ensamblaje de marcas europeas y estadounidenses para venta doméstica y para la exportación por cuotas a la región. No obstante, como se mencionó arriba, en los últimos 20 años se ha observado una contracción y relocalización de las actividades de los eslabones aguas abajo, lo cual ha llevado a que plantas de ensamblaje de vehículos livianos (OEM como GM Colmotores y Mazda CCA) hayan movilizado sus operaciones a otros países.

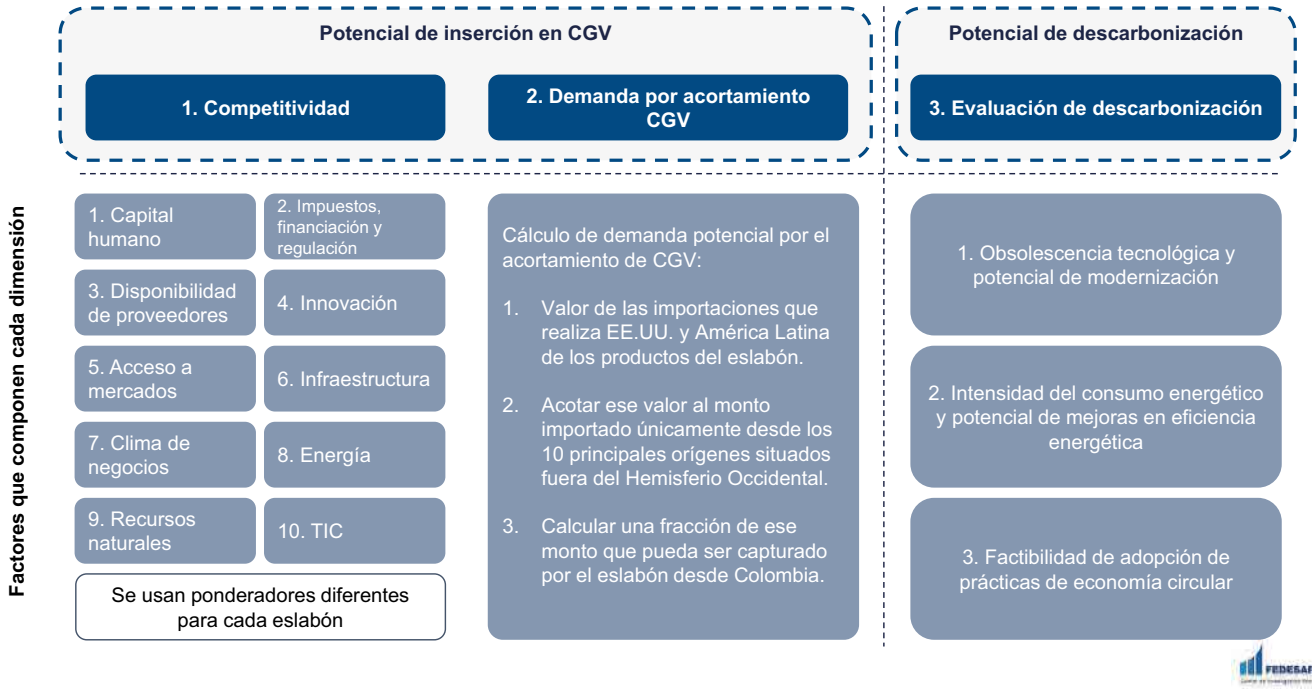
3. Identificación de eslabones de alto potencial

3.1 Metodología

Como se explica en la sección de abordaje, el siguiente paso consiste en la identificación de eslabones de alto potencial en términos de integración y descarbonización. Este análisis nos permite focalizar el trabajo de campo ("bottom-up") necesario para identificar tanto oportunidades específicas como obstáculos que inhiben la integración sustentable.

La Figura 10 presenta el detalle de las variables contempladas para la medición de cada una de estas dimensiones y subdimensiones.

Figura 10:
Dimensiones para evaluar el potencial de los eslabones en las cadenas de valor estudiadas



Fuente: Elaboración propia.

La dimensión de competitividad se estima mediante una matriz de calificaciones para diez factores de competitividad sectorial, que se calculan para cada eslabón de la cadena. Cinco de estos factores – capital humano; impuestos, financiación y regulación; disponibilidad de proveedores; innovación; y acceso a mercados – corresponden a ámbitos que son sumamente específicos a cada es-

Figura 11:
Factores de la matriz de competitividad y subfactores que se evalúan en cada uno

Factor	1. CAPITAL HUMANO	2. IMPUESTOS, FINANCIAMIENTO Y MARCO REGULATORIO	3. DISPONIBILIDAD DE PROVEEDORES	4. INNOVACIÓN	5. ACCESO A MERCADOS	6. INFRAESTRUCTURA	7. CLIMA DE NEGOCIOS	8. ENERGÍA	9. RECURSOS NATURALES	10. TIC
Elementos evaluados dentro del Factor	•Costos laborales y salarios •Disponibilidad de personal calificado y competente	•Carga impositiva e incentivos fiscales (exenciones) •Disponibilidad, calidad y costo del financiamiento (acceso al crédito) •Marco regulatorio específico para un eslabón	•Disponibilidad y costo de proveedores locales e importados •Eficiencia de proveedores locales	•Recursos y resultados en tecnología e innovación	•Acceso a EEUU y ALC •Acceso a mercados	•Infraestructura de transporte (WEF) •Infraestructura - Logistic Performance Index	•Dinamismo de los negocios (WEF) •Estabilidad macroeconómica (WEF)	•Infraestructura de servicios (WEF)	•índice de Capital Natural (Global Sustainable Competitiveness Index)	•Adopción de TIC (WEF)

Fuente: Elaboración propia

labón y, por lo tanto, les corresponde una calificación propia en cada uno. Los cinco factores restantes – infraestructura; clima de negocios; energía; recursos naturales; y TIC – reflejan un entorno nacional que no necesariamente es específico a estos sectores, sino que afecta a toda la economía de manera similar. Por lo tanto, sus calificaciones tienden a ser iguales o muy similares entre eslabones.

La Figura 11 presenta el detalle de las variables consideradas para la evaluación de estos 10 factores. La estimación de estos factores se construyó combinando información comparativa internacional disponible, reportes nacionales e internacionales y las entrevistas realizadas por el equipo consultor a actores claves de los sectores y entidades privadas y públicas del orden nacional. Para estandarizar, todos los indicadores se reportan en una escala entre 1 y 5, donde el 5 representa el máximo nivel de competitividad.

En aquellos factores en los que la información comparativa nacional o internacional estaba disponible, las calificaciones corresponden a evaluaciones cuantitativas que miden el desempeño del eslabón en el país frente a países competidores a nivel global, de manera que, por ejemplo, una calificación de 3 refleja que el país se encuentra en la media de competitividad global en ese factor, una de 5 que es líder en competitividad global y una de 1 refleja que el país presenta niveles de competitividad entre los más rezagados a nivel global.

En los casos en los que la medición cuantitativa de un factor o subfactor no pudo ser realizada por ausencia de bases de datos para el eslabón o para el país, el equipo consultor del proyecto otorgó puntajes usando una evaluación cualitativa basada en entrevistas a actores, reportes nacionales y el criterio de experto, tratando de estandarizar criterios de la forma más consistente posible para que sean comparables con las valoraciones cuantitativas.

Una vez estimada la calificación de los factores de competitividad, estas se combinaron con una matriz de ponderadores que refleja la relevancia relativa de cada factor para cada eslabón. Dichos ponderadores surgen también de entrevistas con expertos. Esto permite estimar competitividad para cada eslabón a través de promedios ponderados (que fluctúan también entre 1 y 5) y asignan mayor peso a los factores más importantes para la competitividad de cada eslabón. En el anexo se presenta el cálculo detallado de cada factor de competitividad y de la competitividad de cada eslabón[70].

70 *Ver Anexo secciones "Análisis de competitividad" y "Matriz de competitividad de cada sector".*

Dado que este abordaje está expuesto a cierto grado de subjetividad, a lo largo del estudio se realizaron diferentes ejercicios de "coherencia interna"[71] y análisis de sensibilidad[72] para asegurar la mayor robustez posible en las conclusiones.

Si bien este abordaje sobre la competitividad es altamente intensivo en tiempo y esfuerzo y está expuesto a un grado no menor de subjetividad, posiblemente es más adecuado y preciso que abordajes alternativos como el de Ventaja Comparativa Revelada (VCR) [73]. En particular, el uso de VCR puede llevar a importantes errores tanto de *inclusión* (o bien de sobreestimación de la competitividad "verdadera") o de *exclusión* (o subestimación de la competitividad). Más allá de múltiples fuentes de inconsistencias en su cálculo (por ejemplo, dada su alta sensibilidad al nivel de agregación utilizado o al período de tiempo específico en el que se mide), existen importantes fuentes de distorsión en términos conceptuales. Esto debido a que, por ejemplo, el cálculo de VCR puede estar fuertemente afectado por la presencia de subsidios, aranceles, regulaciones o barreras no arancelarias que no necesariamente están asociadas a la competitividad de un país. Asimismo, el uso de VCR no permite identificar productos o eslabones con potencial competitivo que aún no se exporten[74], aún cuando estos ya se produzcan en el país. Esto también aplica para actividades que se encuentran típicamente integradas aguas abajo y, por lo tanto, no reflejan volúmenes significativos de exportaciones.

No obstante, a manera de ejercicio de verificación, al comparar los puntajes de competitividad resultantes de la evaluación de este estudio con la VCR de cada eslabón evaluado se observa una correlación positiva (ver Gráfico 12 abajo), con algunas excepciones. Un análisis individual de dichas excepciones encuentra que las estimaciones que surgen del cálculo de VCR están expuestas a alguna de las distorsiones mencionadas arriba. Por ejemplo, en el caso del eslabón de cosecha dentro del sector de pesca el cálculo de VCR asigna una competitividad revelada de 0, mientras que nuestro cálculo lo considera un eslabón competitivo. Esto obedece a que este eslabón tiene únicamente exportaciones incipientes producto de las inversiones recientes en piscicultura y, por lo tanto, su indicador de VCR con datos de 2022 (cercano a cero) no refleja la capacidad productiva y exportadora actual. En el otro lado del espectro, para dar otro ejemplo, se encuentra el eslabón de producción de química especializada, el cual tiene una VCR muy alta (1,3) resultado de las exportaciones de químicos derivados del petróleo. No obstante, nuestra calificación para dicho eslabón es sólo de un nivel de competitividad igual a la media global (3 entre 5) pues la capacidad instalada del país para atender mayores niveles de demanda de sustancias químicas precursoras de los plásticos enfrenta restricciones importantes. En ese sentido, la VCR del eslabón puede no ser un reflejo adecuado de la oportunidad que subyace en este eslabón, y en cambio puede estar reflejando la fortaleza exportadora derivada de la dotación natural de hidrocarburos en Colombia.

Por su parte, el potencial de demanda por acortamiento de CGV se calcula primero identificando el tamaño de mercado relevante en términos del monto de importaciones de Estados Unidos y ALC vinculadas a productos del eslabón[75], y luego se procede a acotar ese valor únicamente al monto im-

---

71 *Se cruzó información entre diferentes bloques de contenido del estudio para detectar y revisar posibles inconsistencias, específicamente entre: a) las evaluaciones de competitividad y potencial de comercio y los niveles de exportación observados de cada eslabón, b) el potencial de cada eslabón y la cantidad y horizonte temporal de las oportunidades identificadas en cada cadena, y c) las evaluaciones de competitividad y la cantidad y complejidad de los obstáculos relevados en cada sector.*

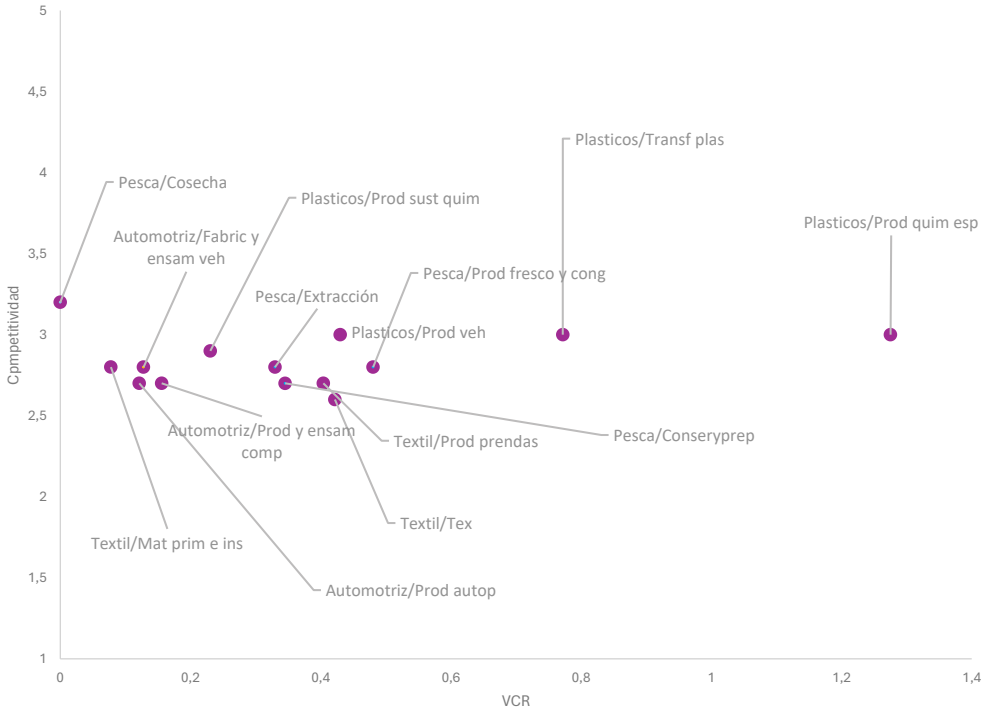
72 *Con el fin de testear la sensibilidad de los resultados finales del ejercicio ante diferentes supuestos y maneras de medir los ponderadores, se realizó un ejercicio para verificar que la identificación final de eslabones con potencial de integración fuera robusta a tres métodos de ponderación. Ver Anexo sección "Prueba de robustez para identificación de eslabones con potencial".*

73 *El índice Ventaja Comparativa Revelada (VCR), permite conocer la especialización exportadora de un país. Fue propuesto por Balassa (1965) y se define como el cociente entre la participación de un producto en las exportaciones de un país y la participación de ese mismo producto en las exportaciones mundiales.*

74 *Dado que si no se registran exportaciones el nivel de VCR es 0, o sea el mínimo valor posible.*

75 *Queda fuera del alcance del presente informe analizar los flujos de comercio hacia mercados extrarregionales como por ejemplo la Unión Europea.*

Gráfico 12:
Comparación de evaluación de competitividad por eslabones y su VCR en 2022



Fuente: Cálculos propios basados en Trademap.

portado desde los 10 principales orígenes situados por fuera del Hemisferio Occidental. Por último se calcula una fracción de ese monto que pueda ser capturado por el eslabón desde Colombia (detalle en el anexo).

Por último, la dimensión de potencial de descarbonización se mide con base en la valoración cualitativa de empresarios entrevistados y la valoración de expertos técnicos especializados en descarbonización consultados. Estas reflejan el potencial de descarbonización de cada eslabón de acuerdo con tres elementos: i) el grado de obsolescencia tecnológica del eslabón y el potencial de modernización industrial o de procesos productivos que este tenga[76]; ii) la intensidad del consumo energético y el potencial de adopción de técnicas que resulten en una mayor eficiencia energética; y iii) la factibilidad de adopción de prácticas de reutilización de materiales y de economía circular[77].

Finalmente, para poder consolidar la información de forma consistente, todos los indicadores construidos se estandarizan en una escala de 1 a 5, donde 1 representa un nivel de potencial muy bajo de ese eslabón en esa variable en particular y 5 un nivel de potencial muy alto (en línea con las estimaciones de competitividad). Posteriormente, los indicadores se consolidan para construir índices agregados correspondientes a la medición de cada dimensión y subdimensión y facilitar la lectura de los resultados.

76 *Esto debido a que, típicamente, maquinaria y equipos más viejos están asociados a menores niveles de eficiencia energética*
77 *Estos elementos fueron definidos en conjunto con expertos del Sector de Cambio Climático y Sostenibilidad del BID.*

Esta visión dual sobre el potencial de los eslabones permite enriquecer significativamente una mirada "unidimensional" que únicamente contemple el potencial de inserción en CGV. Particularmente, incorporar los efectos de emisiones de CO2 permite:

- Reforzar el rol para promover el desarrollo sostenible de eslabones que cuentan con un potencial dual para lograr tanto mayor impulso de exportaciones e inversión como reducción de emisiones.

- Incluir eslabones que posiblemente no habrían sido explorados en profundidad en una visión única de potencial de inserción en CGV, pero que están "suficientemente cerca" de ser competitivos y poseen alto potencial de descarbonización.

- Pensar en la necesidad de estrategias de mitigación para impulsar la sostenibilidad de algunos eslabones que, si bien cuentan con altos niveles de potencial de inserción en CGV, cuentan con bajos niveles de potencial de descarbonización y elevados niveles de huella de carbono.

3.2. Resultados

Si consideramos solamente el potencial de integración, en el caso de Colombia, los resultados de la figura 12 muestran que, los eslabones con mayor potencial son: "Cosecha", dentro de la cadena de pesca; "Diseño e I+D", "Textiles" y "Producción de prendas de vestir" en la cadena de textiles y confecciones; "Transformación de plástico y caucho", "Producción de química especializada" y "Producción de artículos" en la cadena de plástico y caucho; y por último "Producción y ensamblaje de componentes" y "Fabricación y ensamblaje de vehículos" dentro de la cadena automotriz. En el caso de las cadenas de pesca y textiles, dichos eslabones destacan, principalmente, gracias a las ventajas comparativas que presentan en factores de competitividad como innovación y financiamiento. En el caso de la cadena de plásticos, priman por sobre el resto los factores de capital humano y disponibilidad de proveedores (Ver Anexo para más detalle).

Como explicamos anteriormente, esta perspectiva de integración productiva es complementada con una mirada de reducción de emisiones, que considera tanto la factibilidad económica como la factibilidad técnica[78]. El gráfico 13 muestra el potencial de cada eslabón analizado considerando la visión dual que incluye tanto potencial de integración como potencial de descarbonización[79].

De la intersección de estas dimensiones, surgen diferentes conjuntos de eslabones, con distintas implicaciones de política. En primer lugar, tenemos en la parte superior a la derecha un conjunto de eslabones con el potencial dual de incrementar las exportaciones por iniciativas de acortamiento de cadenas y de reducir las emisiones de CO2 a través de dichas iniciativas (área azul del gráfico). En esta categoría caen eslabones como la "Transformación de plástico y caucho", la "Producción de prendas de vestir", "Tejidos y textiles", o la "Pesca por cosecha".

Este conjunto de eslabones de alto potencial es extendido para incorporar eslabones que, a pesar de contar con algo de menor potencial de integración, tienen una alta capacidad de descarbonización (área verde del gráfico). En el caso particular de Colombia, estos eslabones son los de "Producción de frescos y congelados" de pesca, "Distribución y almacenamiento de prendas de vestir" de la

78 *La medición del potencial de descarbonización por eslabón se hizo mediante la combinación de valoraciones cualitativas de los empresarios entrevistados en el trabajo de campo con valoraciones de criterio de experto, por lo que los resultados aquí presentados no pretenden ser una medición precisa de la reducción potencial de la huella de carbono de cada eslabón, sino que se plantea como una primera aproximación a la identificación de distintos niveles posibles de descarbonización que deben examinarse con mayor detalle posteriormente.*

79 *Para un análisis detallado acerca de cómo se calcula cada dimensión dirigirse al Anexo.*

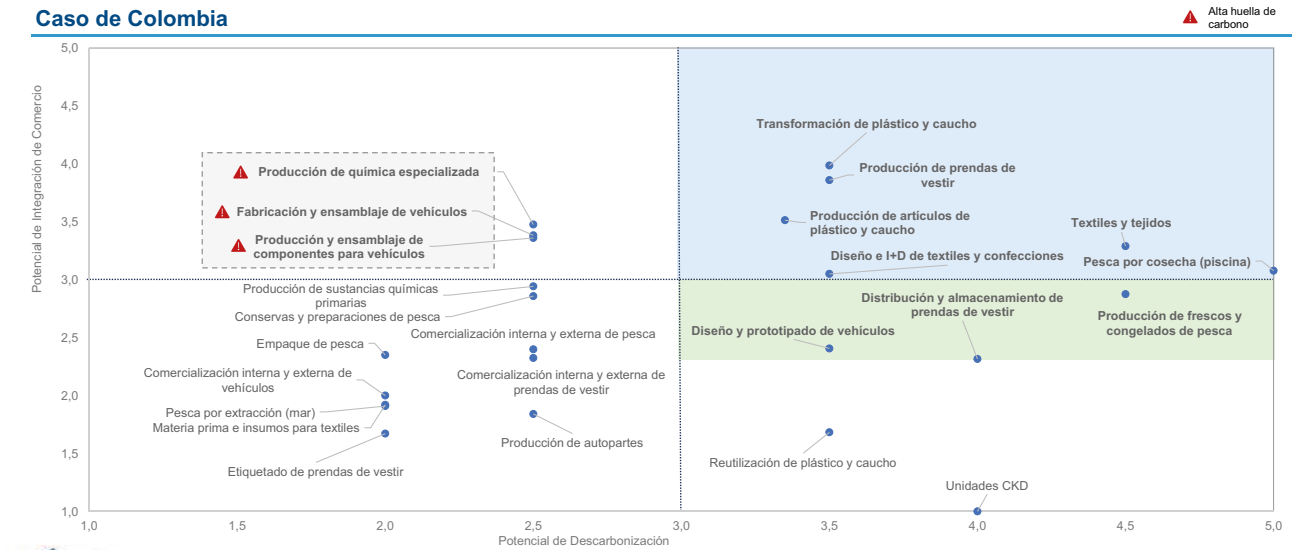
Figura 12:
Identificación de eslabones de acuerdo con su potencial de inserción en CGV para Colombia

Colombia	Competitividad (1 a 5)	Demanda (1 a 5)	Potencial de Integración en CRV (1 a 5)
Pesca			
Extracción (mar)	2,8	1,0	1,9
Cosecha (piscina)	3,2	3,0	3,1
Producción de frescos y congelados	2,8	3,0	2,9
Conservas y preparaciones	2,7	3,0	2,9
Empaque	2,3	2,3	2,3
Comercialización interna y externa	2,4	2,4	2,4
Textiles y confecciones			
Diseño e I+D	3,1	3,0	3,0
Materia prima e insumos	2,8	1,0	1,9
Textiles	2,6	4,0	3,3
Producción de prendas de vestir	2,7	5,0	3,9
Etiquetado y consolidado	2,3	1,0	1,7
Distribución y almacenamiento	2,6	2,0	2,3
Comercialización interna y externa	2,6	2,0	2,3
Plástico y caucho			
Producción de sustancias químicas primarias	2,9	3,0	2,9
Producción de química especializada	3,0	4,0	3,5
Transformación de plástico y caucho	3,0	5,0	4,0
Producción de artículos	3,0	4,0	3,5
Reutilización de plástico y caucho	2,4	1,0	1,7
Automotor			
Diseño y prototipado	2,8	2,0	2,4
Producción de autopartes	2,7	1,0	1,8
Producción y ensamblaje de componentes	2,7	4,0	3,4
Unidades CKD		1,0	1,0
Fabricación y ensamblaje de vehículos	2,8	4,0	3,4
Comercialización interna y externa		2,0	2,0

	Alto Potencial
	Potencial en la media global
	Potencial emergente
	Sin potencial

Nota 1: Los eslabones que no cuentan con calificaciones en los resultados de Competitividad obedece a la falta de producción nacional del mismo.
Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

Gráfico 13:
Potencial de integración y de descarbonización en Colombia



Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

cadena de textiles y confecciones y "Diseño y prototipado" de vehículos. En estos dos bloques se enfoca principalmente el trabajo de campo y es donde se concentra la gran mayoría de oportunidades.

En el cuadrante inferior izquierdo se encuentran eslabones con bajo potencial tanto de integración como de descarbonización. Dichos eslabones requieren estrategias para limitar la exposición a los mismos[80] o bien abordar factores estructurales (fuera del horizonte temporal considerado en el estudio) que permitan generar un cambio significativo en su potencial en términos de integración sustentable.

Por último, es importante considerar un grupo que, si bien tiene alto potencial de integración, no posee un potencial alto de descarbonización, pero si altos niveles iniciales de huella de carbono (señalados en el recuadro gris del Gráfico 13). Estos eslabones son "Producción de química especializada" en la cadena de plástico, junto con "Fabricación y ensamblaje de vehículos" y "Producción de componentes" en la cadena automotriz. El impulso de estos eslabones debe abordarse con una adecuada estrategia de mitigación, de forma tal de contener el potencial impacto que puedan tener sobre la huella de carbono.

80 *Considerando únicamente la perspectiva de este estudio.*

4. Identificación de oportunidades

En esta sección, se busca identificar y caracterizar oportunidades de integración y descarbonización asociadas a los eslabones que se priorizaron en la sección anterior. Dicho ejercicio requiere un abordaje a nivel más "micro" que excede la disponibilidad de "datos duros" y, por ende, requiere ser estudiado a través de recopilación de información cuanti-cualitativa surgida de un trabajo de campo con expertos y actores clave que representan a estos sectores. El detalle de la metodología seguida se explica en cada subsección a continuación.

4.1 Identificación de oportunidades de integración

Metodología

En esta sección se identifican aquellos productos[81] exportados por Colombia que poseen un alto potencial para lograr una mayor integración del país en las CGV. Como se verá más adelante, varios de estos bienes forman parte de los cuatro sectores en los que el presente estudio hace hincapié.

Las oportunidades de integración se refieren a productos específicos con alto potencial para impulsar las exportaciones y la atracción de inversiones y que están asociados a un proceso de inserción en una CGV. La identificación de dichas oportunidades surge a partir del análisis de campo (o "*bottom up*") realizado a través de 44 entrevistas[82] a empresas, gremios y entidades gubernamentales. Para que una oportunidad de integración fuese considerada como tal debía cumplir las siguientes condiciones:

- Se trata de un producto o servicio que es parte de una CGV donde el destino final es América del Norte o algún país de ALC.
- Representa un acortamiento de la CGV, ya sea por reducir la distancia física, el *time-to-market* o la diferencia horaria (vía sustitución de proveedores existentes ubicados fuera de la región o por la búsqueda de nuevos proveedores o sitios de producción para expandir operaciones en la región).
- Colombia tiene o puede desarrollar una propuesta de valor bien identificada para capturar la oportunidad a escala durante los próximos cinco años.
- La oportunidad tiene el potencial de diversificar e incrementar la sofisticación de la participación colombiana en CGV.

Si bien está implícito en la definición, es importante destacar que no necesariamente cualquier oportunidad de integración viene de la mano de una oportunidad de descarbonización (y vice-versa). En los casos en donde las oportunidades de inserción en CGV vienen de la mano de oportunidades de descarbonización, nos referimos a estas como *oportunidades duales* para impulsar el comercio sostenible en la región.

81 *Aquí se tienen en cuenta únicamente las exportaciones de bienes, dejando fuera del análisis los servicios exportados por Colombia.*
82 *Ver Anexo para más detalle sobre los actores entrevistados.*

Una vez identificadas las oportunidades a través del trabajo de campo, se procede a clasificarlas en función de su horizonte temporal. La evaluación del horizonte temporal correspondiente a cada oportunidad resulta de información provista por los empresarios entrevistados vinculada a la factibilidad económica y técnica de impulsar las oportunidades, complementada con la evaluación de expertos sectoriales.

La clasificación final de horizontes temporales relevantes para las oportunidades de inserción en CGV es la siguiente:

- **Corto plazo**: se trata de oportunidades que

(i) parten de bienes o servicios ya producidos y exportados a Estados Unidos y/o a países de ALC, en donde ya se cuenta con las capacidades requeridas, pero incrementar las exportaciones podría demandar intervenciones específicas (por ejemplo: mejora de procesos de aduana, expansión de la oferta de talento humano).

(ii) parten de bienes o servicios que no se exportan a escala a los mercados objetivo (quizás si lo hacen a otros mercados), pero se producen (aunque sea en escala pequeña) o se está muy cerca de producirlos, y donde ya se cuenta con la mayoría de las capacidades, pero hacen falta esfuerzos y/o inversiones para expandir capacidad y desarrollar acceso a nuevos mercados (por ejemplo: rediseño de regulaciones).

- **Medio plazo**: se trata de oportunidades que

(i) parten de bienes o servicios que no se producen (al menos en cantidades significativas) ni se exportan, pero son "adyacentes" o bastante cercanos al portafolio de producción actual, en términos del trabajo de Hausmann, Hidalgo et al (2011).

(ii) requieren inversiones significativas (por ejemplo: infraestructura) y desarrollo de nuevas capacidades.

Por último, además de clasificar según horizonte temporal, se evalúa el nivel de complejidad económica asociado a cada producto (en términos del trabajo de Hausmann, Hidalgo et al (2011); es decir, vinculada al nivel de sofisticación y capacidades necesarias para producir esos bienes), de forma tal de tener una perspectiva de la contribución al valor agregado y la diversificación de las exportaciones de cada oportunidad.

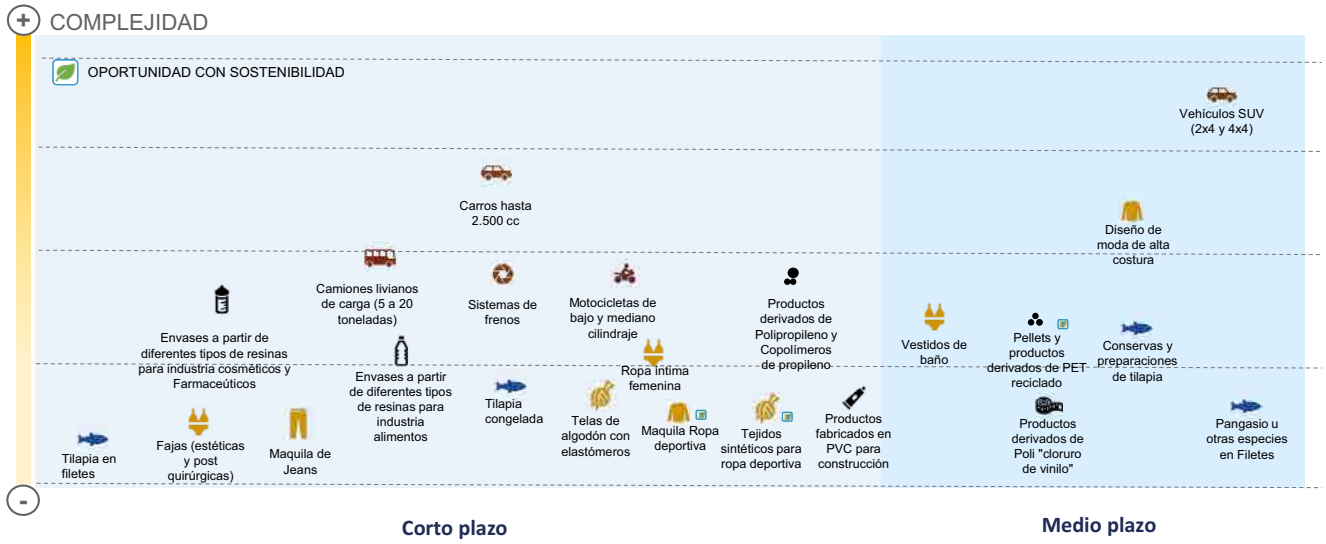
Resultados

Se identificaron un total de 23 oportunidades de integración a lo largo de las cuatro cadenas analizadas. El Gráfico 14 muestra las oportunidades identificadas para Colombia de acuerdo con su nivel de complejidad económica y horizonte de tiempo necesario para que estas se materialicen.

Antes de analizar en detalle el conjunto de oportunidades identificadas para cada horizonte temporal y en cada cadena, es importante destacar que 4 de las oportunidades identificadas corresponden a oportunidades duales[83]. Es decir, que estas oportunidades de integración traen consigo una reducción de la huella de carbono de las cadenas analizadas. Estas oportunidades son: tilapia congelada, maquila de ropa deportiva, fabricación de tejidos sintéticos para ropa deportiva y producción de pellets y productos derivados de PET reciclado.

83 *Señalizadas con una hoja verde al lado.*

Gráfico 14:
Rango de productos identificados como oportunidades de inserción en CGV en Colombia



Fuente: Elaboración propia con base en la metodología anteriormente descrita

Entre las oportunidades de integración con menor tiempo de resolución, se encontraron principalmente productos con bajo nivel de complejidad concentrados en los sectores de pesca, textiles y confecciones, y plástico y caucho.

En el sector de pesca se identificó una oportunidad en tilapia en filete, cuyas exportaciones a Estados Unidos han tenido un crecimiento anual de 4,6% en los últimos cinco años, y se tiene todavía un amplio margen para consolidar el crecimiento dado que actualmente se cuenta con una red de distribuidores internacionales, pero solo se exporta a cuatro estados de dicho país (ver Box 1 para mayor detalle sobre el caso de la tilapia). A su vez, se destaca la tilapia congelada, que posee mayor complejidad que la tilapia en filete ya que, si bien tiene un potencial de demanda similar o incluso mayor a la tilapia fresca, requiere la incorporación de tecnologías de ultracongelación. Esta tecnología permitiría reemplazar el transporte vía aérea por transporte marítimo, con una reducción asociada de las emisiones de CO_2 por la logística de sus exportaciones.

Para el sector de textiles y confecciones se identificaron seis productos en dicho horizonte temporal. En primer lugar, se hallan las fajas y maquila de jeans. Si bien estos dos productos tienen un nivel de complejidad bajo, su buen posicionamiento en el mercado hace que tengan mayor oportunidad para aumentar sus exportaciones frente a las demás identificadas en este sector. Actualmente Colombia es uno de los líderes mundiales en producción de fajas y cuenta con acceso a más de 50 mercados, sin embargo, no exporta en grandes volúmenes. Por lo tanto, la oportunidad radica en profundizar su presencia en los mercados actuales, expandirse hacia nuevas economías y posicionar la marca país como un distintivo de calidad y diseño. En el caso de jeans, el mercado de Estados Unidos está demandando una mayor cantidad de productos de la región para reducir su dependencia de proveedores asiáticos. Esto se convierte en una oportunidad para las empresas de Colombia que cuentan con factores diferenciadores en diseño, tratamiento de telas y respuesta rápida. Los otros

Box 1:
El caso de los filetes de tilapia

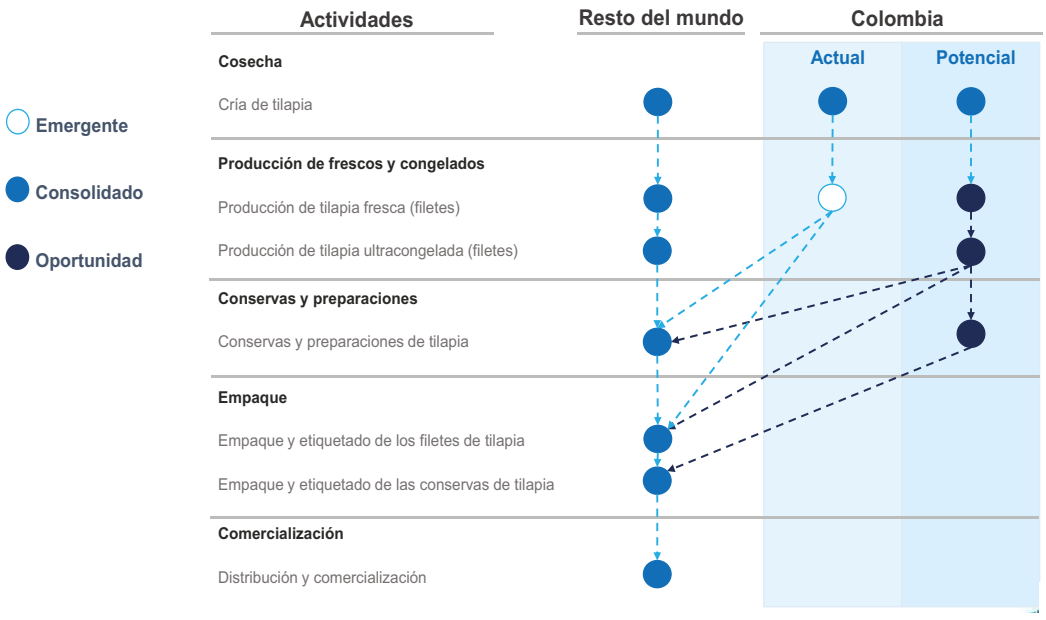
La tilapia fue declarada especie domesticada en 2015 y, desde ese año, inició el crecimiento acelerado de Piscícola New York, empresa líder del sector, impulsado por la obtención de las certificaciones internacionales para su comercialización.

La empresa aprovecha las condiciones especiales de temperatura y espejo de agua del embalse de Betania, en el Departamento del Huila, operando todas las actividades de la cadena de valor: cultivo, engorde, procesamiento, comercialización y distribución en el mercado nacional e internacional. En la actualidad, Piscícola New York articula la mayor concentración de empresas del clúster y procesa la producción de un grupo de productores más pequeños.

Durante los últimos 10 años, el consumo interno de este producto se multiplicó por cuatro y el consumo en el mercado internacional creció, en buena medida, por ser sustituto del pargo rojo, cuya población se encuentra sobreexplotada. Mientras las exportaciones de China a Estados Unidos pasaron de representar el 47% en 2018 al 17% en 2020, la participación de Colombia en este mercado fue del 10% en 2018 (51,7 millones de dólares) hasta alcanzar el 20%, en el año 2021 (70 millones de dólares). Del total exportado en aquel año, las exportaciones de Piscícola New York alcanzaron los 27,7 millones de dólares.
Las importaciones de tilapia realizadas por Estados Unidos llegaron a 337 millones de dólares en 2021.

La empresa tiene como objetivo duplicar, entre 2022 y 2024, sus exportaciones de tilapia congelada al mercado estadounidense. Para ello, planean invertir 80 millones de dólares para, entre otras cosas, ampliar y consolidar la infraestructura y la capacidad operacional de la firma, implementar buenas prácticas acuícolas (BPA) y construir una planta de ultracongelación que aumente la vida útil del producto sin afectar sus condiciones, de manera que sea viable su transporte vía marítima a grandes distancias.

Ilustración de potencial transformación de las cadenas



Fuente: Elaboración propia con base en revisión de información sectorial y trabajo de campo.

cuatro productos son: telas de algodón con elastómeros, maquila de ropa deportiva, ropa íntima femenina, y tejidos sintéticos para ropa deportiva. Estos productos están fuertemente vinculados a oportunidades de diversificación respecto a productos más consolidados de la industria. En el caso de telas de algodón con elastómero, su crecimiento está ligado al mayor volumen de producción de fajas y ropa íntima femenina. Asimismo, en tejidos sintéticos para ropa deportiva el crecimiento requiere del aumento en la maquila de este bien, el cual, a su vez, depende de la capacidad del sector para superar las barreras de mano de obra para responder a la demanda internacional.

En el sector plásticos y caucho se encontraron oportunidades en los envases a partir de diferentes tipos de resinas tanto para la industria de cosméticos y farmacéuticos como para la industria de alimentos. Dichas oportunidades podrían materializarse rápidamente debido a que las empresas actualmente cuentan con las capacidades para aumentar la producción. Asimismo, se encuentran los productos fabricados en PVC para construcción, los cuales tienen un nivel bajo de complejidad mientras que, por otro lado, se encuentran los productos derivados de polipropileno y copolímeros de propileno cuya complejidad es de un nivel medio. En ambos casos, se requiere que las empresas realicen inversiones en tecnología para expandir su acceso a los mercados internacionales.

Finalmente, en el sector automotor se identificaron cuatro productos con oportunidades, de las cuales tres (camiones livianos, sistemas de freno y motocicletas) tienen un nivel de complejidad similar. De estos productos los camiones livianos tienen el potencial para materializarse más rápido, seguidos de los sistemas de frenos, mientras que las motocicletas requieren de mayor tiempo por la necesidad de que las ensambladoras homologuen con estándares de emisiones requeridos en el mercado internacional. La oportunidad en carros de hasta 2.500cc requiere un horizonte temporal más amplio para materializarse debido al mayor nivel de complejidad en su desarrollo.

En el mediano plazo existen oportunidades de todos los sectores, con diferentes niveles de complejidad. En el caso de pesca, las conservas y preparaciones de tilapia se constituyen como una oportunidad de largo plazo debido a que el sector requiere desarrollar las capacidades e infraestructura para la exportación de los productos. De igual manera, en este horizonte temporal el sector tiene la posibilidad de explotar nuevos productos de baja complejidad como por ejemplo filetes de Panagasio, para los cuales se requiere adelantar trámites legales, con el fin de adquirir los permisos para su explotación comercial.

Por su parte, en el sector de textiles y confecciones, los vestidos de baño son un producto con potencial ya que, aunque pueden comercializarse rápidamente, su crecimiento depende del posicionamiento de marcas propias en el mercado internacional que comercialicen altos volúmenes. Del mismo modo, en el sector de plásticos y caucho existe una oportunidad en productos derivados del policloruro de vinilo, que requieren de altas inversiones en investigación para su desarrollo.

Finalmente, para el sector automotor se identificó al producto vehículos SUV (2x4, 4x4) como un producto con potencial, pero dado su alto nivel de complejidad, necesita mayor tiempo para consolidarse.

4.2 Identificación de oportunidades de descarbonización

Metodología

Como mencionamos anteriormente, las oportunidades de descarbonización refieren a acciones específicas que se pueden implementar a lo largo del proceso de producción (como, por ejemplo, la

incorporación de materias primas recicladas) y comercialización (por ejemplo, la electrificación del medio de transporte) de los bienes analizados para reducir su huella de carbono. La identificación de estas proviene tanto del trabajo de campo realizado a través de entrevistas como entrevistas con expertos y revisión de literatura académica especializada[84].

Si bien no toda oportunidad de descarbonización debe estar necesariamente asociada a una oportunidad de integración, se excluyen del análisis oportunidades de descarbonización vinculadas a actividades de producción o comercialización que no se desarrollan localmente.

Es importante resaltar que, en el caso de las oportunidades de descarbonización, el horizonte temporal para lograr su concreción es diferente[85] (en particular, más largo) al considerado para las oportunidades de inserción en CGV. Esto obedece a que muchas de las transformaciones requeridas para impulsar las oportunidades de descarbonización (p.ej. vinculadas a cambios culturales, transformaciones de procesos productivos asociadas a grandes inversiones, creación de nuevos productos y mercados, etc.) están asociadas a la resolución de desafíos más estructurales que requieren un mayor plazo para ser abordados[86]. Por este motivo, se consideran los siguientes horizontes temporales para la clasificación:

- **Mediano plazo**: agrupa oportunidades que se están implementando actualmente tanto a nivel global como local o que son aún incipientes dentro de la región.
- **Largo plazo**: poseen potencial demostrado en mercados globales; sin embargo, requieren habilitadores que, en la región, aún requieren de cambios estructurales.
- **Oportunidades prospectivas**: si bien existe potencial técnico, su adopción es inexistente o aún incipiente a nivel global. Asimismo, no existe evidencia concluyente acerca del costo-beneficio de su implementación.

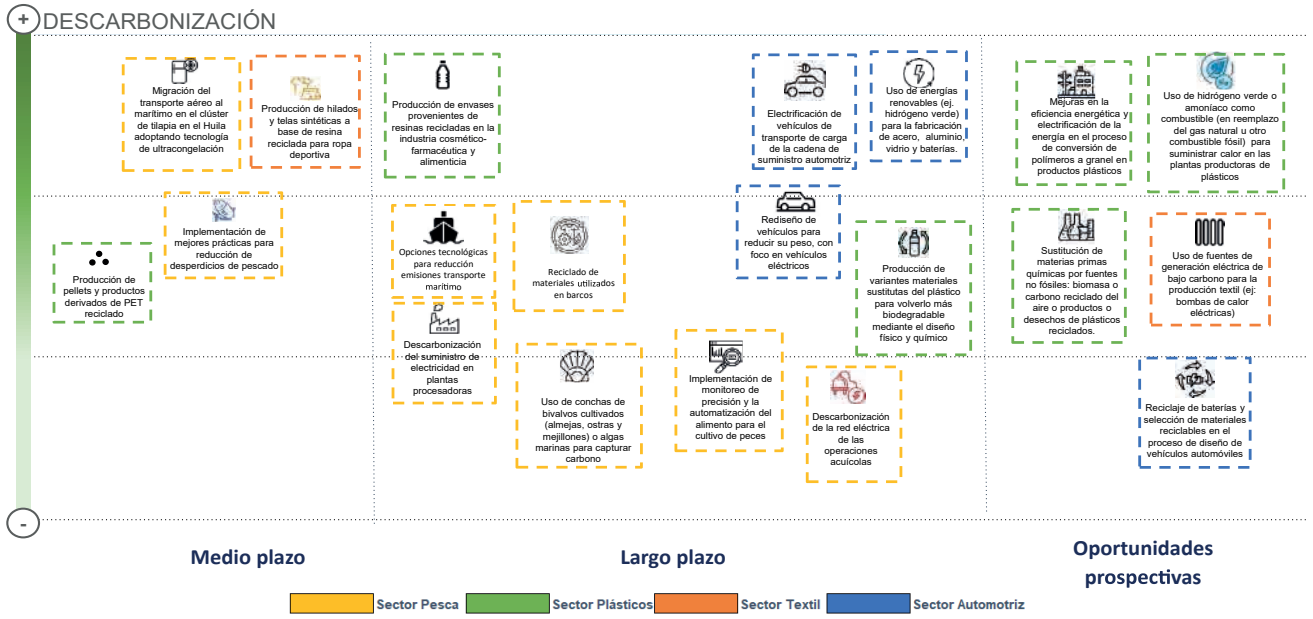
Resultados

En total, se detectaron 20 oportunidades de descarbonización para Colombia. El Gráfico 15 presenta una caracterización de dichas oportunidades, considerando tanto el horizonte temporal como el sector al que pertenecen. Más de la mitad de las oportunidades tienen un horizonte temporal de realización a largo plazo. En términos de sectores, las oportunidades de descarbonización se concentran en los sectores de pesca y plástico y caucho.

Como puede observarse, para el medio plazo, el sector de pesca presenta dos oportunidades de descarbonización. La primera se da a través de la adopción de tecnologías de ultracongelación en el clúster de tilapia, lo que permitiría migrar el método de transporte del aéreo al marítimo, y así reducir emisiones. Es importante resaltar que, además de poseer un elevado potencial de descarbonización, dicho producto había sido detectado a su vez dentro del potencial de integración, por lo que la oportunidad en este caso sería una oportunidad dual (es decir, de integración y descarbonización al mismo tiempo). Se destaca también una oportunidad vinculada a la implementación de mejores prácticas para reducir los desperdicios de pescado[87] y, por consiguiente, las emisiones. Un ejemplo

84 *Consultar el detalle en la sección de Bibliografía y las notas al pie del presente capítulo.*
85 *Así como se llevó a cabo en el caso de integración, las oportunidades de descarbonización fueron clasificadas según el horizonte temporal de factibilidad para su concreción. Similarmente al caso de las oportunidades de integración, la evaluación del horizonte temporal correspondiente a cada oportunidad proviene de información provista por empresarios sobre la factibilidad económica y técnica de implementar las oportunidades, complementada con la evaluación de expertos. Esta evaluación permite también desarrollar una evaluación del potencial de descarbonización asociado a cada oportunidad, información que se presenta junto con el horizonte temporal correspondiente.*
86 *Más detalle sobre esto en la sección de identificación de obstáculos y puntos críticos.*
87 *Se estima que, tanto la captura silvestre como la acuicultura implican un grado de descartes y pérdidas, que en algunas pesquerías se estiman en un 20-25% (Béné et al., 2015).*

Gráfico 15:
Rango de productos identificados como oportunidades de descarbonización en Colombia



Fuente: Elaboración propia en base al trabajo de campo

de esto podría ser el cambio de comportamiento, como reducir la velocidad de los barcos y optimizar la ubicación y los tiempos utilizados para capturar peces, así como seleccionar el tipo correcto de arte de pesca (tipo de línea y red) para el tipo de pez objetivo.

El sector de plásticos y caucho, por su parte, posee una oportunidad en este horizonte temporal, vinculada a la producción de pellets y derivados de PET reciclado [88] (Ver Box 2) Esta oportunidad se encuentra asociada a inversiones que se vienen realizando en plantas de reciclaje con el fin de explotar las características de esta resina reutilizable, convirtiéndolo en un producto que promueve la economía circular (especialmente en una industria con consumo intensivo de energía).

En el sector textil, se ha detectado como oportunidad a medio plazo a la producción de hilados y telas sintéticas a base de resina reciclada (ver Box 3), particularmente para la producción de ropa deportiva [89]. Estos productos también fueron distinguidos con oportunidades de integración comercial, con lo cual también representan una oportunidad dual.

88 *El PET reciclado es el plástico PET que ha sido tratado mediante un proceso de reciclaje. También conocido como rPET, está fabricado en su totalidad con materiales reciclados.*

89 *En el caso particular de la empresa Enka, esta suministra materia prima a empresas como Protela para que fabriquen textiles a base de resina reciclada de PET combinados con algodón y otras fibras para la fabricación de los textiles. Con el PET reciclado se sustituye el poliéster que es altamente contaminante y con una tasa de reciclaje baja.*

Box 2:
Resinas de PET reciclado en Antioquia

ENKA inició operaciones en Antioquia en 1966, con el propósito de elaborar y comercializar resinas y fibras sintéticas, con base en la fabricación de PET virgen con derivados del petróleo. En 2007 definió que la sostenibilidad sería un eje fundamental de su estrategia mediante la implementación de procesos de economía circular, la innovación y la alta ingeniería.

Gracias a la inversión de US$160 millones, la empresa es una de las productoras de resinas de PET reciclado más importantes del mundo, al recolectar seis millones de botellas al día, con capacidad para procesar más de 100.000 toneladas anuales.

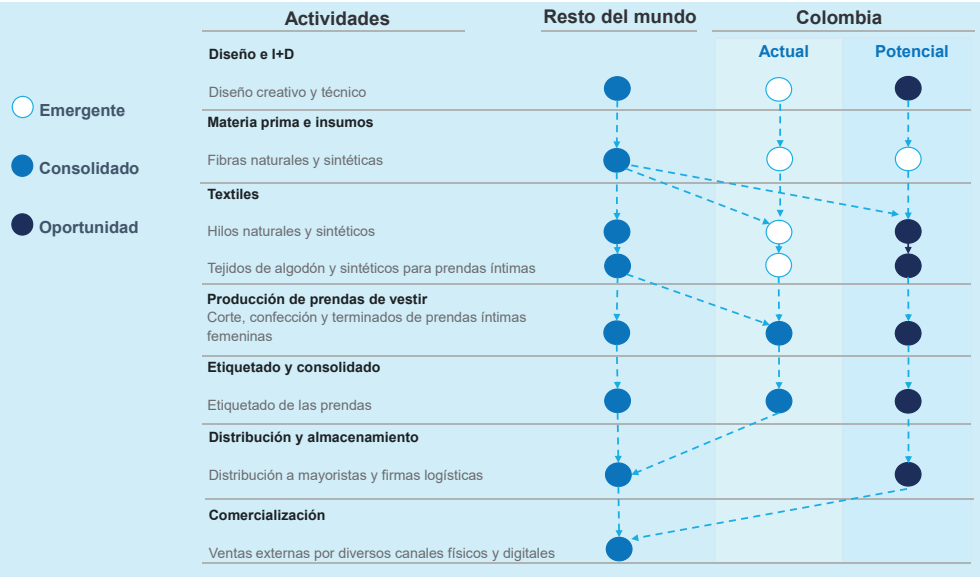
La empresa es el principal fabricante de lona para llantas de nylon 6 en América –la cual se dirige a Goodyear, Bristol y Continental–. Asimismo, es la mayor productora de filamentos y fibras sintéticas en la Región Andina y de los principales jugadores en América Latina. Se espera que al finalizar 2022, la empresa cuente con la elaboración de productos basados en el reciclaje de botellas PET posconsumo, en la planta más grande de PET de Suramérica, la cual representará el 70% de sus productos.

Enka creó su filial Eko Red, dedicada a la recolección de botellas en 900 municipios, que además de fomentar el reciclaje, genera empleo, formaliza unidades productivas y aumenta los ingresos de miles de recicladores, a quienes irriga más de US$45 millones al año. En 2021, el 80% de sus ventas correspondieron a productos desarrollados en los 10 últimos años. Vendió el 60% de su producción total en Colombia y exportó a Estados Unidos, Canadá, México, Brasil, Argentina y Perú.

Oportunidades:

- La empresa espera desarrollar y poner en operación entre 2025- 2026, una nueva planta productora de resinas de PET reciclado en Bogotá o la costa Atlántica, que, dependiendo del lugar y el tamaño, podrá requerir entre US$40 millones y US$50 millones.
- Con esta inversión espera sustituir la importación de fibras de Asía Pacífico con base en productos reciclados y un portafolio diversificado para consolidar sus exportaciones a América Latina y Estados Unidos. Asimismo, espera facilitar a las empresas embotelladoras nacionales, el cumplimiento de los requerimientos normativos que limitan el uso de plásticos de un solo uso, a partir del año 2025.

Box 3:
Potencial transformación de la cadena textil.



Fuente: Elaboración propia con base en revisión de información sectorial y trabajo de campo.

Considerando el horizonte temporal de largo plazo, se identificaron 11 oportunidades en total. En el caso del sector de pesca se han identificado seis oportunidades: la descarbonización del suministro de electricidad en plantas procesadoras de pescado[90]; el uso de sumideros de carbono[91] en acuicultura (a través de almejas, mejillones, ostras o algas marinas); la implementación de monitoreo y automatización para evitar desperdicios en el cultivo acuícola (a través de cámaras, sensores y el uso de inteligencia artificial para optimizar la cantidad y el momento de la liberación del alimento); la descarbonización eléctrica de las operaciones acuícolas (p.ej. a través de energía solar flotante o generadores de energía de las olas)[92] y el reemplazo de combustibles diésel por alternativas con cero emisiones; el uso de opciones tecnológicas para reducir las emisiones del transporte marítimo[93] (por ejemplo, mediante la optimización del diseño del casco, los sistemas de potencia y propulsión, el uso de combustibles y fuentes de energía alternativos y cambios en las operaciones como, por ejemplo, adaptar la velocidad a las condiciones del mar para lograr la máxima eficiencia) y el reciclado de materiales utilizados en barcos (especialmente acero[94] y aluminio).

El sector de plásticos posee dos oportunidades dentro de este horizonte temporal. En primer lugar, se encuentra la producción de envases provenientes de resinas recicladas para la industria cosmético-farmacéutica y la alimenticia[95]. Estos productos también han sido seleccionados anteriormente, gracias a las oportunidades de integración comercial asociadas. Asimismo, otra oportunidad de descarbonización en esta cadena se identifica con la posibilidad de producir variantes sustitutas del plástico con el fin de volverlo más biodegradable. Esto requeriría químicas de polímeros completamente nuevas[96] que permitan, a través del diseño físico o químico, hacer que los plásticos actuales sean más reciclables o capaces de biodegradarse en materiales inofensivos.

Dentro del sector automotriz, se identifican tres oportunidades en el horizonte de largo plazo. En primer lugar, aparece el rediseño de vehículos con el fin de volverlos más livianos[97] así como también la priorización de la fabricación de automóviles eléctricos[98]. En segundo lugar, se encuentra la electrificación de los elementos de transporte de carga de la cadena de suministro automotriz (tanto productos terminados como los componentes intermedios). Por último, se destaca el uso de energías renovables (p.ej. hidrógeno verde) para la fabricación de acero, aluminio, vidrio y baterías.

Finalmente, en el caso de las oportunidades prospectivas, se identificaron 5 oportunidades. En el sector automotriz se identificó una oportunidad: el reciclaje de baterías y la selección de materiales reciclables a lo largo del proceso de diseño de vehículos automóviles. En principio, casi todas

90 *La mayoría de los procesos que se encuentran en una planta típica de procesamiento de pescado son eléctricos o aptos para la electrificación.*
91 *Se conoce como sumidero a todo sistema o proceso que extrae y almacena gases de la atmósfera (p. ej. dióxido de carbono). Los océanos son considerados los principales sumideros de carbono naturales, ya que son capaces de absorber alrededor del 50 % del carbono emitido a la atmósfera. En concreto, el plancton, los corales, los peces, las algas y otras bacterias fotosintéticas son los organismos encargados de esta captura.*
92 *Varios estudios existentes han investigado la integración de la energía renovable con las operaciones acuícolas (Vo et al., 2021; Bujas et al., 2022; Scroggins et al., 2022).*
93 *Responsable de transportar el 80% del comercio mundial.*
94 *El valor de la chatarra de acero es el principal impulsor de las actividades de reciclaje (Sornn-Friese et al., 2021).*
95 *Empresas representativas como Simex y Multidimensionales, dedicadas a la fabricación de envases para la industria cosmética, farmacéutico y alimentos, respectivamente, han implementado estrategias para la autogeneración de energía a partir de paneles solares con los cuales suplir parte de sus necesidades energéticas. Multidimensionales, además, realiza inversiones en investigación para integrar en sus procesos productivos resinas recicladas, sin impactar las condiciones de los envases.*
96 *(Gandini, 2008; Hatti-Kaul et al., 2020)*
97 *Una de las formas más importantes de reducir el uso de energía es reducir la masa del vehículo (Kacar et al., 2018; Czerwinski, 2021; Shaffer, Auffhammer y Samaras, 2021).*
98 *(Crabtree, 2019; Kawamoto et al., 2019; Rietmann, Hügler and Lieven, 2020).*

las partes de un vehículo pueden reciclarse. De esta manera, los fabricantes pueden desempeñar un papel importante en la mejora de la reciclabilidad de los vehículos durante el proceso de diseño, tanto seleccionando materiales que se puedan reciclar fácilmente como estructurando los componentes del vehículo para que se puedan desarmar fácilmente para reutilizarlos como piezas de repuesto o separarlos para su reciclaje individual[99]. Esto se aplica particularmente a los paquetes de baterías[100], pero también a otros componentes estructurales como parabrisas o llantas[101].

En el caso del sector textil, se identificó una oportunidad vinculada al uso de fuentes de generación eléctrica bajas en carbono para la producción (por ejemplo, mediante el uso de bombas de calor). La electricidad suministra gran parte de la energía necesaria para la iluminación, los motores, etc. en las plantas textiles, por lo que la descarbonización de la red es un requisito para la fabricación textil *net zero*[102].

El sector de plásticos posee tres oportunidades asociadas. La primera es la mejora en la eficiencia energética y la electrificación en el proceso de conversión de polímeros a granel en productos plásticos para lograr reducir las emisiones[103]. En segundo lugar, se encuentra el uso de hidrógeno verde o amoníaco como combustible para suministrar calor en plantas productoras de plásticos, en reemplazo del gas natural u otros combustibles fósiles. Por último, aparece como oportunidad relevante la sustitución de materias primas químicas por fuentes no fósiles (como por ejemplo la biomasa[104], el carbono reciclado del aire[105] y los productos o desechos de plásticos reciclados [106]) en el proceso de fabricación de plásticos. Gracias a esto, se permitiría eliminar las emisiones asociadas con la extracción de petróleo o gas natural del ciclo de vida del producto.

99 *(Aguilar Esteva et al., 2021; Baars et al., 2021; He et al., 2021).*
100 *(Harper et al., 2019; Bauer, Burkhardt, et al., 2022)*
101 *(McAuley, 2003; Nakano y Shibahara, 2017; Soo , Compston y Doolan, 2017).*
102 *Los requisitos de calentamiento en la producción de textiles oscilan entre 40 y 160 °C, y el extremo superior del rango se utiliza para teñir. Las bombas de calor eléctricas ya pueden suministrar calor en el rango de 90 a 150 °C, y las soluciones para superar los 150 °C ya están completando con éxito proyectos de demostración (Arpagaus et al., 2018). Por lo tanto, la electrificación completa de la producción textil con electricidad de red descarbonizada ya es una posibilidad técnica.*
103 *(Van Geem, Galvita y Marin, 2019; Negri y Ligthart, 2021).*
104 *Reemplazar las materias primas fósiles con biomasa es una recomendación frecuente de los estudios que exploran la reducción de emisiones de la producción de plástico (Zheng y Suh, 2019; Scott et al., 2020; Saygin y Gielen, 2021).*
105 *En principio, el carbono del dióxido de carbono se puede combinar con el hidrógeno del agua para crear los hidrocarburos necesarios para fabricar cualquier tipo de plástico (Palm, Nilsson y Åhman, 2016; Palm y Svensson Myrin, 2018; Lange, 2021).*
106 *Una tercera fuente potencial de carbono para su uso como materia prima para plásticos es en realidad el reciclaje de residuos plásticos (Carus et al., 2020) o materias primas de desecho (Moretti, Junginger y Shen, 2020).*

Box 4:
Movilidad sostenible - Auteco

Con 80 años de historia y más de 1.000 empleos directos, Auteco es líder en movilidad eléctrica en Colombia y en América Latina en penetración de vehículos eléctricos. Tiene una red de más de 800 distribuidores en toda la región.

Auteco ensambla motocicletas Kawasaki y su propia marca (Victory). A la vez comercializa: i. motocicletas de combustión –siendo en el líder del mercado nacional–, ii. vehículos de movilidad eléctrica, y iii. vehículos de carga y pasajeros Piaggio, primera marca del mundo, y iv. ensamblaje de motocarros eléctricos y de combustión, y vehículos eléctricos.

En alianza con KTM (Austria) la empresa cuenta con una fábrica de clase mundial de motores KTM. También está aliada con TVS (India) para desarrollar, fabricar y distribuir motos eléctricas premium más inteligentes, seguras y conectadas a las necesidades de la región.

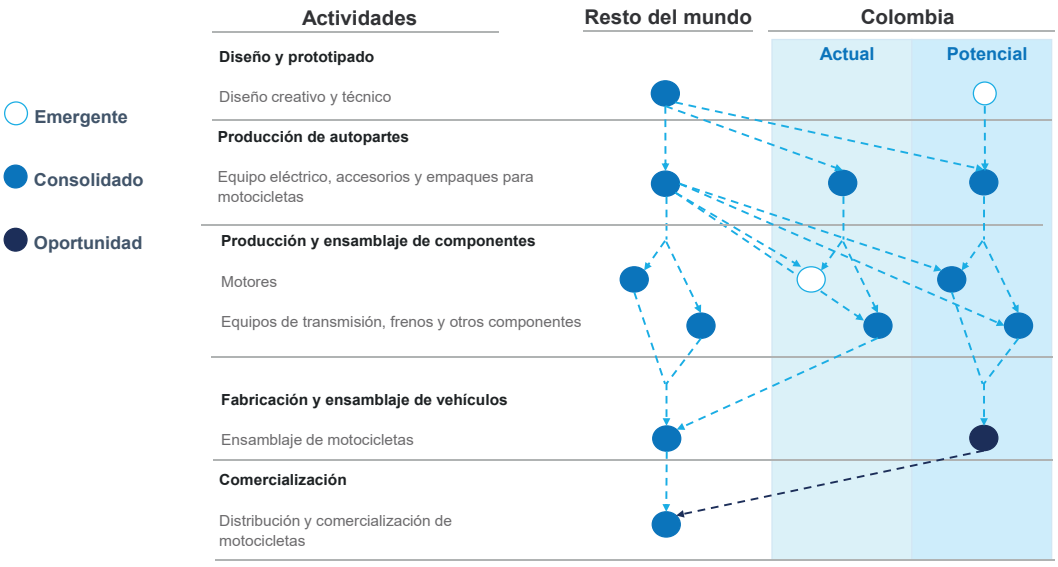
El 35,3% de su portafolio corresponde a vehículos cero emisiones y/o eléctricos, dentro de los cuales están: patinetas eléctricas, bicicletas, ciclomotores, motocarros, cuadriciclos hasta camiones eléctricos.

Oportunidades:

- Consolidar un clúster estratégico en Cartagena que permita el ensamble de 120.000 motos anuales (por turno) de las marcas TVS, Husqvarna y KTM, convirtiéndose en una de las plantas más modernas de América Latina, cercana al puerto marítimo. Para esto necesita la instalación de empresas proveedoras de bienes y servicios, lo cual requiere, por parte de estas, inversiones en el montaje de sus respectivas plantas o instalaciones.

- Esta estrategia de convertir a Cartagena en un hub de ensamble prevé que la producción de Itagüí, Antioquia, se traslade en el corto y/o mediano plazo a la costa Caribe, con el propósito de reducir los costos para abastecer la demanda de la región.

Ilustración de potencial transformación de la cadena automotriz



Fuente: Elaboración propia con base en revisión de información sectorial y trabajo de campo.

5. Estimación de valor en juego

Una vez identificadas las oportunidades, llevamos a cabo un ejercicio de estimación de la ganancia potencial de avanzar en una agenda de integración sustentable. En el presente estudio nos referimos a este cálculo como "valor en juego". Dicho ejercicio no pretende ser ni debe ser interpretado como una estimación de impacto de recomendaciones específicas, lo cual requeriría mayor investigación, sino más bien como el dimensionamiento del beneficio típico observado en episodios de aceleración de exportaciones y de reducción de emisiones de GEI. Es decir, las estimaciones de valor en juego no permiten indagar acerca de cuál sería el impacto de diferentes acciones vinculadas a la agenda de integración sustentable, pero sí permiten determinar un "orden de magnitud" sobre los beneficios potenciales para el país condicional a lograr implementar una agenda exitosa en este sentido.

Tanto en el caso del valor en juego de integración como el de descarbonización, la estimación sigue un proceso de dos pasos. El primer paso consiste en una estimación econométrica donde la variable dependiente son las ganancias observadas en términos de integración y descarbonización respectivamente. Estas ganancias son modeladas como una función de un conjunto de controles (vinculados, por ejemplo, al punto de partida, la geografía o el horizonte temporal de las oportunidades). El segundo paso consiste en calcular la suma del valor esperado de las ganancias asociadas a las oportunidades y sectores estudiados, condicional a los valores observados para Colombia dado su punto de partida. La metodología se explica brevemente en las subsecciones correspondientes al valor en juego estimado para integración y descarbonización que se encuentran a continuación. Así mismo, el Anexo 1 contiene un apéndice metodológico con la explicación detallada de las estimaciones de valor en juego.

5.1. Valor en juego de integración

Metodología

El valor en juego de integración se define como el incremento acumulado esperado en exportaciones para las oportunidades identificadas durante un plazo temporal definido (en este caso, 5 años). De esto se desprende que el cálculo del valor en juego de integración parte de la identificación de oportunidades de integración. Sin embargo, a diferencia del ejercicio realizado en la sección anterior, buscamos en este caso identificar oportunidades a lo largo de todos los sectores de la economía colombiana (y no solo en los 4 sectores estudiados). La motivación para expandir el alcance en este ejercicio particular es dual. En primer lugar, esto permite contar con más información (expandir la muestra) sobre episodios de aceleración de exportaciones, lo cual enriquece la estimación. En segundo lugar, esto nos permite también cuantificar el valor en juego *relativo* de las cadenas estudiadas frente al resto de la economía, lo cual nos permite tener una perspectiva sobre el verdadero potencial de integración de las mismas.

Dado que el ejercicio requiere calcular ganancias para oportunidades más allá de las 4 cadenas en los que se enfoca el estudio, es necesario contemplar una variante en la metodología de identificación de oportunidades que no dependa del trabajo de campo[107] y pueda replicarse a lo largo de

107 *Dado que el mismo fue llevado a cabo solamente en las 4 cadenas foco del estudio.*

todos los sectores de la economía a través de datos duros. La metodología propuesta usa datos de UN Comtrade y consiste principalmente en analizar las exportaciones colombianas para el año 2023 y considerar como oportunidades potenciales a aquellos productos (a 6 dígitos) que o bien ya son exportados hacia Estados Unidos o ALC (denominadas oportunidades de "corto plazo"), o bien son exportados hacia otros mercados (a la Unión Europea) pero aún no se exportan ni a Estados Unidos ni ALC (las cuales se denominan oportunidades de "medio plazo").

Esto significa que - para el corto plazo - se identifican los principales 50 productos que importan tanto Estados Unidos como América Latina y en donde Colombia ya posee cierta participación. Esto significa que las empresas colombianas ya conocen dichos mercados y son lo suficientemente competitivas como para vender allí, y potencialmente podrían expandir sus ventas rápidamente en un contexto de regionalización de cadenas de valor. Vale aclarar que un mismo producto puede estar presente como oportunidad en ambos mercados de destino.

Para el mediano plazo, se identifican los 50 productos que importa EE.UU y que, aunque Colombia no exporta a dicho mercado, sí los exporta a otro destino exigente como la Unión Europea. El hecho de que exporten a Europa significa que las empresas colombianas son competitivas y tienen el conocimiento y la escala necesarios para acceder a mercados internacionales con altos estándares y regulaciones complejas.

De esta lista de oportunidades potenciales, se filtran aquellas que no satisfacen criterios de relevancia y potencial de crecimiento y se eliminan aquellas que corresponden a productos minero-energéticos (como el petróleo y sus derivados) o productos de exportación tradicional (como café, flores y banano)[108].

Nótese que, de la definición anterior, se desprende que una oportunidad se puede expresar como una terna país de origen (en este caso, Colombia) - producto - mercado de destino. En el caso de Colombia, se identificaron en total 80 oportunidades (combinaciones producto - mercado de destino) a lo largo de todos los sectores con esta metodología.

El siguiente paso consistió en explorar datos que permitan analizar la dinámica de las exportaciones de estas oportunidades a lo largo de otros países de la región. Para cada uno de los productos - mercados de destino identificados como oportunidades para Colombia, se recopiló información de flujos de exportaciones (nuevamente utilizando UN Comtrade) con origen en 34 países latinoamericanos y del Caribe[109] y destino a alguno de los dos mercados objetivo del estudio (Estados Unidos y ALC). El período analizado fue 1996-2023[110]. El foco en países latinoamericanos como origen de las exportaciones obedece a la búsqueda de episodios con mayor validez externa para cuantificar ganancias potenciales vinculadas a mayor integración, dada la mayor similitud de portafolio exportador y socios comerciales y también de condiciones de partida económicas, sociales e institucionales que inciden sobre la magnitud de las variaciones que podamos observar.

Como se explicó anteriormente, el propósito de este ejercicio no es intentar predecir el valor futuro que puedan tomar las exportaciones de Colombia en estos productos dada su situación de partida, sino más bien intentar cuantificar la magnitud de la ganancia potencial (en términos de exportaciones) que se podría observar *en caso de* que ocurra un episodio fortalecimiento de la integración. Con este fin, tomamos una base de 49,757 observaciones y buscamos identificar, para cada terna

108 *La metodología detallada se presenta en el apéndice.*
109 *Con base en la definición de la categoría ALC de el sistema de información Comtrade (ONU)*
110 *Se utilizó la técnica de web scraping, que permite descargar y analizar grandes flujos de datos de comercio en simultáneo. En este caso, los datos utilizados fueron descargados de Trademap.*

país de origen - producto - mercado de destino, el pico en la participación (*share*) de las exportaciones del país de origen (de ese producto) en las importaciones del mercado de destino. Dado que el horizonte temporal de interés definido para la agenda de integración es de 5 años, se calculó el incremento acumulado de las exportaciones (para cada terna) entre el pico identificado y el valor reportado 5 años atrás. Con esta transformación, la base se reduce a 2,37 observaciones[111] (dado que se colapsa cada serie de tiempo de 29 años a 1 observación por serie), que representan la ganancia acumulada (en términos de exportaciones) de cada episodio.

Finalmente, dado que se busca estudiar episodios de mayor inserción internacional asociados a una aceleración de las exportaciones, se excluyen casos donde si bien se observa un incremento en la participación de las exportaciones, este ha venido de la mando de una contracción en los flujos de comercio con el mercado objetivo durante el período de 5 años analizado.

La muestra resultante final abarca 1.004 observaciones (combinaciones de productos identificados, países de origen y mercados de destino), que constituyen el punto de partida para los cálculos de valor en juego de integración.

Para cuantificar el valor en juego de integración para Colombia, se llevaron a cabo diferentes aproximaciones a partir de esta muestra de ganancias potenciales acumuladas. Básicamente, el valor en juego de integración se calcula como la suma de la predicción del aumento acumulado esperado (condicional a una situación de aceleración de la participación y de las exportaciones) para cada oportunidad (combinación de producto y mercado de destino) identificada para Colombia.

Se consideraron en total 3 estimaciones alternativas del valor en juego, los cuales se explican en mayor detalle en el Anexo 1. Dichos modelos consideran el siguiente conjunto de variables explicativas en distintas especificaciones: la participación inicial (5 años antes del pico observado) del país de origen en el mercado de destino para el producto identificado como oportunidad, el cambio absoluto en la demanda (importaciones) en el mercado de destino durante ese mismo período y un conjunto de controles vinculados al horizonte temporal, sector y subregión geográfica.

A partir de cada una de las 3 especificaciones se obtienen valores estimados para los coeficientes del modelo. Con estos coeficientes estimados se lleva a cabo el segundo paso del cálculo, que consiste en estimar el valor en juego de integración, que equivale a la suma de las ganancias acumuladas esperadas para las oportunidades identificadas para Colombia condicional a que se observe un episodio de aceleración de la integración a partir de nuestro último dato disponible. Nótese que al calcular el valor de integración tomando como punto de partida el 2023 (último año de la muestra) [112], estamos suponiendo que existirá un pico dentro de 5 años para las oportunidades identificadas. Esto refleja un supuesto clave del ejercicio, que explicamos con anterioridad: no estamos intentando predecir la dinámica futura de las exportaciones sino dimensionar la magnitud de un potencial aumento de las exportaciones condicional a que ocurre una aceleración en las exportaciones (la cual tomamos como dada) de todas las combinaciones producto - mercado de destino que identificamos como oportunidad para Colombia, dado el punto de partida del país.

Finalmente se realizan cortes del valor en juego de integración por sector repitiendo el mismo cálculo pero enfocándose únicamente en oportunidades correspondientes a los sectores específicos analizados.

111 *Esto debido a que se mantiene una sola observación por terna, cuando partimos de una serie histórica para dichas ternas.*
112 *Nótese que esto requiere hacer un supuesto sobre la evolución futura (a 5 años) del cambio en las exportaciones de Colombia asociadas a cada producto - destino identificado como oportunidad. Por simplicidad, suponemos que el cambio esperado en la variación acumulada en dichas exportaciones entre 2023 y 2028 es igual al último valor observado (entre 2023 y 2018).*

Resultados

La Figura 13 debajo presenta los resultados de la estimación de los modelos econométricos de ganancias potenciales en exportaciones con las tres especificaciones descritas en la sección anterior. En términos generales, se encuentra que las variables del *share* inicial (5 años atrás) del producto en el mercado de destino tiene una relación positiva con el aumento en las exportaciones. Este resultado, que es estadísticamente significativo en los modelos estimados, indica que hay una suerte de efecto de escala, en el que países con cierta masa crítica de exportaciones tienen la capacidad de aumentar más aceleradamente su participación en el mercado de destino. Por su parte, la variable de cambio en la demanda también tiene una relación positiva con la variable dependiente, señalando que en contextos en los que la demanda por el producto en el mercado de destino es mayor, el potencial de ganancias en exportaciones de dicho producto será también mayor. Se nota también que las oportunidades con horizonte de mediano plazo parecen estar asociadas a incrementos mayores en las exportaciones, y que los episodios en los que el destino es Estados Unidos (a cambio de ALC) también se relacionan con incrementos mayores en las ganancias exportadoras. Por último, parecen existir indicios de que las exportaciones del sector automotriz están asociadas a episodios de crecimiento más pronunciados en exportaciones dentro de la base de datos analizada, situación que es inversa para los sectores de textil y confecciones (aunque en ambos casos el coeficiente no es estadísticamente significativo).

Figura 13:

Resultados de la estimación de MCO para los tres modelos para la estimación de ganancias en exportaciones

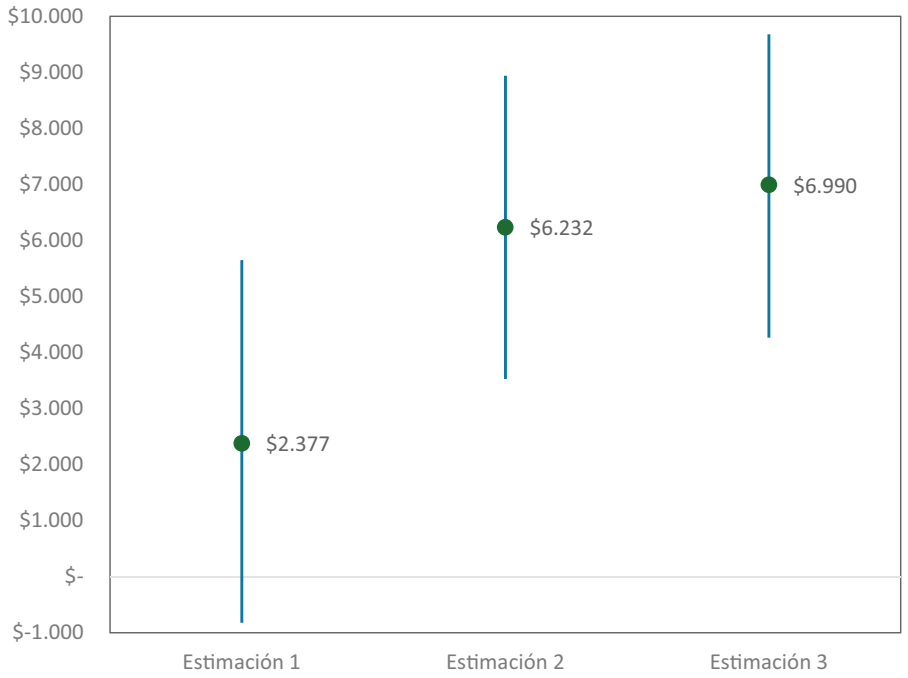
	VARIABLES	(1) Cambio en expo 5 años	(2) Cambio en expo 5 años	(3) Cambio en expo 5 años
	Share inicial (5 años)		6,81***	6,54***
			(2,02)	(2,03)
	Cambio en la demanda (5 años)		0,07	0,07
			(0,04)	(0,04)
Control de horizonte temporal	Mediano plazo			89,76
				(111,81)
Control de mercado destino	Mercado EE.UU.			4,57
				(6,74)
Controles de región geográfica	Región Andina			23,55**
				(11,49)
	Centroamérica			23,63*
				(14,02)
	Cono Sur			24,77**
				(10,18)
Controles de sector	Automotriz			20,00
				(42,49)
	Pesca			15,23
				(30,51)
	Plásticos			3,69
				(4,91)
	Textiles			-10,09
				(13,06)
	Constante	29,72***	-22,38	-41,51**
		(5,75)	(18,69)	(20,26)
	Observations	1004	1004	1004
	R-squared	0,00	0,27	0,28

Errores estándar en paréntesis
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculos propios

Como se describió en la metodología, con base en los coeficientes estimados para cada modelo se llevó a cabo un cálculo del valor en juego de integración como la suma de la predicción del aumento acumulado esperado (condicional a una situación de aceleración de la participación y de las exportaciones) para cada oportunidad (combinación de producto y mercado de destino) identificada para Colombia. Ello resulta en cuatro mediciones alternativas del valor en juego de integración, las cuales se reportan en el Gráfico 16 en su estimación puntual así como un intervalo de confianza al 95%.

Gráfico 16:
Estimaciones del valor en juego de integración en 5 años
(USD millones, valor de la media según cada estimación y el intervalo de confianza al 95%)



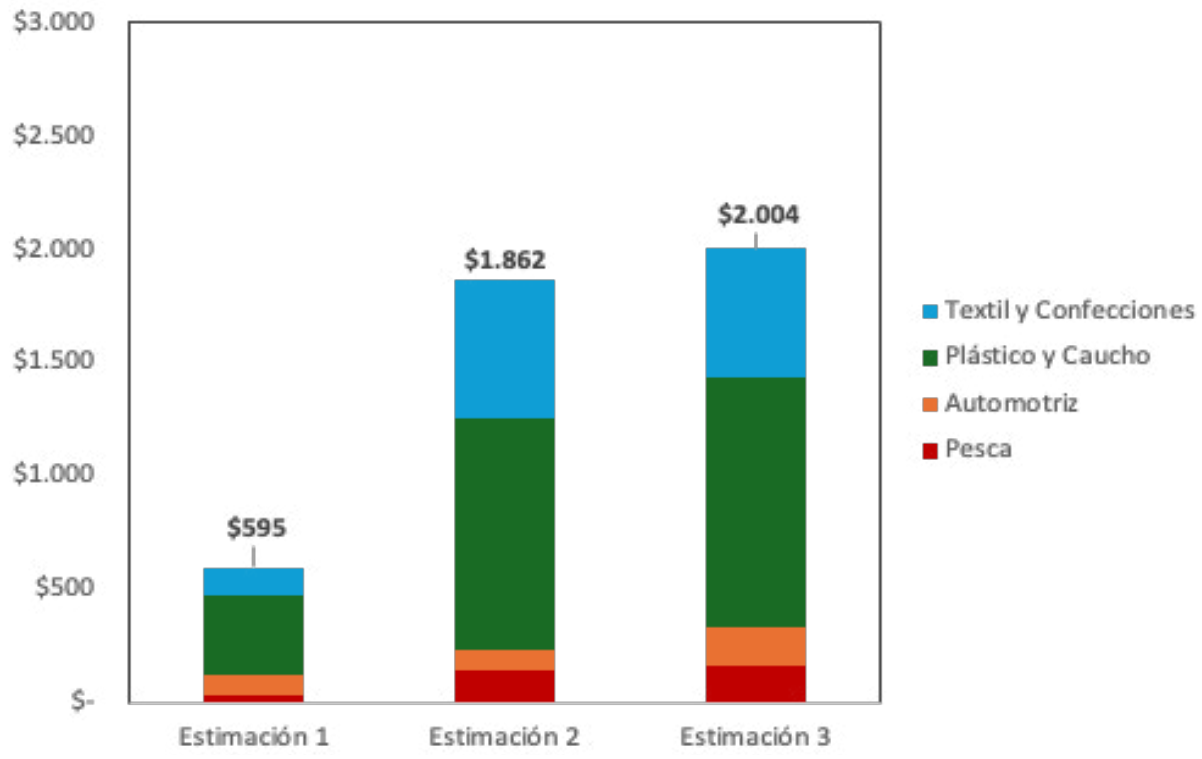
Fuente: cálculos propios.

Como podemos ver, el valor esperado del valor en juego de integración (aumento potencial de exportaciones a 5 años) oscila entre USD 2.377 y USD 6.990 millones a lo largo de las diferentes especificaciones. No obstante, nótese que al incorporar variables explicativas adicionales que permiten reflejar con mayor detalle el punto de partida de Colombia (estimaciones 2 y 3), se observa un incremento importante en la media reportada del valor en juego de integración, y se reducen los intervalos de confianza frente a la estimación 1[113]. Esto sugiere que, al considerar el punto de partida de Colombia en términos de participación en importaciones de los mercados objetivo, el cambio en la demanda observado en los últimos 5 años y los efectos vía horizonte temporal, subregión y sector asociados a las oportunidades, el potencial es "proporcionalmente mayor" que si consideramos solamente el promedio del total de la muestra utilizada.

Ello hace pensar que los valores de USD 6.200 a USD 6.900 millones pueden acercarse más al tamaño del valor en juego que podría esperarse para el caso colombiano. Para poner en contexto la magnitud de estas cifras, una expansión del orden de los USD 6.200 millones equivaldría a un aumento del 30% en las exportaciones no-minero energéticas en 5 años para Colombia.

113 *De hecho, el intervalo de confianza del 95% en el caso de la estimación 1 incluye al cero, por lo cual su media estimada no puede distinguirse estadísticamente de un efecto nulo.*

Gráfico 17:
Desagregación del valor en juego de integración por cadena para Colombia
(Ganancia en USD en 5 años)



Fuente: cálculos propios.

Los resultados del valor en juego comercial pueden calcularse también para los sectores analizados (Gráfico 17). El valor en juego resultante de las cuatro cadenas del estudio resultaría en exportaciones de entre USD 595 y USD 2.004 millones en 5 años[114]. Esto indica que estas cadenas tienen un peso "desproporcional" en términos del potencial que concentran para fortalecer la integración relativo al tamaño que ocupan en la economía pues, mientras representaron el 18% de las exportaciones no-mineroenergéticas de Colombia en 2022, su participación dentro de la estimación del valor en juego de integración es de entre el 25% y el 29%.

Al analizar por sectores, se observa que el sector de plástico y caucho es el que tiene los mayores montos de valor en juego, con alrededor del 55% de las ganancias posibles (entre USD 357 M y USD 1099 M), seguido por el sector de textil y confecciones (entre USD 119 M y USD 606 M), el automotriz (entre USD 89 M y USD 174 M) y por último el de pesca (entre USD 30 M y USD 160 M).

114 *Tomando como referencia únicamente las estimaciones resultantes de los modelos 1, 2 y 4 para tener resultados más conservadores.*

5.2. Valor en juego de descarbonización

Metodología

El valor en juego de descarbonización se define como la variación acumulada esperada en emisiones a lo largo del horizonte temporal definido (en este caso, 10 años). El cálculo del valor en juego de descarbonización sigue una lógica muy similar al del valor en juego de integración, buscando caracterizar en este caso episodios de reducción de emisiones de GEI[115]. Sin embargo, el ejercicio incorpora algunos ajustes necesarios en la muestra dada la diferente naturaleza de las variables estudiadas.

En primer lugar, en este caso se reduce la dimensionalidad de los datos ya que no es necesario enfocarse en combinaciones entre 2 países (flujos bilaterales), sino que cada observación corresponde a un país en particular. En segundo lugar, resulta imposible observar variaciones en emisiones vinculadas a las oportunidades específicas identificadas de descarbonización, por lo cual las ganancias se cuantifican a nivel del sector. Esto tiene sentido dado que buscamos identificar oportunidades de reducción de las emisiones a lo largo de toda la cadena estudiada y no necesariamente aquellas asociadas a oportunidades específicas vinculadas a integración. En tercer lugar, se toma una muestra más grande que incluye también países de otras regiones. Esto permite expandir la muestra y enriquecerse de episodios de descarbonización fuera de ALC que, a diferencia de lo que ocurre en integración, si tienen un mayor nivel de validez externa dado el fenómeno que se está estudiando[116]. Finalmente, dado que el proceso de descarbonización de cadenas es un fenómeno más lento (el horizonte de interés en este caso es de 10 años), se toma una serie más larga de datos.

En concreto, se consideró una muestra de emisiones de CO2 reportadas por 27 países[117] para el período 1990-2018[118]. La fuente de información en este caso proviene de las denominadas tablas Formato Común de Reporte (Common Reporting Format o tablas CRF)[119] que se encuentran en conjunto con los Informes Nacionales de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés). Estos últimos tienen como objetivo que cada país reporte, regularmente, el progreso de sus respectivas emisiones[120].

En términos de desagregación sectorial se cuenta con información de 8 sectores, 4 de los cuales están asociados a las 4 cadenas en las cuales se enfoca este estudio (Automotriz, Pesca, Plástico y caucho y Textiles y confecciones) y 4 sectores adicionales que permiten expandir el ejercicio (Alimentos y Bebidas, Papel e imprenta, Hierro y acero y Minerales no metálicos). Dada la complejidad de identificar emisiones a nivel sectorial, se tuvieron en cuenta únicamente aquellas emisiones de CO2 asociadas al módulo de Energía de cada sector[121].

115 *Por disponibilidad de información, la estimación se concentra únicamente en emisiones de CO2.*
116 *En el caso de descarbonización, tiene mayor sentido suponer que los países de la región pueden hacer leapfrogging de experiencias de países industrializados.*
117 *Estos son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Portugal, Rusia, Suecia y Suiza.*
118 *Se tomó este año como último dado que este es el último año en donde Colombia reporta datos de emisiones. Ver más en: Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia (BUR3).*
119 *Estas pueden descargarse aquí: https://unfccc.int/reports?f%5B0%5D=document_type%3A4147*
120 *Durante el Acuerdo de París, se estableció el llamado Marco de Transparencia Mejorado (ETF), con el fin de que todas las Partes informen sobre el progreso y el apoyo, y para que esta información se someta a una revisión técnica de expertos. La ETF exige que todas las Partes presenten Informes Bienales de Transparencia (BTR), que abarquen información sobre los informes de inventario nacional (NIR), el progreso hacia las NDC, políticas y medidas, los impactos y la adaptación al cambio climático, entre otros.*
121 *En concreto, para el sector de plásticos se utilizó la subcategoría "Productos químicos" (1A2c), para el sector de Pesca "Agricultura / Silvicultura / Pesca" (1A4c), para el sector textil la categoría "Textiles y cueros" (1A2l) y para el sector Automotriz "Equipo de transporte" (1A2g).*

Siguiendo el espíritu del ejercicio anterior de valor en juego de integración, se identifican "valles" en los que se observe un período mínimo en la serie de las emisiones y que dicho episodio esté acompañado de un incremento de las exportaciones en los últimos 10 años. En este caso se calculó entonces la variación porcentual acumulada en emisiones (en cada dupla país - sector) entre el valle identificado y el valor reportado de emisiones totales 10 años atrás.

En total, identificamos 86 observaciones correspondientes a episodios de reducción de la intensidad de emisiones en pares de países-sectores durante el período analizado que satisfacen estas condiciones. Nuevamente como en el caso anterior (integración), se consideraron en total 3 estimaciones alternativas del valor en juego, y cada modelo se estima por MCO. Como se mencionó anteriormente, a partir de dicha estimación se obtienen valores estimados para los coeficientes del modelo. Con estos coeficientes estimados se lleva a cabo el segundo paso del cálculo, que consiste en estimar el valor en juego de descarbonización, que equivale a la suma de las reducciones acumuladas esperadas para los diferentes sectores para Colombia condicional a que se observe un episodio de reducción de las emisiones a partir de nuestro último dato disponible.

Nótese (como en el ejercicio de valor en juego de integración) que al calcular el valor de descarbonización tomando como punto de partida el 2018 (último año de la muestra)[122], estamos suponiendo que existirá un valle (mínimo) en la intensidad de las emisiones dentro de 10 años para los sectores analizados. Otra vez, esto refleja un supuesto clave del ejercicio: no estamos intentando predecir la dinámica futura de las emisiones sino dimensionar la magnitud de una potencial reducción condicional a que ocurre (la cual tomamos como dada) a lo largo de los diferentes sectores analizados.

Finalmente se realizan cortes por sector repitiendo el mismo cálculo pero enfocándose únicamente en episodios de descarbonización correspondientes a los sectores específicos analizados.

Resultados

La Figura 14 debajo presenta los resultados de la estimación de los modelos econométricos de reducciones potenciales de emisiones con las cuatro especificaciones descritas en la sección anterior. Como se puede ver en la especificación 3 de los modelos, los niveles absolutos de emisiones 10 años antes de la finalización del período de reducción tienen una relación positiva con la variación porcentual de las emisiones (dando indicios de que, a mayores niveles de emisión en el sector, más pequeña puede ser la caída en las mismas). Así mismo, la variable de cambio en las exportaciones tiene coeficientes negativos en todas las especificaciones, lo que señala que - durante los episodios de reducción de emisiones - los sectores y países que aumentaban más rápidamente sus exportaciones estaban asociados a caídas más pronunciadas en sus emisiones. Sin embargo, ninguna de estas dos variables aparece como estadísticamente significativa. Por último, los controles sectoriales en el modelo 3 muestran que el sector de automotriz tiene un coeficiente mayor (y significativo) a los otros tres sectores, sugiriendo que sus reducciones dentro de los episodios estudiados tienden a ser menores en ese sector que las de pesca, plástico y caucho o textil y confecciones.

Como se describió en la metodología, con base en los coeficientes estimados para cada modelo se llevó a cabo un cálculo del valor en juego de descarbonización como la suma de la predicción de la reducción acumulada esperada en todos los sectores (condicional a una situación de desaceleración

122 *Nótese que esto requiere hacer un supuesto sobre la evolución futura (a 10 años) del cambio en las exportaciones de Colombia asociadas a cada sector. Dado que las exportaciones entre 2018 y 2023 son observables, utilizamos datos observados para esos 5 años. Para los restantes 5 años, suponemos que el cambio esperado en la variación acumulada en dichas exportaciones entre 2023 y 2028 sigue la tendencia observada entre 2023 y 2018.*

Figura 14:
Resultados de la estimación de MCO para los tres modelos para la estimación de reducción en emisiones

	VARIABLES	(1) Variación porcentual en emisiones 10 años	(2) Variación porcentual en emisiones 10 años	(3) Variación porcentual en emisiones 10 años
	Cambio en las Expo (10 años)		-0.00270	-0.0115
			(0.0211)	(0.0238)
	Emisiones iniciales		2.11e-06	1.44e-06
			(1.61e-06)	(2.41e-06)
	Ln (Cambio en las Expo)			
	Ln (Emisiones Iniciales)			
Controles de sector	Automotriz			0.253*
				(0.141)
	Pesca			0.0831
				(0.0630)
	Plásticos			0.0195
				(0.0655)
	Textiles			-0.159*
				(0.0904)
Controles de región geográfica	Asia			0.215
				(0.220)
	Europa			0.167
				(0.208)
	Norte América			0.197
				(0.224)
	Oceanía			0.267
				(0.237)
	Dummy de período			-0.0668
				(0.0552)
	Constante	-0.356***	-0.367***	-0.489**
		(0.0217)	(0.0317)	(0.207)
	Observations	86	86	83
	R-squared	0.000	0.020	0.153

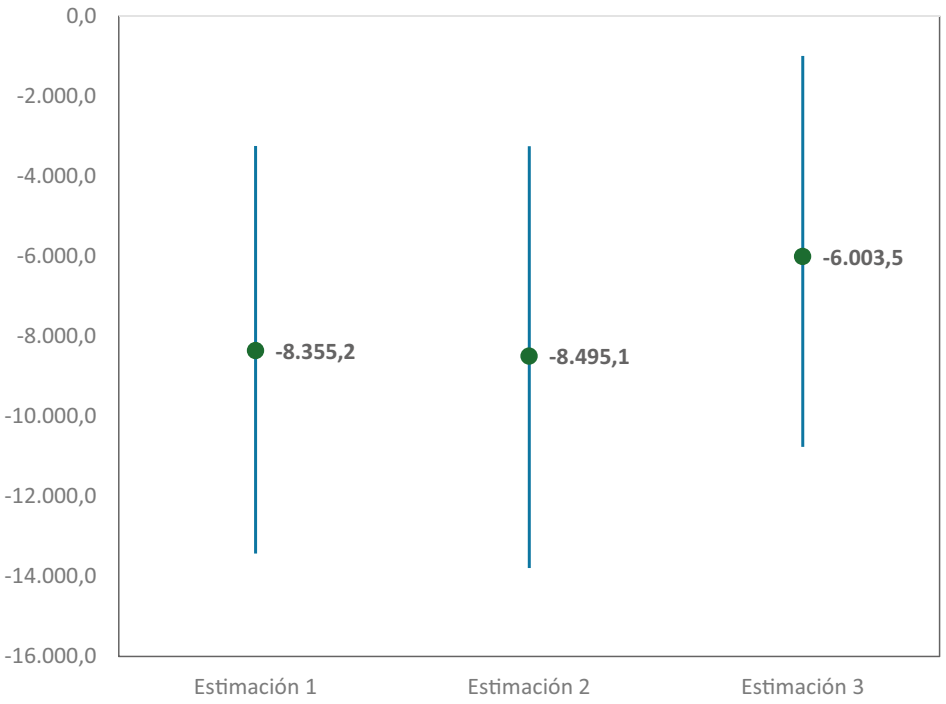
Errores estándar en paréntesis
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Fuente: Cálculos propios

de la intensidad de las emisiones y reducción de las emisiones totales). Ello resulta en cuatro mediciones alternativas del valor en juego de descarbonización, las cuales se reportan en el Gráfico 18 en su estimación puntual así como un intervalo de confianza al 95%.

Como se observa en el Gráfico 18, las alternativas de medición del valor en juego de descarbonización indican posibles reducciones en emisiones que van desde los cerca de 6.000 hasta los casi 8.500 Gg de CO2e en 10 años. Contrario a lo que sucedía en el cálculo de valor en juego de integración comercial, en el caso de descarbonización se puede observar que al incorporar variables explicativas adicionales que permiten reflejar con mayor detalle el punto de partida de Colombia (en particular en la estimación 3), se observa que se disminuye levemente el monto absoluto de reducción en emisiones reportado. Esto sugiere que, al considerar el punto de partida de Colombia en términos de nivel inicial de las emisiones, el cambio en las exportaciones en los últimos 10 años y los efectos vía subregión y sector asociados a las oportunidades, el potencial es “proporcionalmente menor” que si consideramos solamente el promedio del total de la muestra utilizada.

Gráfico 18:
Estimaciones del valor en juego por descarbonización
(Gg de CO2e, valor de la media según cada estimación y el intervalo de confianza al 95%)



Fuente: cálculos propios.

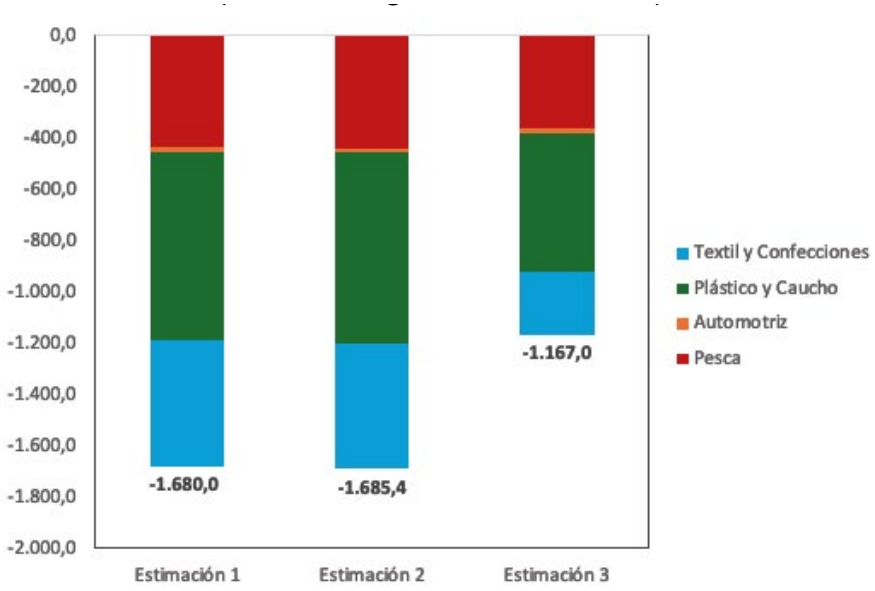
Es de notar la importante variabilidad observada dentro de cada estimación. Por ejemplo en el caso del modelo 1 (que se basa en un promedio simple de las reducciones porcentuales en emisiones observadas) un intervalo de confianza de 95% abarca el rango [-13.428,5 Gg CO2e, -3.244,8 Gg CO2e]. Como es de esperar, en los modelos econométricos en los que incorporamos variables explicativas adicionales, se observa ligeramente menor varianza y, por ende, intervalos de confianza algo más pequeños. Por ejemplo en el caso del modelo 3, el intervalo de confianza de 95% abarca el rango [-10.760,4 Gg CO2e, -992,6 Gg CO2e][123]. Esto debido a que en estos modelos utilizamos mayor cantidad de información y, por ende, contamos con un mayor nivel de precisión relativo a la primera estimación. Sin embargo, en este caso la reducción es bastante leve, en línea con el bajo poder explicativo de las variables explicativas introducidas.

Para poner en contexto la magnitud de estas cifras, una reducción en las emisiones de CO2e del orden de 8.500 Gg en 10 años[124] equivaldría a una reducción del 9,1% en las emisiones por Energía de Colombia. Los resultados del valor en juego de descarbonización pueden analizarse también por los sectores de este documento (Gráfico 9). El valor en juego resultante de las cuatro cadenas del estudio resultaría en reducciones en emisiones de entre 1.167 y 1.685 Gg de CO2e en 10 años . Esto indica que

123 *Nótese que en el caso de la estimación 4, el intervalo de confianza es "asimétrico". Esto es debido a que la variable estimada en el modelo está expresada en logaritmos y, por ende, al transformarla en la variable que necesitamos computar para el cálculo de valor en juego debemos usar la función exponencial, lo cual genera que shocks con valores más altos tengan un efecto "desproporcionado" como se observa en la figura.*

124 *Tomando como referencia únicamente las estimaciones resultantes de los modelos 1, 2 y 4 para tener resultados más conservadores.*

Gráfico 19:
Estimaciones del valor en juego por descarbonización
(Gg de CO2e, valor de la media según cada estimación y el intervalo de confianza al 95%)



Fuente: cálculos propios.

estas cadenas tienen un peso "desproporcional" en términos del potencial que concentran para la descarbonización relativo al tamaño que ocupan en las emisiones totales pues, mientras representaron el 2,5% de las emisiones de Energía en Colombia en 2018, su participación dentro de la estimación del valor en juego de descarbonización es del orden del 20%.

Al analizar por estos sectores, se observa que el sector plástico y caucho es el que tiene los mayores montos de valor en juego de descarbonización, con alrededor del 45% de las reducciones posibles (entre -537 y -745 Gg de CO2e). Le siguen el sector de textil y confecciones (entre -247 y -489 Gg de CO2e) y el de pesca (entre -363 y -442 Gg de CO2e), cada uno con algo menos del 28% de las reducciones posibles. Por último, el sector automotriz sólo aporta cerca del 1% de las reducciones en emisiones del valor en juego.

De los resultados del cálculo de valor en juego de integración y descarbonización se desprende que la magnitud de la oportunidad potencial en estas dos dimensiones es bastante significativa. Más aún, el análisis sugiere que los 4 sectores estudiados tienen un potencial "por encima del promedio". Sin embargo, como hemos aclarado, la captura de este potencial es condicional a la implementación efectiva de una agenda que permita disparar un proceso de aceleración de las exportaciones y de reducción de las emisiones. Sobre los detalles de qué elementos debería contener dicha agenda nos enfocamos en la siguiente sección.

6. Agenda para promover la integración y descarbonización de cadenas de valor

Habiendo identificado oportunidades específicas de integración y descarbonización y computado estimaciones de las ganancias potenciales asociadas a una agenda potencial de impulso de la integración sustentable en Colombia, en esta sección nos proponemos desarrollar esta agenda. Para esto, consideramos la situación de partida de Colombia y, en particular, los principales obstáculos y puntos críticos que impiden el abordaje de las oportunidades identificadas.

6.1. Identificación de obstáculos y puntos críticos

La identificación de obstáculos surge de información relevada en el trabajo de campo y se complementa con estudios e información disponible para Colombia.

Los obstáculos se clasifican entre transversales y sectoriales y se identifica el horizonte temporal requerido para abordar los mismos. En particular, se distingue entre obstáculos de corto y medio plazo (entendidos como obstáculos que se pueden abordar en un horizonte menor a 5 años) y obstáculos estructurales o de largo plazo (entendidos como obstáculos que requieren un horizonte mayor a 5 años para ser abordados).

Asimismo, dentro del universo de obstáculos relevados, se priorizan aquellos que resultan más relevantes para avanzar en la agenda de comercio sostenible. A estos obstáculos nos referimos como "puntos críticos[125]".

A continuación, se presentan las barreras para la integración y la descarbonización identificadas a partir de las entrevistas a empresarios, organizaciones no gubernamentales y entidades públicas, que dificultan la materialización de las oportunidades de integración comercial de los cuatro sectores.

Puntos críticos para promover la integración

La Figura 15 debajo presenta la síntesis de los puntos críticos de integración identificados para Colombia.

Dentro de los puntos críticos relevados para integración, se encontraron tres que son transversales a las cuatro cadenas. Todos ellos, a su vez, están asociados a un horizonte temporal de corto y mediano plazo. En primer lugar, se destaca la incidencia de barreras no arancelarias y el desconocimiento, por parte del sector empresario, sobre el cumplimiento de estándares en materia de regulación de comercio exterior[126]. Según los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE)[127], poco más de la mitad (52%) de las empresas exportadoras en los

125 *Para curiosidad del lector, en el Anexo se describen cada uno de los obstáculos que no pertenecen al universo de "puntos críticos".*
126 *Por ejemplo , normas sanitarias y fitosanitarias, requisitos técnicos y reglas de origen, entre otros.*
127 *Según datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera del DANE (2020).*

Figura 15:
Puntos críticos de integración para Colombia

Tipo de obstáculo transversal/sectorial	Horizonte de tiempo	Puntos críticos
Transversal	Corto/Mediano plazo	• Alta incidencia de barreras no arancelarias y desconocimiento sobre el cumplimiento de estándares en materia de regulación de comercio exterior (normas sanitarias-fitosanitarias, requisitos técnicos, reglas de origen, entre otros). • Elevados costos y tiempos en operaciones aduaneras y de comercio exterior en las cadenas analizadas. • Los instrumentos financieros con los que cuentan las pymes para incrementar su producción y su capacidad instalada son limitados y costosos.
Pesca	Corto/Mediano plazo	• Las empresas del sector no tienen las capacidades para surtir el proceso de obtención de permisos de todos los ingredientes de las recetas ante la FDA. • El sector no cuenta con el volumen de producción suficiente para realizar inversiones que permitan adoptar tecnología de ultracongelación de pescado.
Textiles y confecciones	Corto/Mediano plazo	• La dependencia de materias primas importadas (hilados y textiles) con altos aranceles se ha convertido en un factor que resta competitividad al eslabón de prendas de vestir.
	Largo plazo	• Existe una necesidad de mayor entrenamiento y calidad en las habilidades de costureros, personal de logística y asesores comerciales.
Plásticos y caucho	Corto/Mediano plazo	• Limitada capacidad de ampliar la producción de transformados y productos de plástico de manera competitiva por elevados costos de importar la materia prima. • Desconocimiento sobre estrategias comerciales en el mercado de Estados Unidos y falta de capacidades para lograr acceso a mercados. • Incidencia alta del costo de la energía para las empresas de Plástico y Caucho ubicadas en la región Caribe.
Automotor	Corto/Mediano plazo	• Bajas capacidades en proveedores Tier 2 y Tier 3 locales para adoptar técnicas más eficientes y tecnologías modernas.
	Largo plazo	• Los productores de motocicletas no cuentan con las capacidades y el acceso a crédito que les permita financiar los procesos de modernización a estándar Euro 5.

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de información sectorial y trabajo de campo.

cuatro sectores relevantes indican una escasa información sobre los mercados como un obstáculo significativo. Este dato es aún más preocupante cuando se observa que el 61% de las empresas con menor volumen de exportación experimentan este obstáculo. Además, el 44% de las empresas exportadoras en estos sectores indican que enfrentan alta o media dificultad para el cumplimiento de regulaciones y reglamentos técnicos. Este dato adquiere mayor relevancia cuando se observa que el 55% de las empresas con menor volumen de exportación reportan esta problemática.

Asimismo, se identifican elevados costos y tiempos aduaneros que limitan la interoperabilidad con la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN)[128]. Esto último tiene como causa la baja utilización del Operador Económico Autorizado (OEA)[129] y la falta de integración total a la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) de las entidades también limitan y elevan los costos de las opera-

128 *Para ello, el BID aprobó un préstamo por 250 millones de dólares cuyo propósito es promover la transformación digital de esta entidad, con el fin de fortalecer su rol de agente recaudador y facilitador del comercio exterior (Martin & Payares, 2022).*

129 *Acreditación global otorgada por la Organización Mundial de Aduanas (OMA) cuyo objetivo principal es garantizar el comercio ágil, transparente y seguro. Este empezó a regir en el año 2011 y son pocas empresas las autorizadas para usarlo. A enero de 2023, sólo 474 empresas estaban autorizadas, de las cuales menos de la mitad son exportadoras: el 6,3% son únicamente exportadoras y el 36,7% también importadoras. Ver más detalle en: https://www.dian.gov.co/aduanas/oea/inicio/Paginas/UsuariosAutorizados.aspx.*

ciones aduaneras[130] (Martin & Payares, 2022). A pesar de los esfuerzos por mejorar la eficiencia y gestión aduanera en Colombia[131], persisten desafíos significativos que afectan la competitividad de los productos exportados. Datos del Banco Mundial revelan que, entre 2014 y 2019, el tiempo promedio para completar trámites fronterizos de exportación de un contenedor[132] fue de aproximadamente 112 horas, superando el promedio de Latinoamérica (LAC) de 61,8 horas y el de la OCDE de 15,5 horas. Asimismo, el tiempo promedio necesario para cumplir con los trámites documentales[133] fue de 58 horas, también por encima de los promedios de LAC (51 horas) y OCDE (4,5 horas). En cuanto a los costos asociados[134], Colombia registró un promedio de 630 dólares por contenedor para los trámites fronterizos, superando tanto el promedio de LAC (518,9 dólares) como el de la OCDE (168,2 dólares). Por otro lado, en el caso de los costos asociados a trámites documentales[135], el país tuvo un promedio de 90 dólares, lo que lo posiciona por debajo del promedio de LAC (105,5 dólares), aunque por encima al promedio de la OCDE (37,6 dólares).

Por último, se encuentra la dificultad de acceso a financiamiento que poseen las pequeñas y medianas empresas del país. Según la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF), sólo el 26,1% de las pymes acceden a créditos bancarios. Según el análisis realizado[136], el 48% de las empresas exportadoras de los sectores estudiados aluden una dificultad para acceder a financiamiento externo a la empresa, y el porcentaje aumenta al 58% entre las empresas con menor volumen de exportación (EDIT, 2020). Además, se destaca que el 85% de las empresas en estos sectores del 2015 al 2021 no obtuvieron leasing financiero para maquinaria y equipo industrial, con una situación aún más preocupante, donde el 92% de las empresas con menor volumen de exportación enfrentan esta limitación (EAM,2021).

Dentro de la cadena de pesca, existen dos puntos críticos asociados al corto y medio plazo. Para empezar, los productores del *clúster* del Huila enfrentan dificultades (debido a la falta de incorporación de técnicas de producción, información o acceso al crédito) para financiar y obtener las certificaciones necesarias ante la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA)[137] para exportar a dicho mercado. En concreto, el clúster del Huila cuenta con alrededor de 50 estanques de cultivo de tilapia en funcionamiento que carecen de las certificaciones requeridas para ingresar al mercado estadounidense. Hasta el año 2021, sólo 31 certificaciones BAP (Best Aquaculture Practices)[138] han sido otorgadas en el Huila, de las cuales 21 son para granjas de engorde y 10 para granjas de alevinos. Además, según un informe reciente de la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas[139], a nivel nacional existen 15 plantas certificadas bajo el sistema Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control o también conocido como sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)[140], pero en el Huila solamente 3 de ellas tienen esta certificación. Sin embargo, en 2023 hubo un aumento a 7 certificaciones en las plantas de esa región[141].

130 *Al cierre de este documento 16 de 21 entidades de la VUCE estaban integradas, para mayor detalle consultar https://sinergiapp.dnp.gov.co/#IndicadorProgEntI/33/1448/5696.*
131 *Colombia ha hecho un importante esfuerzo en la eficiencia y gestión de sus aduanas. Según el último Logistics Performance Index (LPI), el país pasó del puesto 129 entre 160 países en 2016 al 75 en 2018 en medición de eficiencia de aduanas. Ver más en: https://lpi.worldbank.org/*
132 *Fuente: https://data.worldbank.org/indicator/IC.EXP.TMBC*
133 *Fuente: https://data.worldbank.org/indicator/IC.EXP.TMDC*
134 *Fuente: https://data.worldbank.org/indicator/IC.EXP.CSBC.CD*
135 *Ver más en https://data.worldbank.org/indicator/IC.EXP.CSDC.CD*
136 *En base a la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2015-2021 y la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) en la industria manufacturera 2015- 2020. Fuentes: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam y https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit*
137 *Agencia del Gobierno de los Estados Unidos responsable de la regulación de alimentos, medicamentos, cosméticos, aparatos médicos, productos biológicos y derivados sanguíneos.*
138 *Ver más en: https://www.bapcertification.org/*
139 *Ver más en: https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf*
140 *El sistema HACCP se basa principalmente en establecer unas medidas de evaluación y de control en cada uno de los procesos de la cadena alimentaria, enfocadas en la prevención y detección de los posibles peligros sanitarios de tipo microbiológico, físico o químico y garantizar la seguridad alimentaria.*
141 *Fuente: https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/Otros-alimentos-y-bebidas/Certificaciones-BPM/Establecimientos/2024/Mar/HACCP%20UE%20(8).pdf*

Otro obstáculo identificado refiere a que el sector no cuenta con volumen de producción suficiente para hacer viable la inversión en tecnologías de ultracongelación que permitan reemplazar el transporte aéreo por el marítimo[142]. Los países líderes en la exportación de pescado con método de ultracongelación son, a su vez, los socios comerciales más importantes de Estados Unidos. Vietnam, destacado en la industria al realizar grandes inversiones en tecnología de ultracongelación, es el tercer mayor exportador de pescado congelado a Estados Unidos. Otros países como India y Perú han realizado de igual forma grandes inversiones en esta tecnología y son de igual forma grandes socios de EEUU en el comercio de pescado , siendo la India el décimo mayor exportador y Perú el treceavo. (Comtrade, 2024). Lo anterior ejemplifica que, si bien la tecnología permite atender la demanda de alimentos de mayor valor agregado, es necesario contar con un volúmen de exportación significativo a nivel agregado, que justifique el costo de la inversión.

En lo que respecta al sector de textiles y confecciones, se encontraron dos puntos críticos. El primero, asociado a un horizonte temporal de corto y medio plazo, se basa en la dependencia de materias primas importadas con elevados aranceles que hace que las prendas de vestir pierdan competitividad. Además, los altos aranceles en este último eslabón hacen que disminuyan los incentivos a exportar. En concreto, más del 80% de hilos y telas que se importaron entre 2010 y 2021 pagaron un arancel superior al 10% y más del 95% de las prendas de vestir importadas durante el mismo período registraron un arancel por encima del 15% (que en algunos casos llega a ser incluso del 40%).

El segundo obstáculo, en este caso asociado a un horizonte temporal de largo plazo, radica en la falta de mano de obra calificada particularmente entre aquellas labores de confección. Según datos relevados por la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera (EDIT), el 56% de las empresas de la industria textil mencionan la falta de personal calificado como un obstáculo, mientras que esta cifra se eleva al 58% entre las empresas con menor volumen de exportación. Asimismo, se identificó la falta de trabajadores en áreas especializadas como por ejemplo software de diseño, atención al cliente y marketing con enfoque en tecnología. En las reuniones sostenidas con las cámaras de comercio y otros gremios, se ha identificado que este sector tiene poca atracción de capital humano por las condiciones laborales que ofrece, las tareas repetitivas y la alta exigencia en volumen por turno.

En el sector de plásticos y caucho se hallaron tres puntos críticos con un horizonte de corto y medio plazo. En el primer caso, los elevados costos para importar materia prima (PET, resinas especiales y caprolactama) le restan competitividad a Colombia frente a otros países, lo cual limita la expansión de su producción. Las empresas que registran un mayor volumen de ventas muestran costos de transporte de materias primas considerablemente más bajos en comparación con aquellas que tienen un nivel de ventas más bajo. Según la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), mientras que en las empresas con menor nivel de ventas el costo de transporte representa el 14,8% del total de los costos de producción, en las empresas con mayor volumen de ventas este porcentaje se reduce significativamente a tan solo el 5,5%.

En segundo lugar, el desconocimiento acerca de cómo insertarse comercialmente en el mercado norteamericano limita la capacidad de las empresas para establecerse como nuevas proveedoras. Sólo 129 empresas del sector forman parte de la Asociación Colombiana de plásticos (Acoplásticos)

142 *Para asegurar la viabilidad de la inversión de la tecnología de ultracongelación, se requiere de una consolidación de carga para que el volumen de despacho sea costo efectivo frente a la inversión en la planta de ultracongelado. Es importante resaltar que no se requiere que las diferentes empresas realicen la inversión, sino que se debe proveer desde las empresas líderes del clúster para que sea una planta para uso de la región. El clúster cuenta con la capacidad instalada en estanques, para que sean certificados en el corto plazo y lograr así, el volumen requerido en el mediano plazo para la inversión en la planta de ultracongelado.*

[143], lo cual representa menos del 2% del total de las empresas registradas según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) relevantes para las industrias de plástico y caucho.

Finalmente, si bien el costo de energía es un problema estructural para el país, tiene alta incidencia en el sector de plástico y caucho dado que varias empresas exportadoras en los eslabones de transformación y producción de artículos se ubican en la región Caribe, la cual cuenta con los costos de energía más elevados del país, y es la región donde se presenta la mayor cantidad de problemas de calidad y proveeduría. Durante el período 2015-2021, el costo promedio de un kilovatio-hora (kWh) en el sector de plástico y caucho se situó en 1.2 dólares estadounidenses (ajustados a valores constantes de 2018). Esta cifra contrasta con el promedio de costos en todas las industrias a nivel nacional, que fue de 0.89 dólares estadounidenses (ajustados a valores constantes de 2018).

Por último, el sector automotriz enfrenta dos puntos críticos: uno de corto/medio plazo y otro de largo. En el primer caso, se ubica la falta de adopción de tecnologías modernas requeridas por el sector para cumplir con los estándares internacionales. Según datos de la EDIT, el 64% de las observaciones recopiladas en la industria automotriz identifican la falta de actualización tecnológica como un obstáculo. Además, el 59% de estas empresas señalan la falta de transferencia de tecnología hacia la empresa como otro de los obstáculos a los que se enfrentan. Por ejemplo, se resalta la dificultad de los proveedores para la generación de frenos ABS, airbags o sistemas de navegación autónoma. Esta modernización del sector requiere de inversiones en tecnología y habilidades de la mano de obra, que pueden tardar entre tres y cinco años.

En el otro caso, si bien Colombia es referente en América Latina dentro del rubro de ensamblaje de motocicletas, los estándares para la comercialización de estas corresponden a Euro3, por lo que las motos producidas a nivel nacional solo pueden ingresar a mercados con ese estándar o inferior. Esto ocurre ante la falta de capacidades y acceso al crédito para financiar los procesos de modernización a estándar Euro5[144]. Es importante resaltar que, para lograr este avance en los estándares de calidad, no son solo las ensambladoras las que deben realizar inversiones, sino que estas deben ser hechas también por las empresas de toda la cadena productiva.

Puntos críticos para promover la descarbonización

A continuación, se señalan los puntos críticos de naturaleza transversal y sectorial que limitan la descarbonización de los cuatro sectores analizados.

Así como se hizo para el caso de integración, aquí también se clasifican a los obstáculos entre transversales y sectoriales y se distinguen entre aquellos de corto y medio plazo (si se pueden abordar en un horizonte menor a 5 años) y obstáculos estructurales o de largo plazo (entendidos como obstáculos que requieren un horizonte mayor a 5 años para ser abordado).

Se identificaron en total tres puntos críticos transversales vinculados a la descarbonización de las cadenas: dos de ellos asociados a un horizonte temporal de corto y medio plazo y el restante está ligado a un horizonte temporal de largo plazo. Entre los primeros, se observa la baja capacidad que poseen las pequeñas y medianas empresas colombianas en la identificación, priorización y estructuración de proyectos que permitan adoptar estándares ambientales internacionales, técnicas

143 *Entidad colombiana en la que participan empresas productoras de plásticos, cauchos y petroquímicos, entre otras industrias relacionadas.*

144 *El programa Euro 5 sustituye al Euro 4 que estaba en vigor desde enero de 2005 y supone, comparativamente, una disminución de la cantidad de óxido nitroso autorizado emitido por los vehículos de motor hasta los 60 miligramos por kilómetro (mg/km) en motores de gasolina y 180 mg/km en los motores diésel.*

Figura 16:
Puntos críticos transversales y sectoriales con mayor impacto y factibilidad para la descarbonización de Colombia

Tipo de obstáculo transversal/sectorial	Horizonte de tiempo	Puntos críticos
Transversal	Corto/Mediano plazo	• Baja capacidad técnica de las Pymes para la gestión de proyectos ambientales. • Baja disponibilidad de capital para financiar proyectos de economía circular y energías alternativas.
	Largo plazo	• Baja calidad y altas emisiones del parque automotor para la distribución de carga.
Pesca	Corto/Mediano plazo	• Baja capacidad técnica de las Pymes para obtener sellos de sostenibilidad. • Falta en las Pymes de técnicas de producción apropiadas, información completa y acceso al crédito para exportar. • Volúmen de producción insuficiente para realizar inversiones que permitan la adopción de tecnología de ultracongelación de pescado.
Textiles y confecciones	Corto/Mediano plazo	• Bajo nivel de adopción en el sector de sellos de sostenibilidad tipo Bluesign y otros estándares ambientales. • Las prendas de vestir utilizan un porcentaje importante de poliéster, material de menor costo, pero altamente contaminante para el medio ambiente. • Escasa adopción de prácticas propias de la economía circular para gestionar el ciclo de vida de las prendas (end to end).
Plásticos y caucho	Corto/Mediano plazo	• Baja cultura en la separación y gestión de la cadena de recuperación de los plásticos reutilizables por parte tanto de los hogares como del sector procuctivo, sumado a una desconfianza en los estándares utilizados en el proceso de reciclaje debido a la alta informalidad del sector.
	Largo plazo	•Alto costo de la electricidad, en particular en la costa Caribe, donde se implantan algunas empresas clave de la cadena de valor.
Automotor	Corto/Mediano plazo	• La capacidad tecnológica para descarbonizar la mayor parte de la cadena de valor automotriz ya existe, pero el mercado y los incentivos regulatorios aún no son claros.
	Largo plazo	• La ausencia de una red de carga para vehículos eléctricos restringe su adopción.

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de información sectorial y trabajo de campo.

avanzadas de producción y tecnologías asociadas a la economía circular. De hecho, según el último Índice Global de Competitividad Sostenible, en su pilar de eficiencia de los recursos –el cual mide el manejo de los recursos en materia energética, de agua y materias primas–, Colombia se ubicó la posición 63 entre 180 economías analizadas, por debajo de países en la región como Uruguay (7), Costa Rica (14) y Panamá (29) (Solability, 2021). En segundo lugar, se detecta como punto crítico tanto a la baja disponibilidad de capital para el financiamiento de proyectos de energías alternativas como al desconocimiento del sector financiero y sus instrumentos.

En cuanto al punto crítico transversal de largo plazo, se halla la dificultad que posee el parque automotor para modernizarse, debido al alto costo de CAPEX[145] en vehículos limpios respecto al de aquellos con combustión interna, hace que se generen mayores emisiones de GEI a lo largo de todas las cadenas de valor estudiadas (dado que el 85,5% del total de carga se moviliza por carreteras y cerca del 44% de los vehículos de transporte de carga tienen más de 21 años (DNP, 2019).

145 *El Capex (capital expenditure o gasto en capital) es el gasto que una compañía realiza en bienes de equipo y que resulta en beneficios que garantizan y miden su crecimiento.*

En lo que respecta al sector de pesca, existen tres puntos críticos relevantes y todos están asociados a un horizonte temporal de corto o medio plazo. Los pequeños productores no cuentan con las técnicas de producción apropiadas, ni con la información completa y el suficiente acceso a crédito, que les permita financiar los procesos de certificación requeridos para comercializar sus productos en el mercado internacional. Además, se destaca la ausencia de capacidad de agregación de producción para lograr economías de escala, lo que imposibilita realizar inversiones para adoptar tecnología de ultracongelación de pescado para poder exportar dicho producto. Por último, se destaca la ausencia de capacidad de agregación de producción para lograr economías de escala, lo que imposibilita realizar inversiones para adoptar tecnología de ultracongelación de pescado para poder exportar dicho producto.

El sector de textiles y confecciones tiene asociado tres puntos de dolor, todos de corto y medio plazo. En primer lugar, se encuentra el bajo nivel de adopción de sellos de sostenibilidad tipo Bluesign[146] y otros estándares ambientales debido al desconocimiento de modelos de negocio que hagan factible la inversión en este tipo de sellos y las bajas capacidades para adoptarlos. Otro obstáculo dentro del sector reside en el hecho de que las prendas de vestir hacen uso de un porcentaje importante de poliéster (debido a sus bajos costos y la ausencia de regulaciones que limiten su uso), material que es altamente contaminante para el medioambiente. El último punto crítico consiste en la debilidad técnica y ausencia de responsables para llevar adelante proyectos ligados a la economía circular, que permitan gestionar el ciclo de vida de las prendas (end to end).

Dentro del sector de plásticos y caucho pueden observarse dos puntos críticos: uno de corto y medio y otro de largo plazo. En el primer caso, se destaca la baja cultura de separación de residuos plásticos por parte de los hogares junto con la escasa gestión de la cadena de recuperación dentro del sector productivo[147]. A esto se le añade la falta de confianza en el proceso de reciclaje, debido a la alta informalidad del sector. En el largo plazo, se halla el hecho de que la mayoría de los generadores renovables no hidroeléctricos existentes se encuentran en partes del sistema eléctrico colombiano que no están interconectadas con la red de transmisión nacional, como en el Caribe. En esta región es donde se localizan algunas de las empresas clave del sector.

Finalmente, se identificaron dos puntos críticos sectoriales vinculados a la descarbonización de la cadena automotor, uno de ellos está asociados a un horizonte temporal de corto y medio plazo mientras que el otro pertenece a un horizonte de largo plazo. En primer lugar, si bien la capacidad tecnológica para descarbonizar la mayor parte de la cadena de valor automotriz ya existe, el mercado y los incentivos regulatorios aún no son claros. Esto sucede, por ejemplo, con respecto a las perspectivas de adopción masiva de vehículos eléctricos. En parte, la razón recae en una falta de claridad sobre la hoja de ruta de regulación ambiental del parque automotor y la baja incidencia de los incentivos para la modernización de las flotas de vehículos, que redundan en bajas inversiones en fabricación y comercialización de vehículos de bajas emisiones. Por último, en el largo plazo la adopción de vehículos eléctricos se ve limitada dada la ausencia de redes de carga. Por ejemplo, según la plataforma de información sobre red de puntos de carga de Electromaps, en 2023 existen solo 191 puntos de recarga en todo el país, 41 de los cuales se concentran en Bogotá.

146 *El estándar bluesign® ofrece un sistema de homologación independiente para la industria textil, considerando la totalidad del proceso de producción y minimizando el impacto en el medio ambiente. Este también contribuye a reducir los costes de producción, aumentar la competitividad y la innovación.*

147 *De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022), la tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos fue de 11,8% en 2019, con una proyección del 13,8% para 2021, y 14,6% en 2022. La empresa Enka, líder del mercado en reciclaje de PET, resaltó que este porcentaje llega a ser aún menor por la no separación adecuada de residuos en los hogares.*

6.2 Prioridades para fortalecer la integración sustentable

Se propone un conjunto de prioridades estratégicas para lograr un mayor aprovechamiento de las oportunidades identificadas en este estudio[148]. Estas recomendaciones surgen a partir de información recopilada en el trabajo de campo, complementada con entrevistas con expertos del BID y expertos sectoriales externos, y responden a una serie de obstáculos identificados a lo largo del estudio.

Recomendaciones para promover la integración

En total, se identificaron 6 prioridades estratégicas para fortalecer la integración. La Figura 17 presenta cada una de las acciones propuestas para fomentar la inserción del país en CGV con una breve descripción identificando si es transversal o sectorial y su horizonte temporal[149].

Figura 17:
Prioridades estratégicas para promover la integración de Colombia

Prioridades estratégicas	Sector	Horizonte temporal
Fortalecimiento de capacidades y recursos ProColombia	Transversal	Corto/mediano plazo
Programa de eficiencia en los procedimientos logísticos y aduaneros		
Promoción de la adopción de certificaciones de estanques piscícolas para el acceso a mercados	Pesca	Corto/mediano plazo
Reconfiguración de la cadena de textiles y confecciones para sofisticar su oferta, generar eficiencias entre los eslabones y lograr una mejor inserción en las CRV	Textiles y Confecciones	Corto/mediano plazo
Programa de financiamiento y capacitación en estrategias comerciales para las oportunidades de plástico	Plásticos y caucho	Corto/mediano plazo
Apoyo a la sofisticación de los proveedores a lo largo de la cadena automotriz y de producción de motocicletas en sintonía con los estándares internacionales	Automotor	Corto/mediano plazo

Fuente: Elaboración propia con base al relevamiento de información sectorial y trabajo de campo

A continuación, se describe brevemente el detalle de cada una:

Fortalecimiento de capacidades y recursos de ProColombia. La falta de conocimiento de requisitos técnicos para exportar es una importante barrera para la integración, particularmente para PyMEs. A esto se le suman los elevados costos y la limitada capacidad instalada de las empresas. En primer lugar, se sugiere la creación de un catálogo en línea con los requisitos técnicos exigidos en los mercados potenciales, incluyendo medidas sanitarias y fitosanitarias y requerimientos de homologa-

148 *Cabe aclarar que este no pretende ser una lista exhaustiva sino un conjunto de prioridades estratégicas con acciones asociadas que pueden ayudar a superar los obstáculos identificados, con énfasis en los que son puntos críticos.*
149 *En algunos casos, cada prioridad estratégica está asociada a más de un horizonte temporal. Esto ocurre dado que cada prioridad agrupa una o más acciones específicas que poseen horizontes temporales diferentes. Cada una de las acciones que componen las prioridades detalladas en esta sección están disponibles en el Anexo.*

ción que permitan insertar las oportunidades identificadas en los cuatro sectores. En segundo lugar, el fortalecimiento institucional de ProColombia que contemple la creación de programas de formación de talento en empresas en habilidades de comercialización internacional, gestión de ventas en mercados extranjeros y uso de canales digitales de venta para exportaciones. Por último, el diseño e implementación de líneas de crédito que faciliten la tecnificación de los procesos productivos de las pymes que pueden ser proveedoras de empresas ancla, de modo que se garantice la ampliación de su oferta de producción. Es importante que este programa incluya capacitaciones y apoyo a este tipo de empresas en la preparación de balances y la estructuración de proyectos.

Programa de eficiencia en los procedimientos logísticos y aduaneros. En el corto y mediano plazo, se recomienda el diseño e implementación de un programa de facilitación de procesos de *risk clearance* en aduanas. Por una parte, esto puede incluir una revisión y modernización de procedimientos de gestión de riesgos en fronteras –terrestres, fluviales, marítimas y aéreas– que busque la integración de los diferentes sistemas de riesgos de las entidades encargadas. Por otra parte, se recomienda realizar una revisión del uso del OEA para facilitar su acceso e incrementar su efectividad y adopción. A su vez, se propone socializar con mayor fuerza las ventajas del uso de la declaración anticipada haciendo énfasis en las facilidades que genera en el ingreso de las mercancías. También es fundamental desarrollar un plan de acción para avanzar en el reconocimiento mutuo en países que cuentan con esta misma figura. Este conjunto de medidas ayudaría a reducir los altos costos y tiempos en operaciones aduaneras y de comercio exterior que deben enfrentar las empresas. Dentro de la presente prioridad estratégica existe, además, una acción asociada que posee un horizonte temporal de largo plazo. En este caso, se propone avanzar en el desarrollo de la infraestructura logística de los puertos (Buenaventura y Barranquilla) y realizar propuestas de normas que promuevan la libre competencia en las transacciones que determinan el costo del transporte de la carga. Esto permitiría paliar los efectos de los elevados costos logísticos, en particular aquellos asociados al transporte de carga.

Promoción de la adopción de certificaciones de estanques piscícolas para el acceso a mercados. La falta de cumplimiento de certificaciones y la ausencia de capacidades para obtener permisos ante la FDA es una importante barrera para la mayor internacionalización del sector. Esto requiere diseñar e implementar un programa de capacitaciones y apoyo para la adaptación de estándares productivos en el eslabón de cosecha y acuicultura haciendo énfasis en los establecidos por la FDA. En este sentido, a partir del programa de Certificaciones de Calidad para Exportar de Colombia Productiva, se propone abrir una línea especial que oriente y capacite, a través de un experto en certificaciones de calidad en pesca, a los empresarios de este sector. Se sugiere que esta línea también incluya recursos para cofinanciar dichas certificaciones.

Reconfiguración de la cadena de textiles y confecciones para sofisticar su oferta, generar eficiencias entre los eslabones y lograr una mejor inserción en las CGV. En el corto plazo, se recomienda el desarrollo de un esquema de reconfiguración de la cadena textil basado en una revisión de los aranceles de todos los productos que comprenden la cadena de hilados, telas y prendas de vestir, con el propósito de incrementar la competitividad de toda la cadena. También se contempla la posibilidad de contar con una estrategia de fortalecimiento de la oferta de materias primas nacionales, para lo cual se recomienda realizar un estudio de benchmarking, buscando una visión de la cadena para su reconfiguración y fortalecimiento dentro de las CGV. Finalmente, se sugiere diseñar e implementar un programa de desarrollo de proveedores de hilados y telas que permita incrementar la calidad y disponibilidad de insumos con los requerimientos necesarios en el eslabón de confecciones. Todas estas acciones tienen como objetivo hacer frente a la dependencia que el sector posee respecto a materias primas importadas y a las elevadas protecciones que se dan en el último eslabón de la cadena. Como se mencionó previamente, en este caso también existe una acción asociada al largo plazo. Ésta hace referencia a la necesidad de llevar a cabo un programa de upskilling y reskilling

en habilidades técnicas de costura, logística y asesores comerciales con competencias en TIC para el fortalecimiento de las capacidades de producción. Gracias a esto, el sector podría lograr mayor productividad laboral y suplir las carencias de capital humano que se observan al analizar el desempeño en ciertas habilidades, reduciendo de esta forma la informalidad laboral.

Apoyo a la sofisticación de los proveedores a lo largo de la cadena automotriz y de producción de motocicletas en sintonía con los estándares internacionales. En primer lugar, esto implica el diseño e implementación de programas que fortalezcan las hoy en día debilitadas capacidades locales en proveedores Tier 2 y Tier 3. Este programa deberá incluir capacitaciones y asesoría empresarial sobre prácticas de lean *manufacturing*, digitalización de procesos de producción y adopción de estándares de calidad para certificarse de acuerdo a requerimientos internacionales. Asimismo, dado que actualmente los productores de motocicletas no cuentan con las capacidades y acceso a crédito para financiar los procesos de estándar Euro 5, es sugerible el fondeo de una línea de crédito para las empresas de toda la cadena productiva de motocicletas, con propósito de ayudarlas a realizar las inversiones necesarias para avanzar hacia dicha regulación. En complemento, la línea puede proporcionar acompañamiento técnico de parte de Colombia Productiva para adquirir las tecnologías adecuadas para lograr este nuevo estándar. El hecho de incorporar los nuevos estándares para reducir las emisiones de GEI contribuirá a incrementar la competitividad de las motocicletas producidas en el país y facilitará su acceso a nuevos mercados, al mismo tiempo que daría un impulso a la comercialización doméstica de una gama de motocicletas menos contaminantes que las que actualmente dominan el mercado.

Recomendaciones para promover la descarbonización

En total, se identificaron 6 prioridades estratégicas vinculadas a la descarbonización de las cadenas. La Figura 18 ofrece un mapeo de las **recomendaciones de política que se derivan del análisis de los puntos críticos de descarbonización.**

Aquí también, se presenta una breve descripción identificando si la prioridad estratégica es transversal o sectorial y el horizonte temporal de la misma[150]. Estas recomendaciones surgen a partir de información recopilada en el trabajo de campo, complementada con entrevistas con expertos del BID y expertos externos.

A continuación, se describe brevemente el detalle de cada medida:

Robustecer el rol del Estado para promover la implementación de los planes de Gobierno y la descarbonización en los sectores estudiados. En el corto plazo, esto está asociado al desarrollo de programas de fortalecimiento de capacidades institucionales para implementar estrategias nacionales ligadas a la economía circular y la eficiencia energética, con un foco táctico en las cuatro cadenas del estudio en la que se encontraron oportunidades concretas. Primero, se debe realizar una definición de responsables públicos y contrapartes privadas para la implementación de las intervenciones contempladas en la Estrategia Nacional de Economía Circular por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el MinCIT. Segundo, el programa debe acompañar a dichos responsables en su tarea de establecer lineamientos sectoriales e indicadores de producto y resultados por intervención. Tercero, se debe buscar que los programas empresariales de Environmental Social and Governance (ESG) realicen un trabajo de desarrollo de proveedores para que las empresas

150 *Así como en el caso de las recomendaciones para integración, en el Anexo se detalla a qué punto crítico en particular hace referencia cada prioridad, cuáles son las acciones específicas asociadas a cada una de ellas y cuáles son los actores encargados de llevar a cabo su implementación. A su vez, tal como se señaló anteriormente, en algunos casos, cada prioridad estratégica está asociada a más de un horizonte temporal. Esto ocurre dado que cada prioridad agrupa una o más acciones específicas que poseen horizontes temporales diferentes. Cada una de las acciones que componen las prioridades detalladas en esta sección están disponibles en el Anexo.*

Figura 18:
Prioridades estratégicas para promover la descarbonización de Colombia

Prioridades estratégicas	Sector	Horizonte temporal
Robustecer el rol del Estado para promover la implementación de los planes de Gobierno y la descarbonización en los sectores estudiados	Transversal	Corto/ mediano / largo plazo
Fortalecimiento de las condiciones y capacidades para la estructuración y financiación de proyectos de eficiencia energética, generación limpia y logística sostenible		
Coordinación de la cadena de piscicultura para atracción de inversiones	Pesca	Corto / mediano plazo
Adopción de buenas prácticas para el logro de sellos de sostenibilidad y la circularidad económica en la producción de textiles y prendas de vestir	Textiles y Confecciones	Corto / mediano plazo
Upgrading de los procesos y de la cadena de reciclaje de PET a nivel local y nacional	Plásticos y caucho	Mediano / largo plazo
Claridad regulatoria y estratégica sobre la hoja de ruta para la electrificación del parque de vehículos en Colombia	Automotor	Corto/ mediano / largo plazo

Fuente: Elaboración propia con base al relevamiento de información sectorial y trabajo de campo

ancla de las cadenas de valor den señales de preferencia por productos que reduzcan la huella de carbono y así aumentar el alcance del programa a lo largo de la cadena. En suma, el programa propuesto pretende fortalecer las capacidades de los ministerios y agencias sectoriales para ejecutar los instrumentos existentes y promover recursos energéticos descentralizados. Dentro de esta prioridad estratégica existe, además, una acción de largo plazo asociada. Ésta propone desarrollar una agenda regulatoria en conjunto con la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y el Ministerio de Minas y Energía para incorporar estos elementos e incentivar la profundización de los recursos energéticos descentralizados (RED). Esto se debe a que, en la actualidad, son escasas las condiciones regulatorias para la promoción extensiva de generación a través de recursos energéticos descentralizados (RED), lo que limita la monetización de los excedentes energéticos de los inversionistas.

Fortalecimiento de las condiciones y capacidades para la estructuración y financiación de proyectos de eficiencia energética y generación limpia. La baja capacidad técnica en las Pymes relacionada con la identificación, priorización y estructuración de proyectos que permitan adoptar estándares ambientales internacionales, técnicas avanzadas de producción, tecnologías limpias y economía circular representa una importante barrera para la descarbonización de las cadenas estudiadas[151]. Es por ello que, en primer lugar, se recomienda el desarrollo de un programa de cooperación técnica para identificar y priorizar proyectos financiables de economía circular. Esto permitirá estructurar un conjunto de modelos de negocio de bajas emisiones ilustrativos para los eslabones estudiados en este documento, que sirvan como ejemplos prácticos para las Pymes y que incorporen los beneficios tributarios existentes y los esquemas de financiamiento propuestos. Además, la baja disponibilidad de capital para financiar proyectos de economía circular y energías alterna-

151 *Según el último Índice Global de Competitividad Sostenible, en su pilar de eficiencia de los recursos –el cual mide el manejo de los recursos en materia energética, de agua y materias primas–, Colombia se ubicó la posición 63 entre 180 economías analizadas, por debajo de países en la región como Uruguay (7), Costa Rica (14) y Panamá (29) (Solability, 2021).*

tivas y el desconocimiento del sector financiero y sus instrumentos hace que sea necesaria la creación de instrumentos específicos que aumenten las capacidades de formulación y estructuración financiera de proyectos y reduzcan los perfiles de riesgo percibidos de las empresas. Por lo tanto, se recomienda primero estructurar y emitir un bono temático público (denominado "bono verde") para financiar proyectos de descarbonización con tasas preferenciales, que quede a disposición de la banca comercial. Segundo, se sugiere constituir un fondo de finanzas combinadas o blended finance, de carácter catalítico, con un compartimento para eficiencia energética y uno para economía circular y enfocado en mejorar la calidad crediticia de los proyectos. En complemento al programa de financiación descrito anteriormente, se recomienda que, a través del MinCIT y Bancóldex, se impulse el desarrollo de compañías de servicios energéticos (Energy Service Companies o ESCOs) para que acompañen a aquellas empresas de sectores manufactureros que no cuentan con el expertise técnico, la sofisticación financiera, ni el perfil crediticio a ayudarlas a implementar proyectos de descarbonización. En ese sentido, las ESCOs actuarían como market makers en el mercado de la eficiencia energética o economía circular dado que aportan sus capacidades técnicas y financieras, invierten a riesgo y se remuneran de acuerdo con los ahorros generados. Dentro de esta prioridad estratégica existe, a su vez, una acción de largo plazo que implica la descarbonización de la cadena logística de distribución de carga. Esto se debe a la dificultad que, al día de hoy, posee el parque automotor para modernizarse, dado el alto costo de CAPEX[152] en vehículos limpios respecto al de aquellos con combustión interna[153]. De esta forma, se recomienda diseñar e implementar una línea de crédito especial en Bancóldex que permita la renovación de los vehículos de transporte de carga, con el propósito de mejorar su eficiencia a través de la compra o reconversión de vehículos electrificados. Adicionalmente, se requiere generar un sistema de monitoreo constante a esta nueva línea para identificar los departamentos de Colombia más rezagados en la meta, con el fin de realizar ajustes iterativos al nuevo programa.

Coordinación de la cadena de piscicultura para lograr inversiones. Para promover la exportación de tilapia al mercado estadounidense, por ejemplo, es fundamental que las empresas del clúster del Huila certifiquen sus plantas en HACCP, realicen los procesos BPA de sus estanques y garanticen la calidad del agua. Aunque este clúster cuenta con la capacidad instalada en sus estanques para que sean certificados en el corto plazo, necesitaría realizar una inversión en una planta de ultracongelado para asegurar la exportación de este producto. Sin embargo, las empresas no cuentan con el músculo financiero suficiente para realizar dicha inversión, requiriendo del apoyo del Gobierno, quien debería facilitar la adquisición de tecnologías modernas que permitan ampliar la vida útil del producto, a través de créditos con tasas preferenciales y plazos cómodos para pagarlos. Por ello, en el marco del programa de financiamiento a través de Bancóldex anteriormente propuesto, se recomienda apoyar el acceso a recursos a través de una línea de crédito especial, acompañada de un esquema de garantías estatales que permita a las empresas acuícolas realizar nuevas inversiones de capital en tecnologías de ultracongelación para lograr transitar a exportaciones de pescado congelado por vía marítima.

Adopción de buenas prácticas para el logro de sellos de sostenibilidad y la circularidad económica en la producción de textiles y prendas de vestir. En primer lugar, se sugiere diseñar e implementar un programa público-privado de apoyo para la adaptación de estándares productivos y sellos de sostenibilidad en abastecimiento de textiles. Esto responde al bajo nivel de adopción en el

152 *El Capex (capital expenditure o gasto en capital) es el gasto que una compañía realiza en bienes de equipo y que resulta en beneficios que garantizan y miden su crecimiento.*

153 *Esto hace que se generen mayores emisiones de GEI a lo largo de todas las cadenas de valor estudiadas (dado que el 85,5% del total de carga se moviliza por carretera y cerca del 44% de los vehículos de transporte de carga tienen más de 21 años (DNP, 2019).*

sector de sellos de sostenibilidad tipo Bluesign [154] y otros estándares ambientales debido al desconocimiento de modelos de negocio que hagan factible la inversión en este tipo de sellos y las bajas capacidades para adoptarlos. En este sentido, a partir del programa de Certificaciones de Calidad para Exportar de Colombia Productiva, se propone crear una línea de intervención especial que oriente y capacite a los empresarios a través de un experto en certificaciones de calidad en el sector textil. Segundo, y más en el largo plazo, se requiere una acción coordinada entre los minoristas, los fabricantes y los reguladores para eliminar en el mediano y largo plazo la ropa desechable y, en su lugar, centrarse en prendas de mayor calidad con una mayor vida útil y durabilidad. Para lograrlo, se deberá construir una hoja de ruta público-privada de múltiples escalas y jurisdicciones, que identifique los mercados de destino potenciales y establezca una ruta coordinada de inversiones, estándares e iniciativas de monitoreo para movilizar a la cadena de valor hacia un upgrading en la calidad de las prendas producidas en Colombia. Asimismo, es importante desarrollar un programa de desarrollo de proveedores enfocado en materiales sostenibles. En la actualidad, las prendas de vestir hacen uso de un porcentaje importante de poliéster –debido a sus bajos costos y la ausencia de regulaciones que limiten su uso–, material que es altamente contaminante para el medioambiente. El avance hacia la producción de insumos sostenibles en el país requiere diseñar e implementar un programa de desarrollo de proveedores en el que se coordine a las empresas ancla productoras de prendas de vestir de tejidos mixtos con sus redes de proveedores. Con esta iniciativa, las empresas de confección pueden dar acompañamiento con el apoyo de Colombia Productiva a sus proveedores de textiles, y así dar señales de preferencia por productos que utilicen hilados con menor contenido de poliéster.

Upgrading de los procesos y de la cadena de reciclaje de PET a nivel local y nacional. Se sugiere el diseño de un programa de cooperación técnica para la implementación del Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los Plásticos de un solo uso. Esta cooperación técnica puede asesorar al MinCIT, al MADS y a las alcaldías a tomar las medidas que permitan acelerar la sustitución gradual de materiales contaminantes. También se recomienda fortalecer los requerimientos sobre procesos y calidad en el sector de acopio, acompañado de un programa de fortalecimiento a los trabajadores de las actividades de reciclaje, de manera que se reduzca la informalidad. Estas medidas permitirían resolver parte de las ineficiencias que se dan actualmente en el funcionamiento y los requerimientos del sector de acopio que, junto con la baja escala de su estructura empresarial, generan desconfianza en los estándares utilizados en el proceso de reciclaje. A su vez, existe una acción asociada al largo plazo que implica diseñar y fondear un programa de inversión en proyectos de I+D que busquen adaptar tecnologías limpias de generación de alto calor (como aquellas basadas en hidrógeno o amoníaco) al eslabón de producción de artículos de plástico. Esto responde a la hoy baja inversión en investigación, desarrollo e innovación para acercar tecnologías más limpias a la frontera comercial, lo cual dificulta su adopción en los próximos 15 años. El programa puede usar recursos públicos para cofinanciar las investigaciones y buscar contrapartidas de las empresas productoras, con el fin de lograr una mayor conexión entre las necesidades técnicas de las plantas y las investigaciones. Así mismo, se deberían divulgar los hallazgos sobre las tecnologías exitosas como parte de un programa más amplio de descarbonización de manufacturas.

Claridad regulatoria y estratégica sobre la hoja de ruta para la electrificación del parque de vehículos en Colombia. La falta de claridad sobre la hoja de ruta de regulación ambiental del parque automotor y la baja incidencia de los incentivos que hoy existen para la reposición de automóviles por tecnologías eléctricas o híbridas redundan en bajas inversiones en fabricación y comercialización de este tipo de vehículos. De esta forma, se recomienda adelantar un análisis ex ante de impacto regu-

154 *El estándar bluesign® ofrece un sistema de homologación independiente para la industria textil, considerando la totalidad del proceso de producción y minimizando el impacto en el medio ambiente. Este también contribuye a reducir los costes de producción, aumentar la competitividad y la innovación.*

latorio que evalúe cuál es el instrumento más idóneo para la modernización del parque automotor. Dicho estudio debería contemplar, al menos, las siguientes alternativas: una regulación que establezca estándares técnicos obligatorios como Euro 6; limitaciones a las emisiones para vehículos comercializados en el país en un rango de tiempo razonable; un instrumento tributario para incentivar la producción y compra de vehículos de bajas emisiones; y un instrumento de apoyo financiero con el mismo fin. Además, la ausencia de una política de promoción de inversiones en electrolineras en el entorno urbano e interurbano restringe la adopción de vehículos eléctricos de carga. Esto requiere la puesta en marcha de un programa de largo plazo que establezca estándares para el desarrollo de infraestructuras de carga eléctrica en residencias y espacios públicos para ampliar la red. Dichos estándares pueden ser introducidos bajo la modalidad de certificaciones de bajo consumo para la construcción de edificaciones residenciales y también dentro de los requerimientos que el Gobierno nacional impone en los procesos de compra pública para espacios públicos y de transporte.

7. Conclusiones

Este estudio identifica un conjunto de eslabones y productos que cuentan con el mayor potencial para desarrollar proyectos que puedan aprovechar las tendencias y condiciones de acortamiento de cadenas de valor para Colombia. Combinando el análisis *top-down*, intensivo en identificación y procesamiento de datos duros, con un ejercicio bottom-up basado en investigación y un intenso trabajo de campo, se identifican 23 productos concretos como oportunidades asociadas a la integración en CGV para el país. Estas oportunidades abarcan una buena variedad de productos que incluyen tilapia en filetes, congelada o en preparaciones, maquila de jeans y fajas, envases plásticos para farmacéutica y alimentos y motocicletas de bajo cilindraje.

Así mismo, se detectan 20 oportunidades de descarbonización en las cuatro cadenas, más de la mitad de las cuales tienen un horizonte temporal de realización a largo plazo. Dichas oportunidades de descarbonización incluyen iniciativas en pesca como la adopción de tecnologías de ultracongelación en el clúster de tilapia; el uso de sumideros de carbono en acuicultura; y la optimización del diseño del casco, los sistemas de potencia y propulsión de las embarcaciones para una máxima eficiencia. En plástico y caucho incluyen la producción de pellets y derivados de PET reciclado, así como la posibilidad de producir variantes sustitutas del plástico con el fin de volverlo más biodegradable. En textil y confecciones incluyen la producción de hilados y telas sintéticas a base de resina reciclada y el uso de bombas de calor para la producción textil. Por último, en el sector automotriz incluyen la electrificación de los elementos de transporte de carga de la cadena de suministro automotriz y el diseño de vehículos más livianos.

El estudio realiza también una estimación de la ganancia potencial de avanzar en una agenda de integración sustentable que permita aprovechar estas oportunidades de integración en CGV y descarbonización, denominado “valor en juego”. Sin pretender ser una estimación de los efectos de las recomendaciones específicas del estudio, este cálculo indica un “orden de magnitud” sobre los beneficios potenciales para Colombia si logra implementar una agenda exitosa de inserción y reducción de emisiones como las que se observan en países similares estudiados. Los resultados muestran que el valor en juego de integración en comercio es del orden de USD 3.262 millones, equivalentes al 17% de las exportaciones no-minero energéticas, y de ellos cerca de USD 856 millones pueden ocurrir en exportaciones de las cadenas del estudio. Por su parte, el valor en juego verde es del orden de 1.198 Gg de CO2e en reducción de emisiones en las cuatro cadenas analizadas.

Para materializar las oportunidades de corto y medio plazo identificadas, es necesario abordar un conjunto de obstáculos específicos, y en particular unos puntos críticos que deben atenderse para eliminar barreras, mejorar factores competitivos claves, y desarrollar la capacidad del país para concretar proyectos e inversiones que fortalezcan la integración en CGV en los eslabones identificados. Los obstáculos más relevantes que se identifican a nivel sectorial están relacionados con: i. la adopción de tecnologías especiales para incrementar los volúmenes de producción; ii. falta de capacidades para producir bienes de mayor valor agregado; iii. ineficiencia en los procesos productivos; iv. bajas capacidades de proveedores locales y alta dependencia de materias primas importadas, en algunos casos con elevados aranceles; v. brechas de capital humano en ciertas profesiones y competencias; y vi. desconocimiento sobre estrategias comerciales en algunos mercados. Así mismo, se identifican obstáculos transversales asociados con: i. el desconocimiento sobre barreras no arancelarias y cumplimiento de estándares internacionales; ii. elevados costos y tiempos en las operaciones de comercio exterior; iii. acceso a financiamiento; y iv. altos costos logísticos en particular debido a los costos de transporte.

El abordaje de estos obstáculos debe complementarse con acciones que atiendan también los puntos críticos que limitan la capacidad para adelantar proyectos de descarbonización como son: i. las bajas capacidades para adoptar estándares ambientales internacionales, así como técnicas avanzadas de producción, tecnologías limpias y economía circular; ii. escasa financiación en proyectos de energías alternativas; iii. baja calidad y altas emisiones del parque automotor; iv. bajas capacidades para adoptar sellos de sostenibilidad; v. bajos niveles de reciclaje; vi. elevadas inversiones para adoptar nuevos estándares amigables con el medio ambiente.

Para atender estos puntos críticos, se formula un conjunto de propuestas de políticas concretas que pueden ser llevadas a cabo para abordar los obstáculos identificados y facilitar el aprovechamiento de las oportunidades. Estas propuestas incluyen tanto acciones sectoriales como otras transversales. Mientras que algunas de esas acciones pueden ser concretadas en plazos cortos de tiempo, otras requieren horizontes más extendidos. Las propuestas incluyen acciones dirigidas a: i. incrementar el acceso de los productos colombianos a mercados internacionales; ii. mejorar la eficiencia en los tiempos y procedimientos aduaneros; iii. facilitar el acceso al crédito en particular para las pymes; iv. reducir los costos logísticos; v. lograr certificaciones especiales que permitan incrementar el acceso a ciertos mercados; vi. Implementar estrategias para aumentar las inversiones de capital con miras a la internacionalización de los sectores; vii. fortalecer el capital humano y las capacidades de producción; viii. garantizar una oferta de materias primas suficiente y de calidad; ix. capacitaciones a empresarios en estrategias comerciales; y x. alternativas para reducir los costos de energía.

El análisis y las propuestas presentadas en este trabajo buscan ser de utilidad para que Colombia diseñe estrategias tendientes a fortalecer su posicionamiento e integración en la economía global y aproveche eficazmente las oportunidades abiertas en el escenario de reconfiguración de las cadenas de valor. El logro de estos objetivos será, a su vez, un factor clave para fortalecer el sendero de crecimiento del país, reducir sus emisiones de CO_2 y ayudar a la generación de más y mejores empleos.

Referencias

ANIF. (2020). Gran Encuesta Pyme segundo semestre de 2020.

Antràs, P. (2019). Conceptual Aspects of Global Value Chains. World Bank Economic Review.

ASOBANCARIA. (2022). Profundización financiera en Colombia y Latinoamérica.

AUNAP-UNIMAGDALENA (2014). Caracterización de los principales artes de pesca de colombia y reporte del consolidado del tipo y número de artes, embarcaciones y UEP's empleadas por los pescadores vinculados a la actividad pesquera. Santa Marta y Bogotá.

Balassa, B. (1965). Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage. The Manchester School of Economic and Social Studies, 33, 99-123.

Banco Central de Ecuador. (2022). Información económica.

Banco Central de Reserva del Perú. (2021). Balanza comercial.

Banco Central de Reserva del Perú. (2021). Inversión Extranjera Directa.

Banco Central de Reserva del Perú. (2022). Notas de Estudios del BCRP. No. 41-9 .

Banco de la República. (2022). Estadísticas del sector externo, tasa de cambio y derivados. Colombia.

Banco de la República. (2022). Inversión Extranjera Directa en Colombia - Actividad económica.

Banco Mundial. (2014). Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).

Banco Mundial. (2017). Enterprise Surveys. Colombia. Obtenido de https://espanol.enterprisesurveys.org/es/data/exploreeconomies/2017/colombia#2

Banco Mundial. (2017). Local supplier quantity. Obtenido de https://tcdata360.worldbank.org/indicators/loc.sup.nm?country=BRA&indicator=709&viz=line_chart&years=2007,2017

Banco Mundial. (2018). Logistic Performance Index. Obtenido de https://lpi.worldbank.org/international/global

Banco Mundial. (2019). Doing Business. Tasa tributaria total (% de utilidades comerciales). Obtenido de https://datos.bancomundial.org/indicator/IC.TAX.TOTL.CP.ZS

Banco Mundial. (2020). índice de apertura comercial.

Banco Mundial. (2020). Tasa arancelaria, aplicada, media simple, productos primarios (%). Obtenido de https://datos.bancomundial.org/indicador/TM.TAX.TCOM.SM.AR.ZS

Banco Mundial. (2020). World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains. Washington, DC: Banco Mundial.

Banco Mundial. (2021). Balanza comercial de bienes y servicios.

Banco Mundial. (2021). Colombia: panorama general. Obtenido de https://www.bancomundial.org/es/country/colombia/overview#1

Banco Mundial. (2021). Indicador Población Total.

Banco Mundial. (2021). Producto Interno Bruto.

Banco Mundial; Gef. (2020). Fishery Performance Indicators: evaluación y análisis de pesquerías costeras del Perú.

Bataille, C., Nilsson, L., & Jotzo, F. (2021). Industry in a net-zero emissions world: New mitigation pathways, new supply chains, modelling needs and policy implications. Energy and Climate Change, 2(100059).

BID. (2014). Fábricas Sincronizadas: América Latina y el Caribe en la era de las Cadenas Globales de Valor. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

BID. (2017). Medición del Costo del Trabajo A salariado en América Latina y el Caribe. División de Mercados Laborales. Obtenido de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Medici%C3%B3n-del-costo-del-trabajo-asalariado-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf

BID. (2018). Mejor gasto para mejores vidas: cómo América Latina y el Caribe puede hacer más con menos.

BID (2023a). Nuevos horizontes de transformación productiva en la Región Andina. Banco Interamericano de Desarrollo .

BID (2023b). Cadenas de valor sustentables: oportunidades y desafíos de integración productiva y descarbonización en Colombia. Banco Interamericano de Desarrollo.

Bolzico, J., & Prats, J. (2022). Esquemas de garantía pública para créditos bancarios en tiempos de COVID-19 en América Latina y el Caribe. Washington D.C.: BID.

CAF. (2021). Caminos para la integración. Facilitación de comercio, infraestructura y cadenas globales de valor.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2022). Encuesta de Descarbonización y Acción Climática.

CEJ. (2017). Caracterización de la justicia formal en Colombia y elementos para la construcción de una agenda estratégica para su mejoramiento.

Chávez, J. F., Cusato, A., & León, M. P. (2019). El Impacto del Drawback sobre el Desempeño de Empresas Exportadoras Peruanas. Consorcio de Investigación Económica y Social.

CIAT. (2018). Alícuotas en América Latina. Obtenido de https://www.ciat.org/alicuotas-en-america-latina/

CPC. (2021). Informe Nacional de Competitividad 2020-2021.

CPC. (2022). Informe Nacional de Competitividad. Obtenido de https://compite.com.co/wp-content/uploads/2021/12/CPC_INC_2021-2022-COMPLETO.pdf

DANE. (2020). Encuesta Anual Manufacturera .

DANE. (2022). Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Hogares.

DANE. (2022). Estadísticas de comercio internacional.

DANE. (2022). Estadísticas de Cuentas Nacionales.

DANE. (2022). Gran Encuesta Integrada de Hogares.

DIAN. (2022). Estadísticas de Comercio Exterior.

DNP. (2004). Cadenas productivas: estructura, comercio internacional y protección. Bogota DC: Departamento Nacional de Planeación.

DNP. (2018). Estudio de Conciencia Ambiental: consumo y cuidado del ambiente.

DNP. (2019). Documento CONPES 3963: Política para la modernización del sector transporte automotor de carga.

DNP. (2020). Encuesta Nacional Logística 2020. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/News/Encuesta%20Nacional%20Logi%CC%81stica%202020.pdf?ver=2021-09-24-211753-007

DNP. (2021). Documento CONPES 4039: Declaración de importancia estratégica de los proyectos de inversión del programa Vías para la Conexión de Territorios, el Crecimiento Sostenible y la Reactivación 2.0.

DNP. (2021). Documento CONPES 4062. Política Nacional de Propiedad Intelectual. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://economianaranja.gov.co/media/hzipmasi/documento-conpes-4062-de-2021.pdf

DNP. (2021). Misión de Internacionalización. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dnp.gov.co/DNPN/mision-internacionalizacion/Documents/Mision-Internacionalizacion-Informe.pdf

DNP. (2022). Documento CONPES 4085 Política de Internacionalización para el Desarrollo Productivo Regional. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4085.pdf

Education First. (2021). English Proficiency Index.

Ernst and Young. (2020). Global Capital Confidence Barometer. How do you Find Clarity in the Midst of a Crisis. Obtenido de https://www.ey.com/en_gl/ccb/how-do-you-find-clarity-in-the-midst-of-covid-19-crisis

Fazekas, A., Bataille, C., & Vogt-Schilb, A. (2022). Prosperidad libre de carbono: Cómo los gobiernos pueden habilitar 15 transformaciones esenciales. BID.

Fernandez-Stark, K., Bamber, P., & Couto, V. (2022). The reconfiguration of GVC: impacts, opportunities, threats and strategies for Latin America and the Caribbean in Textile and Clothing sector. BID.

Guadalupe, C., León, J., Rodríguez, J. S., & Vargas, S. (2017). Estado de la educación en el Perú: análisis y perspectivas de la educación básica. Lima, Perú: FORGE.

IEA. (20 de October de 2022). Transport Tracking Report. Obtenido de https://www.iea.org/reports/transport

IMD. (2022). World Comptetitiveness Ranking. Obtenido de https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/

INEI. (2020). Cuentas Nacionales anuales .

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo.

López, A., & García, P. (2020). La inversión extranjera directa: Definiciones, determinantes, impactos y políticas públicas. BID.

Manpower Group. (2021). Encuesta de perspectivas de empleo de ManpowerGroup Q3 2021. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://manpowergroupcolombia.co/wp-content/uploads/dlm_uploads/MPG_2021_Outlook_Survery-Colombia.pdf

Manpower Group. (2022). THE 2022 GLOBAL TALENT SHORTAGE. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://go.manpowergroup.com/hubfs/Talent%20Shortage%202022/MPG-Talent-Shortage-Infographic-2022.pdf

Martin, C. P., & Payares, D. (2022). Las exportaciones distintas a las minero-energéticas en la Política de Desarrollo Productivo de Colombia. En J. A. Ocampo, & M. F. Valdés, Políticas de desarrollo productivo: una agenda para el futuro (págs. 359-433). Bogotá: Fescol.

McKinsey. (2020). Risk, resilicience, and rebalancing in global value chains. McKinsey Global Institute.

MinCIT. (2021). Acuerdos comerciales vigentes de Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (7 de Enero de 2022). En 2050 habría en el mundo unos 12.000 millones de toneladas de basura plástica, si no se cambian las pautas de consumo. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/comunicado-de-prensa/en-2050-habria-en-el-mundo-unos-12-000-millones-de-toneladas-de-basura-plastica-si-no-se-cambian-las-pautas-de-consumo/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20Bolet%C3%ADn,el%202022%2C%20el%2014.6%20%25.

MInisterio de Comercio Exterior y Turismo de Perú. (2021). Acuerdos y tratados comerciales.

Ministerio de Comercio Industria y turismo. (2022). Estadísticas de Comercio Exterior de Colombia.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad. Lima, Perú.

Ministerio de la Producción . (2018). Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura: Fundamentos y propuesta 2017-2022.

Ministerio de la Producción. (2020). Anuario estadístico de pesca y acuicultura.

Ministerio de la Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2021). Acuerdos comerciales vigentes .

MinTIC. (2022). Proyecto Nacional de fibra óptica. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36367.html

OMC. (2020). Participación en acuerdos comerciales regionales y en acuerdos comerciales preferenciales.

Ookla. (2022). Speedtest Global Index.

PROINVERSIÓN. (2021). Inversión Extranjera Directa en Perú: aportes de capital por actividad económica.

Servicio de Rentas Internas. (2022). Estadísticas Multidimensionales.

Shepherd, B., & Stone, S. (2012). Global Production Networks and Employment: A Developing Country Perspective.

Solability. (2021). Resource Efficiency Index. Obtenido de https://solability.com/the-global-sustainable-competitiveness-index/the-index/resource-efficiency

SUNAT. (2021). Estadísticas de Comercio Exterior de Perú.

The Conference Board. (2022). Total Economy Database.

UNCTAD - EORA. (2018). Proporción del valor agregado extranjero en el valor agregado total.

UNCTAD. (2020). World Investment Report: International Production Beyond the Pandemic. Ginebra, Suiza: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.

UNCTADSTAT. (2022). Foreign direct investment: Inward and outward flows and stock, annual.

Universidad Nacional de Colombia. (28 de Junio de 2022). Recicladores en Bogotá: pese a normativa, sigue la informalidad. Obtenido de http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/recicladores-en-bogota-pese-a-normativa-sigue-la-informalidad

UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.

Volpe, C. (2021). Cómo hacer visible lo invisible: la promoción de inversiones y la producción multinacional en América Latina y el Caribe. Washington: BID.

WEF. (2019). The Global Competitiveness Report 2019. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

Winlkler, D., & Rocha, N. (2019). Trade and Female Labor Participation. Stylized Facts Using a Global Dataset. Obtenido de http://hdl.handle.net/10986 /33106

WIPO. (2021). Global Innovation Index 2021. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf

Anexo 1. Apéndice metodológico

1. Detalles de la metodología de priorización de eslabones

1.1. Análisis de competitividad para el nivel nacional

Factores	Valoración general	Descripción
1. Capital humano		Disponibilidad, costo y calidad del talento humano
1.1. Costos laborales	2	A partir de la expedición de la Ley 1607 de 2012 se redujeron las barreras laborales con la eliminación de los impuestos parafiscales por concepto de ICBF, SENA y salud para los trabajadores que ganan menos de 10 salarios mínimos. A pesar de esto, los costos laborales no salariales en Colombia ascendieron a 53% del salario neto de los trabajadores formales, superior al costo no salarial de Chile (38%) y al promedio de América Latina (49,5%) (BID,2017).
1.2. Disponibilidad de personal operacional calificado	2	El 61% de los empleadores en Colombia indican tener dificultades para cubrir puestos de trabajo, cifra que si bien es inferior a la de otros países de América Latina como México (65%) y Argentina (73%), evidencia un desequilibrio entre la oferta y la demanda laboral en el país (Manpower Group, 2021). Los roles más demandados por los empleadores son operaciones y logística, marketing y ventas, apoyo administrativo, manufactura y producción y recursos humanos.
1.3. Disponibilidad de personal profesional competente	2	Las empresas colombianas identifican la fuerza de trabajo con educación inadecuada como el cuarto obstáculo más recurrente para su desarrollo productivo, por debajo de las prácticas de competidores en el sector informal, la administración impositiva y la corrupción (Banco Mundial, 2017). Adicionalmente, Colombia ocupó el puesto 80 entre 141 países en el pilar de habilidades del último Índice Global de Competitividad, ubicándose muy por debajo de otros países de la región como Argentina y Chile que se ubicaron en las posiciones 31 y 47, respectivamente (WEF, 2019).
1.4. Facilidad para contratar mano de obra extranjera	2	La participación de empresas extranjeras en el empleo total de Colombia es muy baja con respecto a otros países de América Latina, con sólo el 2,2%, frente países como Costa Rica (32,6%) y el promedio de la región (7,2%) (DNP, 2021). Esto, junto con el bajo nivel de migración y su incidencia en la frontera tecnológica, son indicadores del bajo nivel de internacionalización que tiene la economía

		colombiana. Uno de los objetivos de la Política de Internacionalización para el Desarrollo Productivo Regional (CONPES 4085 de 2022) es promover el acceso de Colombia al talento mundial, mediante una reforma de la política con impacto migratorio en la cual se incentive la llegada de extranjeros con vocación productiva, científica, tecnológica y educativa al país. Para esto se han contemplado incentivos monetarios y no monetarios, la promoción de pasantías empresariales y la expedición de visas para la internacionalización con un horizonte de corto plazo –entre 2023 y 2025–.
2. Cadena de suministro		Calidad y costo de la logística interna y de exportaciones
2.1. Disponibilidad de proveedores locales	3	Colombia se ubicó en el puesto 23 entre 137 países en el último Índice de Proveedores Locales del Banco Mundial (2017) con un puntaje de 4,92 sobre 7. El país estuvo por encima del promedio de América Latina y del mundo con puntajes de 4,11 y 3,96, respectivamente. Por su parte, durante la emergencia sanitaria a causa del Covid-19, el Gobierno nacional con el apoyo del BID habilitó la plataforma "Compra lo Nuestro" que busca fortalecer a los proveedores colombianos y promover la compra de productos nacionales. Esta plataforma ha sido exitosa y se ha seguido fortaleciendo hasta la fecha.
2.2. Tiempos de tránsito y velocidad de respuesta a mercados destino	2	Colombia ha tenido un avance importante en materia de eficiencia y gestión de las aduanas. Según el Logistic Performance Index (LPI), Colombia pasó de ocupar la posición 129 entre 160 países en la medición de eficiencia de aduanas de 2016 a la posición 75 en 2018 (Banco Mundial, 2018). En gran medida este avance se debe a la implementación de la Declaración Anticipada de Importación. De acuerdo con la medición de tiempos de la DIAN, mediante el mecanismo tradicional un proceso de importación dura aproximadamente 8,6 días, mientras que con la declaración anticipada el proceso toma 2,9 días. No obstante, la cantidad de empresas que utilizan este mecanismo sigue siendo reducida, se estima que para 2020 solo el 20% de las empresas importadoras utilizaban la figura de declaración anticipada (DNP, 2020).
2.3. Calidad y costos de servicios logísticos y fletes	3	Colombia muestra un comportamiento superior al promedio de la región en materia de calidad y costos de los servicios logísticos. De acuerdo con el LPI, el país ocupó la posición 56 entre 160 en el pilar de Competencia Logística, ubicándolo por encima de países como Ecuador (70) y Perú (110), pero por debajo de Panamá (35) y Chile (43) que son los líderes de América Latina. Por su parte, en el pilar de Envíos Internacionales de este mismo índice, el cual evalúa la facilidad para organizar envíos a precios competitivos, Colombia pasó de ocupar la posición 103 en 2016 a la 46 en 2018, ubicándose en tercer lugar después de Panamá (34) y Chile (38) (Banco Mundial, 2018).

		En cuanto al costo logístico, la Encuesta Nacional Logística (2020) indica que el costo promedio para 2020 fue del 12,6% de las ventas, lo cual evidencia una mejora con respecto al 13,5% de 2018. El mayor costo logístico correspondió al transporte con una participación de 30,7%, seguido por los inventarios con 29,3%, los costos administrativos (17,8%) y el almacenamiento (13,9%).
3. Plataformas TIC		Disponibilidad, calidad y costo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información
3.1. Conectividad a internet	3	La cobertura de internet en Colombia está ligeramente por encima del promedio de América Latina, pero significativamente por debajo de los países líderes de la región. Según el Índice Global de Competitividad (2019), la suscripción fija a internet de banda ancha en Colombia fue de 26,9 por cada 100.000 habitantes, en tanto que en países como Uruguay y Argentina ascendió al 56,7 y 38,2, respectivamente (WEF, 2019). Así mismo, de acuerdo con este índice, mientras que en Colombia el 62,3% de la población adulta usó internet, en Chile y Argentina esta cifra fue del 82,3% y 74,3% respectivamente (WEF, 2019).
3.2. Disponibilidad, calidad y costos servicios TIC	2	En los últimos años, el gobierno colombiano ha desarrollado iniciativas para fortalecer la infraestructura TIC. Desde el año 2013 se está ejecutando el Proyecto Nacional de Fibra Óptica para ampliar la red del país y mejorar la calidad de los servicios digitales. En la actualidad, 788 municipios del país se han beneficiado de este proyecto (MinTIC, 2022). A pesar de los avances mencionados anteriormente, la velocidad promedio de internet de Colombia es inferior al promedio de América Latina y equivale aproximadamente a la mitad de la velocidad promedio de los países de la OCDE. Esto se debe a que en la mayoría de los países de la OCDE ya se están desplegando las redes de quinta generación (5G), mientras que Colombia aún está en transición hacia las redes de cuarta generación (4G) (CPC,2022).
4. Infraestructura		Calidad y costo de factores como la electricidad y disponibilidad y calidad de infraestructura de transporte
4.1. Calidad y costo de la energía	2	En los últimos años Colombia ha ampliado su capacidad energética instalada gracias a las subastas energéticas de 2019 y a grandes apuestas en materia de almacenamiento de energía. Esto se vio reflejado en un incremento promedio de 2,2% anual en la capacidad efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional entre 2011 y 2020 (CPC,2022). En cuanto a la calidad de la electricidad, de acuerdo con el último Índice Global de Competitividad el país registró un rendimiento del 94,7% y se ubicó por encima del promedio de América Latina que fue de 86,8%, pero por debajo de Chile que tuvo un rendimiento del 100% (WEF, 2019). Cabe destacar que, en la práctica, seis de las ciudades más importantes de Colombia presentan constantes interrupciones del

		servicio de energía. El precio promedio de la energía para el sector industrial en Colombia fue de US$12 por kwh en 2020, este valor fue cercano al promedio de América Latina (US$11,2), pero estuvo por encima del precio de países como México (US$11,1), Brasil (US$9,8), Perú (US$9,5), Chile (US$9,4) y Argentina (US$5,1). Así mismo, el precio de la energía en Colombia superó el promedio de los países de la OCDE (US$6,9).
4.2. Disponibilidad y calidad de la infraestructura de transporte	2	Colombia ocupó el puesto 92 entre 141 países en el subpilar de infraestructura de transporte del Índice Global de Competitividad, ubicándose por debajo de países como Panamá que alcanzó el puesto 48 y México en el lugar 51 (WEF, 2019). El país se destaca por poseer una institucionalidad fuerte en materia de infraestructura vial con una participación importante de la inversión privada en proyectos viales (CPC,2022). Si bien en los últimos años se han puesto en marcha varios programas de infraestructura como Vías para la Legalidad, Colombia Rural, y Concluir, Concluir y Concluir, persisten grandes retos en materia de disponibilidad y calidad de la infraestructura de transporte, especialmente en cuanto al mejoramiento de las vías terciarias, las cuales representan más del 70% de la red vial interna, pero el 75% de estas se encuentra en gran deterioro. Por otro lado, el poco desarrollo de modos de transporte diferentes al terrestre afecta la movilización de la carga. Sin embargo, se destaca la expedición de recientes políticas como el Plan Maestro de Transporte Intermodal, el CONPES 3982 de 2020 que establece la Política Nacional Logística, el Plan Maestro Ferroviario y el Plan para Reestablecer la Navegabilidad del Río Magdalena. Con estos se busca promover el desarrollo de nuevos modos de transporte y lograr una mayor conectividad en el país.
5. Clima de negocios		Estabilidad macroeconómica, seguridad jurídica, ausencia de corrupción, protección de propiedad intelectual y facilidad para abrir y operar negocios
5.1. Estabilidad política y seguridad jurídica	2	Colombia ocupó el puesto 101 entre 141 países en el indicador de Garantía gubernamental de la estabilidad política del Índice Global de Competitividad, ubicándose por debajo de países con Chile y Uruguay que ocuparon las posiciones 23 y 28, respectivamente (WEF, 2019). Según la Corporación Excelencia en la Justicia (2017), la inseguridad jurídica se debe a debilidades en las fuentes del derecho, así como en múltiples obstáculos para que la justicia llegue a una decisión definitiva y a la multiplicidad de recursos ordinarios y extraordinarios que limitan la eficiencia del sistema judicial (CEJ,2017).
5.2. Estabilidad económica	4	Históricamente, Colombia ha tenido una gestión fiscal y macroeconómica prudente que gira en torno a un régimen de inflación objetivo, flexibilidad cambiaria y un marco fiscal basado en reglas (Banco Mundial, 2021). El país ocupa el cuarto lugar de la región en el pilar de Estabilidad

		macroeconómica del índice Global de Competitividad con un puntaje de 90, ubicándose por debajo de Chile y Perú, que obtuvieron 100 puntos, y México con 97,8 (WEF, 2019).
5.3. Protección de la propiedad intelectual	3	Colombia ocupó la posición 80 de 132 países en el subpilar de Creación de conocimiento del Índice Global de Innovación, ubicándose por encima del promedio de América Latina, pero por debajo de países como Brasil y Chile que ocuparon las posiciones 46 y 58 respectivamente (WIPO, 2021). En 2021 se aprobó el Documento CONPES 4062: Política Nacional de Propiedad Intelectual, que busca generar condiciones habilitantes para la creación y gestión de activos de propiedad intelectual, así como fortalecer los instrumentos de protección de la propiedad intelectual y fomentar el conocimiento, la formación y apropiación de la propiedad intelectual (DNP,2021).
5.4. Barreras culturales y lingüísticas	1	Según el Ranking de Competitividad del IMD (2022), Colombia es el país más rezagado en el indicador de habilidades lingüísticas, al ocupar la posición 64 de los 64 países considerados. Adicionalmente, de acuerdo con el último English Proficiency Index, el país se ubicó en el puesto 81 entre 112, lo que implica que el acceso a otras culturas es limitado por el escaso conocimiento de las personas en este idioma.
6. Impuestos y financiamiento		Carga impositiva e incentivos fiscales, estabilidad de las reglas impositivas y aduaneras. Disponibilidad, calidad y costo del crédito. Disponibilidad y costo de insumos y bienes de capital del exterior necesarios para la producción
6.1. Carga impositiva e incentivos fiscales	2	Colombia es uno de los países de América Latina con el impuesto sobre la renta empresarial más alto. Con la modificación del artículo 7 de la Ley 2155 de 2021 y el artículo 240 del Estatuto Tributario, la tarifa del impuesto de renta para personas jurídicas es del 35% a partir del año 2022. Por su parte, el promedio del impuesto a la renta en América Latina es de 25,9% (CIAT, 2018). Así mismo, Colombia tiene una de las tasas efectivas de tributación más altas de la Región con 71,2% de las utilidades comerciales, mientras que en países como Chile y Ecuador esta tasa ronda el 34% (Banco Mundial, 2019).
6.2. Disponibilidad, calidad y costo del financiamiento	3	Colombia es el tercer país más sobresaliente de Suramérica en materia de profundidad del sistema financiero después de Chile y Panamá (WEF, 2019). Sin embargo, a nivel empresarial, prevalecen brechas de disponibilidad y costo del financiamiento según el tamaño y la etapa de desarrollo en la que se encuentren los negocios. Las fuentes de financiación tienden a ser muy limitadas y costosas en las etapas iniciales y para las pequeñas y medianas empresas. Cabe mencionar que se han dado grandes pasos para remover los obstáculos de financiamiento empresarial, como lo son la Ley 2069 de 2020 conocida como Ley de Emprendimiento y una mayor cobertura de

		los servicios financieros gracias a la adopción de tecnología en este sector (CPC,2022).
6.3. Acceso a insumos y bienes de capital extranjeros	3	Colombia tiene buen acceso a insumos y bienes de capital extranjeros. Por un lado, el 53,7% del total de materias primas y bienes intermedios que importa Colombia tienen un gravamen de 0% (MinCIT, 2022). En el mismo sentido, la tasa arancelaria aplicada a productos primarios en Colombia es competitiva con respecto al promedio de América Latina con un valor promedio de 3,5% frente a 8,8% (Banco Mundial, 2020). Adicionalmente, en el país se permite el descuento total del IVA a la importación de bienes de capital.
7. Acceso a mercados		Tamaño de mercado local y disponibilidad de acuerdos comerciales con otros mercados y otros acuerdos internacionales relevantes
7.1. Acceso a Estados Unidos y mercados globales	4	Colombia ocupa el quinto lugar en América Latina en cantidad de acuerdos comerciales con 17 acuerdos vigentes, se ubica detrás de Chile (30), México (22). Perú (20) y Panamá (18). Entre los acuerdos comerciales extrarregionales se encuentran TLC con Estados Unidos, la Unión Europea, Israel, entre otros (MinCIT,2021). Las exportaciones a destinos con los que actualmente Colombia tiene TLC pasaron de representar el 24,8% de las exportaciones totales en 2005 al 70,1% en 2021. Sin embargo, el aprovechamiento en materia de acceso a estos mercados se reduce por el no cumplimiento de medidas de admisibilidad y de calidad impuestas por los países receptores.
7.2. Acceso a mercados regionales	5	El país sostiene acuerdos comerciales con diversos países de la región, tales como los TLC con la CAN, Panamá, Chile, Caricom, México, Cuba, Mercosur y Alianza Pacífico.
8. Otros factores sectoriales		Factores claves adicionales que tienen incidencia en la capacidad de un sector para lograr insertarse competitivamente en cadenas globales o regionales de valor
8.1. Disponibilidad de recursos naturales	4	Colombia es líder en disponibilidad de recursos naturales. El país ocupó el segundo lugar del mundo en el índice de Capital Natural, el cual tiene en cuenta indicadores sobre agricultura, biodiversidad, disponibilidad de agua y recursos y polución de 160 países (Solability, 2021).
8.2. Recursos y resultados en tecnologías e innovación	2	El gasto bruto en investigación y desarrollo (I+D) en Colombia fue de 0,28% del PIB, lo que ubica al país por debajo del promedio de América Latina (0,31% del PIB) y muy por debajo de líderes de la región como Brasil con 1,16% del PIB y Argentina con 0,56% (WIPO, 2021). El sector privado es el que mayor participación posee en la inversión en I+D con una proporción de 66,2%, mientras que el sector público aporta el 33,8% restante. Por su parte, entre 2014 y 2019 el país destinó en promedio el 2,6% del Presupuesto General de la Nación a actividades en ciencia, tecnología e

			innovación (ACTI). Sin embargo, dicha inversión sólo se ha concentrado en seis de los treinta sectores productivos existentes (CPC, 2022).
8.3.	**Participación y especialización en CGV**	1	Desde que inició su proceso de apertura económica, Colombia no ha tenido un avance destacable en la inserción en las cadenas globales de valor. Entre 2011 y 2018 el país evidenció una proporción de valor agregado extranjero sobre el valor agregado total de solo 9,3%, este valor fue similar al que tenía entre 1990 y 2000, que fue de 9,5% (UNCTAD – EORA, 2018).

Descripción valoración:	
1	Muy rezagado
2	Rezagado
3	Medianamente competitivo
4	Competitivo
5	Muy competitivo

Fuente: Elaboración propia con base en leyes, decretos, índices globales o regionales y entrevistas.

1.2. Matriz de competitividad de cada sector

Pesca

En la Tabla 3 se puede observar la matriz de competitividad de la cadena de pesca de Colombia. Los eslabones de cosecha y producción de frescos y congelados son los que, en conjunto, tienen mayor fortaleza competitiva, especialmente en la acuicultura de tilapia. Esto se da gracias a la creciente disponibilidad de proveedores en el Departamento del Huila, la consolidación de un grupo de empresas exportadoras (entre ellas Piscícola New York, la cual se destaca como caso de éxito), las condiciones especiales de temperatura, oxigenación y calidad del agua en la represa Betania y en estanques adyacentes, la adopción de Mejores Prácticas Acuícolas (MPA) que conllevan sus respectivas certificaciones internacionales y las condiciones favorables para exportar, derivadas de los acuerdos comerciales, especialmente con los Estados Unidos, mercado que está demandando un mayor volumen de producto (tilapia) de Colombia, en buena medida por su menor distancia respecto de Asía y porque se considera un buen sustituto del pargo rojo, el cual se considera una especie con amenaza de extinción.

En un segundo nivel, la extracción marítima tiene un nivel emergente de competitividad, explicado por la reserva de recursos naturales en las costas Caribe y Pacífica; sin embargo, este eslabón ha estado limitado por la baja capacidad empresarial y de innovación, por la naturaleza informal y artesanal de la producción, y por un acceso a mercados apenas incipiente que refleja las dificultades que enfrentan los productores para cumplir con estándares de calidad adecuados.

También en segundo nivel, la producción de atún en conservas tiene un nivel medio de competitividad, explicado por la existencia de empresas en la costa Caribe con cualificación del personal, que complementan la oferta de Perú y Ecuador, por su cercanía a Europa y Estados Unidos; sin embargo, este eslabón aún tiene baja capacidad productiva debido a los altos requerimientos de inversión para su escalamiento.

Tabla 3
Matriz de competitividad de la cadena de pesca
(Calificaciones de 1 a 5)

Factor / Cadenas y sus Segmentos	1. CAPITAL HUMANO	2. IMPUESTOS, FINANCIAMIENTO Y MARCO REGULATORIO	3. DISPONIBILIDAD DE PROVEEDORES	4. INNOVACIÓN	5. ACCESO A MERCADOS	6. INFRAESTRUCTURA	7. CLIMA DE NEGOCIOS	8. ENERGÍA	9. RECURSOS NATURALES	10. TIC	TOTAL PONDERADO
Pesca	Calificar entre 1 y 5 (1=Muy Rezagado, 2=Rezagado, 3=En la Media, 4=Avanzado, 5=Muy Avanzado)										
Extracción (mar)	2	3	2	1	3	2	4	4	5	2	2,8
Cosecha (piscina)	2	3	3	3	3	2	4	4	5	2	3,2
Producción de frescos y congelados	3	2	3	1	2	2	4	4	5	2	2,8
Conservas y preparaciones	3	2	2	1	2	2	4	4	5	2	2,7
Empaque	3	2	2	1	1	2	4	4	5	2	2,3
Comercialización interna y externa	2	2	2	1	1	2	4	4	5	2	2,4

	Alta Competitividad
	En la media global
	Competitividad emergente
	Baja competitividad

Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos

Textiles y confecciones

En la Tabla 4, se puede observar la matriz de competitividad de la cadena de textiles y confecciones de Colombia. Aunque no es un encadenamiento productivo con alta competitividad, sobresale el eslabón de Diseño e I+D+i, reflejo de la fortaleza que tienen las firmas de moda y alta costura colombianas, tanto en los casos de marcas de prendas como de diseñadores independientes.

Colombia también se destaca en el eslabón correspondiente a la producción de prendas de vestir, de jeans y ropa íntima, especialmente fajas y ropa de control. En este producto Colombia es el segundo mayor exportador a nivel mundial y el principal proveedor a Estados Unidos, gracias a la calidad de las materias primas y la confección, la diversidad del portafolio, la innovación en el diseño del producto, el nivel de servicio y la incorporación de tecnología en el desarrollo de productos diferenciados.

En el eslabón de producción de materias primas e insumos, el país fabrica los elementos necesarios para la elaboración de ropa interior y fajas, lo cual ha impulsado el desarrollo de productos adyacentes: ropa deportiva, ropa térmica, trajes de baño, ropa masculina y accesorios, principalmente.

En contraste a ello, los eslabones de producción de materias prima, textiles, prendas de vestir, (de productos diferentes a ropa íntima y fajas), distribución y comercialización cuentan con niveles emergentes de competitividad, en particular por: i) la alta dependencia de materias primas e insumos importados, ii) la pérdida de las ventajas derivadas de contar localmente con áreas de cultivo de algodón de fibra larga, iii) la débil adopción de mejores prácticas de gestión, especialmente de manufactura, innovación para el desarrollo de producto y marketing digital, así como la certificación de sus productos y procesos con estándares internacionales, iv) el bajo nivel de acceso a mercado en la última década y, vi) los retos en financiamiento y regulación de comercio que estas firmas enfrentan.

Tabla 4
Matriz de competitividad de la cadena de textiles y confecciones
(Calificaciones de 1 a 5)

Factor / Cadenas y sus Segmentos	1. CAPITAL HUMANO	2. IMPUESTOS, FINANCIAMIENTO Y MARCO REGULATORIO	3. DISPONIBILIDAD DE PROVEEDORES	4. INNOVACION	5. ACCESO A MERCADOS	6. INFRAESTRUCTURA	7. CLIMA DE NEGOCIOS	8. ENERGIA	9. RECURSOS NATURALES	10. TIC	TOTAL PONDERADO
Textiles y confecciones	Calificar entre 1 y 5 (1=Muy Rezagado, 2=Rezagado, 3=En la Media, 4=Avanzado, 5=Muy Avanzado)										
Diseño e I+D	3	3	4	4	2	2	4	4	5	2	3,1
Materia prima e insumos	3	2	2	1	2	2	4	4	5	2	2,8
Textiles	2	2	2	1	2	2	4	4	5	2	2,6
Producción de prendas de vestir	3	2	4	1	2	2	4	4	5	2	2,7
Etiquetado	3	1	4	1	2	2	4	4	5	2	2,3
Distribución y almacenamiento	3	2	4	1	2	2	4	4	5	2	2,6
Comercialización interna y externa	3	2	4	1	2	2	4	4	5	2	2,6

	Alta Competitividad
	En la media global
	Competitividad emergente
	Baja competitividad

Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

Plásticos y caucho

En la Tabla 5, se puede observar la matriz de competitividad de la cadena de plásticos y caucho de Colombia. El sector cuenta con niveles emergentes y medios de competitividad en cuatro de sus cinco eslabones. Por ser un país que aprovecha sus reservas de hidrocarburos, se ha desarrollado la química básica, facilitando que empresas nacionales e internacionales hayan realizado inversiones en los diferentes eslabones.

Tanto la producción de química especializada como la transformación y producción de artículos de plásticos y caucho tienen un nivel de competitividad en la media global, dado que existen grandes empresas internacionales y nacionales que tienen posicionamiento en Colombia, y a su vez, exportaciones a Estados Unidos y países de la Unión Europea.

Un elemento que limita la competitividad del sector en todos los eslabones es que la inversión demanda altos niveles de capital. No obstante, existen empresas innovadoras, especialmente, en los eslabones de transformación de plástico y caucho y producción de artículos, que han logrado integrarse en CGV y CVR.

Por otro lado, el eslabón de reutilización de residuos tiene un escaso desarrollo, pese a ser un eslabón con alto potencial, como lo evidencian las inversiones realizadas por la empresa ENKA, líder en Latinoamérica en el reciclaje de PET y con planes de inversión en una nueva planta para el reciclaje en los próximos años.

Tabla 5
5 Matriz de competitividad de la cadena de plásticos y caucho
(Calificaciones de 1 a 5)

Factor / Cadenas y sus Segmentos	1. CAPITAL HUMANO	2. IMPUESTOS, FINANCIAMIENTO Y MARCO REGULATORIO	3. DISPONIBILIDAD DE PROVEEDORES	4. INNOVACIÓN	5. ACCESO A MERCADOS	6. INFRAESTRUCTURA	7. CLIMA DE NEGOCIOS	8. ENERGÍA	9. RECURSOS NATURALES	10. TIC	TOTAL PONDERADO
Plástico y caucho	Calificar entre 1 y 5 (1=Muy Rezagado, 2=Rezagado, 3=En la Media, 4=Avanzado, 5=Muy Avanzado)										
Producción de sustancias químicas primarias	3	1	2	1	1	2	4	4	5	2	2,9
Producción de química especializada	3	2	2	1	2	2	4	4	5	2	3,0
Transformación de plástico y caucho	3	2	3	1	2	2	4	4	5	2	3,0
Producción de artículos	3	3	3	3	3	2	4	4	5	2	3,0
Gestión de residuos	3	3	3	1	1	2	4	4	5	2	2,4

	Alta Competitividad
	En la media global
	Competitividad emergente
	Baja competitividad

Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

Automotriz

Finalmente, en la Tabla 6 se puede observar los resultados de la matriz de competitividad de la cadena automotriz de Colombia. La valoración de los diferentes eslabones es similar, mostrando valores medios, dado que la baja escala de producción de las ensambladoras de autos en el país no estimula la modernización del sector.

Si bien el país cuenta con una serie de empresas proveedoras de autopartes y componente certificadas, las cuales también exportan y abastecen el mercado nacional de reposición, los niveles de competitividad observados en los eslabones de diseño y prototipado, autopartes, componentes y ensamblaje de vehículos, no es alto, debido al efecto combinado de la baja capacidad productiva ya mencionada, la lentitud en los procesos de innovación, la dificultad para proveer capital humano en algunas actividades y la escasa disponibilidad de proveedores locales certificados con estándares internacionales. Así mismo, la poca vocación exportadora reciente en el sector se refleja en bajos niveles de acceso a mercados en todos los eslabones.

Finalmente, el sector automotor cuenta con un notable desarrollo en la industria de ensamblaje de motos, en todos los eslabones de la cadena, donde Colombia se ha posicionado junto a Brasil, como referentes en Latinoamérica, en este tipo de vehículos.

Tabla 6
Matriz de competitividad de la cadena automotriz
(Calificaciones de 1 a 5)

Factor / Cadenas y sus Segmentos	1. CAPITAL HUMANO	2. IMPUESTOS, FINANCIAMIENTO Y MARCO REGULATORIO	3. DISPONIBILIDAD DE PROVEEDORES	4. INNOVACIÓN	5. ACCESO A MERCADOS	6. INFRAESTRUCTURA	7. CLIMA DE NEGOCIOS	8. ENERGÍA	9. RECURSOS NATURALES	10. TIC	TOTAL PONDERADO
Plástico y caucho	Calificar entre 1 y 5 (1=Muy Rezagado, 2=Rezagado, 3=En la Media, 4=Avanzado, 5=Muy Avanzado)										
Producción de sustancias químicas primarias	3	1	2	1	1	2	4	4	5	2	2,9
Producción de química especializada	3	2	2	1	2	2	4	4	5	2	3,0
Transformación de plástico y caucho	3	2	3	1	2	2	4	4	5	2	3,0
Producción de artículos	3	3	3	3	3	2	4	4	5	2	3,0
Gestión de residuos	3	3	3	1	1	2	4	4	5	2	2,4

	Alta Competitividad
	En la media global
	Competitividad emergente
	Baja competitividad

Nota 1: Los eslabones que no cuentan con calificaciones en los resultados de Competitividad obedece a la falta de producción nacional del mismo.
Fuente: Elaboración propia con base en estudios nacionales, reportes sectoriales, entrevistas a entidades gubernamentales, entrevistas a agremiaciones y cámaras de comercio y criterios de expertos.

1.3 Índice de vulnerabilidad en el comercio

En el primer caso, se asigna una puntuación de ingresos basada en el sistema de clasificación de países del Banco Mundial (Banco Mundial, 2023): 1 para ingresos altos, 2/3 para ingresos medianos altos, 1/3 para ingresos medianos bajos. y 0 para bajos ingresos.

En segundo lugar, para la ambición climática de los destinos de exportación, utilizamos la clasificación a nivel de país asignada por un ejercicio de calificación independiente que evalúa la ambición climática (Climate Action Tacker). El rastreador califica varios aspectos de la ambición climática de cada país, a partir de los cuales este análisis utiliza la calificación de "políticas y acciones". Los países reciben una puntuación del Climate Action Tracker de la siguiente manera: 1 - Compatible con el Acuerdo de París; 4/5 – Casi suficiente; 3/5 – Insuficiente; 2/5 – Altamente insuficiente; 1/5 – Críticamente insuficiente.

Por último, para conocer la propensión a nivel de país de los destinos de exportación a implementar medidas comerciales relacionadas con el clima, los países de destino reciben una puntuación de Riesgo País de 0 a 2 de la siguiente manera: 1 - Ha impuesto o propuso una o más de las medidas comerciales relacionadas con el clima analizadas en la sección 2 (UE-27, Reino Unido, EE.UU., Canadá); 1/2 – Ha anunciado que explorará la imposición de una o más de las medidas comerciales relacionadas con el clima analizadas en la sección 2 (Australia, Japón); 0 – Ninguna de las anteriores.

Luego, el índice de exposición al mercado basado en el clima se calcula para un sector dado j como la suma de:

$$100 * (I_i + CR_i + CAT_i)/3 \times valor_{ij}/valor_j$$

Donde:

- i son los 5 principales países de destino de exportación para el sector j
- Ii es la puntuación de ingresos del país i.
- CRi es la puntuación de Riesgo País para el país i
- CATi es la puntuación del Climate Action Tracker para el país i
- Valueij es el valor de las exportaciones al país i en el sector j.
- Valorj es el valor total de las exportaciones en el sector j a los cinco principales países de destino de las exportaciones.

De esta manera, el índice va de 0 (sin exposición) a 100 (máxima exposición).

2. Estimación de valor en juego de integración

El valor en juego de integración se define como el incremento acumulado esperado en exportaciones en función de las oportunidades identificadas a lo largo del horizonte temporal definido (en este caso, 5 años). De esto se desprende que el cálculo del valor en juego de integración parte de la identificación de oportunidades de integración. La metodología propuesta para identificar esas

oportunidades de integración consiste principalmente en analizar flujos de exportaciones desde Colombia para el año 2023 y considerar como oportunidades potenciales a aquellos productos (a 6 dígitos) que o bien ya son exportados hacia Estados Unidos o ALC (denominadas oportunidades de "corto plazo"), o bien son exportados hacia otros mercados (a la Unión Europea) pero aún no se exportan ni a Estados Unidos ni ALC (las cuales se denominan oportunidades de "medio plazo"). Para este ejercicio usamos datos de UN Comtrade.

Esto significa que - para el corto plazo - se identifican los principales 50 productos que importan tanto Estados Unidos como América Latina y en donde Colombia ya posee cierta participación. Esto significa que las empresas colombianas ya conocen dichos mercados y son lo suficientemente competitivas como para vender allí, y potencialmente podrían expandir sus ventas rápidamente en un contexto de regionalización de cadenas de valor. Vale aclarar que un mismo producto puede estar presente como oportunidad en ambos mercados de destino.

Para el mediano plazo, se identifican los 50 productos que importa EE.UU. y que, aunque Colombia no exporta a dicho mercado, sí los exporta a otro destino exigente como la Unión Europea. El hecho de que exporten a Europa significa que las empresas colombianas son competitivas y tienen el conocimiento y la escala necesarios para acceder a mercados internacionales con altos estándares y regulaciones complejas.

De esta lista de oportunidades potenciales, se filtran aquellas que no satisfacen criterios de relevancia y potencial de crecimiento y se eliminan aquellas que corresponden a productos minero-energéticos (como el petróleo y sus derivados) o productos de exportación tradicional (como café, flores y banano) [155].

Nótese que, de la definición anterior, se desprende que una oportunidad se puede expresar como una terna país de origen (en este caso, Colombia) - producto - mercado de destino. En el caso de Colombia, se identificaron en total 80 oportunidades (combinaciones producto - mercado de destino) a lo largo de todos los sectores con esta metodología.

El siguiente paso consistió en explorar datos que permitan analizar la dinámica de las exportaciones de estas oportunidades a lo largo de otros países de la región. Para cada uno de los productos - mercados de destino identificados como oportunidades [156] para Colombia, se recopiló información de flujos de exportaciones (nuevamente utilizando UN Comtrade) con origen en 34 países latinoamericanos y del Caribe [157] y destino a alguno de los dos mercados objetivo del estudio (Estados Unidos y ALC). El período analizado fue 1996-2023 [158]. El foco en países latinoamericanos como origen de las exportaciones obedece a la búsqueda de episodios con mayor validez externa para cuantificar ganancias potenciales vinculadas a mayor integración, dada la mayor similitud de portafolio exportador y socios comerciales y también de condiciones de partida económicas, sociales e institucionales que inciden sobre la magnitud de las variaciones que podamos observar.

Esto nos permitió construir una base inicial de 49,757 observaciones, donde cada una corresponde a los flujos de exportaciones (valor FOB) anuales dentro del período estudiado desde cada uno de los 34 países de origen de un par producto - mercado de destino identificado como oportunidad para Colombia.

---

155 *La metodología detallada se presenta en el apéndice.*
156 *Aquí es útil recordar que se analizaron, por un lado, aquellos productos con potencial de ser exportados a Estados Unidos y, por el otro, aquellos con potencial a Latinoamérica.*
157 *Con base en la definición de la categoría ALC de el sistema de información Comtrade (ONU)*
158 *Se utilizó la técnica de web scraping, que permite descargar y analizar grandes flujos de datos de comercio en simultáneo. En este caso, los datos utilizados fueron descargados de Trademap.*

Tomamos la base de 49,757 observaciones y buscamos identificar, para cada terna país de origen - producto - mercado de destino, el pico en la participación (*share*) de las exportaciones del país de origen (de ese producto) en las importaciones del mercado de destino. Formalmente, si definimos $\theta_{i,p,j,t}$ como la participación del país i en las importaciones del país *j* del producto *p* en el momento *t* :

$$\bar{t}_{i,p,j} = argmax_t(\theta_{i,p,j,2000}, \theta_{i,p,j,2001}, \dots, \theta_{i,p,j,2023})$$

Dado que el horizonte temporal de interés definido para la agenda de integración es de 5 años, se calculó el incremento acumulado de las exportaciones (para cada terna) entre el pico identificado y el valor reportado 5 años atrás. Con esta transformación, la base se reduce a 2.375 observaciones [159](dado que se colapsa cada serie de tiempo de 29 años a 1 observación por serie), que representan la ganancia acumulada (en términos de exportaciones) de cada episodio.

Es decir, sean $x_{i,p,j,t}$ las exportaciones reportadas desde el mercado de origen i para el producto *p* hacia el mercado de destino *j* en el año *t*, entonces la ganancia o exportaciones acumuladas se define como:

$$y_{i,p,j} = x_{i,p,j,\bar{t}_{i,p,j}} - x_{i,p,j,\bar{t}_{i,p,j}-5}$$

donde $\bar{t}_{i,p,j}$ representa el año en el cual se observa un pico en la participación de las exportaciones del país de origen i en el mercado de destino j para el producto p (como definimos anteriormente). De aquí se desprende también que, para poder calcular $y_{i,p,j}$ debemos descartar todas las observaciones (ternas) en las cuales el pico haya ocurrido dentro de los primeros 5 años (antes del 2005).

Nótese que la variable de estudio se expresa en términos de variaciones absolutas (en vez de porcentuales, como uno podría esperar). Esto obedece a dos motivos. En primer lugar, hay una gran cantidad de observaciones para las cuales el punto de partida de las exportaciones es 0 y, por ende, no se puede calcular la variación porcentual. Adicionalmente, esto cobra particular relevancia para las oportunidades definidas como de "medio plazo", las cuales por definición parten de un nivel de exportaciones de 0 al mercado objetivo. Es decir no solo perderíamos una proporción importante de la muestra por utilizar variaciones porcentuales, sino que también no podríamos proyectar un incremento potencial en exportaciones para todas las oportunidades de medio plazo. Si bien el uso de variaciones absolutas puede introducir algo de ruido por efecto escala, esto se ve parcialmente mitigado por el hecho de que la muestra contempla en gran medida países comparables y que en las estimaciones se introducen controles por subregión que pueden capturar eventuales efectos escala [160].

Finalmente, dado que se busca estudiar episodios de mayor inserción internacional asociados a una aceleración de las exportaciones, se excluyen casos donde si bien se observa un incremento en la participación de las exportaciones, este ha venido de la mando de una contracción en los flujos de comercio con el mercado objetivo durante el período de 5 años analizado.

Es decir, si llamamos Y al conjunto de todas las ternas $y_{i,p,j}$ asociadas a pares (*p, j*) (producto, destino) que representan oportunidades para Colombia, entonces nos concentramos en el subconjunto $Y^* \subseteq Y$ definido como:

$$Y^* = \left\{ y_{i,p,j} \in Y : y_{i,p,j} \geq 0, \bar{t}_{i,p,j} \geq 2005 \right\}$$

159 *Esto debido a que se mantiene una sola observación por terna, cuando partimos de una serie histórica para dichas ternas.*
160 *Ver detalle más abajo en las estimaciones econométricas.*

La muestra resultante final abarca 1.004 observaciones (combinaciones de productos identificados, países de origen y mercados de destino), que constituyen el punto de partida para los cálculos de valor en juego de integración.

Para cuantificar el valor en juego de integración para Colombia, se llevaron a cabo diferentes aproximaciones a partir de esta muestra de ganancias potenciales acumuladas. Formalmente, si llamamos V^{INT} al valor en juego de integración para Colombia, entonces

$$V^{INT,t} = \sum_{(p,j):y_{i,p,j} \in Y^*} \hat{y}_{COLOMBIA,p,j,t}$$

donde $\hat{y}$ representa el valor predicho del incremento acumulado en exportaciones para cada combinación de país de origen (donde el foco es en Colombia), producto y mercado de destino, dado que el año de partida es t (lo cual supone implícitamente que va a ocurrir un pico en $t + 5$). Básicamente, el valor en juego de integración se calcula como la suma de la predicción del aumento acumulado esperado (condicional a una situación de aceleración de la participación y de las exportaciones) para cada oportunidad (combinación de producto y mercado de destino) identificada para Colombia.

Se consideraron en total 3 estimaciones alternativas del valor en juego. Para cada estimación, se reporta en la siguiente sección tanto la estimación puntual como intervalos de confianza respectivos. La primera aproximación al valor en juego de integración es calcular el valor esperado de las ganancias potenciales acumuladas para cada oportunidad a partir de los valores observados de incrementos acumulados de exportaciones en todos los países. Es decir:

$$V^{INT,1,2023} = \sum_{(p,j):y_{i,p,j} \in Y^*} \hat{y}^1_{COLOMBIA,p,j,2028} = \sum_{(p,j):y_{i,p,j} \in Y^*} \frac{\sum_{i,(p,j):y_{i,p,j} \in Y^*} y_{i,p,j}}{N} = \Pi \frac{\sum_{i,(p,j)} y_{i,p,j}}{N}$$

donde Π es el número total de pares producto - mercado de destino identificados como oportunidad para Colombia ($\Pi = 109$) y N es el número total de observaciones en la muestra (N = 1.004).

Las otras 3 estimaciones consisten en variantes de modelos de regresión lineal donde se incorporan diferentes variables explicativas de forma tal de poder incorporar mayor información para la predicción del valor en juego de integración para Colombia. Específicamente, se considera el siguiente conjunto de variables explicativas: la participación inicial (5 años antes del pico observado) del país de origen en el mercado de destino para el producto identificado como oportunidad, el cambio absoluto en la demanda (importaciones) en el mercado de destino durante ese mismo período y un conjunto de controles vinculados al horizonte temporal, sector y subregión geográfica.

El primer modelo econométrico (segunda estimación del valor en juego) contempla únicamente al valor de la participación inicial y al cambio en la demanda como variables explicativas. El segundo modelo econométrico incorpora también los controles por horizonte temporal de la oportunidad, sector y subregión geográfica.

Para las estimaciones alternativas de valor en juego de integración k = 2,3 podemos expresar la ganancia acumulada de la siguiente forma [161]:

$y_{i,p,j} = \beta^{k\prime} z^k_{i,p,j} + \varepsilon_{i,p,j} \; \forall (i,p,j): y_{i,p,j} \in Y^*$,donde z^k representa el vector de variables explicativas correspondientes al modelo k, β^k es un vector (traspuesto) de coeficientes asociado a esas variables explicativas y ε es el término del error aleatorio. La Tabla 7 debajo presenta el detalle de las variable que componen el vector z^k en cada estimación:

161 *Con la salvedad de la tercera especificación econométrica, donde algunas variables aparecen expresadas en logaritmos.*

Tabla 7

Composición del vector de variables explicativas para los modelos econométricos utilizados en el cálculo del valor en juego de integración

k	Variables que componen el vector $z^{k}_{i,p,j}$
2	• $\theta_{i,p,j,\bar{t}-5}$: participación de las exportaciones del país de origen en el mercado objetivo 5 años antes del pico máximo de la serie para el producto específico identificado como oportunidad ($\bar{t}_{i,p,j}$). • $d_{p,j} = m_{p,j,\bar{t}} - m_{p,j,\bar{t}-5}$: incremento acumulado en la demanda en el país de origen, entendido como la diferencia en las importaciones (m) de dicho producto en el mercado objetivo en el período de 5 años previo al pico detectado.
3	Idem $k = 2$, pero se incorporan también: • $HT_{p,j}$ = vector de 2 variables binarias (dummies) correspondientes al horizonte temporal y mercado de destino de la oportunidad; específicamente $HT_{p,j} = (CP_{p,j}, MP_{p,j})$, *donde CP =* "Corto Plazo" toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada es de corto plazo y el mercado de destino es Estados Unidos y 0 si no y *MP* = "Medio Plazo" toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada es de medio plazo y el mercado de destino es Estados Unidos y 0 si no[162]. • SR_i = vector de 3 variables binarias (dummies) correspondientes a la subregión del país de origen de la oportunidad; específicamente $S_i = (CAN_i, CA_i, CS_i)$, donde CAN_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro de la Comunidad Andina y 0 si no, CA_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro de Centroamérica y 0 si no y CS_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro del Cono Sur y 0 si no[163]. • S_p = vector de 4 variables binarias (dummies) correspondientes al sector asociado a cada producto; específicamente $S_p = (Auto_p, Pesca_p, Plast_p, Text_p)$, donde $Auto_p$ toma valor igual a 1 si el producto estudiado corresponde al sector Automotriz y 0 si no, $Pesca_p$ toma valor igual a 1 si la

oportunidad estudiada corresponde al sector de Pesca y 0 si no, $Plast_p$ toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde al sector de Plástico y caucho y 0 si no y $Text_p$ toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde al sector de Textiles y confecciones y 0 si no[164].

El modelo se estima por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Como se mencionó anteriormente, a partir de dicha estimación se obtienen valores estimados para los coeficientes del modelo. Con estos coeficientes estimados se lleva a cabo el segundo paso del cálculo, que consiste en estimar el valor en juego de integración, que equivale a la suma de las ganancias acumuladas esperadas para las oportunidades identificadas para Colombia condicional a que se observe un episodio de aceleración de la integración a partir de nuestro último dato disponible. Es decir, podemos expresar el cálculo del valor en juego de integración de la siguiente forma.

$V^{INT,k,2023} = \sum_{(p,j)} \widehat{y}^{k}_{COLOMBIA,p,j,2028} = \sum_{(p,j)} \widehat{\beta^{k}}' z^{k}_{COLOMBIA,p,j,2028}$,donde $\widehat{\beta^{k}}$ representa el vector de coeficientes estimado que surge de la estimación de cada modelo *k*. Nótese que al calcular el valor de integración tomando como punto de partida el 2023 (último año de la muestra) [165], estamos suponiendo que existe un pico dentro de 5 años para las oportunidades identificadas. Esto refleja un supuesto clave del ejercicio, que explicamos con anterioridad: no estamos intentando predecir la dinámica futura de las exportaciones sino dimensionar la magnitud de un potencial aumento de las exportaciones condicional a que ocurre una aceleración en las exportaciones (la cual tomamos como dada) de todas las combinaciones producto - mercado de destino que identificamos como oportunidad para Colombia, dado el punto de partida del país.

Finalmente se realizan cortes del valor en juego de integración por sector repitiendo el mismo cálculo pero enfocándose únicamente en oportunidades correspondientes a los sectores específicos analizados.

Estadísticas descriptivas

En primer lugar, representamos en un histograma (Tabla 8) la distribución de las ganancias observadas a lo largo de la muestra (es decir, la distribución de la variable del cambio acumulado en las exportaciones en períodos de 5 años). Como podemos apreciar, la variable tiene una distribución muy concentrada en observaciones de ganancias entre 0 y USD 20 millones, pero con una cola de la distribución que llega hasta valores sumamente altos. En consecuencia, la media de la variable es de una ganancia promedio de USD 2967,47 millones.

---

162 *Para evitar multicolinealidad perfecta en la estimación, se utiliza como base (es decir, parte de la constante) los horizontes de corto y medio plazo con mercado de destino ALC, por lo cual la interpretación de los coeficientes "CP " y"MP " debe hacerse con respecto a dicha línea base.*

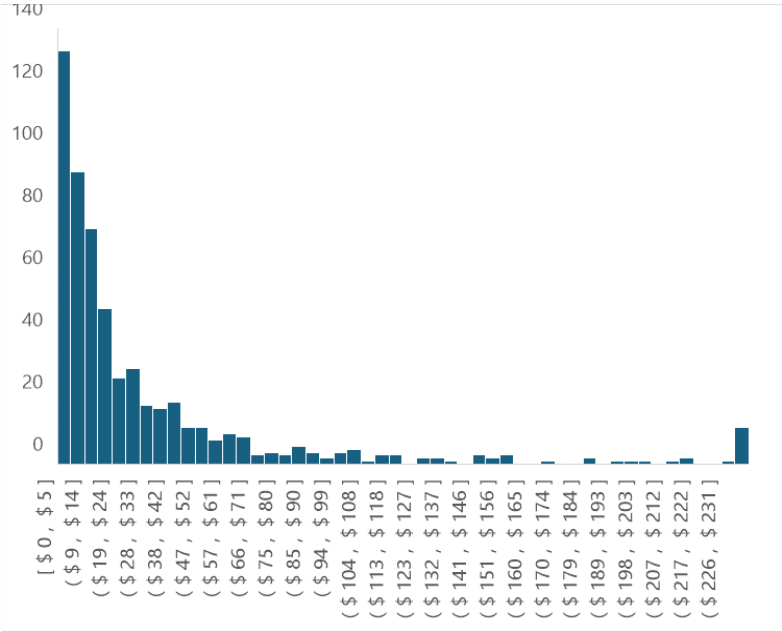
163 *La región del Caribe es utilizada como línea de base y, por ende, los coeficientes asociados a cada una de las dummies por región deben ser interpretados como diferencia respecto a esta región.*

164 *En el caso de los sectores, en la constante se capturan oportunidades asociadas a otros sectores que no correspondan a ninguno de las 4 cadenas donde se enfoca el estudio; es decir que la interpretación de los coeficientes asociados a cada una de las dummies por sector debe ser como diferencia respecto a "otros sectores" de la economía.*

165 *Nótese que esto requiere hacer un supuesto sobre la evolución futura (a 5 años) del cambio en las exportaciones de Colombia asociadas a cada producto - destino identificado como oportunidad. Por simplicidad, suponemos que el cambio esperado en la variación acumulada en dichas exportaciones entre 2023 y 2028 es igual al último valor observado (entre 2023 y 2018).*

Tabla 8

Histograma de las ganancias acumuladas en exportaciones en la muestra del estudio



Fuente: Cálculos propios.

Tabla 9

Frecuencias de las variables categóricas de la metodología

Subregión	Automotriz	Plástico y caucho	Textiles	Pesca	Otros Sectores	Total
Andino	7	28	10	3	133	181
Caribe	13	47	8	6	219	293
Centroamérica	12	47	21	8	238	326
Cono Sur	26	35	9	3	151	204
Total	38	157	48	20	741	1004

Fuente: Cálculos propios.

3. Estimación de valor en juego de descarbonización

El valor en juego de descarbonización se define como la variación acumulada esperada en emisiones a lo largo del horizonte temporal definido (en este caso, 10 años). El cálculo del valor en juego de descarbonización sigue una lógica muy similar al del valor en juego de integración, buscando caracterizar en este caso episodios de reducción de emisiones de GEI [166]. Sin embargo, el ejercicio incorpora algunos ajustes necesarios en la muestra dada la diferente naturaleza de las variables estudiadas.

En primer lugar, en este caso se reduce la dimensionalidad de los datos ya que no es necesario enfocarse en combinaciones entre 2 países (flujos bilaterales), sino que cada observación corresponde a un país en particular. En segundo lugar, resulta imposible observar variaciones en emisiones vinculadas a las oportunidades específicas identificadas de descarbonización, por lo cual las ganancias se cuantifican a nivel del sector. Esto tiene sentido dado que buscamos identificar oportunidades de reducción de las emisiones a lo largo de toda la cadena estudiada y no necesariamente aquellas asociadas a oportunidades específicas vinculadas a integración. En tercer lugar, se toma una muestra más grande que incluye también países de otras regiones. Esto permite expandir la muestra y enriquecerse de episodios de descarbonización fuera de LAC que, a diferencia de lo que ocurre en integración, si tienen un mayor nivel de validez externa dado el fenómeno que se está estudiando[167] . Finalmente, dado que el proceso de descarbonización de cadenas es un fenómeno más lento (el horizonte de interés en este caso es de 10 años), se toma una serie más larga de datos.

En concreto, se consideró una muestra de emisiones de CO2 reportadas por 27 países [168] para el período 1990-2018 [169]. La fuente de información en este caso proviene de las denominadas tablas Formato Común de Reporte (Common Reporting Format o tablas CRF) [170] que se encuentran en conjunto con los Informes Nacionales de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés). Estos últimos tienen como objetivo que cada país reporte, regularmente, el progreso de sus respectivas emisiones [171].

En términos de desagregación sectorial se cuenta con información de 8 sectores, 4 de los cuales están asociados a las 4 cadenas en las cuales se enfoca este estudio (Automotriz, Pesca, Plástico y caucho y Textiles y confecciones) y 4 sectores adicionales que permiten expandir el ejercicio (Alimentos y Bebidas, Papel e imprenta, Hierro y acero y Minerales no metálicos). El reporte de dichas emisiones se desagrega según grandes módulos que representan las fuentes de información de factores de emisión. Estas son cuatro: Energía, Procesos Industriales y Uso de Productos, Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra, y Residuos. Dada la complejidad de identificar emisiones a nivel sectorial, se tuvieron en cuenta únicamente aquellas emisiones de CO2 asociadas al primer módulo [172].Partimos entonces de una base de emisiones por sector para cada uno de los 27 países durante el

166 *Por disponibilidad de información, la estimación se concentra únicamente en emisiones de CO2.*
167 *En el caso de descarbonización, tiene mayor sentido suponer que los países de la región pueden hacer leapfrogging de experiencias de países industrializados*
168 *Estos son: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Portugal, Rusia, Suecia y Suiza.*
169 *Se tomó este año como último dado que este es el último año en donde Colombia reporta datos de emisiones. Ver más en: Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia (BUR3).*
170 *Estas pueden descargarse aquí: https://unfccc.int/reports?f%5B0%5D=document_type%3A4147*
171 *Durante el Acuerdo de París, se estableció el llamado Marco de Transparencia Mejorado (ETF), con el fin de que todas las Partes informen sobre el progreso y el apoyo, y para que esta información se someta a una revisión técnica de expertos. La ETF exige que todas las Partes presenten Informes Bienales de Transparencia (BTR), que abarquen información sobre los informes de inventario nacional (NIR), el progreso hacia las NDC, políticas y medidas, los impactos y la adaptación al cambio climático, entre otros.*
172 *En concreto, para el sector de plásticos se utilizó la subcategoría "Productos químicos" (1A2c), para el sector de Pesca "Agricultura / Silvicul-*

período de 1990 a 2018. Definimos $e_{i,s,t}$ como las emisiones reportadas por el país *i* para el sector *s* en el año *t*. Dado que no cualquier reducción en las emisiones de un sector es atribuible a una mejora en la eficiencia[173], buscamos analizar el comportamiento no solo de las emisiones totales sino en la "intensidad" de las mismas. Una limitante importante para el cálculo de la intensidad es la falta de datos consistentes de producción para esos sectores a lo largo de todos los países y años considerados dentro de la muestra. Por este motivo, se toma como *proxy* de la intensidad de emisiones el nivel de emisiones relativo a las exportaciones del sector (en vez de la producción). Por lo tanto, si definimos como la $\psi_{i,s,t}$ intensidad de las emisiones del país *i* en el sector *s* en el año *t*:

$\psi_{i,s,t} = \frac{e_{i,s,t}}{x^{TOT}_{i,s,t}}$, donde $x^{TOT}_{i,s,t}$ representan las exportaciones totales de un sector *s* durante el año *t* en el país *i*.

Siguiendo el espíritu del ejercicio anterior de valor en juego de integración, posteriormente se identifican "valles" (mínimos) de las series de intensidad de las emisiones, con la especificidad de que en dicho valle deben coincidir una reducción de emisiones al mismo tiempo con un aumento en las exportaciones. Entonces, $\hat{t}_{i,s}$ representa el año en el cual se observa uno de estos valles (mínimos condicionados) en la intensidad de las exportaciones del país *i* en sector *s*.

Más allá de las diferencias frente al ejercicio de integración en la construcción de la muestra, en este caso la variable objetivo analizada es la variación porcentual acumulada, en vez de la absoluta. Esto debido a que en este caso la muestra no incluye valores de 0 (y, por tanto, es factible calcular siempre la variación porcentual) y debido a qué existe una alta variabilidad en la magnitud del nivel de emisiones entre países y sectores, por lo cual el valor absoluto podría ser poco comparable. Dado que el horizonte temporal de interés en este caso es de 10 años[174], en este caso se calculó entonces la variación porcentual acumulada en emisiones (en cada dupla país - sector) entre el valle identificado y el valor reportado de emisiones totales 10 años atrás. Esta variable representa en este caso la "reducción potencial acumulada". Es decir:

$$r_{i,s} = e_{i,s,\hat{t}_{i,s}} / e_{i,s,\hat{t}_{i,s}-10} - 1$$

De aquí se desprende también que, para poder calcular $r_{i,s}$, debemos descartar todas las observaciones (duplas) en las cuales el valle haya ocurrido dentro de los primeros 10 años (antes del 2000). Es decir, si llamamos *R* al conjunto de todas las duplas $r_{i,s}$, entonces nos concentramos en el subconjunto $R^* \subseteq R$ definido como:

$$R^* = \left\{ r_{i,s} \in R : r_{i,s} \leq 0, \hat{t}_{i,s} \geq 2000 \right\}$$

En total, identificamos 86 observaciones correspondientes a episodios de reducción de la intensidad de emisiones en pares de países-sectores durante el período analizado que satisfacen estas condiciones. Nuevamente como en el caso anterior (integración), para cuantificar el valor en juego de descarbonización para Colombia, se llevaron a cabo diferentes aproximaciones a partir de esta muestra de reducciones potenciales acumuladas de las emisiones siguiendo una lógica similar a la de los cálculos de integración. Formalmente, si llamamos $V^{DES,t}$ al valor en juego de descarbonización para Colombia calculado en el año *t*, entonces

tura / Pesca" (1A4c), para el sector textil la categoría "Textiles y cueros" (1A2l) y para el sector Automotriz "Equipo de transporte" (1A2g).

173 *Podría deberse también a una caída en la producción.*

174 *Para el análisis de potencial de descarbonización se consideraron varios horizontes de tiempo (5, 10 y 15 años), y se decantó por 10 años ya que al analizar los cambios interanuales se observa muy poca varianza en el periodo de 5 años y así mismo la varianza del periodo de 15 años no es estadísticamente diferente al periodo de 10 años.*

$$V^{DES,t} = \sum_s \left(1 + \hat{r}_{COLOMBIA,s,t+10}\right) e_{COLOMBIA,s,t}$$

donde $\hat{r}$ representa el valor predicho de la variación porcentual acumulada en emisiones para cada combinación de país y sector en un horizonte de 10 años después del año *t*.

Se consideraron en total 3 estimaciones alternativas del valor en juego. Para cada estimación, se reporta tanto la estimación puntual como un intervalo de confianza al 95%. La primera aproximación al valor en juego de descarbonización es calcular el valor esperado de las variaciones porcentuales potenciales para cada sector a partir de los valores observados de variaciones porcentuales acumuladas de emisiones en todos los países. Es decir:

$$\left(V^{DES,1,2018} = \sum_s \left(1\right) + \hat{r}^1_{COLOMBIA,s,2028} \right) e_{COLOMBIA,s,2018} =$$

$$= \sum_s \left(1 + \frac{\sum_{i,s:r_{i,s} \in R^*} r_{i,s}}{\Omega} \right) e_{COLOMBIA,s,2018} = \left(1 + \frac{\sum_{i,s:r_{i,s} \in R^*} r_{i,s}}{\Omega} \right) \sum_s e_{COLOMBIA,s,2018}$$, donde Ω es el número total de observaciones en la muestra ($\Omega = 86$).

Las otras 2 estimaciones consisten en variantes de modelos de regresión lineal donde se incorporan diferentes variables explicativas de forma tal de poder incorporar mayor información para la predicción del valor en juego de descarbonización para Colombia. Específicamente, se considera el siguiente conjunto de variables explicativas: el nivel inicial de emisiones (10 años antes del valle observado), el cambio absoluto en las exportaciones del sector durante ese mismo período y un conjunto de controles vinculados al sector y región geográfica (a nivel global).

El primer modelo econométrico (segunda estimación del valor en juego) contempla únicamente al valor inicial de las emisiones y el cambio en las exportaciones como variables explicativas. El segundo modelo econométrico incorpora también los controles por sector, región geográfica y tiempo.

Para las estimaciones alternativas de valor en juego de integración k=2,3 en general podemos expresar la ganancia acumulada de la siguiente forma[175]:

$r_{i,s} = \alpha^k{}' q^k_{i,s} + \epsilon_{i,s} \;\; \forall (i,s): r_{i,s} \in R^*$, donde q^k representa el vector de variables explicativas correspondientes al modelo k, α^k es un vector de coeficientes asociado a esas variables explicativas y q^k es el término del error aleatorio. La Tabla 11 debajo presenta el detalle de las variables que componen el vector q^k en cada estimación:

175 *Con la salvedad de la tercera especificación econométrica, donde la variable explicada (y algunas de las variables del vector de variables explicativas, como se detalla abajo) aparecen en logaritmos .*

Tabla 10

Composición del vector de variables explicativas para los modelos econométricos utilizados en el cálculo del valor en juego de descarbonización

k	Variables que componen el vector $q_{i,s}^{k}$
2	• $e_{i,s,\hat{t}_{i,s}-10}$: nivel de las emisiones del sector s en el país i al inicio del episodio de reducción de emisiones (10 años antes del valle identificado, $\hat{t}_{i,s}$). • $x^{TOT}_{i,s,\hat{t}_{i,s}-10}$: incremento acumulado en las exportaciones del sector s en el país i durante el período de 10 años comprendido entre el valle y 10 años antes.
3	Idem $k = 2$, pero se incorporan también: • R_i = vector de 4 variables binarias (dummies) correspondientes a región global asociada al episodio de descarbonización; específicamente $R_i = (Asia_i, Euro_i, NA_i, Oce_i)$, donde $Asia_i$ toma valor igual a 1 si el episodio de descarbonización estudiado corresponde a un país de Asia y 0 si no, $Euro_i$ toma valor igual a 1 si el episodio corresponde a un país de Europa y 0 si no, NA_i toma valor igual a 1 si el episodio corresponde a un país de Norteamérica y 0 si no y Oce_i toma valor igual a 1 si el episodio corresponde a un país de Oceanía y 0 si no[176].vector de 3 variables binarias (dummies) correspondientes a la subregión del país de origen de la oportunidad; específicamente $S_i = (CAN_i, CA_i, CS_i)$, donde CAN_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro de la Comunidad Andina y 0 si no, CA_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro de Centroamérica y 0 si no y CS_i toma valor igual a 1 si la oportunidad estudiada corresponde a un país de origen dentro del Cono Sur y 0 si no[177]. • S_s = vector de 4 variables binarias (dummies) correspondientes al sector asociado a cada observación; específicamente $S_s = (Auto_s, Pesca_s, Plast_s, Text_s)$, donde $Auto_s$ toma valor igual a 1 si el episodio estudiado corresponde al sector Automotriz y 0 si no, $Pesca_s$ toma valor igual a 1 si el sector correspondiente es el de Pesca y 0 si no, $Plast_s$ toma valor igual a 1 si corresponde al sector de Plástico y caucho y 0 si no y $Text_s$ toma valor igual a 1 si el episodio estudiado corresponde al sector de Textiles y confecciones y 0 si no[178]. • $Periodo_t$ = variable que refleja la década correspondiente a cada episodio, de forma tal de poder capturar la aparición de innovaciones que contribuyen a la reducción de emisiones.

176 *En este caso, la región de América Latina y Caribe (ALC) es utilizada como línea de base y, por ende, los coeficientes asociados a cada una de las dummies por región deben ser interpretados como diferencia respecto a esta región.*

177 *La región del Caribe es utilizada como línea de base y, por ende, los coeficientes asociados a cada una de las dummies por región deben ser interpretados como diferencia respecto a esta región.*

178 *En el caso de los sectores, en la constante se capturan oportunidades asociadas a otros sectores que no correspondan a ninguno de las 4 cadenas donde se enfoca el estudio; es decir que la interpretación de los coeficientes asociados a cada una de las dummies por sector debe ser como diferencia respecto a "otros sectores" de la economía.*

El modelo se estima por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Como se mencionó anteriormente, a partir de dicha estimación se obtienen valores estimados para los coeficientes del modelo. Con estos coeficientes estimados se lleva a cabo el segundo paso del cálculo, que consiste en estimar el valor en juego de descarbonización, que equivale a la suma de las reducciones acumuladas esperadas para los diferentes sectores para Colombia condicional a que se observe un episodio de reducción de las emisiones a partir de nuestro último dato disponible. Es decir, podemos expresar el cálculo del valor en juego de descarbonización de la siguiente forma.

$$V^{DES,k,2018} = \sum_{s}\left(1 + \hat{r}^{k}_{COLOMBIA,s,2028}\right)e_{COLOMBIA,s,2018} =$$

$$= \sum_{s}\left(1 + \widehat{\alpha^{k}}' q^{k}_{COLOMBIA,s,2028}\right)e_{COLOMBIA,s,2018}$$, donde $\widehat{\alpha^{k}}$ representa el vector de coeficientes estimado que surge de la estimación de cada modelo k[179] .

Nótese (como en el ejercicio de valor en juego de integración) que al calcular el valor de descarbonización tomando como punto de partida el 2018 (último año de la muestra)[180], estamos suponiendo que existe un valle (mínimo) en la intensidad de las emisiones dentro de 10 años para los sectores analizados. Otra vez, esto refleja un supuesto clave del ejercicio: no estamos intentando predecir la dinámica futura de las emisiones sino dimensionar la magnitud de una potencial reducción condicional a que ocurre (la cual tomamos como dada) a lo largo de los diferentes sectores analizados.

Finalmente se realizan cortes por sector repitiendo el mismo cálculo pero enfocándose únicamente en episodios de descarbonización correspondientes a los sectores específicos analizados.

Estadísticas descriptivas

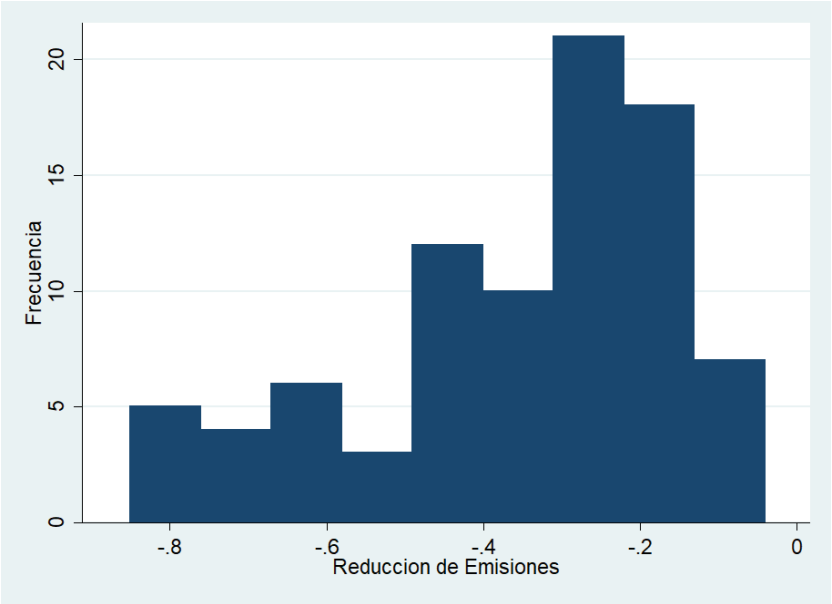
En primer lugar, representamos en un histograma la distribución de las ganancias observadas a lo largo de la muestra (es decir, la distribución de la variable de variaciones porcentuales en las emisiones en períodos de 10 años). Como podemos apreciar en la Tabla 11, la variable tiene una mediana de -0,3 (es decir, el 50% de las observaciones tienen reducciones en emisiones superiores al 30% y el 50% de las observaciones fueron casos con reducciones inferiores al 30%) y una media de -0,36. Se observa también una cola de reducciones muy profundas, con el mínimo de la variable llegando a -0,85; el máximo es -0,04.

179 *Nótese que en el tercer modelo econométrico es necesario un paso intermedio antes de calcular esta expresión, que consiste en transformar la variable explicada en valor absoluto aplicando la función exponencial.*

180 *Nótese que esto requiere hacer un supuesto sobre la evolución futura (a 10 años) del cambio en las exportaciones de Colombia asociadas a cada sector. Dado que las exportaciones entre 2018 y 2023 son observables, utilizamos datos observados para esos 5 años. Para los restantes 5 años, suponemos que el cambio esperado en la variación acumulada en dichas exportaciones entre 2023 y 2028 sigue la tendencia observada entre 2023 y 2018.*

Tabla 11

Histograma de las variaciones porcentuales en emisiones en la muestra del estudio



Fuente: Cálculos propios

Anexo 2. Actores entrevistados en el trabajo de campo

A continuación se presenta el listado de actores entrevistados como parte del trabajo de campo del estudio.

Tabla 12
Listado de actores públicos entrevistados

Entidades Transversales	Pesca	Textiles y confecciones	Plástico y caucho	Automotor
• Cámara de Comercio de Cartagena • Colombia Productiva (Automotor) • Colombia Productiva (Pesca) • Colombia Productiva (Textil) • Colombia Productiva (Plástico y caucho) • Cámara de Comercio de Neiva • Cámara Comercio de Ibagué	• Centro de Investigación de la Acuicultura de Colombia – CENIACUA • La Federación Colombiana de Acuicultores – FEDEACUA	• Cámara de la Moda y Textiles de La Asociación Nacional de Industriales – ANDI	• Acoplásticos	• Acolfa - Asociación Colombiana de Fabricantes de Autopartes • Cámara automotriz de La Asociación Nacional de Industriales – ANDI

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo

Tabla 13
Listado de empresas entrevistadas

Pesca	Textiles y confecciones	Plástico y caucho	Automotor
• Benchmark Genetics S.A.S. • CI Piscícola Botero S.A. • Piscícola New York S.A. • Proceal S.A.	• Protela S.A. • Manufacturas Eliot S.A.S. (Telas Patprimo) • Summa Gestiones S.A.S. • Enka de Colombia S.A. • Cormoda S.A.S. • Comercializadora International Jeans S.A.S. • Supertex S.A. • Sociedad de Comercialización Internacional Girdle & Lingerie S.A.S.	• Plásticos de Santander S.A.S. • Simex S.A.S. • Soinco S.A.S. • Plastinovo S.A.S. • Mercico S.A.S. • Multidimensionales S.A.S • Rambal S.A. • Ajover S.A. • Polipropileno del Caribe S.A. (PROPILCO-ESENTTIA) • Mexichem Resinas Colombia S.A.S.	• Auteco Mobility • Superpolo S.A.S. • Industrias Japan S.A. • Incolbest S.A. • Industrias Metálicas Asociadas Imal S.A. • Sociedad de Fabricación de Automotores S.A. – Sofasa Renault • General Motors Colmotores S.A. • Suzuki Motor de Colombia S.A. • FASECOL S.A.S

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo

Anexo 3. Prueba de robustez para identificación de eslabones con potencial

La identificación de los eslabones con mayor potencial se basó en una metodología que combina evaluaciones cuantitativas y cualitativas, y utiliza supuestos sobre la ponderación de los factores de competitividad en la evaluación de esa dimensión. Por lo tanto, se realizó un ejercicio de chequeo de supuestos para verificar que la identificación final de eslabones con potencial de inserción en CGV fuera robusta a tres métodos de ponderación para aplicar los factores de competitividad:

- El **Método 1** identifica eslabones de alta importancia a los que asigna un ponderador de 2 y de baja importancia a los que asigna un ponderador de 0, y escala para mantener esos valores. *Este fue el método usado en la identificación de los eslabones en el ejercicio del estudio.*
- El **Método 2** asigna valores de ponderadores de 0, 0,5 y 1 para simplificar las diferencias entre eslabones, escalando al final.
- El **Método con ponderaciones iguales** asigna el mismo valor a todos los ponderadores de los factores de competitividad para todos los eslabones.

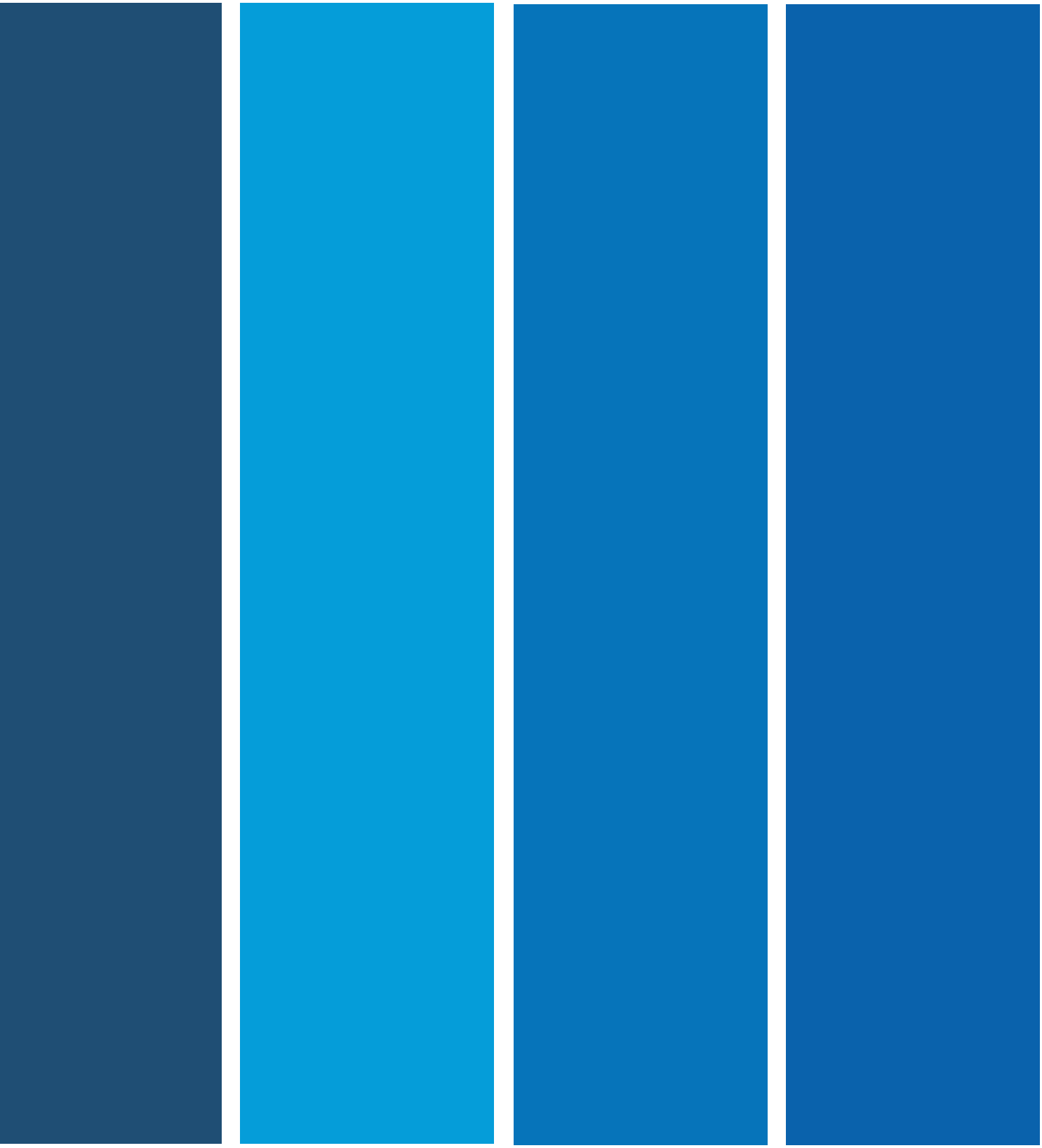
Como se observa en la tabla siguiente, la identificación de eslabones con potencial de inserción en CRV (que se aproxima a través de un puntaje igual o superior a 3) es robusta a los distintos métodos.

Tabla 14
Ejercicio de robustez ante supuestos de ponderadores en cada eslabón

Cadenas y sus Segmentos	Resultado de acuerdo a cada método de ponderación		
	Ponderadores iguales	Método 1*	Método 2**
Pesca			
Extracción (mar)	1,9	1,9	1,9
Cosecha (piscina)	3,0	3,1	3,1
Producción de frescos y congelados	2,9	2,9	2,9
Conservas y preparaciones	2,9	2,9	2,8
Empaque	2,4	2,3	2,3
Comercialización interna y externa	2,4	2,4	2,4
Textiles y confecciones			
Diseño e I+D	3,1	3,0	3,1
Materia prima e insumos	1,8	1,9	1,9
Textiles	3,3	3,3	3,3
Producción de prendas de vestir	3,9	3,9	3,8
Etiquetado	1,9	1,7	1,7

Distribución y almacenamiento	2,5	2,3	2,3
Comercialización interna y externa	2,4	2,3	2,3
Plástico y caucho			
Producción de sustancias químicas primarias	2,7	2,9	3,0
Producción de química especializada	3,4	3,5	3,5
Transformación de plástico y caucho	3,9	4,0	4,0
Producción de artículos	3,6	3,5	3,5
Gestión de residuos	1,8	1,7	1,7
Automotor			
Diseño y prototipado	2,5	2,4	2,4
Producción de autopartes	1,9	1,8	1,8
Producción y ensamblaje de componentes	3,4	3,4	3,4
Unidades CKD	1,0	1,0	1,0
Fabricación y ensamblaje de vehículos	3,5	3,4	3,4
Comercialización interna y externa	2,0	2,0	2,0

Fuente: cálculos propios.



IDB
Inter-American
Development Bank

FEDESARROLLO
Centro de Investigación Económica y Social