

# Modelamiento de los efectos macroeconómicos de la transición a la economía circular en América Latina

Los casos de Chile, Colombia, México y el Perú

Óscar Rodríguez  
Guillermo Rudas  
Erika Nieves  
Julián Roa  
María Paula Rivera



NACIONES UNIDAS

CEPAL



años

Trabajando por un futuro productivo, inclusivo y sostenible



COP25

CHILE  
UN CLIMATE CHANGE  
CONFERENCE



Financiado por la Unión Europea

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

**Deseo registrarme**



NACIONES UNIDAS



[www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)



[www.instagram.com/publicacionesdelacepal](https://www.instagram.com/publicacionesdelacepal)



[www.facebook.com/publicacionesdelacepal](https://www.facebook.com/publicacionesdelacepal)



[www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)



[www.cepal.org/es/publicaciones/apps](http://www.cepal.org/es/publicaciones/apps)

# Modelamiento de los efectos macroeconómicos de la transición a la economía circular en América Latina

Los casos de Chile, Colombia, México y el Perú

Óscar Rodríguez  
Guillermo Rudas  
Erika Nieves  
Julián Roa  
María Paula Rivera



NACIONES UNIDAS



COP25 | CHILE  
UN CLIMATE CHANGE  
CONFERENCE



Financiado por  
la Unión Europea

Este documento fue preparado por Óscar Rodríguez, Guillermo Rudas, Erika Nieves, Julián Roa y María Paula Rivera, Consultores de la Unidad de Economía del Cambio Climático de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del apoyo brindado por la Unión Europea, a través del programa EUROCLIMA+, a Chile, en su ejercicio de la Presidencia del 25º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 25), para impulsar la acción climática, tanto en Chile como en América Latina y el Caribe. La coordinación técnica y la supervisión del documento estuvieron a cargo de Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, Santiago Lorenzo, Jefe de la Unidad de Economía del Cambio Climático de la misma División, y Jimy Ferrer, Oficial de Asuntos Económicos de la CEPAL.

Los autores agradecen a Tomás Saieg y Francisca Farías, del Ministerio del Medio Ambiente de Chile, así como a Jimy Ferrer, Joseluis Samaniego y Santiago Lorenzo, de la CEPAL, por sus aportes conceptuales y el acompañamiento en el proceso de realización del estudio. También agradecen a Pía Hevia, Oficial de Cooperación de la Delegación de la Unión Europea en Chile.

Ni la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre es responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en esta publicación. Los puntos de vista expresados en este estudio son de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas  
LC/TS.2023/13  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2023  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.23-00005

Esta publicación debe citarse como: Ó. Rodríguez y otros, "Modelamiento de los efectos macroeconómicos de la transición a la economía circular en América Latina: los casos de Chile, Colombia, México y el Perú", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2023/13), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

## Índice

<b>Resumen ejecutivo</b> .....	7
<b>Introducción</b> .....	11
<b>I. Marco conceptual</b> .....	15
A. Políticas de economía circular .....	15
B. El equilibrio macroeconómico y la transición a la economía circular .....	17
<b>II. Antecedentes</b> .....	21
A. Políticas de economía circular .....	21
1. Instrumentos de política .....	22
2. Indicadores de economía circular.....	23
3. Avances en los casos de estudio.....	24
B. Modelos macroeconómicos aplicados a economía circular .....	26
C. Resultados de los modelos aplicados en el contexto internacional .....	29
<b>III. Metodología</b> .....	31
A. Alcances y selección del modelo.....	31
B. Sectores de interés.....	33
C. Pasos metodológicos para la construcción del modelo.....	33
1. Preparación de la información .....	34
2. Cálculo de parámetros estructurales.....	35
3. Proyección de agregados macroeconómicos .....	35
4. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de referencia .....	35
5. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de economía circular.....	35
6. Proyección de las cuentas nacionales para los dos escenarios.....	36
7. Proyección de variables de interés en los dos escenarios y cálculo de los efectos netos .....	37
D. Metodología para la formulación del escenario de economía circular .....	37

<b>IV.</b>	<b>Resultados para Chile</b> .....	39
A.	Perspectivas económicas de la economía chilena .....	39
B.	Efectos de la economía circular en el PIB .....	43
C.	Efectos de la economía circular en el empleo .....	45
D.	Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI .....	46
E.	Efectos de la economía circular en la balanza comercial .....	48
<b>V.</b>	<b>Resultados para Colombia</b> .....	51
A.	Perspectivas económicas de la economía colombiana.....	51
B.	Efectos de la economía circular en el PIB .....	55
C.	Efectos de la economía circular en el empleo .....	57
D.	Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI .....	59
E.	Efectos de la economía circular en la balanza comercial .....	60
<b>VI.</b>	<b>Resultados para México</b> .....	63
A.	Perspectivas económicas de la economía mexicana .....	63
B.	Efectos de la economía circular en el PIB .....	67
C.	Efectos de la economía circular en el empleo .....	69
D.	Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI .....	71
E.	Efectos de la economía circular en la balanza comercial .....	72
<b>VII.</b>	<b>Resultados para el Perú</b> .....	75
A.	Perspectivas económicas de la economía peruana .....	75
B.	Efectos de la economía circular en el PIB .....	79
C.	Efectos de la economía circular en el empleo .....	81
D.	Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI .....	82
E.	Efectos de la economía circular en la balanza comercial .....	84
<b>VIII.</b>	<b>Resultados comparativos</b> .....	85
A.	Comparación de efectos en el PIB .....	86
B.	Comparación de efectos en el empleo .....	87
C.	Comparación de efectos en las emisiones de GEI .....	88
<b>IX.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	91
A.	Conclusiones generales .....	92
B.	Conclusiones específicas .....	92
C.	Recomendaciones de política .....	93
D.	Recomendaciones metodológicas .....	94
	<b>Bibliografía</b> .....	95
	<b>Anexos</b> .....	97
	Anexo 1 .....	98
	Anexo 2 .....	108
	Anexo 3 .....	116
	Anexo 4 .....	151
	<b>Cuadros</b>	
	Cuadro 1 Comparación de modelos .....	28
	Cuadro 2 Comparación de resultados internacionales .....	30
	Cuadro 3 Sectores de interés .....	33
	Cuadro 4 Indicadores meta por país para el escenario de economía circular .....	38
	Cuadro 5 Indicadores meta conjuntos para el escenario de economía circular .....	38

Cuadro 6	Chile: resultados esperados con transición a la economía circular.....	43
Cuadro 7	Colombia: resultados esperados con transición a la economía circular.....	55
Cuadro 8	Intervenciones de economía circular.....	67
Cuadro 9	Intervenciones de economía circular.....	79
Cuadro 10	Intervenciones de economía circular.....	85
Cuadro A1	Matriz simplificada de agregados económicos.....	104
Cuadro A2	Matriz de insumo producto.....	106
Cuadro A3	Políticas de economía circular en Chile según sector.....	128
Cuadro A4	Políticas de economía circular en Colombia según sector .....	135
Cuadro A5	Políticas de economía circular en México según sector .....	142
Cuadro A6	Políticas de economía circular en Perú según sector .....	149

## Gráficos

Gráfico 1	Efecto de la economía circular sobre PIB, empleo y reducción de emisiones.....	9
Gráfico 2	Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía chilena .....	40
Gráfico 3	Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos .....	41
Gráfico 4	Factores de emisión.....	41
Gráfico 5	Chile: proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos.....	42
Gráfico 6	Chile: efecto porcentual de la economía circular en el PIB.....	44
Gráfico 7	Chile: efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial .....	44
Gráfico 8	Chile: efecto porcentual de la economía circular en el empleo .....	46
Gráfico 9	Chile: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial .....	46
Gráfico 10	Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones .....	47
Gráfico 11	Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030.....	48
Gráfico 12	Chile: efecto de la economía circular sobre las importaciones.....	49
Gráfico 13	Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía colombiana .....	52
Gráfico 14	Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos .....	53
Gráfico 15	Colombia: factores de emisión por tipo de emisión.....	54
Gráfico 16	Colombia: proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos .....	55
Gráfico 17	Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el PIB .....	56
Gráfico 18	Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial .....	57
Gráfico 19	Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el empleo .....	58
Gráfico 20	Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial.....	58
Gráfico 21	Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030 .....	59
Gráfico 22	Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030.....	60
Gráfico 23	Colombia: efecto de la economía circular sobre las importaciones .....	61
Gráfico 24	Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía mexicana .....	64
Gráfico 25	Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos .....	65
Gráfico 26	México: factores de emisión por tipo de emisión .....	66
Gráfico 27	Proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos .....	66
Gráfico 28	Efecto porcentual de la economía circular en el PIB .....	68
Gráfico 29	Efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial .....	69
Gráfico 30	México: efecto porcentual de la economía circular en el empleo.....	70
Gráfico 31	México: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial.....	70
Gráfico 32	Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030 .....	71
Gráfico 33	Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030.....	72

Gráfico 34	México: efecto de la economía circular en las importaciones .....	73
Gráfico 35	Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía peruana.....	76
Gráfico 36	Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos .....	77
Gráfico 37	Factores de emisión.....	78
Gráfico 38	Proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos .....	78
Gráfico 39	Efecto porcentual de la economía circular en el PIB .....	80
Gráfico 40	Efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial .....	80
Gráfico 41	Efecto porcentual de la economía circular en el empleo.....	81
Gráfico 42	Perú: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial.....	82
Gráfico 43	Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030 .....	83
Gráfico 44	Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030.....	83
Gráfico 45	Efecto de la economía circular en las importaciones .....	84
Gráfico 46	Efecto de la economía circular en el PIB.....	86
Gráfico 47	Efecto de la economía circular en el empleo .....	87
Gráfico 48	Efecto de la economía circular en emisiones de GEI.....	88
Gráfico 49	Resultados comparativos del efecto de la economía circular sobre PIB, empleo y emisiones .....	93
 <b>Recuadros</b>		
Recuadro 1	Ejemplos de instrumentos de política de economía circular en algunos países de la OECD .....	22
Recuadro A1	Ejemplos de buenas prácticas de instrumentos de política para la economía circular en 11 países de la OECD .....	120
 <b>Diagramas</b>		
Diagrama 1	Funcionamiento del modelo de consistencia macroeconómica dinámica basado en análisis de IP .....	31
Diagrama 2	Proceso metodológico de operación del modelo .....	34
Diagrama A1	Modelo general de economía circular .....	99
Diagrama A2	Estrategias de la economía circular.....	100
Diagrama A3	Análisis microeconómico .....	100
Diagrama A4	Flujo de materiales bajo estrategias de economía circular .....	101
Diagrama A5	Pasos del proceso metodológico .....	108



## Resumen ejecutivo

La economía circular busca, entre otros objetivos, introducir eficiencias en los procesos productivos y de consumo que permitan disminuir la extracción de materiales de la naturaleza y evitar impactos sobre los ecosistemas. Se espera que las variadas estrategias que utilizan los países para impulsar la transformación hacia una economía circular introduzcan transformaciones tanto en la estructura productiva como en las transacciones entre los agentes económicos.

Para medir el efecto de esos cambios sobre variables como el crecimiento económico, la balanza comercial, el empleo y las emisiones de gases de efecto invernadero, se desarrolló un modelo de consistencia dinámica basado en la matriz de insumo producto que, a partir de proyecciones econométricas de la demanda final y escenarios de reducción en el uso de cuatro materias primas (combustibles fósiles, plástico, materiales metálicos, y materiales de construcción), realiza simulaciones de las cuentas nacionales y calcula los efectos sobre esas variables de interés.

El desarrollo del modelo sigue los pasos que se enumeran a continuación:

- i) Preparación de la información
- ii) Cálculo de parámetros estructurales
- iii) Proyección de agregados macroeconómicos
- iv) Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de referencia
- v) Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de economía circular
- vi) Proyección de las cuentas nacionales para los dos escenarios
- vii) Proyección de variables de interés en los dos escenarios y cálculo de los efectos netos

La implementación tuvo como resultado la construcción de una herramienta que permite consultar los datos de entrada y los resultados generales y detallados de los cuatro casos de estudio. Esta herramienta permite también realizar la implementación del modelo para un nuevo país siempre y cuando se cuente con los datos de las cuentas nacionales para un año base y estas estén desagregadas en los doce sectores del estudio.

El modelo encuentra que la reducción en el uso de materiales si bien genera reducción de la actividad económica en los sectores productores de estos materiales y ahorros en costos de los sectores que los transforman, los efectos agregados sobre el crecimiento económico en general son positivo y creciente. Sin embargo, al generarse ahorros en sectores que son más intensivos en mano de obra, el efecto sobre el empleo tiende también a ser positivo y creciente, en ocasiones con incrementos superiores a los del PIB. El efecto sobre las emisiones de gases de efecto invernadero en general es favorable pero heterogéneo en la medida que es alto en la medida que se logren reducciones importantes en el consumo de combustibles, pero incluso puede revertirse cuando los efectos sobre el crecimiento económico son altos. El efecto en balanza comercial se presenta principalmente por reducciones esperadas en las importaciones de las materias primas estudiadas, tanto para consumo intermedio como para consumo final.

En otros modelos similares implementados principalmente en Europa se ha encontrado que la política de economía circular causa un aumento entre 0,1% y 2% en el PIB, entre 0,1% y 1,6% en el empleo y una disminución entre 4% y 24% en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

En los países analizados se ha venido avanzando en legislación e implementación de instrumentos de política que permiten una transición hacia esquemas de economía circular, principalmente con la implementación de estrategias de fomento a la producción y consumo responsable y a la reincorporación de materiales a los ciclos productivos, entre otros.

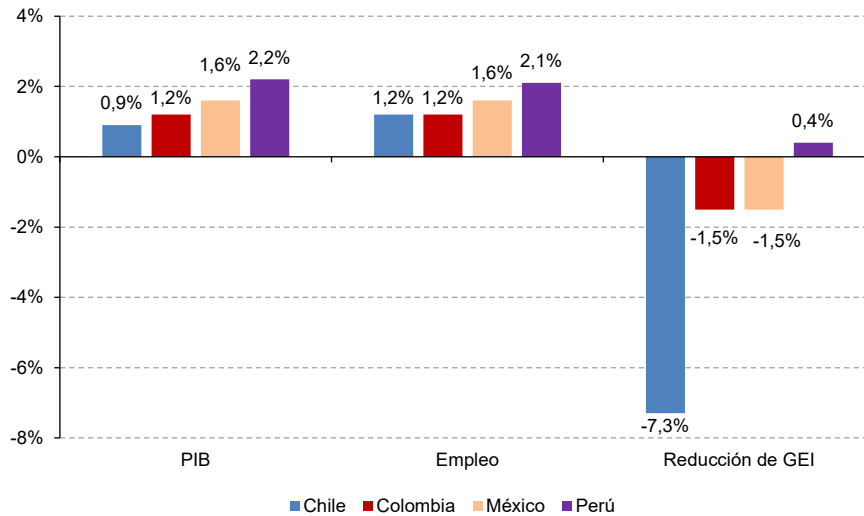
Los resultados de las simulaciones de Econometría muestran que, en todos los casos, el efecto sobre el PIB y el empleo es positivo y creciente. En términos generales se reducen las emisiones GEI, excepto cuando hay un crecimiento muy alto del PIB. Sin embargo, no todos los sectores tienen el mismo comportamiento. En los que se busca reducir el uso, hay un decrecimiento del PIB y el empleo, aunque en menor proporción que la disminución simulada del uso del material. Esto se debe a que, bajan las compras de estos materiales por parte de otros sectores, pero el crecimiento de estos últimos y los vínculos intersectoriales hacen que haya cierta recuperación de su dinamismo.

En un escenario conservador, en donde se reduce el uso de plástico en 8% y el uso de cemento, materiales metálicos y la energía en un 5% para 2030 se obtienen beneficios económicamente relevantes tales como incrementos en el PIB entre 0.9% y 2.2%, así como incrementos en el empleo entre 1.2% y 2,1% y cambios en las emisiones de GEI, desde incremento de 0,4% en Perú hasta reducciones de 7.3% en Chile. En la medida que los efectos sobre el PIB son más altos, la probabilidad de incrementos en las emisiones crece también. Así, la economía circular se vuelve una alternativa interesante para lograr recuperaciones verdes, en donde se logra un mayor crecimiento contribuyendo al medio ambiente.

Para que se presente este mayor crecimiento en los sectores que reducen el uso de materiales, es indispensable que el ahorro obtenido se destine a cubrir tanto los mayores costos de mano de obra como la inversión tecnológica requeridos para hacer perdurables estas economías. Además, el flujo de ahorros puede tener una estructura diferente a la de los costos de la transformación tecnológica.

Por tanto, cada país debe profundizar en los análisis financieros necesarios para determinar en qué casos es necesario establecer esquemas de financiación o incentivos directos (como beneficios tributarios o transferencias condicionadas) para lograr que estas inversiones se lleven a cabo. Esto, unido al impulso de mecanismos de responsabilidad extendida del productor y de investigación tecnológica, servirá para viabilizar el logro de las metas de reducción y los beneficios económicos de la economía circular.

**Gráfico 1**  
**Efecto de la economía circular sobre PIB, empleo y reducción de emisiones<sup>a</sup>**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración de los autores.

<sup>a</sup> Resultados bajo un escenario comparativo entre países donde se consideran los siguientes porcentajes de reducción de uso de materiales: 8% de materiales plásticos, 5% de materiales metálicos, materiales de construcción y de combustibles derivados del petróleo.

También se requiere una reducción en el uso de materiales por parte de los hogares, en particular en el caso de plásticos y combustibles. Por ello es importante que los países latinoamericanos impulsen medidas para reducir los plásticos de un solo uso, e implementen políticas urbanas de movilidad activa o beneficios tributarios a los vehículos eléctricos, además de establecer los gravámenes e incentivos a la producción más limpia y responsable.

Los gobiernos pueden también motivar a las empresas a que inviertan y apliquen medidas para evitar desperdicios y prevengan impactos ambientales negativos mediante impuestos, tasas o multas que trasladen el costo de la contaminación a quien la genera, incentivando acciones preventivas y correctivas que eviten esos desperdicios e ineficiencias.



## Introducción

Este estudio se desarrolló como parte del aporte entregado por la Unión Europea, a través de su programa Euroclima+ a Chile en su rol de Presidencia de la 25ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) para impulsar la acción climática, tanto en Chile como en América Latina y el Caribe.

La UE es un socio estratégico clave en la acción climática y para conectar los puntos entre la Agenda 2030 y los ODS, en apoyo del logro de los objetivos del Acuerdo de París. En esa línea, Chile acordó trabajar conjuntamente con la UE en la preparación y organización de la COP 25.

Como parte del apoyo el Programa Euroclima+ a la Presidencia de la COP25, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe encargó a la firma colombiana Econometría Consultores la elaboración de un estudio para el modelamiento de los efectos macroeconómicos de la transición a la economía circular, para diferentes países de Latinoamérica, y, en base a ese modelo, estimar los efectos de dicha transición en variables de interés como el PIB, el empleo sectorial, la balanza comercial y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por parte de la CEPAL, agradecemos la colaboración y acompañamiento de Jimmy Ferrer, Santiago Lorenzo y José Luis Samaniego, quienes hicieron seguimiento permanente al proceso de modelación.

Como casos de estudio para aplicar el modelo se seleccionaron los países de la Alianza del Pacífico: Chile, Colombia, México y Perú.

En Chile se contó con la colaboración y acompañamiento del Ministerio del Medio Ambiente tanto por parte de la Oficina de Economía Circular, como de la Oficina de Asuntos internacionales. También se agradece la colaboración del Banco Central de Chile en cuanto a la información macroeconómica. Un especial agradecimiento a Tomas Saieg y a Francisca Farías, quienes acompañaron de cerca el proceso y también a Felipe Rodrigo Cortez de la Oficina de Asuntos Internacionales por la coordinación con los otros países de la Alianza del Pacífico y a Camila Margarita Labarca de la Oficina de Cambio Climático.

En Colombia se contó con la colaboración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), así como del Departamento Nacional de Estadística (DANE). Agradecemos la disposición a realizar reuniones sobre el tema a Abel Rodríguez, Martha Carrillo, Claudia Lorena Salazar y demás funcionarios del MinAmbiente que asistieron a las presentaciones. Agradecimiento especial a Ricardo Valencia, subdirector del DANE, así como a Carlos Arturo Mora y demás funcionarios del DANE con los que se intercambió información sobre el tema.

En México se contó con la colaboración de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Agradecemos la disposición a realizar reuniones sobre el tema a Moisés Hernández, Iris Jiménez, Ana Embarcadero y demás funcionarios de Semarnat que asistieron a las presentaciones. Igualmente agradecemos la colaboración de Itzchel Nieto, Guadalupe López, Luz María González, y demás funcionarios de INECC que asistieron a nuestras presentaciones y comentaron los documentos enviados.

En Perú se contó con la colaboración Ministerio del Ambiente (MINAM). Agradecemos la información suministrada y disposición a realizar reuniones sobre el tema a Sergio Dinklang, Moisés Hernández, Eduardo Concepción, Pilar Verástegui demás funcionarios que asistieron a nuestras presentaciones.

Además de la colaboración de las instituciones de los países de la Alianza del Pacífico, los autores agradecen muy especialmente a Peter Borkey, Rubén Bibas, Elisa Lanz de la OCDE, por sus sugerencias y comentarios sobre el planteamiento metodológico. Igualmente extendemos nuestro agradecimiento a Omar Chisari, profesor y consultor macroeconómico, coautor del Manual del BID para modelos de equilibrio general aplicados a cambio climático en Latinoamérica.

Teniendo en cuenta la duración del estudio y la información disponible y las recomendaciones de diferentes expertos entrevistados, se decidió desarrollar un modelo macroeconómico de consistencia dinámica basado en la proyección de las cuentas nacionales a través de la matriz de insumo producto.

*El modelo presentado en este documento no evalúa la efectividad de los instrumentos de política para lograr las metas, sino que parte de suponer el logro de ciertos resultados específicos de la política, y examina su efecto sobre la economía como un todo.*

Es importante resaltar que el modelo presentado en este documento no busca evaluar la efectividad de los instrumentos de política en su capacidad para lograr las metas, sino que, a partir de suponer el logro de ciertos resultados de la política, examina el efecto de esos resultados específicos sobre la economía como un todo.

El enfoque de economía circular que inicialmente se ocupaba principalmente de la gestión de los residuos ha venido evolucionando en el tiempo y hoy en día ocupa temas como el ciclo de vida del producto, la ingeniería inversa, el ecodiseño, producción limpia, responsabilidad extendida del productor y muchos más que no son fácilmente modelables a través de cifras macroeconómicas. El modelo desarrollado no tiene la capacidad de examinar todos los efectos de la economía circular sino solo algunos de ellos relacionados con cambios en las transacciones económicas derivados del cambio de enfoque de los agentes económicos en la forma como gestionan ciertos materiales en los cuales se enfoca el estudio.

El modelo desarrollado no examina todos los efectos de la economía circular sino solo algunos relacionados con cambios en las transacciones económicas derivados de la forma en que se gestionen los materiales.

Este documento en una primera parte contiene un resumen del marco conceptual, los antecedentes, la metodología del estudio y el diseño de los escenarios. En un segundo grupo de capítulos se incluye una presentación de los resultados finales del estudio, tanto a nivel meso y macro,

para los cuatro casos de los países, así como un estudio comparativo de los países para los cuatro casos de estudio sectorial: Combustibles fósiles, plástico, materiales metálicos y materiales de construcción. Se incluye además un capítulo de conclusiones y recomendaciones de política con base en los resultados.

En los anexos se presenta una explicación detallada de la metodología del estudio incluyendo las correlativas de la agregación sectorial utilizada para cada país. También se anexan los principales cuadros de resultados, para las Cuentas Nacionales proyectadas tanto en el escenario de referencia como en el escenario de economía circular y las proyecciones sectoriales, año por año, para las variables de interés. También se anexa el archivo que contiene el modelo de cálculo para los cuatro países considerados y que permite incorporar datos y obtener resultados para simular la transición a la Economía Circular de un nuevo país. Finalmente, dentro de los anexos se incluye un glosario de términos relacionados con el estudio.





## I. Marco conceptual

La modelación macroeconómica de los efectos de la economía circular se desarrolla investigando cómo incorporar dentro de la contabilidad nacional, algunos cambios en el sistema económico que se derivan de las políticas de economía circular que implementa un país. La modelación macroeconómica solo mide aquellos efectos de las políticas, que se pueden reflejar en la contabilidad nacional de los agregados macroeconómicos. Es decir que los modelos macroeconómicos no evalúan todos los beneficios y costos de las políticas de economía circular, sino principalmente los efectos económicos colaterales y algunos de los cobeneficios económicos que se pueden presentar. Para entender mejor los alcances y limitaciones de este tipo de modelos, a continuación, se presenta una síntesis de los principales conceptos relacionados con la economía circular y con la modelación macroeconómica.

### A. Políticas de economía circular

La economía circular se fundamenta en las diferentes corrientes económicas que desde los años 90 ya discutían conceptos como la ecología industrial, la economía del rendimiento, la idea de biomimética, el capitalismo natural, la economía azul y más recientemente, la logística reversa. Solo hasta el año 2014 la Fundación Ellen MacArthur en apoyo a los gobiernos y empresas consolida el concepto y las estrategias para su aplicación, se fundamenta en que la extracción, producción y desperdicio de los productos no son el camino hacia el desarrollo, por lo que se hace necesario la redefinición del crecimiento de los países considerando prioritariamente los beneficios para la sociedad. Si bien, existen diferentes perspectivas sobre el concepto de economía circular, la Fundación lo entiende como:

“Sistemas de producción y consumo que promuevan la eficiencia en el uso de materiales, agua y la energía, teniendo en cuenta la capacidad de recuperación de los ecosistemas, el uso circular de los flujos de materiales y la extensión de la vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible” (Fundación Ellen MacArthur, 2014).

Así mismo, la economía circular considera tres principios: i) eliminar residuos y contaminación desde el diseño; ii) mantener los productos y materiales en uso; y iii) regenerar los sistemas naturales. Por medio de estos, reconoce la importancia del crecimiento económico en todos los niveles, pero incluye un cambio sistémico en busca de acciones concretas para el avance de un desarrollo sostenible; generando oportunidades económicas y proporcionando beneficios ambientales y sociales para la construcción de una resiliencia, en el largo plazo, de las sociedades.

Se considera que el aporte diferenciador del concepto es enfocarse en la optimización de los sistemas, incentivando la auto regeneración en un comportamiento simbiótico, en donde los residuos o el desperdicio de un proceso son la materia prima de otro. No obstante, es de reconocer que este cambio implica ajustes en los paradigmas productivos y consumos de las empresas y personas; por lo que, se requieren ajustes de transformación e innovación en los diferentes modelos de negocios con cadenas de valor diferentes.

Lo anterior, resulta clave para los diferentes sectores de la economía, en consideración a que una economía eficiente en el uso de los recursos requiere la identificación y creación de nuevas oportunidades, así como la apertura para la modificación de procesos; con lo cual, ante un crecimiento poblacional se garantizará efectivamente la seguridad en el suministro de los recursos y la limitación de los impactos ambientales por el uso de los mismos.

Al respecto, es relevante indicar que los actores de la economía circular son los siguientes: i) los gobiernos encargados de la definición en políticas públicas del crecimiento, el consumo y el desarrollo de un país; ii) las empresas, que buscan resultados económicos, sociales y ambientales, y iii) la sociedad, quien establece sus necesidades reales.

De manera práctica cuando se buscan aplicar estrategias de economía circular en un sector para implementación de acciones, se establecen varias estrategias, como las de eco-concepción, ecología industrial y territorial, economía de funcionalidad, el segundo uso, la reutilización, la reparación, el reciclaje y la valorización; todas ellas buscan de distintas formas y aplicaciones la reincorporación a los ciclos productivos de los materiales, el agua y la energía.

Es por ello, que las aplicaciones de economía circular no se encuentran limitadas únicamente a la reincorporación de los residuos sólidos para el aprovechamiento energético de residuos, el reciclaje de materiales o el compostaje de residuos orgánicos, si bien son los casos más reconocidos por su masificada implementación. En las diversas aplicaciones de la economía circular se reconocen diferentes modelos para la reincorporación a diferentes ciclos de materiales, agua y energía. Algunos ejemplos son:

- Iniciativas circulares. Buscan que los materiales sean reutilizados en el mismo producto; tales como, la reutilización de agua residual tratada para usos en lavado o riego o el uso de los materiales de construcción y demolición, que al ser triturados y refinados generan arenas para nuevas construcciones. Otras prácticas son actividades que buscan la devolución de productos en un momento posterior a su uso, con el fin de ensamblar nuevos productos, por ejemplo, la reutilización de materiales de neveras, televisores, entre otros.
- Iniciativas de extensión de la vida útil. Es la aplicación de rediseños de los productos y procesos. Se implementan estrategias de eficiencia energética en sectores de transporte, residencial e industrial con el uso de energías limpias o prácticas de producción más limpia para el uso de equipos eléctricos.
- Iniciativas de productos como servicios. Son servicios ofrecidos para compartir productos entre los individuos y reducir la generación de recursos utilizados; por ejemplo, los sistemas de transporte masivo, las bibliotecas públicas, los parques públicos, la construcción de edificios, entre otras.

- Iniciativas tecnológicas. Es el uso de las tecnologías de la información y data para la optimización de los sistemas, prácticas más comunes son la agricultura de precisión, o la innovación para la generación de productos y servicios.

En suma, las diferentes iniciativas en economía circular para el flujo de materiales, agua y energía en sus diferentes aplicaciones consideran nuevos modelos de desarrollo económico que optimizan la producción y el consumo de materiales, así como de recursos naturales no renovables con la finalidad de extender la vida útil de los productos o servicios.

## B. El equilibrio macroeconómico y la transición a la economía circular

Las cuentas nacionales de cada país registran, agregan y organizan la información de las transacciones entre los agentes económicos de un país con el fin de describir adecuadamente el funcionamiento de la economía. Esto es de particular importancia para comparar entre periodos de tiempo y conocer la evolución de la actividad económica, a través del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y de los demás agregados macroeconómicos. También resulta importante para comparar las economías de diferentes países, por lo cual se han establecido metodologías de contabilidad normalizadas, aceptadas internacionalmente, que son adoptadas por los países y aplicadas por sus sistemas de cuentas nacionales (Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial, 2009).

La producción de bienes y servicios, así como su utilización por parte de los agentes económicos, se constituye en el núcleo central de las cuentas nacionales. Las transacciones intersectoriales generan encadenamientos que hacen que la mayor demanda de un producto estimule la producción, no solo del sector que lo produce sino de los sectores que le aportan insumos y los que aportan materiales básicos para fabricar dichos insumos.

Cuando un país transita hacia una economía circular en donde se logran eficiencias en el uso de los materiales utilizados, la estructura de costos y las transacciones intersectoriales se modifican, alterando los encadenamientos entre sectores y generando mayores excedentes tanto para empresarios, trabajadores y gobierno, que pueden estimular la demanda y hacer crecer la economía en general.

Para el análisis de estos encadenamientos, la herramienta más utilizada es la matriz de insumo-producto, ideada por Wassily Leontief en la década de los años 1930 y muy utilizada para diferentes aplicaciones durante las décadas de 1950 y 1960 hasta merecerle el premio Nobel a Leontief en los setenta. Hoy en día la matriz de insumo producto hace parte de los sistemas de cuentas nacionales en el mundo y sigue siendo usada para modelación y para el análisis de encadenamientos intersectoriales o como núcleo de modelos de equilibrio general computable alrededor del mundo.

La matriz de insumo producto contiene las transacciones entre todos los sectores de la economía y registra las compras intermedias que se presentan entre ellos. Cada celda de la matriz, ubicada en la fila  $i$  y la columna  $j$  representa los insumos que el sector ubicado en la columna  $j$  compra al sector ubicado en la fila  $i$ . De esta manera, si se suman las celdas de la matriz de manera horizontal se obtiene un vector columna con el total de ventas intermedias de cada sector  $i$  y si se suman verticalmente se puede obtener un vector fila con el total de las compras intermedias realizadas por cada sector  $j$ . Las celdas de la diagonal de la matriz en donde  $i=j$  representan las transacciones intermedias realizadas entre agentes del mismo sector.

Leontief planteó la idea de expresar este sistema a través de una matriz de coeficientes técnicos fijos que expresan cada una de estas transacciones como proporción de la producción bruta o valor bruto de la producción (VBP). Estas proporciones así calculadas se organizan en una matriz de coeficientes técnicos denominada **A** de manera que el vector de ventas intermedias (**VI**) se podría expresar como la matriz **A** multiplicada por el vector del **VBP**.

$$\mathbf{VI} = \mathbf{A} * \mathbf{VBP}' \quad (\text{Ecuación 1})$$

El sistema planteado por Leontief parte del equilibrio entre la oferta y la demanda. En una economía cerrada, eso significa que todo lo que se produce internamente se vende como insumo intermedio o como producto para la demanda final (**DF**) de los consumidores finales o los inversionistas. El equilibrio entre la oferta total (**OT=VBP**) y la demanda total (**DT=VI+DF**) se puede expresar como

$$\mathbf{VBP} = \mathbf{VI} + \mathbf{DF} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Reemplazando la primera ecuación en la segunda y despejando la fórmula se llega a la conocida expresión de la matriz inversa de Leontief

$$\mathbf{VBP} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} * \mathbf{DF} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Esta ecuación indica que los valores de la demanda final tienen un efecto multiplicador sobre la producción y la matriz inversa de Leontief contiene todos esos efectos directos e indirectos. De hecho, al sumar los valores de cada columna de la matriz inversa de Leontief se obtienen números mayores que 1 que expresan el efecto multiplicador total que tiene un incremento de una unidad en la demanda final sobre la producción bruta total de la economía (Rodríguez, 2004).

Cuando se trata de una economía abierta, las ventas intermedias tienen un componente nacional y un componente importado y se puede crear una matriz **B** que contenga los coeficientes técnicos importados dividiendo por el VBP del sector nacional que compra insumos de un sector *i* del resto del mundo.

La primera ecuación quedaría así:

$$\mathbf{VI} = \mathbf{A} * \mathbf{VBP}' + \mathbf{B} * \mathbf{VBP}' \quad (\text{Ecuación 4})$$

Y la tercera ecuación quedaría así:

$$\mathbf{VBP} = (\mathbf{I} - \mathbf{A} - \mathbf{B})^{-1} * \mathbf{DF} \quad (\text{Ecuación 5})$$

A su vez la demanda final por bienes y servicios nacionales se expresaría de la siguiente forma:

$$\mathbf{DF} = \mathbf{C} + \mathbf{I} + \mathbf{X} - \mathbf{M} \quad (\text{Ecuación 6})$$

La demanda final estaría compuesta por:

- el consumo (**C**) de los hogares y el gobierno,
- la inversión (**I**) que a su vez incorpora la formación bruta de capital fijo (compras de activos durables) y las variaciones en los inventarios de producto que pasan de un periodo al siguiente),
- las exportaciones (**X**), y
- las importaciones (**M**).

Una aplicación dinámica de este tipo de modelos puede calcular las necesidades de producción futura de cada sector si se cuenta con un pronóstico de la demanda final, por ejemplo simulando un incremento del gasto público o un cambio en la inversión.

El valor agregado sectorial (**VA**), corresponde a las remuneraciones de los factores propios de cada sector: remuneración a los trabajadores, excedentes de los empresarios e impuestos pagados al gobierno. Si se consideran que estas remuneraciones son proporcionales a la producción, pueden ser proyectadas también a través de coeficientes técnicos, a partir de la proyección del VBP. El Producto Interno Bruto se calcula a partir del Valor Agregado y algunos impuestos sobre los productos y las importaciones.

La economía circular, en la medida que tenga como resultado un menor uso y por lo tanto una menor compra de algunos insumos, llevará a una transformación de las matrices de coeficientes técnicos  $A$  y coeficientes técnicos importados  $B$ . A su vez esto llevará a cambios en la matriz inversa de Leontief, que llevará a cambios en el VBP, el valor agregado y en el PIB. A su vez se pueden establecer relaciones entre el comportamiento del crecimiento económico y el empleo, así como el comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a partir de los cambios en la intensidad de uso de las diferentes materias primas.

Así pues, realizando simulaciones del comportamiento de la economía en un escenario con medidas exitosas de economía circular y en otro escenario en donde las relaciones intersectoriales no cambien, y comparando los resultados en esas dos situaciones, se puede tener un estimativo del efecto sobre el PIB, el empleo y las emisiones de GEI.

En el anexo 1 se presenta este marco conceptual en un mayor grado de detalle.



## II. Antecedentes

Como se desprende de la sección precedente, el concepto de economía circular enfrenta complejos retos para relacionar el sistema económico con la naturaleza y en particular con los ecosistemas naturales que suministran bienes y servicios a las distintas actividades de producción, circulación y consumo. Un componente especial, más no el único, de este concepto se relaciona con el flujo de materiales. En el caso especial de este componente, el concepto de economía circular se basa en el cierre de los ciclos de los sistemas productivos, en tres direcciones complementarias: i) la desvinculación del progreso económico de la extracción de recursos naturales, ii) la utilización de los recursos extraídos de forma más eficiente, y iii) la creación de sistemas de procesamiento y gestión de residuos más efectivos, buscando al mismo tiempo una economía competitiva y climáticamente neutra (Sen, 2021).

Partiendo de estos conceptos, en los últimos años se viene avanzando en distintos contextos nacionales e internacionales en el diseño y aplicación de instrumentos de política que permitan marchar en esta dirección y hacer un seguimiento a los avances y resultados. Teniendo en cuenta los objetivos del presente trabajo, esta sección se inicia con una revisión de los principales instrumentos de política pública que se vienen aplicando para impulsar la economía circular en distintos contextos del mundo. También se presentan de manera sintética los principales indicadores que se vienen implementando para hacer seguimiento a estas iniciativas. Luego, se presentan los principales avances en esta dirección en los países latinoamericanos aquí seleccionados. Finalmente, se concluye esta sección con una presentación de antecedentes de aplicación de opciones de modelación compatibles con los objetivos del presente estudio.

### A. Políticas de economía circular

En el caso del flujo de materiales, la transición hacia una economía circular implica la reducción de la demanda de ciertos recursos naturales y de los materiales que se derivan de ellos, para alcanzar los equilibrios requeridos para un crecimiento económico sostenible. Dentro de diversas estrategias orientadas a disociar la economía de la extracción de recursos naturales y la generación de residuos, se destacan, entre otras, las siguientes:

- Incremento de los índices de circularidad de materiales mediante el incentivo a la sustitución de recursos naturales por materiales provenientes del reciclaje, el uso de bienes remanufacturados y el consumo de productos usados.
- Ralentización del flujo de materiales, diseñando productos más robustos, más durables y fáciles de reparar, desincentivando estrategias de obsolescencia temprana.
- Desarrollo y difusión de tecnologías más eficientes en el uso de los recursos, cambio en patrones de consumo hacia bienes y servicios menos intensivos en materiales y mitigación de patrones de consumo que privilegien el despilfarro.

En esta sección se describen instrumentos de política que se vienen implementando a nivel mundial en esta dirección, así como su expresión en los países latinoamericanos seleccionados para el presente trabajo.

### 1. Instrumentos de política

Dada la complejidad de los retos que se plantean para impulsar una economía circular, es igualmente complejo el conjunto de acciones que se requiere para asumir estos retos. En particular, se requiere una adecuada combinación de decisiones de política en varias direcciones, dentro de las cuales se destacan: elección y diseño adecuados de instrumentos de política; determinación adecuada y eficaz de combinación de instrumentos, cubriendo el ciclo de vida completo de los productos; integración de la eficiencia en el uso de recursos dentro de las políticas sectoriales y transversales; y fortalecimiento de sistemas de información y de análisis para apoyar el desarrollo y la evaluación de las políticas (OECD, 2016).

En esta dirección, la OECD (2019) propone la combinación de distintos tipos de instrumentos de política, dentro de los cuales destaca: instrumentos de regulación y control; instrumentos económicos y señales de precio; responsabilidad extendida del productor; compras públicas verdes; información y sensibilización del público; seguimiento y presentación de informes de avances de la economía circular; y aplicación (*enforcement*) de medidas de control del cumplimiento de las normas. Antecedentes de una amplia gama de iniciativas de este tipo de instrumentos en algunos países de la OECD se presentan, a título de ejemplo, en el recuadro 1.

#### Recuadro 1

##### Ejemplos de instrumentos de política de economía circular en algunos países de la OECD

Revisando la experiencia de 11 países, la OECD (2019) encontró diversos tipos de instrumentos de política de economía circular que clasificó en las siguientes categorías:

- Instrumentos normativos y regulatorios.** Normas obligatorias y control de su cumplimiento.
  - Integración de instrumentos normativos con económicos y sensibilización (Vertederos en los Países Bajos).
  - Estándares de productos afines la economía circular (Directiva de UE sobre vehículos al final de su vida útil).
  - Medidas para desarrollar capacidades de organismos clave (Gestión de residuos sólidos en Polonia).
- Instrumentos económicos.** Señales de precio para inducir cambios de comportamiento en los mercados.
  - Fijación de precios al servicio de residuos sólidos en función de la cantidad (Corea y Países Bajos).
  - Recuperación de costos en la gestión de residuos sólidos: "quien contamina, paga" (Países Bajos y Noruega).
  - Tarifas de servicios de residuos sólidos para recuperar costos y evitar incentivos perversos (Colombia).
  - Uso de ingresos por prestación de servicios de residuos para aumentar capacidad de gestión residuos (Polonia).
  - Diferenciación de impuestos según tipo de tratamiento de residuos en función del daño ambiental (Noruega).
  - Tasas ambientales para desincentivar uso de productos perjudiciales al ambiente (Hungría).
- Responsabilidad Extendida del Productor (REP).** Acciones voluntarias del productor.
  - Organización de productores para garantizar eficacia y economías de escala (Países Bajos y Corea).
  - Intercambio de información para coordinar organizaciones de REP (Dinamarca).
  - Certificación de organizaciones de productores que cumplen normas ambientales (Noruega).



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa anticipada para pequeños flujos de residuos con recolección de costos muy elevados (Corea).</li> <li>• Tasas para recuperar los costos ambientales generados al final de su vida útil (muchos países de la OCDE).</li> <li>• Consulta entre las partes para establecer compromisos entre la industria y las autoridades (Países Bajos).</li> <li>• Aplicación de sistemas de RPE en gestión de residuos para garantizar objetivos de reciclaje: Colombia.</li> <li>• Responsabilidad de distribuidores y minorista en recuperación de productos (República Checa).</li> </ul> <p>iv) <b>Compras públicas verdes.</b> Orientación de las adquisiciones públicas hacia la economía circular.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de etiquetas especiales para orientar compras públicas (Corea).</li> <li>• Reducción de residuos en la administración pública (Noruega).</li> <li>• Fijación de objetivos para compras públicas ecológicas (Países Bajos).</li> <li>• Privilegio a productos reciclados y a poyo a la "contratación circular" (Países Bajos).</li> <li>• Supervisión de contratación pública ecológica a cargo de organismos compra (República Checa).</li> <li>• Información y sensibilización del público e inclusión en programas de educación ambiental (Colombia).</li> <li>• Fomento y apoyo a ONG para concienciación pública (Estonia, Colombia).</li> </ul> <p>v) <b>Seguimiento y presentación de informes.</b> Medición de resultados como instrumento de consolidación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo exhaustivo de generación y tratamiento de residuos para revisión de políticas (Noruega).</li> <li>• Sistemas de información avanzada para seguimiento de residuos industriales (Corea).</li> <li>• Sistemas de información, indicadores y cuentas de flujo de materiales (Japón).</li> <li>• Mejoras en información de flujos internacionales de materiales y su impacto local (Japón y Países Bajos).</li> </ul> <p>vi) <b>Aplicación de reglas (<i>enforcement</i>).</b> Fomento y control del cumplimiento de normas y acuerdos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanismos de coordinación entre organismos de control (Israel, Polonia).</li> <li>• Desarrollo de capacidades institucionales (Red IMPEL-UE: Aplicación y Cumplimiento de Legislación Ambiental).</li> <li>• Fomento al cumplimiento de normas de residuos por los agentes contaminadores (Noruega).</li> <li>• Inspecciones basadas en <i>ranking</i> de riesgos para un uso eficiente de recursos (Corea, Noruega, Polonia).</li> </ul> <p>Fuente: Adaptado de OECD (2019) <i>Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries: Evidence from Environmental Performance Reviews</i>.</p>
---

## 2. Indicadores de economía circular

Para garantizar la transición hacia una economía circular se requieren indicadores que permitan hacer un adecuado monitoreo de sus avances, así como el reporte y la verificación de los resultados. A nivel mundial, este tipo de indicadores han tenido avances principalmente en dos direcciones: el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) de Naciones Unidas<sup>1</sup>; y los Indicadores de Economía Circular en la Unión Europea en segundo lugar avances desarrollados por la Unión Europea<sup>2</sup>.

### a) Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE)

Naciones Unidas adoptó en 2012 el Marco Central del SCAE como primera norma estadística internacional destinada al seguimiento de los efectos recíprocos entre la economía y el medio ambiente. El SCAE no proporciona un sistema de valoración económica de las afectaciones ambientales y de los recursos naturales que permita incorporar estas variables, en términos monetarios, dentro del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). Sin embargo, sí permite asociar el SCN con indicadores físicos para relacionar la modelación macroeconómica con indicadores de seguimiento ambiental y, en particular, con los avances de la economía circular. El SCAE incluye indicadores útiles para analizar a transición hacia la economía circular, tales como:

<sup>1</sup> Naciones Unidas, Unión Europea, FMI, FAO, OCDE y Banco Mundial (2012) Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) 2012-Marco Central.

<sup>2</sup> Eurostat (2021). Circular Economy—Overview (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/overview>).

- Indicadores de uso de recursos naturales e intensidad ambiental.
- Indicadores de producción, empleo y gasto relacionados con el ambiente.
- Indicadores de impuestos, subsidios y transferencias ambientales.
- Indicadores de activos físicos e inventarios de recursos naturales.

Dentro de estos grupos de indicadores, los que se refieren a la producción, el empleo y el gasto relacionados con el ambiente se pueden incluir los flujos de materiales que hacen parte de la transición hacia la Economía Circular. Establecer indicadores físicos del comportamiento de estos flujos permite entender su comportamiento histórico y suministra información valiosa para la construcción de metas ambiciosas pero realistas. Por otra parte, estos mismos indicadores permite, a futuro, medir los avances de dicha transición. Y por último, estos indicadores de flujos físicos suministran información imprescindible para incorporar los escenarios de Economía Circular dentro del SCN.

#### **b) Indicadores de economía circular de la Unión Europea**

El marco de seguimiento de la economía circular establecido por la Comisión Europea contempla cuatro áreas temáticas: producción y consumo; gestión de residuos; materias primas secundarias; y competitividad e innovación.

- Producción y consumo. Mide el comportamiento de la producción y el consumo de los sectores económicos y de los hogares a través de los siguientes indicadores:
  - Autosuficiencia de materias primas para la producción.
  - Contratación pública ambiental (como indicador de aspectos de financiación).
  - Generación de residuos (como indicador para aspectos de consumo).
  - Desperdicio de alimentos.
- Gestión de residuos. Mide la proporción de residuos que se reciclan y que se devuelven al ciclo económico a través de los siguientes indicadores:
  - Tasas de reciclaje (porcentaje de residuos que se reciclan).
  - Flujos de residuos específicos (envases, residuos biológicos, residuos electrónicos, etc.).
- Materias primas secundarias. Mide los materiales reciclados que sustituyen a recursos naturales recién extraídos, mediante los siguientes indicadores:
  - Contribución de los materiales reciclados a la demanda de materias primas.
  - Comercio internacional de materias primas reciclables.
- Competitividad e innovación. Mide el desarrollo de productos de fácil reutilización y la promoción de procesos industriales innovadores, a través de los siguientes indicadores:
  - Inversiones privadas, puestos de trabajo y valor agregado bruto.
  - Patentes de reciclaje y materias primas secundarias como indicador de innovación.

### **3. Avances en los casos de estudio**

#### **a) Chile**

Este país inició la construcción de instrumentos tendientes al desarrollo sustentable hace más de una década. Se podría considerar que es uno de los países del cono sur que más políticas ha desarrollado en pro de la implementación de la economía circular.

La norma que enmarca la gestión de residuos sólidos con lineamientos estratégicos es la Ley 20920 de 2016, la cual nace del Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables y busca un impulso al crecimiento económico, pero contribuyendo a los patrones de consumo y producción, así como protegiendo al ambiente especialmente en lo relacionado con crear mecanismos de apoyo a la implementación de los esquemas de responsabilidad extendida del productor, programas de educación, así como financiación de proyectos para prevenir la generación de residuos y fomentar la reutilización, el reciclaje y la valorización.

Chile cuenta con una hoja de ruta nacional desde 2020 y hasta 2040, la cual se enfoca en la reducción o eliminación de generación de residuos sólidos, por medio de innovación, cultura, regulación y el territorio. Recientemente se expidió la normativa relacionada con valorización energética de residuos orgánicos y eficiencia energética, considerándolos como pilares fundamentales al proceso de transición hacia la economía circular del país y reafirmó los compromisos internacionales relacionados con la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

## **b) Colombia**

Es considerado también como uno de los países que más ha venido trabajando en política pública, lineamientos e inversiones para que el crecimiento económico contemple estrategias hacia una economía circular.

Desde 2010 con la Política nacional de producción y consumo sostenible se fueron expidiendo normas relacionadas a la obligatoriedad para que los mandatarios locales diseñen programas que establezcan una gestión integral de los residuos sólidos con fomento al aprovechamiento y tratamiento. En 2016, el país expidió el CONPES 3874 que contiene la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS) y en 2020 el CONPES 4004 para la gestión de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales, los cuales se constituyen en el marco de referencia para gobiernos locales, empresas y la sociedad para la aplicación de las diferentes estrategias en economía circular.

Así mismo, se expidió en 2016 normativa para fortalecer y formalizar a los principales actores encargados de las cadenas de aprovechamiento de residuos: los recicladores. En 2018 se establecieron incentivos económicos para la implementación de proyectos y con ello surgieron varios actos normativos para reglamentar la gestión ambiental de residuos y la responsabilidad de los diferentes actores de la cadena. Colombia cuenta desde 2019 con una Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), que busca la reducción de emisión de gases efecto invernadero, por medio de acciones tendientes a la circularidad y la innovación tecnológica.

## **c) México**

El país ha generado en paralelo normativas relacionadas hacia la economía circular en cuanto a residuos sólidos, agua y energía.

En el tema de residuos sólidos, el marco ambiental es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) expedida en 1988 y la Ley General de Cambio Climático (LGCC) de 2012. En la primera, se definen regulación y atribuciones a las autoridades federales, estatales y municipales sobre corrientes de residuos sólidos (peligrosos, industriales y municipales); así como la definición de las responsabilidades compartidas y la segunda, está relacionada con la reglamentación en materia de protección al medio ambiente y desarrollo sustentable, para el reporte de emisiones de gases de efecto invernadero.

En 2005 se reglamentó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y su última reforma fue realizada en 2015. En 2009 se crea el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos, actualizado en 2019, para lo cual, se definieron las Normas Oficiales de Planes de manejo de residuos y de Planes de manejo de residuos de manejo especial. Estos buscan la

promoción y prevención en la generación de residuos, así como su valorización por medio de esquemas de manejo, identificación de actores involucrados y búsqueda de estrategias de procesos, métodos y tecnologías.

En 2020 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) publicó la Evaluación de la situación en economía circular de México, Brasil, Chile y Uruguay, lo cual, le permitió identificar las herramientas de una hoja de ruta de economía circular, así como los actores y sectores para identificar acciones concretas de reincorporación de residuos sólidos a los sectores económicos y con ello, la correspondiente mitigación del cambio climático.

#### d) Perú

En 2016 se promulgó el Decreto Ley 1278 que contiene la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y busca reducir la generación de residuos, aumentar la eficiencia del uso de los materiales, el cambio de paradigma del uso residuos como insumo para otros sectores y la vinculación de actores estratégicos para el tratamiento de los residuos sólidos.

En el año 2019 se adoptó el Plan Nacional de Competitividad y Productividad el cual, por medio de acciones concretas en materia económica, busca la sostenibilidad ambiental. Por lo cual, se establecieron medidas orientadoras para que las empresas y los consumidores implementen procesos de producción y patrones de consumo sostenibles.

Así las cosas, en 2020 se expidió la Hoja de Ruta Hacia una Economía Circular para el sector industrial, propiciando la generación de acuerdos de producción limpia para minimizar y valorizar los residuos, aumentar el potencial de reciclaje, la circularidad de los materiales y la incorporación en sistemas productivos; así como mejorar la educación y sensibilización ambiental para el impulso de programas municipales.

Posteriormente, en los años 2020 y 2021 se avanzó en la expedición de normativas que promueven la Economía Circular para distintos tipos de materiales.

## B. Modelos macroeconómicos aplicados a economía circular

De la revisión de la literatura internacional se encontraron las siguientes opciones de modelación compatibles con los objetivos de la consultoría:

- **Modelos contables con matriz de insumo producto:** estos modelos toman la contabilidad nacional y simulan los cambios que se presentarían en las transacciones de insumos si se realizara un uso más intensivo de los productos intermedios de sectores específicos. De allí se contabilizan los posibles efectos directos en el valor agregado (y por lo tanto del PIB) de dicho sector y se pueden calcular los cambios en el empleo dependiendo del cambio en el PIB así como los cambios en el comercio exterior. Se trata de un análisis estático comparando los escenarios con y sin política para un año determinado. Igualmente, a través de factores sectoriales de emisión se pueden calcular las emisiones asociadas con cada escenario.
- **Modelos estáticos de insumo producto con modelación ambiental:** este tipo de modelos modifican la matriz de insumo producto para desagregar o incluir nuevos sectores que describan el uso de uno o varios recursos ambientales específicos (como energía o residuos). Como en el caso anterior incluyen un análisis estático comparando los escenarios con y sin política para un año determinado, pero calculan no solo los efectos directos sino también efectos indirectos derivados del vínculo hacia atrás entre sectores. Por ejemplo, un incremento en la demanda del sector j aumentará el valor agregado de ese sector como el de los sectores

que le venden insumos, y los que venden insumos a estos, y así sucesivamente<sup>3</sup>. De esa misma forma se puede calcular el empleo generado directa e indirectamente, así como el cambio en las emisiones directas e indirectas y también los cambios en las importaciones y exportaciones.

- **Modelos macroeconómicos con análisis dinámico de consistencia basado en un análisis de insumo producto:** estos usan modelos macroeconómicos para pronosticar el desarrollo dinámico de los principales agregados macroeconómicos, lo cual incorpora un componente probabilístico dinámico. Con dichos pronósticos y la estructura técnica de la matriz insumo producto del año base, se pueden reproducir todas las transacciones intersectoriales futuras (y en general las cuentas nacionales, el empleo y las emisiones) para el escenario sin intervención de la política. Por otra parte, se pueden simular cambios progresivos en los coeficientes técnicos, derivados de medidas de política, así como cambios en los patrones de consumo final. Al cambiarlos se pueden calcular, año a año, los efectos sobre el PIB sectorial y las demás variables macroeconómicas, conformando de esta manera el escenario con la política de economía circular.
- **Modelos de equilibrio general:** estos modelos amplían la matriz de insumo producto en una matriz de contabilidad social (SAM) que caracteriza las relaciones entre los diferentes tipos de agentes y no solo entre sectores productivos. Incluye un conjunto de ecuaciones de comportamiento<sup>4</sup> que buscan modelar diferentes agregados macroeconómicos de acuerdo con el comportamiento de los precios de cada sector<sup>5</sup> y de otras variables macro como las tasas de cambio o las tasas de interés. Estos modelos pueden ser estáticos o dinámicos. Permiten además del modelamiento de los efectos sobre PIB, empleo y emisiones de GEI, encontrar resultados sobre los precios sectoriales, sobre el ahorro y la inversión, sobre cambios en la demanda de bienes y servicios derivados de las variaciones de precios. También permiten considerar efectos de sustitución entre insumos y entre productos de consumo final. Requieren contar con estimaciones de elasticidades y otros parámetros de la multiplicidad de ecuaciones que es necesario resolver. En muchos casos dichos parámetros se pueden definir ad-hoc o por criterio experto, y en otros casos por estimaciones econométricas. En todos los casos se requiere un ejercicio de calibración que permita garantizar el equilibrio general del sistema en el año de referencia.

Como se puede ver, los distintos modelos mencionados permiten calcular efectos sobre PIB, sobre empleo, las emisiones de GEI y el comercio exterior, con diferentes resultados complementarios, niveles de complejidad y exigencias de información.

Los modelos contables y los estáticos con modelación ambiental son en general determinísticos pues simplemente contabilizan un cambio exógeno mediante patrones fijos de relaciones entre las variables. Los modelos de consistencia y los modelos de equilibrio general computable tienen muchos elementos determinísticos pero pueden incorporar estimaciones econométricas de los parámetros o pronósticos, lo cual les aporta un componente probabilístico y se podría decir que son modelos mixtos (determinísticos/probabilísticos).

Los modelos pueden ser de estática comparativa cuando se concentran en los cambios que suceden en un periodo fijo de tiempo comparando escenarios en donde cambian algunos parámetros o pueden ser dinámicos si los resultados de un periodo de tiempo retroalimentan o condicionan a los periodos siguientes. En este caso los dos primeros tipos de modelos son de naturaleza estática, el tercero es dinámico por definición y el cuarto puede ser estático o dinámico.

---

<sup>3</sup> Para ello se utilizan los denominados multiplicadores de la matriz inversa de Leontief.

<sup>4</sup> Simulan el comportamiento de los agentes (productores, consumidores, gobierno y sector externo) mediante el uso de ecuaciones en los distintos mercados de la economía (mercado de bienes y servicios, mercado laboral, mercado financiero y etc.).

<sup>5</sup> Se normaliza frente a un sector particular al cuyo precio se le asigna un valor de 1 y los precios de los demás sectores se calculan de manera relativo al sector de precio 1.

También se diferencian en el tipo de efectos que miden, en un modelo contable el objetivo central es establecer el efecto directo sobre las variables de interés, en los otros tres tipos de modelos, se tienen en cuenta los efectos indirectos a través de los encadenamientos productivos expresados en la matriz inversa de Leontief.

En el caso de los modelos de equilibrio general la matriz de contabilidad social lleva a una generalización de los encadenamientos, para considerar no solo los productivos sino también los que se presentan entre los agentes económicos. En los otros tres tipos de modelos esos efectos indirectos entre agentes no se tienen en cuenta.

Otra diferencia que se presenta entre los cuatro tipos de modelos estudiados es la complejidad de la programación. Los modelos contables básicamente consideran sumas y restas y resultan bastante simples. Los modelos estáticos de insumo producto incorporan la inversión de la matriz de Leontief para calcular los efectos intersectoriales indirectos y aunque son sencillos aumentan su complejidad en la medida que se trabaje con un mayor número de sectores. Los modelos de consistencia dinámica además de garantizar el equilibrio macroeconómico en cada periodo deben establecer los vínculos entre un periodo y el siguiente; además algunas modelaciones econométricas pueden requerir contar con mayor cantidad de información para realizar las estimaciones. Finalmente, los modelos de equilibrio general exigen contar con la estimación de elasticidades y demás parámetros de los modelos comportamentales y al mismo tiempo garantizar el equilibrio en la matriz de contabilidad social. Estos últimos exigen algoritmos de calibración que permitan garantizar el equilibrio al tiempo que se cambian diferentes parámetros de manera simultánea.

Igualmente, el tipo de información con el que se debe contar para desarrollar estos modelos es menor en los modelos estáticos, mayor en los modelos de consistencia dinámica y muy exigentes en los modelos de equilibrio general computable.

El siguiente cuadro resume estas diferencias.

**Cuadro 1**  
**Comparación de modelos**

Tipo de modelo→ Característica	Modelos contables con matriz de insumo producto	Modelos estáticos de insumo producto con modelación ambiental	Modelos macroeconómicos de consistencia dinámica basados en insumo producto	Modelos de equilibrio general
Tipo de modelo	Determinístico	Determinístico	Mixto	Mixto
Tipo de simulación	Estática comparativa	Estática comparativa	Dinámica	Estática comparativa o Dinámica
Efectos sectoriales	Directos	Directos e indirectos	Directos e indirectos	Directos e indirectos
Efectos entre agentes	Directos	Directos	Directos	Directos e indirectos
Análisis de precios y elasticidades	No	No	No	Sí
Complejidad de la programación	Muy baja	Baja	Media	Alta o muy alta
Requerimientos de información	Cuentas nacionales para un año de referencia	Cuentas nacionales para un año de referencia Estructura de sectores ambientales	Cuentas nacionales para varios años Estructura de sectores ambientales Pronósticos de agregados macroeconómicos	Matriz de contabilidad social Estructura de sectores ambientales Elasticidades y efectos marginales

Fuente: Elaboración de los autores.

El tipo de modelo más completo y complejo es el que corresponde a los modelos de equilibrio general, Son muy útiles cuando se quiere explorar el comportamiento de los agentes ante ciertos estímulos de cambios en los precios o en la aplicación de instrumentos económicos como impuestos o subsidios. Se utilizan generalmente para simular y evaluar la posible efectividad de medidas de política específicas.

Para los objetivos de este estudio, no se busca medir si las posibles medidas e instrumentos pueden tener efectos o no en la transformación productiva, sino que partiendo de que suponer que se logrará una transición exitosa, se busca explorar cuáles serían los efectos macroeconómicos que lograrlo conllevaría. Así pues, no se requiere un modelo tan sofisticado como los de equilibrio general computable, sino que basta con implementar un modelo de consistencia macroeconómica que permita establecer un equilibrio dinámico en las cuentas nacionales y capture el efecto directo e indirecto de las eficiencias logradas con la política.

### C. Resultados de los modelos aplicados en el contexto internacional

El cuadro 2 muestra los resultados de la modelación de diferentes escenarios de economía circular aplicados y desarrollados en el contexto internacional. Se parte del informe titulado "*Macroeconomic, social and environmental impacts of a circular economy up to 2050: A meta-analysis of prospective studies*" (Aguilar-Hernandez, Rodrigues, & Tukker, 2020), que hace una revisión exhaustiva de literatura con el fin de identificar los distintos modelos existentes desarrollados para la medición de efectos de la economía circular, este informe seleccionó 27 modelos que muestran efectos al menos sobre PIB, empleo, y GEI. Las simulaciones realizadas con estos modelos contemplaron diferentes países de distintas regiones del mundo (no se encuentra ningún modelo desarrollado en algún país en Latinoamérica) y comprendieron escenarios categorizados entre ambiciosos y moderados según la cantidad de sectores intervenidos simultáneamente en cada simulación y los resultados de los mismos. Como resultado, el informe concluye que los escenarios ambiciosos conllevan a un aumento en la mediana de 2% del PIB, 1.6% el empleo y una disminución de 24% de la emisión de GEI, mientras que los escenarios moderados un aumento en la mediana de 0,1 % en el PIB y el empleo así como una disminución promedio de 4% en la emisión de GEI.

A continuación, se muestra el agregado de los resultados de los escenarios en un modelo desarrollado por *Cambridge Econometrics* detallados en su informe titulado "*Impacts of circular economy policies on the labour market*" (Cambridge Econometrics, 2018) y adicionalmente se muestra el resultado de este mismo modelo para escenario en 4 países. Este modelo contempla escenarios realizados en países europeos y los supuestos que contempla incluyen disminución en importaciones y demanda de fertilizantes minerales, aumento de compras al sector de residuos y reciclaje, disminución de demanda de materiales de construcción, reducción de demanda de vehículos por parte de los hogares, disminución de demanda de gasolina y diésel, reducción del gasto de los hogares en mantenimiento de vehículos, entre otros.

La distinción de los supuestos involucrados en cada escenario es de importancia teniendo en cuenta que el informe expresa los diferentes efectos de una misma intervención según la estructura económica de los países, así por ejemplo, mayores efectos en PIB y empleo se encuentran principalmente en modelo de países de Europa central y oriental, principalmente debido a mayores reducciones en las importaciones de petróleo como resultado de más actividades de economía circular en el sector de los vehículos de motor. Los países de Europa occidental se ven más afectados por la disminución de la producción de productos electrónicos y automóviles. En Europa del Este, estos bienes duraderos se importan principalmente, por lo que la reducción de la demanda mejora la balanza comercial y el PIB. Adicionalmente, se expresa como hallazgo que la implementación de actividades de la economía circular no tiene por sí misma un efecto transformador en los mercados laborales en lo que respecta a necesidades de habilidades en los diversos sectores y ocupaciones.

Por último, se detallan los resultados del modelo desarrollado también por *Cambridge econometrics* en el 2016 presentados en el documento titulado "*Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption*" (Cambridge Econometrics, 2016). La base de los escenarios en este modelo es la simulación de un aumento de productividad de los recursos.

**Cuadro 2**  
**Comparación de resultados internacionales**

Estudio	Descripción y supuestos	PIB		Empleo		GEI	
		AMB <sup>a</sup>	MOD	AMB	MOD	AMB	MOD
<i>Macroeconomic, social and environmental impacts of a circular economy up to 2050: A meta-analysis of prospective studies</i> (Aguilar-Hernandez, Rodrigues, & Tukker, 2020)	Identificación de modelos existentes de economía circular mediante guía PRISMA de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Revisión de más de 300 escenarios con 27 modelos seleccionados. Comprende 17 modelos macroeconómicos, 9 modelos estructurales y 1 modelo de evaluación integrado. Año proyección: 2030	Mediana =+2,0%; R.I (IQR) = [0,4 - 4,6]%	Mediana =+0,1%; R.I. (IQR) = [0,0 - 0,3]%	Mediana =+1,6%; R.I. (IQR) = [0,9 - 2,0]%	Mediana =+0,1%; R.I. (IQR) = [0,0 - 0,4]%	Mediana =- 24,6%; R.I. (IQR) = - [34,0 - 8,2]%	Mediana =-4,1%; R.I. (IQR) = -[10,2 - 0,3]%
Impacts of circular economy policies on the labour market (Cambridge Econometrics, 2018)	Región/País: EU-28, EU-27, CY, LV, LT, HU, otros países de UE Sectores estudiados: Alimentos construcción, gestión de residuos, herramientas electrónicas y eléctricas Variables modeladas: Coeficientes técnicos, inversión, actividades colaborativas, productividad e intensidad de trabajo Tipo de intervención: Aumento de la eficiencia en el uso del material, cierre de cadenas de suministro, gestión de residuos y extensión de la vida útil de los residuos Año base: 2015 año proyectado: 2030 Escenarios: 13 Estrategia de modelación: Modelo macroeconómico-Modelo de equilibrio general computable	0,58	0,11%	0,27%	0,09%		
	País: Hungría	0,66%		0,02%			
	País: Chipre	0,45%		0,1%			
	País: Croacia	0,33%		-0,02%			
	País: Letonia	1,5%		0,9%			
Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption (Cambridge Econometrics, 2016)	Región/País: Eu-28 Variables modeladas: Componentes del PIB (consumo, inversión y comercio internacional), precios, demanda de energía y materiales. Tipo de intervención: Aumento de la eficiencia en el uso del material a través de aumentos en la inversión año base: 2011 año proyectado: 2030 Estrategia de modelación: Modelo macroeconómico-Modelo de equilibrio general computable Supuestos: Aumento de 1%-2,5% (3% en escenario ambicioso) en la productividad de los recursos	-0,1	0,41%	0,2%	0,23%	-25,0%	

Fuente: Elaboración de los autores.

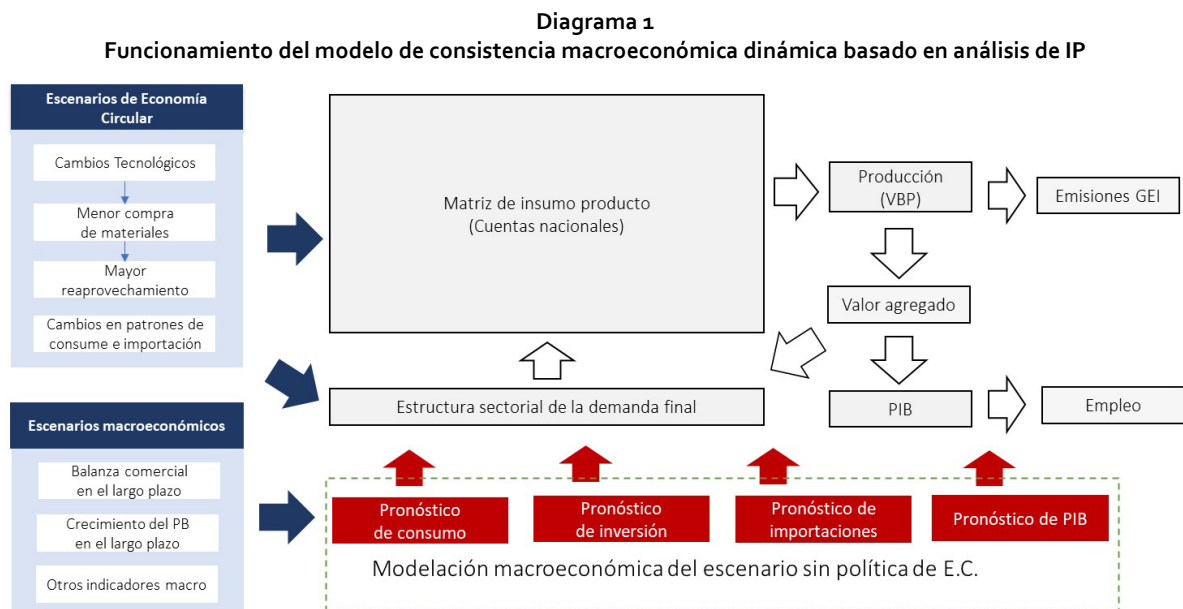
<sup>a</sup> Escenario ambicioso (amb): aquellos escenarios que presentaron mayores impactos en PIB, creación de empleo o emisiones de CO<sub>2</sub> comparado con el escenario BAU, el restante de escenarios fueron clasificados como escenarios moderados (mod). Para aquellos estudios que solo simularon un escenario de CES, se consideró ambicioso si las intervenciones de economía circular fueron realizadas en dos o más actividades económicas simultáneamente y moderado si la intervención fue solo en un sector económico.



### III. Metodología

#### A. Alcances y selección del modelo

La opción seleccionada para realizar el modelamiento del efecto de las políticas de economía circular en los países de la Alianza del Pacífico es la de un modelo de consistencia macroeconómica con análisis dinámico de insumo producto. El siguiente diagrama presenta el esquema general de cómo funciona esta alternativa.



Fuente: Elaboración de los autores.

En este modelo la estructura inicial de la matriz de insumo producto (nacional e importada), la estructura de distribución de remuneraciones del valor agregado, las participaciones sectoriales en la demanda final, y los pronósticos de los principales agregados macroeconómicos (consumo, inversión, importaciones y PIB total) permiten proyectar a mediano y largo plazo las cuentas nacionales del país, suponiendo que no se presentan cambios estructurales en las relaciones económicas. También se pueden simular los cambios tecnológicos esperados de acuerdo con la política y proyectar las cuentas nacionales teniendo en cuenta estas transformaciones.

A los modelos de insumo producto en general se les critica por suponer que estas estructuras tecnológicas de la producción no cambian, en el mediano y largo plazo, cuando lo cierto es que las tecnologías de producción son bastante dinámicas y si bien los cambios no son perceptibles de un año a otro si se presentan tendencias que hacen cambiar la estructura productiva de los países cuando el horizonte de modelación sobrepasa los cinco o diez años. Estas debilidades de los modelos de insumo-producto son especialmente importantes si lo que se busca es hacer pronósticos, sin embargo, en modelos de evaluación de política pública en donde se compara un escenario de aplicación de la política de interés frente a un escenario de referencia sin intervención no resulta tan problemático. Lo anterior porque todos los cambios estructurales —no relacionados con la política de interés— que generen efectos aditivos en los resultados finales serán iguales en ambos escenarios y de todas maneras se cancelaría mutuamente al calcular el efecto, restando el escenario de referencia del escenario de la política.

En este caso en particular los coeficientes técnicos y demás parámetros estructurales del modelo como las participaciones sectoriales de los componentes de la demanda final, no son fijos en los dos escenarios. En el escenario de economía circular lo que precisamente se modela son los cambios que se esperan en estos parámetros estructurales, como consecuencia de los logros de la política de economía circular. Otros parámetros como la estructura del mercado laboral o los factores de emisión de GEI se conservan iguales en los dos escenarios para su cálculo derivado de los cambios derivados de la política.

Así pues, a partir de un conjunto de supuestos macroeconómicos y de los cambios tecnológicos y de patrones de consumo inducidos por la implementación de la política, el modelo simula las transformaciones graduales en la matriz de insumo producto y en las participaciones sectoriales de los diferentes agregados macroeconómicos. Usando el modelo se calculan las variaciones en el valor bruto de la producción que se reflejan, entre otros, en cambios en las remuneraciones de los factores, los cuales a su vez generan un efecto en el ingreso disponible para los agentes económicos. Esto se deriva en variaciones dinámicas en los niveles de demanda final agregada, compatible con nuevos niveles de producción.

Esas consideraciones permiten calcular cambios en los pronósticos iniciales y calcular el efecto neto de la política de economía circular sobre el PIB sectorial, la generación de empleo y demás variables macroeconómicas. A partir de las relaciones económicas encontradas en el año base se estimó el efecto sobre el mercado laboral en ambos escenarios. Igualmente, a partir de las emisiones de GEI del año base, se calcularon factores de emisión sectoriales que permitieron realizar estimativos de las emisiones con relación al PIB sectorial. Para ello se calculó un factor relacionado con el uso de combustibles fósiles derivados del petróleo y un factor propio de los procesos productivos que no involucran combustión.

También es importante tener en cuenta que el modelo, aunque es una herramienta flexible que permite una gran variedad de simulaciones, para efectos de lo reportado en este documento se limita a evaluar un conjunto de resultados específicos esperados de la aplicación de las políticas de economía circular sobre un conjunto seleccionado de sectores de interés. A continuación se presenta el tratamiento dado a las cuentas nacionales para lograr focalizar la modelación en los sectores que producen estos materiales.

## B. Sectores de interés

Se seleccionaron un conjunto de materiales que podrían ser de interés de las políticas de economía circular en los países de la Alianza del Pacífico, teniendo en cuenta los impactos que conlleva la implementación de políticas asociadas a los mismos, dada su representatividad en términos de generación respecto a otros materiales, y se elaboró la modelación para los sectores que los producen, en los cuatro países. En este caso se trata de los materiales plásticos, los metálicos, los de construcción y los combustibles fósiles. Los tres primeros relacionados directamente con la política de economía circular y el último con las políticas de eficiencia energética o desarrollo bajo en carbono que son compatibles e interactúan con la de economía circular.

Para hacer comparable el ejercicio, se estableció una agregación sectorial común para los cuatro países seleccionados. En ella se buscó discriminar de la manera más específica posible a los sectores productores de los materiales seleccionados, pero dependiendo de la conformación sectorial de las cuentas nacionales de cada país estos sectores tienen algunas pequeñas diferencias. En el anexo 4<sup>6</sup> se presenta el detalle de la agregación sectorial en los cuatro casos de estudio.

**Cuadro 3**  
**Sectores de interés**

Sector del estudio	Incluye
A Agricultura, ganadería y silvicultura	Agrícola, forestal, ganadería y pesca
B <b>Minería y petróleo</b>	La explotación de minerales, la extracción de petróleo y derivados, y la refinación de hidrocarburos
C Industria liviana	Alimentos, textil y confección, cuero y calzado, papel e impresos, artículos de madera, industria farmacéutica
D Industria pesada	Industria química, aparatos eléctricos, maquinaria y equipo, vehículos y material de transporte
E <b>Plástico y afines</b>	En algunos casos se une con caucho o con hule
F <b>Materiales metálicos</b>	Sector siderúrgico y sectores de materiales no ferrosos
G <b>Materiales de construcción</b>	Cemento, vidrio y otros materiales de construcción
H Energía eléctrica	Generación, transmisión y distribución de electricidad y en algunos casos la distribución de gas domiciliario
I Construcción	Edificaciones y obras públicas
J Combustibles fósiles derivados del petróleo	Incluye la producción y distribución de combustibles líquidos y en algunos casos la producción de gas combustible
K Manejo de residuos y materiales	incluye la actividad de las personas y empresas dedicadas exclusivamente a la gestión de residuos sólidos
L Comercio, servicios y transporte	Todos los servicios personales y empresariales, el transporte, almacenamiento, los servicios de comercio y los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico

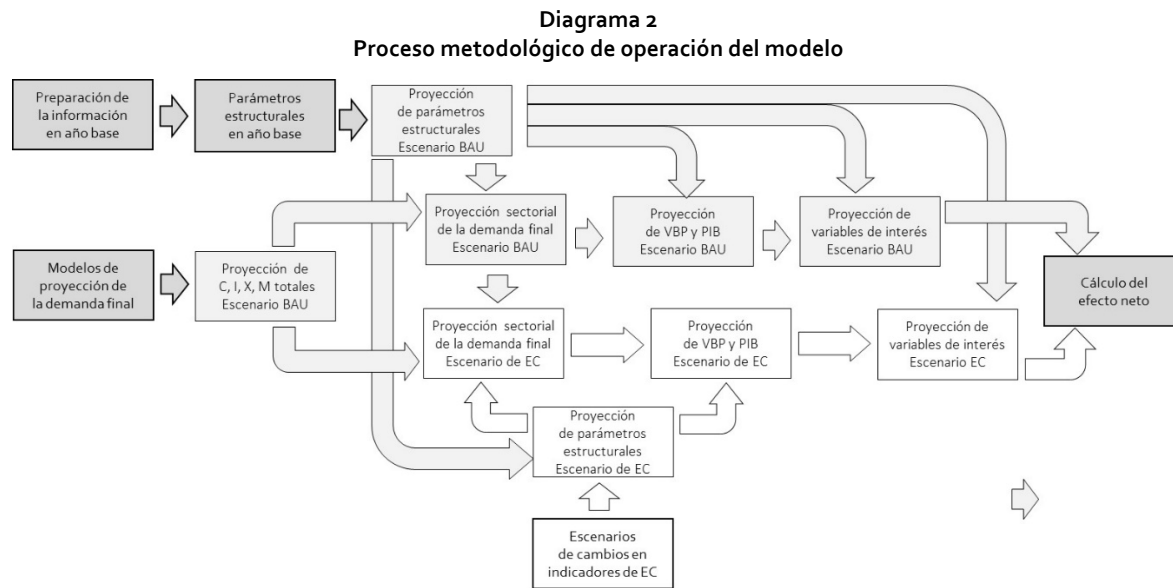
Fuente: Elaboración de los autores.

Nota: Se resaltan en negrilla los sectores de materiales seleccionados como estudio de caso.

## C. Pasos metodológicos para la construcción del modelo

El siguiente diagrama describe de manera sintética el funcionamiento del modelo. La formulación detallada se encuentra en el anexo 2.

<sup>6</sup> Los interesados en conocer el contenido del anexo 4 pueden solicitarlo al correo [ddsah@cepal.org](mailto:ddsah@cepal.org).



Fuente: Elaboración de los autores.

Para desarrollar las actividades descritas en el anterior diagrama se adelantaron los siguientes pasos metodológicos, los cuales se presentan en mucho mayor detalle en el anexo 2.

### 1. Preparación de la información

En esta etapa se recolectó la información de las cuentas nacionales de los cuatro países y se adecuó para su incorporación en el modelo, con el fin de garantizar al máximo su comparabilidad. Se examinó la desagregación sectorial utilizada en cada país y se establecieron correlativas con la agregación sectorial planteada para el estudio.

Para la operación del modelo se requieren las cuentas nacionales con sectores que correspondan a productos, de manera que la matriz de insumo producto se exprese en productos tanto por las filas como por las columnas. Cuando la matriz de insumo producto venía expresada en actividad por actividad (o rama por rama) fue necesario reconstruir la matriz producto por producto a partir de los cuadros de oferta-utilización y la matriz de producción característica y no característica de las cuentas nacionales. También es necesario asegurarse que los valores de la matriz estén expresados en el mismo tipo de precios (básicos, de productor, o de comprador/usuario) en este caso se expresaron a precios básicos, aunque para el equilibrio económico entre oferta y demanda a precios de comprador o usuario final se realizan los ajustes necesarios incorporando los márgenes de transporte y comercialización.

Otro aspecto necesario es separar las compras de insumos domésticos de las de los insumos importados debido a que es importante poder diferenciar las interacciones y los efectos al interior del sector productivo del país, de las que se tienen con el resto del mundo.

De acuerdo con la disponibilidad de información, en cada país se seleccionó un año base y todos los valores se calcularon a precios constantes del mismo año. Los resultados finales se miden en tasas de crecimiento o en relaciones entre los escenarios simulados para facilitar la comparabilidad de los efectos entre países, pero en la herramienta que acompaña a este documento también existe la posibilidad de expresar los resultados monetarios y dólares constantes del mismo año base.

## 2. Cálculo de parámetros estructurales

Una vez conformadas las cuentas nacionales con la agregación sectorial deseadas se calcularon, para el año base, los parámetros estructurales que permiten proyectar en detalle estas cuentas en el escenario de referencia y simular las transformaciones estructurales en el escenario de economía circular.

Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Matriz de coeficientes técnicos de producción nacionales.
- Matriz de coeficientes técnicos importados.
- Coeficientes de valor agregado.
- Participaciones sectoriales en el consumo, inversión, importaciones y exportaciones.
- Matriz de estructura del empleo sectorial.
- Factores sectoriales de emisión de gases de efecto invernadero, para energía y para otros procesos no energéticos.

## 3. Proyección de agregados macroeconómicos

Para la proyección de los totales nacionales de los agregados económicos: consumo, la inversión, las exportaciones e importaciones, en los primeros dos años del horizonte de evaluación, se toman los pronósticos realizados por la Red Latinoamericana de Consultoras Económicas (LAECO por sus iniciales en inglés) y para los periodos posteriores se estabilizó el crecimiento de cada variable en su promedio de crecimiento de largo plazo.

Los modelos probabilísticos de proyección corresponden en general a modelos de tipo Vector Error Correction también conocidos como modelos VEC.

## 4. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de referencia

Para proyectar los parámetros estructurales como los coeficientes técnicos o las participaciones sectoriales de la demanda final o la proporción de insumos nacionales en el escenario de referencia se conservaron los valores obtenidos para el año de base y se supuso que no se presentarán cambios estructurales en ausencia de políticas sobre economía circular.

Este supuesto es adecuado para los coeficientes técnicos y para la proporción de insumos importados, porque no suelen cambiar demasiado de un año a otro. Las participaciones sectoriales de la demanda podrían fluctuar un poco más. Así pues, la matriz inversa de Leontief proyectada para el horizonte de evaluación en el caso del escenario de referencia o Business as Usual (BAU) es la misma que se calcula para el año base.

Como se ha mencionado, los cambios estructurales que se podrían presentar en estos parámetros que generen resultados aditivos sobre las variables de interés, y que no sean causados por la política de economía circular, al estar contemplados tanto en el escenario de intervención como en el escenario de referencia, se cancelará mutuamente al calcular el efecto. Los que se subestimarían sería aquellos efectos de interacción que pudieran tener cambios tecnológicos generalizados en algunos sectores que pudieran interactuar con los resultados de economía circular simulados.

## 5. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de economía circular

Para proyectar los parámetros estructurales en el escenario de intervención se fijaron metas para un conjunto de indicadores de resultados sobre los que se esperan efectos de la política de economía circular para el año final del horizonte de evaluación. Entonces se procede a generar una trayectoria desde el año base hasta esa fecha. En la sección D de este capítulo se presentan estos indicadores y su forma de uso.

En el caso de los coeficientes técnicos —los cuales deben sumar 100% en el conjunto de los sectores y componentes del valor agregado— y las participaciones sectoriales, —que deben sumar 100% en el conjunto de los sectores— la diferencia entre la suma de las metas en los sectores con meta y la suma de los mismos parámetros en el año base se redistribuyen dentro de los coeficientes del valor agregado. Esto implica que se supone que los ahorros de costos que se generan en cada sector por la reducción en las compras nacionales e importadas de las materias primas focalizadas (plástico, metal, materiales de construcción y combustibles) se destinan a:

- Cubrir los mayores costos de mano de obra derivado de labores destinadas a el aprovechamiento, reutilización, reproceso, reciclaje y demás actividades necesarias para lograr la reducción de uso de estos materiales.
- Aumentar los excedentes de las empresas, que se espera se inviertan en los cambios tecnológicos necesarios para hacer viable, sostenible y permanente la reducción en el uso de esas materias primas.
- Pagar mayores impuestos lo que se pueden derivar tanto de la aplicación de instrumentos económicos (tasas, cobros y gravámenes asociados al uso no sostenible de los materiales) o bien por los impuestos tradicionales aplicados a un mayor excedente y valor de la nómina.

Los ahorros, representados en menores coeficientes técnicos en la compra de materiales, se redistribuyen en las proporciones históricas de estos tres componentes del valor agregado en cada sector.

## 6. Proyección de las cuentas nacionales para los dos escenarios

Una vez se han proyectado los parámetros estructurales para todo el horizonte de simulación y para cada uno de los escenarios, se procede a calcular las cuentas nacionales para cada año. El procedimiento es igual para los dos escenarios, aunque cambien los parámetros estructurales utilizados:

**Paso 1.** Calcular la desagregación sectorial de los componentes de demanda, aplicando las participaciones sectoriales a las proyecciones de los agregados macroeconómicos.

**Paso 2.** Conformación de la matriz de coeficientes técnicos nacionales y la de coeficientes técnicos importados para el cálculo de la matriz inversa de Leontief.

**Paso 3.** Calcular el Valor Bruto de la producción a partir de la Demanda final proyectada y la matriz inversa de Leontief.

**Paso 4.** Teniendo proyectado el Valor Bruto de la Producción calcular en cada año la matriz de transacciones de insumos nacionales, los componentes del valor agregado y total de insumos importados por cada sector.

**Paso 5.** Calcular el PIB sectorial aplicando las relaciones entre el PIB y el Valor Agregado.

**Paso 6.** Las diferencias en valor agregado que se presentan cada año entre el escenario de economía circular y el escenario de referencia se asignan a incrementos de la demanda final en el siguiente año de la simulación de la siguiente de acuerdo con un supuesto predefinido de propensión a consumir tanto para hogares, empresas y gobierno. En el ejercicio realizado se supuso que el 100% de los incrementos en remuneración de los trabajadores de cada año se trasladan a consumo final en el año siguiente; los incrementos de excedentes de las empresas de cada año se trasladan a inversión en el año siguiente; y los incrementos en recaudo de impuestos se distribuyen por mitades entre consumo e inversión en el siguiente año.

## 7. Proyección de variables de interés en los dos escenarios y cálculo de los efectos netos

Además de las proyecciones sobre PIB y comercio exterior, las cuales se toman de la proyección de las cuentas nacionales, es de interés tener proyecciones sobre el comportamiento del empleo y de las emisiones de GEI.

Para el empleo se aplicó la estructura de la matriz de empleo teniendo en cuenta la relación entre el empleo total y la remuneración de los trabajadores. Esto implica que los salarios relativos entre sectores se mantienen proporcionales en precios constantes.

Para la proyección de las emisiones, en ambos escenarios se utilizaron los factores sectoriales de emisión calculados con el inventario de emisiones de GEI, para el año base.

## D. Metodología para la formulación del escenario de economía circular

El escenario de economía circular se basa en los siguientes indicadores según cada uno de los sectores de interés:

- Porcentaje de reducción del uso de materiales plásticos y afines. Este porcentaje de reducción se aplica a los consumos intermedios (nacionales e importados) así como reducciones en el consumo y las importaciones finales de plástico.
- Porcentaje de reducción de uso de materiales metálicos. Este porcentaje de reducción se aplica a los consumos intermedios (nacionales e importados) así como reducciones en el consumo y las importaciones finales de materiales metálicos.
- Porcentaje de reducción de uso de materiales de construcción. Este se aplica a las compras intermedias nacionales e importadas de materiales de construcción que hace el sector de la construcción, así como en las importaciones finales de estos mismos materiales.

Porcentaje de reducción en el uso de combustibles fósiles derivados del petróleo: Este porcentaje de reducción se aplica a los consumos intermedios (nacionales e importados) así como reducciones en el consumo y las importaciones finales de combustibles derivados del petróleo. En el anexo 2 se presentan las ecuaciones que vinculan el valor de estos indicadores con los cambios en los parámetros estructurales del modelo.

Para establecer unos valores razonables para las metas de estos indicadores se procedió de la siguiente forma:

Se buscaron países en el contexto internacional que, en periodos anteriores a la implementación de sus políticas de economía circular, tuviesen tasas de aprovechamiento del orden de magnitud de las actuales tasas de aprovechamiento de los países de la Alianza del Pacífico. De estos se escogieron aquellos que contaban con información pública disponible sobre sus matrices de insumo producto (MIP). En cada uno de ellos se tomó una MIP anterior a la implementación de la política y la MIP más reciente disponible. Cada una de esas matrices se agregó a los sectores del estudio y por simulaciones sucesivas se encontraron los niveles de los indicadores compatibles con dichos cambios esperados.

Con estos valores se llevó a cabo un primer grupo de simulaciones que se presentaron a grupos de expertos de diferentes entidades, relacionados con la política de economía circular y el manejo estadístico en cada uno de los cuatro países de la Alianza del Pacífico. En estas reuniones de trabajo se exploró la aplicabilidad de las metas estimadas para los cuatro indicadores, en el contexto de las condiciones específicas de los sectores en los países.

Como resultado, los delegados representantes de Chile, Colombia, México y Perú apoyaron la revisión y validación de las metas previstas para cada una de las cadenas de residuos; lo cual, sumado a los análisis realizados previamente sobre las metas establecidas como resultado de la implementación de las políticas públicas generaron ajustes en los supuestos iniciales del modelo, así:

**Cuadro 4**  
**Indicadores meta por país para el escenario de economía circular**  
(En porcentajes)

Cadena	Chile	Colombia	Perú	México
Plástico	25	25	8	20
Materiales metálicos	10	15	10	5
Materiales de construcción	10	10	5	10
Combustibles fósiles	30	18	5	15

Fuente: Elaboración de los autores.

Para las simulaciones comparativas entre países se utilizó un escenario común moderado conformado por el mínimo valor de la meta en cada material. De esta manera se garantiza que el escenario por país sea siempre mayor o igual que el escenario conjunto.

**Cuadro 5**  
**Indicadores meta conjuntos para el escenario de economía circular**  
(En porcentajes)

Cadena	Porcentaje de reducción
Plástico	8
Materiales metálicos	5
Materiales de construcción	5
Combustibles fósiles	5

Fuente: Elaboración de los autores.



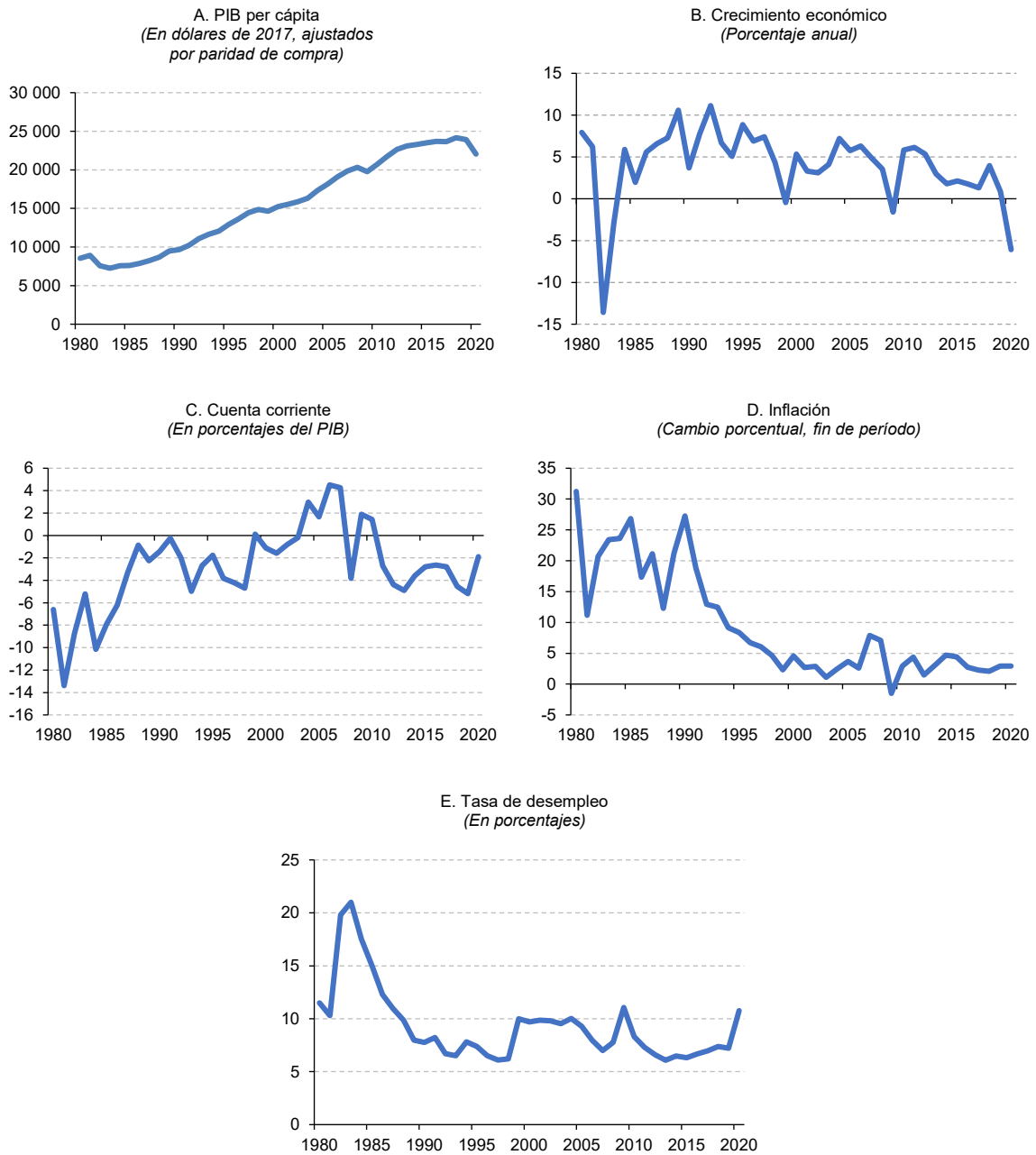
## IV. Resultados para Chile

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para la economía chilena. El capítulo está dividido en seis secciones. En la primera sección, se muestran las proyecciones del escenario BAU, así como ciertas características clave de la economía chilena en el año 2018 tales como su estructura productiva, la estructura de su demanda final, la estructura de su mercado laboral y los factores de emisión. En la segunda sección se presentan el impacto de las políticas de economía circular en su totalidad en el PIB a nivel sectorial. En la tercera sección se presenta el impacto en el empleo y en la cuarta sección se presenta el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la valoración económica de este impacto en las emisiones de carbono. En una quinta sección se presenta brevemente los impactos de estas políticas en la balanza comercial del país. Finalmente, en la sexta sección se presentan las conclusiones y recomendaciones a destacar.

### A. Perspectivas económicas de la economía chilena

Chile es una de las economías más desarrolladas de la región. En 2018, Su PIB per cápita alcanzó los 24.166 dólares de 2017 ajustados por paridad de compra, siendo el valor más alto de los países estudiados (ver figura A en el gráfico 2). Adicionalmente, se ha caracterizado por ser una economía con una estabilidad macroeconómica sólida. La inflación se ha mantenido estable desde la 1995 (ver figura D en el gráfico 2) y solo ha sufrido tres crisis económicas relevantes entre 1995 y 2021: el contagio de la crisis asiática en 1999, la crisis financiera global de 2009 y la crisis del COVID-19 en 2020 (ver figura B en el gráfico 2). Las dos primeras crisis tuvieron efectos leves en el PIB, aunque sus efectos en la tasa de desempleo fueron relevantes (ver figura E en el gráfico 2). Adicionalmente, el déficit en cuenta corriente ha sido persistentemente negativo durante los últimos 40 años, salvo en breves periodos como la década de los 2000, y durante la crisis del COVID-19 en 2020.

**Gráfico 2**  
**Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía chilena**

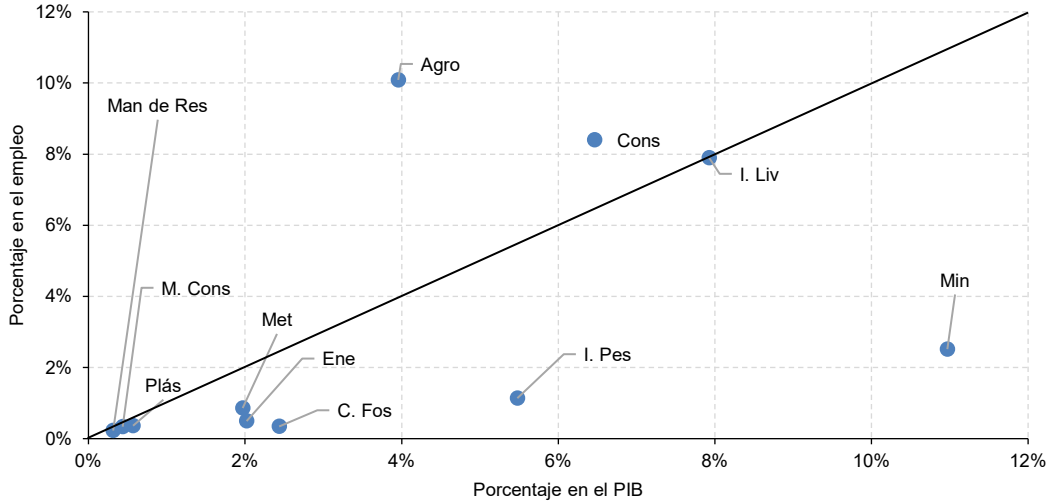


Fuente: Elaboración propia con información del World Economic Outlook del FMI, versión octubre de 2021.

Entrando en mayor detalle en la estructura productiva de la economía chilena, en el siguiente gráfico se muestran el peso de los doce grandes sectores productivos en el PIB y en el empleo, para el año de 2018. Se encuentran varios aspectos a destacar. En primer lugar, cerca del 57% del PIB y del empleo están concentrados en el sector de comercio, servicios y transporte (no mostrado en el gráfico). Adicionalmente, se destaca que el sector de Minería y petróleo tiene una participación del 11% en el PIB, pero solo del 2.5% en el empleo, es decir, se trata de un sector que produce un importante valor agregado, pero no necesariamente es un sector que genere muchos empleos. Algo similar sucede en el sector de energía

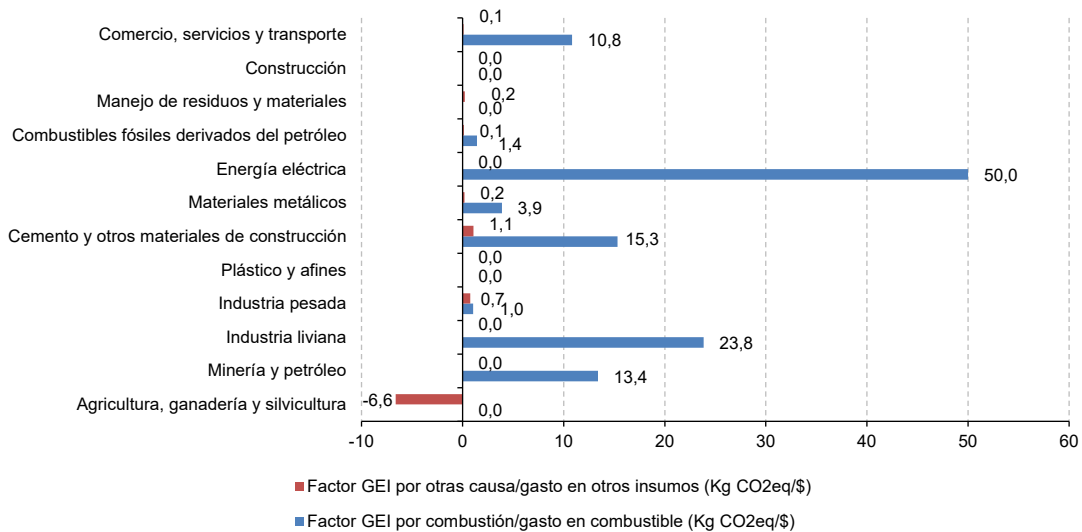
eléctrica. Por el contrario, el sector de la Agricultura, ganadería y silvicultura tiene una participación en el PIB cercana al 4% pero su participación en el empleo es del 10%, siendo así el sector que genera más empleo por valor agregado. El sector de la construcción tiene una dinámica similar a la del sector de agricultura.

**Gráfico 3**  
Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos



Fuente: Elaboración propia con información de las cuentas nacionales del Banco central de Chile y de la Encuesta Nacional de Empleo del INE. Nota: Agro es el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura; Min es el sector de Minería y petróleo; I. Liv es el sector de Industria liviana; I. Pes es el sector de Industria pesada; Plástico es el sector de plástico y hule; M. Cons es el sector de cemento y materiales de construcción; Met es el sector de materiales metálicos; Ene es el sector de energía eléctrica; C Fos es el sector de combustibles fósiles derivados del petróleo; Man de Res es el sector de Manejo de residuos; y Cons es el sector de construcción. La línea negra es de 45% e indica la igualdad entre la proporción en el PIB y la proporción en el empleo. Por debajo de esta línea están los sectores intensivos en capital y por encima los intensivos en mano de obra.

**Gráfico 4**  
Factores de emisión  
(En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por miles de millones de pesos chilenos)

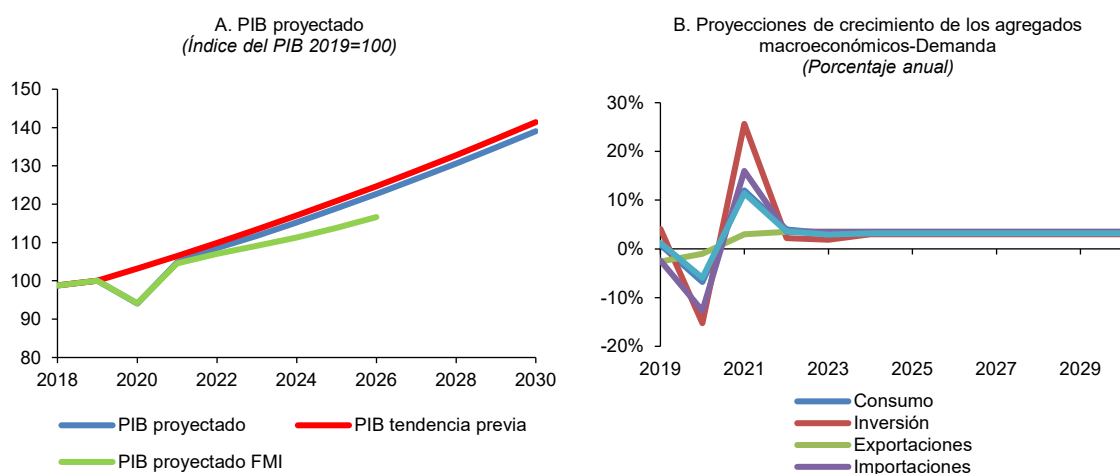


Fuente: Elaboración propia con información del inventario de Gases de Efecto Invernadero de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente chileno y la matriz de insumo producto del Banco Central de Chile.

En el gráfico 4 se muestran los factores de emisión de los diferentes sectores económicos segmentados por el origen de la emisión: uso de combustible o de otros insumos. En particular se destaca el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura en donde el factor de emisión es negativo, es decir, los niveles de absorción de GEI son los suficientemente altos que hacen que el sector tenga captura de GEI en vez de emisión. Lo anterior asociado de manera importante al rubro de *Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del inventario de GEI de Chile. Como es de esperar, esto se da en el factor de emisión de fuentes distintas al combustible. Adicionalmente, se destaca el sector de energía, en donde el factor de emisión es particularmente alto asociado al rubro de *Producción de electricidad y calor como actividad principal* del inventario de GEI de Chile. Algunos sectores como el sector de plásticos y de construcción no contaban con información que permitiera estimar los factores de emisión de manera apropiada. Se optó por una calibración basada en Colombia y en Perú.

Con miras al futuro, a continuación, se presentan las proyecciones de los principales agregados macroeconómicos por el lado de la demanda. Puntualmente, en la figura A del gráfico 5, se muestra que el PIB no recupera la tendencia previa al COVID-19. Adicionalmente, se muestra el pronóstico generado por LAECO, así como el del FMI. Es notorio que, si bien ambas entidades coinciden en un rebote superior al 10% en 2021 para el PIB, en los años siguientes se encuentra una diferencia amplia en los pronósticos de mediano plazo. En el caso de este estudio, se proyecta que a medio plazo la tasa de crecimiento es del 3.2% similar al promedio de crecimiento de 2010-2019. Por su parte, el FMI contempla un crecimiento menor y cercano al 2.2% en promedio.

**Gráfico 5**  
Chile: proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, proyecciones de LAECO y del World Economic Outlook del FMI, octubre de 2021.

Es importante notar que, si bien este estudio busca evaluar el impacto de la economía circular, el efecto que tuvo la crisis del COVID-19 es innegable. Esta crisis, no solo tuvo efectos lesivos en el PIB, sino que además es altamente probable que induzca cambios en la estructura productiva del país. Sin embargo, en la medida que el modelo mide los cambios entre los dos escenarios, este detalle no afectaría a los resultados obtenidos. Los resultados aquí mostrados están asumiendo que la estructura productiva no cambia en el escenario BAU y por lo tanto se asume que una tasa de crecimiento consistente con la economía chilena pre-COVID-19 es de 3.2%, para el promedio entre 2010-2019.

En cuanto a los agregados económicos, se observa un repunte importante en todas las variables macroeconómicas en 2021, excepto en las exportaciones, las que no experimentan dicho rebote pues durante 2020 no cayeron de manera importante. Luego de este rebote, la economía se estabiliza a su tasa de crecimiento previa en todos los componentes.

En lo que concierne a la economía circular, esta se modela mediante el uso de cambios en diferentes parámetros estructurales de la economía tales como los coeficientes técnicos y las participaciones de un sector en un componente de la demanda agregada. A continuación, se resumen el tipo de metas de política que se aplicaron a la economía chilena para la simulación.

## B. Efectos de la economía circular en el PIB

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de metas de política mostradas en el cuadro 6. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el PIB es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en PIB}_t = \frac{PIB_{EC,t}}{PIB_{BAU,t}} - 1$$

en donde  $PIB_{EC,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $PIB_{BAU,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o Business as Usual (BAU). Lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

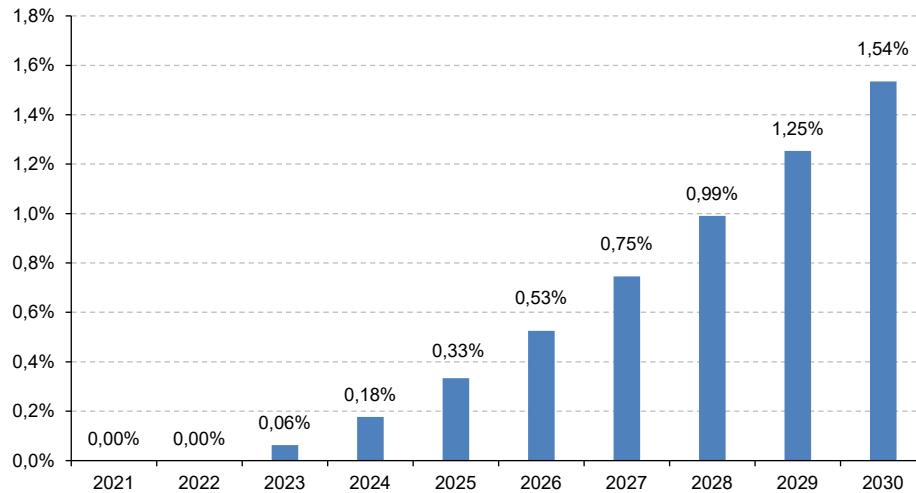
**Cuadro 6**  
**Chile: resultados esperados con transición a la economía circular**

Sector	Nombre de la intervención	Valor
Plásticos y hule	Porcentaje de reducción de las compras intermedias nacionales de plástico y afines	25
	Porcentaje de reducción de uso de plástico y afines por parte de los hogares	25
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de plásticos y afines	25
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de plástico y afines	25
Cemento y otros materiales	Porcentaje de reducción de compras nacionales de materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de importaciones de materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones de materiales de construcción para los hogares	10
Materiales metálicos	Porcentaje de reducción de uso de materiales metálicos por otros sectores	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de materiales metálicos	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de materiales metálicos	10
Energía	Porcentaje de reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad	30
	Porcentaje de sustitución del uso de combustibles fósiles por electricidad en los otros sectores	30
	Porcentaje de reducción de las importaciones de combustibles fósiles	30
	Porcentaje de reducción del consumo de combustibles fósiles en los hogares	30

Fuente: Elaboración de los autores.

Como se puede notar en el gráfico 6, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el PIB chileno. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el PIB chileno sería mayor en un 1.54%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.4% y 4.6%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.3%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos similares a la una política ambiciosa.

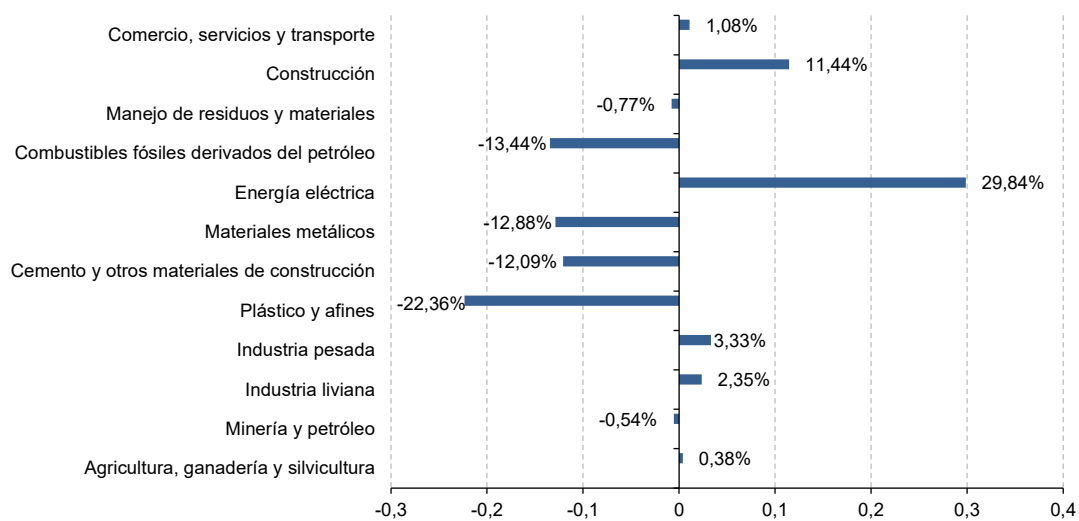
**Gráfico 6**  
**Chile: efecto porcentual de la economía circular en el PIB**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

Ahora bien, los efectos de la economía circular no son neutros entre sectores. Es decir, la economía circular busca, por ejemplo, que haya una reducción de las compras de plástico lo que hace que el sector de plásticos se vea afectado de manera negativa. En el gráfico 7 se muestran los efectos por sectores económicos.

**Gráfico 7**  
**Chile: efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

En particular, los sectores de Plásticos y afines; Cemento y Materiales de construcción; Materiales Metálicos y Combustibles fósiles son afectados con un impacto negativo superior al 12%. Sin embargo, al tratarse de sectores relativamente pequeños en la economía (cerca del 5% en 2018 e inferior al 0.9% en 2030), su contribución negativa al PIB es muy pequeña. Existen otros sectores que se ven afectados de manera negativa pero marginal como lo son el de Minería y petróleo, o el sector de manejo de residuos que en su conjunto pesan un 12% del total de la economía. Así, cerca del 5% de la economía sufre una caída importante en su PIB, un 12% se mantiene relativamente estable y el 86% restante de la economía crece de manera importante en el escenario de Economía Circular. Tienen impactos positivos altos el sector de Energía (29.8%) y el de construcción (11.4%). Estos tres sectores en su conjunto son el 6% de la economía en 2018. Así, se puede ver que la economía circular incentiva algunos sectores mientras desincentiva otros. Con esto en mente, se puede pasar a explicar los efectos en el empleo y en las emisiones de GEI.

### C. Efectos de la economía circular en el empleo

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de metas de política mostradas en el cuadro 6. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el empleo es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en Empleo}_t = \frac{\text{Empleo}_{EC,t}}{\text{Empleo}_{BAU,t}} - 1$$

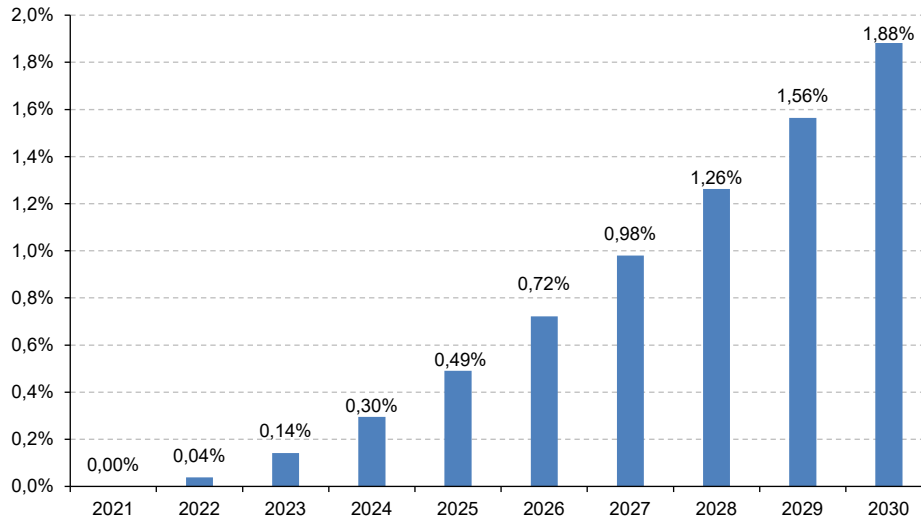
en donde  $\text{Empleo}_{EC,t}$  es el empleo (en personas) en el período  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $\text{Empleo}_{BAU,t}$  es el empleo en el período  $t$  en el escenario de referencia o Business as Usual (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 8, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el empleo. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el empleo chileno sería mayor en un 1.9%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el empleo de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.9% y 2%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.4%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos intermedios entre una política ambiciosa y una moderada.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, los efectos son similares a los observados en el PIB. Lo anterior, se debe a que la estructura del modelo asume que la relación entre la remuneración total de los trabajadores de un sector y su nivel de empleo es constante, lo cual genera una correlación importante entre el PIB y el nivel de empleo. Sin embargo, el efecto en el empleo es un poco mayor debido a las participaciones de los diferentes sectores en el empleo total. Mientras en el PIB todos los sectores que tuvieron una caída eran cerca del 15%, en el empleo solo representan el 4%. De esta manera, se amplifican en el empleo los beneficios de las políticas de economía circular.

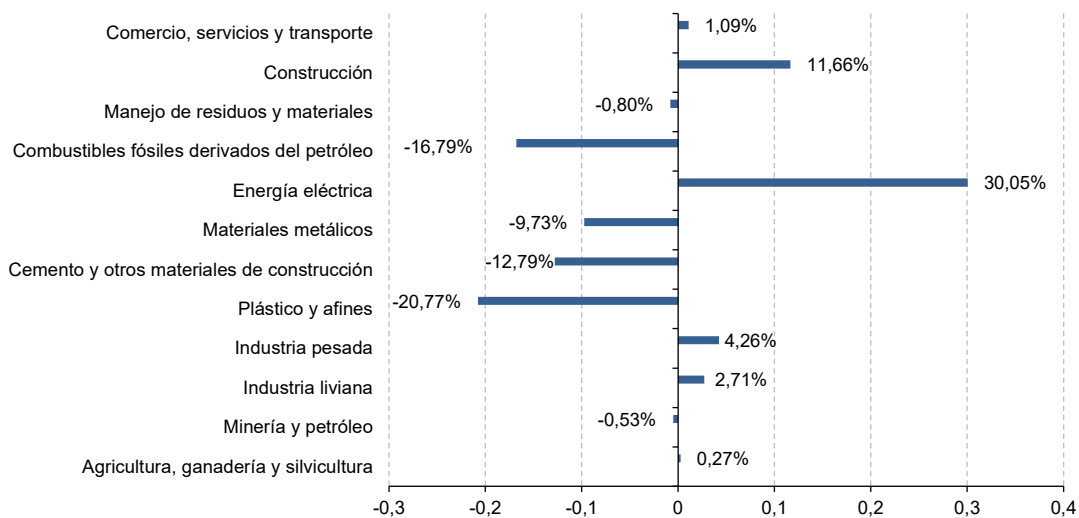
Otro aspecto relevante para mostrar en materia de empleo es los cambios en formalidad. La formalidad en Chile alcanza el 79% de la población ocupada. El efecto de las políticas de economía circular en formalidad es negativo pero pequeño. Es decir, la disminuye, aunque de manera no muy alta, A finales de 2030, la formalidad en el escenario de referencia o BAU es de 79.5% mientras que en el escenario de Economía Circular la formalidad es de 79.4%. Adicionalmente, en el escenario de Economía Circular se crean cerca de 33 mil empleos nuevos.

**Gráfico 8**  
**Chile: efecto porcentual de la economía circular en el empleo**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

**Gráfico 9**  
**Chile: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

## D. Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI

A continuación, se muestran los efectos sobre las emisiones de GEI, al aplicar todo el conjunto de metas de política mostradas en el cuadro 6. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en las emisiones de GEI es mediante el uso de la siguiente fórmula:

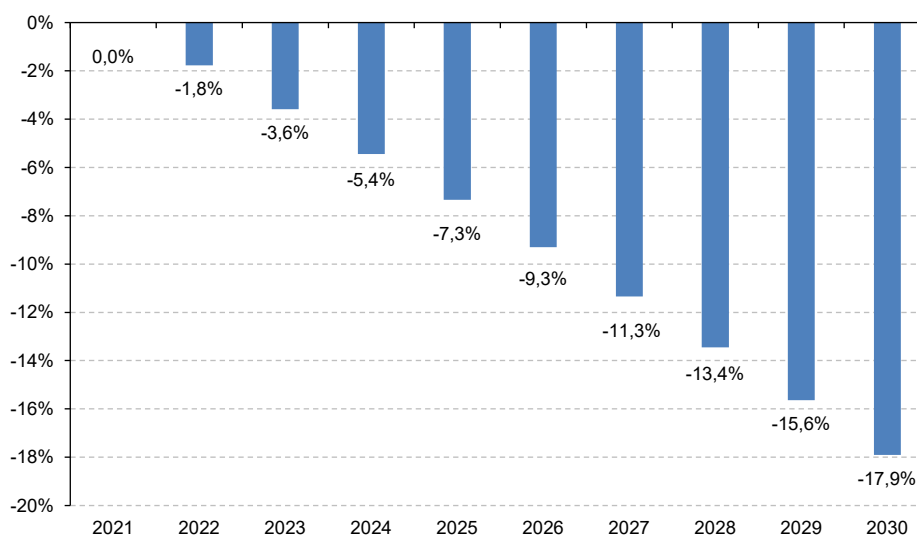


$$\text{Impacto en } GEI_t = \frac{GEI_{EC,t}}{GEI_{BAU,t}} - 1$$

en donde  $GEI_{EC,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $Empleo_{BAU,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 10, las políticas de economía circular y reducción de consumo de combustibles tienen efectos negativos en las emisiones de GEI, lo cual es deseable. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, las emisiones de GEI chilenas serían menores en un 17.9%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en las emisiones de GEI de las políticas ambiciosas se encuentran entre el -34% y -8%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el -10.2% y el -0.3%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos de una política ambiciosa.

**Gráfico 10**  
Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones  
(En porcentajes)

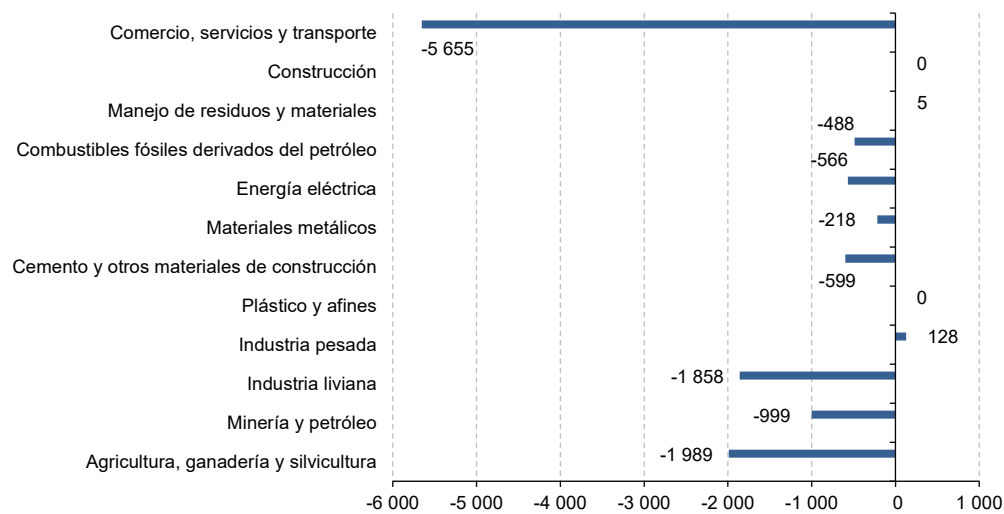


Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, se observan reducciones en las emisiones de todos los sectores, lo anterior se debe al efecto de sustitución que tiene en el modelo el consumo de combustibles a otro tipo de fuentes energéticas como la electricidad. Lo anterior es un resultado muy importante pues muestra la importancia de la economía circular como catalizador de procesos como la transición energética, que pueden permitir un mayor crecimiento de la economía con la emisión de menos GEI.

Por otra parte, la valoración económica de estas emisiones es relevante. En el caso de Chile, el trabajo "Estimación del Precio Social del CO<sub>2</sub>" del Ministerio de Desarrollo Social de Chile muestra que el precio sombra del carbono es de 32.5 dólares por tonelada de carbono. De esta manera, la valoración económica de las reducciones de emisiones de carbono del año 2030 sería cercana a 51.9 millones de dólares, que en pesos chilenos de 2018 (en el que están expresados todos los valores de este ejercicio) sería de 255 miles de millones de pesos chilenos (tasa de cambio promedio de 640 pesos chilenos por dólar). Lo anterior es cerca de 0.1% del PIB proyectado para el 2030 en el escenario BAU.

**Gráfico 11**  
**Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030**  
 (En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.

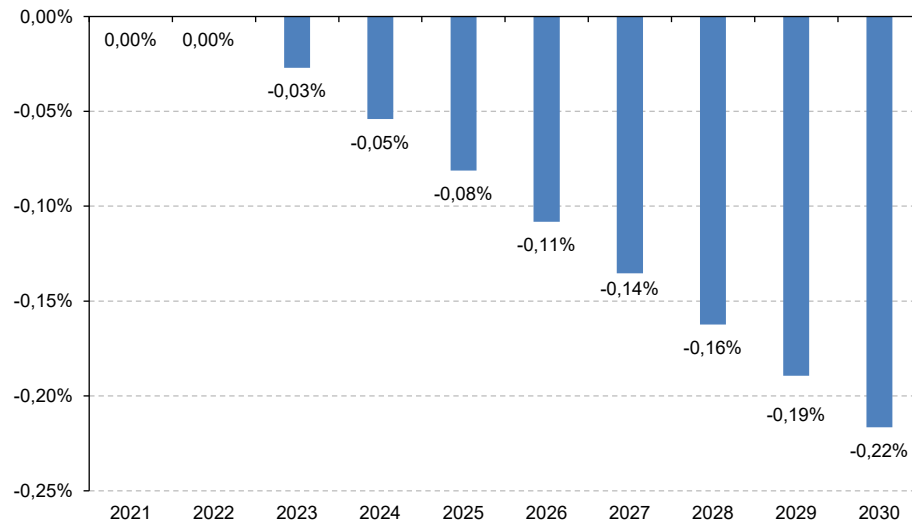
## E. Efectos de la economía circular en la balanza comercial

Los efectos de la economía circular en las importaciones se miden con el siguiente indicador:

$$\text{Impacto en las importaciones}_t = \frac{\text{Importaciones}_{EC,t}}{\text{Importaciones}_{BAU,t}} - 1$$

En el siguiente gráfico se muestra que el efecto en las importaciones es tenue y negativo. Lo anterior sugiere que la economía circular puede incidir en un proceso de sustitución de importaciones, aunque bastante limitado. El efecto neto de esto en la balanza comercial sería en principio hacerla más superavitaria o menos deficitaria. Sin embargo, el modelo no incluye un escenario sobre las exportaciones ni tampoco permite estudiar a fondo los determinantes de la balanza comercial, o los posibles cambios en la tasa de cambio, razón por la cual estas conclusiones deben interpretarse como una parte del posible efecto.

**Gráfico 12**  
**Chile: efecto de la economía circular sobre las importaciones**  
(Puntos básicos)



Fuente: Elaboración propia con información del Banco central de Chile, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, del Instituto Nacional de Estadística de Chile y proyecciones de LAECO.



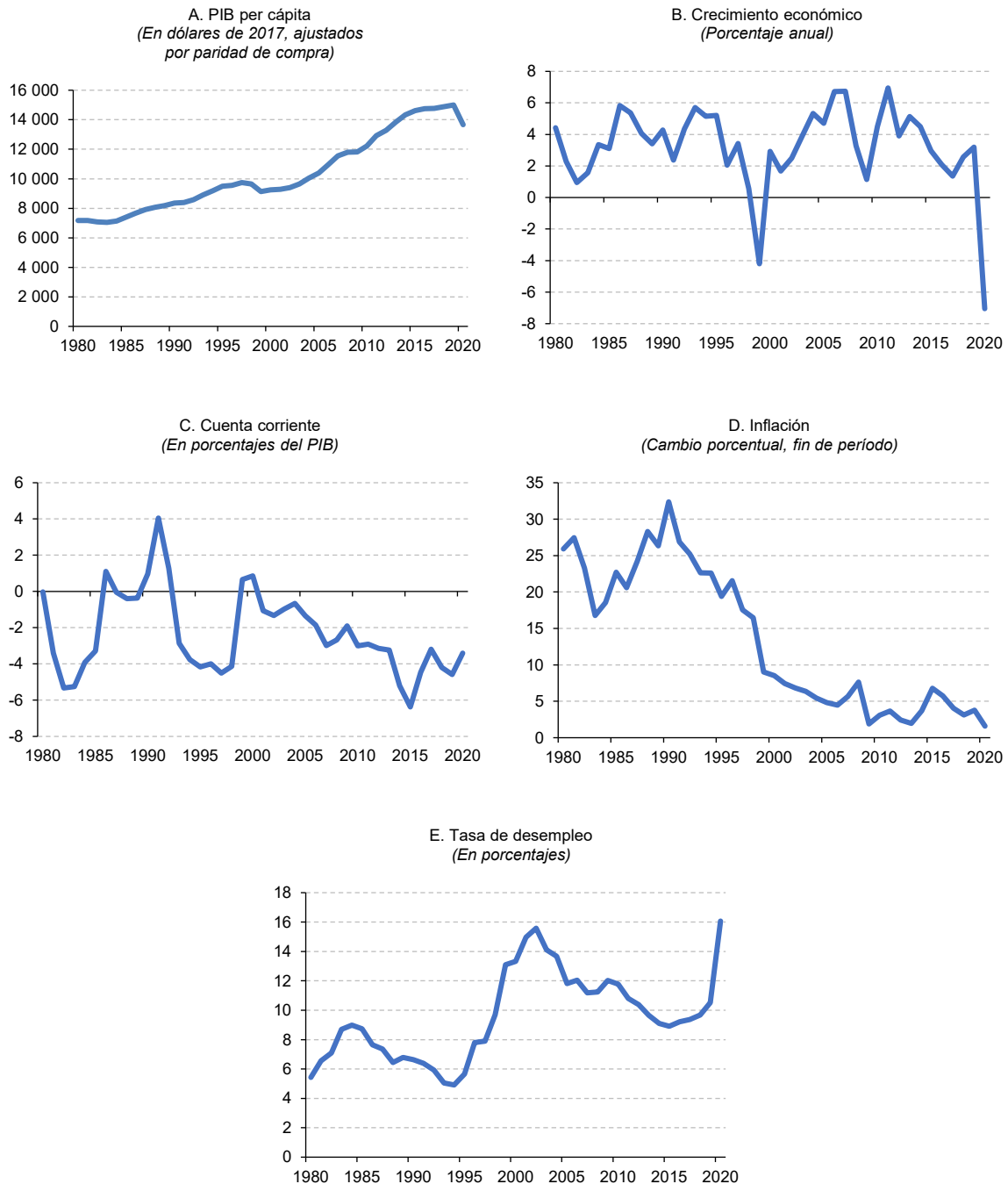
## V. Resultados para Colombia

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para la economía colombiana. El capítulo está dividido en seis secciones. En la primera sección, se muestran las proyecciones del escenario BAU, así como ciertas características clave de la economía colombiana en el año 2015 tales como su estructura productiva, la estructura de su demanda final, la estructura de su mercado laboral y los factores de emisión. En la segunda sección se presentan el impacto de las políticas de economía circular en su totalidad en el PIB a nivel sectorial. En la tercera sección se presenta el impacto en el empleo y en la cuarta sección se presenta el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la valoración económica de este impacto en las emisiones de carbono. En una quinta sección se presenta brevemente los impactos de estas políticas en la balanza comercial del país.

### A. Perspectivas económicas de la economía colombiana

En 2018, su PIB per cápita alcanzó los 14.879 dólares de 2017 ajustados por paridad de compra (ver figura A en el gráfico 13). Su PIB per cápita se ha duplicado en los últimos 40 años. Adicionalmente, se ha caracterizado por ser una economía excepcionalmente estable, en 40 años solo ha experimentado tres crisis económicas con crecimiento negativo: la crisis de 1999 y la crisis del COVID-19 (ver figura B en el gráfico 13). La inflación se ha mantenido estable desde inicios del siglo XXI (ver figura D en el gráfico 13). Adicionalmente, el déficit en cuenta corriente ha sido persistentemente negativo durante los últimos 40 años salvo un breve periodo en 1990 y durante la crisis del 99. A pesar de su estabilidad, la tasa de desempleo es alta.

**Gráfico 13**  
**Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía colombiana**

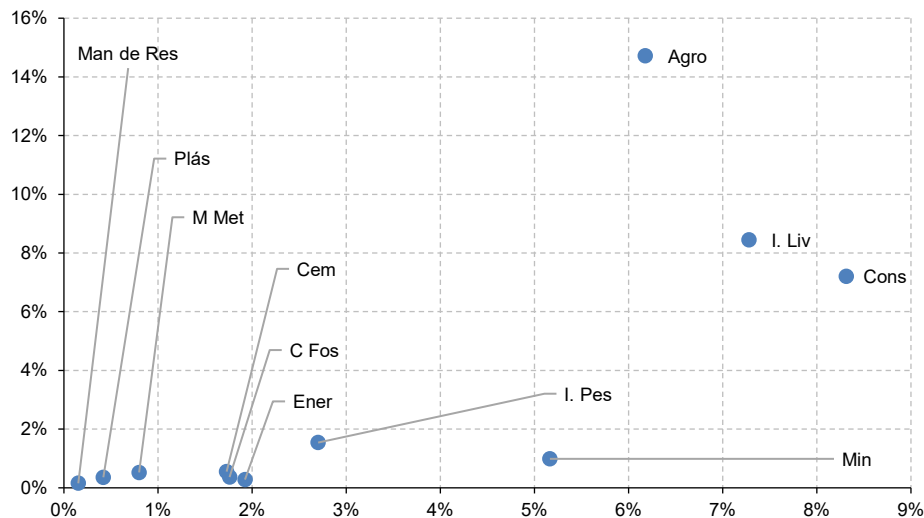


Fuente: Elaboración propia con información del *World Economic Outlook* del FMI, versión octubre de 2021.

Entrando en mayor detalle en la estructura productiva de la economía colombiana, en la siguiente gráfica se muestran el peso de los doce grandes sectores productivos en el PIB y en el empleo, para el año de 2018. Se encuentra varios aspectos a destacar. En primer lugar, cerca del 64% del PIB y el 65% empleo están concentrados en el sector de comercio, servicios y transporte (no mostrado en el gráfico). Adicionalmente, se destaca que el sector de Minería y petróleo tiene una participación del 5% en el PIB,

pero solo del 1% en el empleo, es decir, se trata de un sector que produce un importante valor agregado, pero no necesariamente es un sector que genere muchos empleos. Algo similar sucede en el sector de energía eléctrica. Por el contrario, el sector de la Agricultura, ganadería y silvicultura tiene una participación en el PIB cercana al 6.2% pero su participación en el empleo es del 14.7%, siendo así el sector que genera más empleo por valor agregado. El sector de la construcción tiene una dinámica similar a la del sector de agricultura. Se destaca también el peso de la Industria liviana, el cual es del 7.3% y con una participación en el total del empleo de 8.5%.

**Gráfico 14**  
Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos

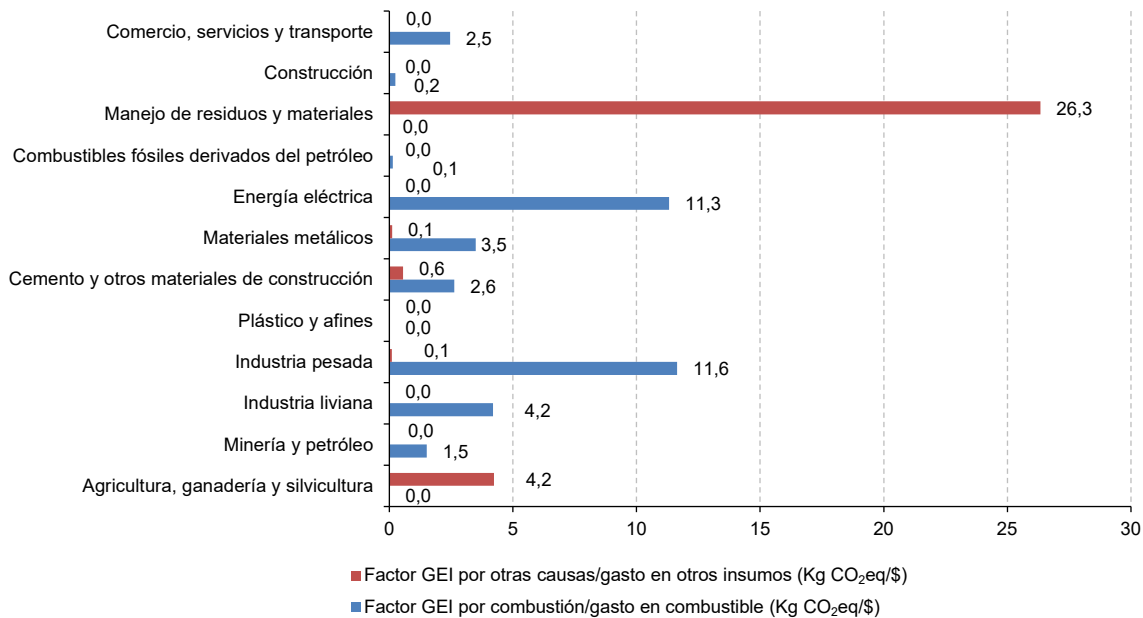


Fuente: Elaboración propia con información de las cuentas nacionales del DANE.

Nota: Agro es el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura; Min es el sector de Minería y petróleo; I. Liv es el sector de Industria liviana; I. Pes es el sector de Industria pesada; Plástico es el sector de plástico y hule; M. Cons es el sector de cemento y materiales de construcción; Met es el sector de materiales metálicos; Ene es el sector de energía eléctrica; C Fos es el sector de combustibles fósiles derivados del petróleo; Man de Res es el sector de Manejo de residuos; y Cons es el sector de construcción.

En el gráfico 15, se muestran los factores de emisión de los diferentes sectores económicos. En particular destaca el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura en donde el factor de emisión es positivo, es decir, los niveles de absorción de GEI no son los suficientemente altos para contrarrestar las emisiones de GEI. Esto difiere de manera importante de lo que sucede en otros países. Lo anterior se asocia al alto nivel de deforestación y se registra en el rubro de *Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del inventario de GEI de Colombia. El sector de manejo de residuos tiene un factor de emisión alto en los procesos diferentes a la combustión, por la inclusión de la actividad de eliminación de desechos y tratamiento orgánico de los mismos. Adicionalmente, se destaca el sector de energía, en donde el factor de emisión por combustión es relativamente alto y está asociado al rubro de *Producción de electricidad y calor como actividad principal* del inventario de GEI de Colombia. Algo similar sucede con el sector de Industria pesada. También se destaca el sector de Cemento y materiales de construcción, el cual, si bien no es un gran generador de GEI, si lo es en términos relativos a su valor agregado. Por el contrario, si bien el sector de la minería es altamente contaminante, su valor agregado es particularmente alto, lo que hace que su factor de emisión sea bajo. Algo similar sucede en la industria liviana, aunque en menor medida.

**Gráfico 15**  
**Colombia: factores de emisión por tipo de emisión**  
 (En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por miles de millones de pesos colombianos)



Fuente: Elaboración propia con información del inventario de Gases de Efecto Invernadero de 2014 del IDEAM Colombia y la matriz de insumo producto del DANE.

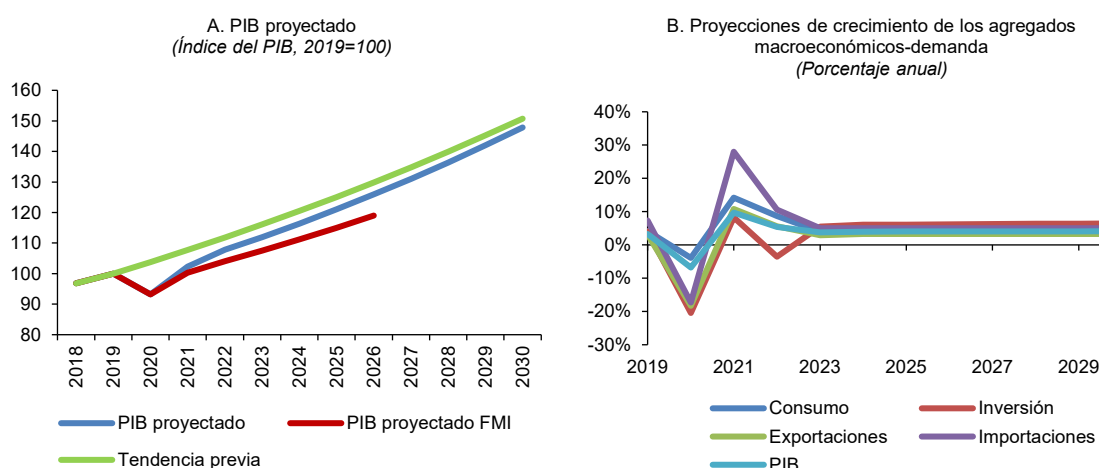
Con miras al futuro, a continuación, se presentan las proyecciones de los principales agregados macroeconómicos por el lado de la demanda. Puntualmente, en la figura A del gráfico 16, se muestra que el PIB no recupera la tendencia previa al COVID-19. Adicionalmente, se muestra el pronóstico generado por LAECO, así como el del FMI. Es notorio que ambas entidades tienen visiones diferentes de la economía colombiana. Por un lado, mientras el FMI consideraba que el PIB aumentará en 7.6% en 2021, LAECO era más optimista y considera que la economía colombiana crecerá en 9.7%. El dato real terminó siendo de 10.6%, después se continúan con los pronósticos de LAECO, para 2022 se espera un crecimiento de 5.3% y de ahí en adelante un crecimiento promedio de 4%. Así, la discrepancia entre los dos escenarios es el rebote de la economía colombiana en 2021, más en línea de lo que esperaba LAECO y luego de esto se espera un cierre paulatino en la brecha.

Es importante notar que, si bien este estudio busca evaluar el impacto de la economía circular, el efecto que tuvo la crisis del COVID-19 es innegable. Esta crisis, no solo tuvo efectos lesivos en el PIB, sino que además es altamente probable que induzca cambios en la estructura productiva del país. Sin embargo, en la medida que el modelo mide los cambios entre los dos escenarios, este detalle no afectaría a los resultados obtenidos. Los resultados aquí mostrados están asumiendo que la estructura productiva no cambia y por lo tanto se asume que una tasa de crecimiento consistente con la economía colombiana pre-COVID-19 es de 4.0%. La tasa de crecimiento de Colombia es superior a la del periodo de 2010-2019. En cuanto a los agregados económicos, se observa un repunte fuerte en todas las variables macroeconómicas en 2021. La economía colombiana logró superar los niveles pre-pandemia en 2021.

En lo que concierne a la economía circular, esta se modela mediante el uso de cambios en diferentes parámetros estructurales de la economía tales como los coeficientes técnicos y las participaciones de un sector en un componente de la demanda agregada. A continuación, se resumen el tipo de metas de política que se aplicaron a la economía colombiana.



**Gráfico 16**  
Colombia: proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, proyecciones de LAECO y del *World Economic Outlook* del FMI, octubre de 2021.

## B. Efectos de la economía circular en el PIB

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 7. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el PIB es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en PIB}_t = \frac{PIB_{EC,t}}{PIB_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 7})$$

en donde  $PIB_{EC,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $PIB_{BAU,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o Business as Usual (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

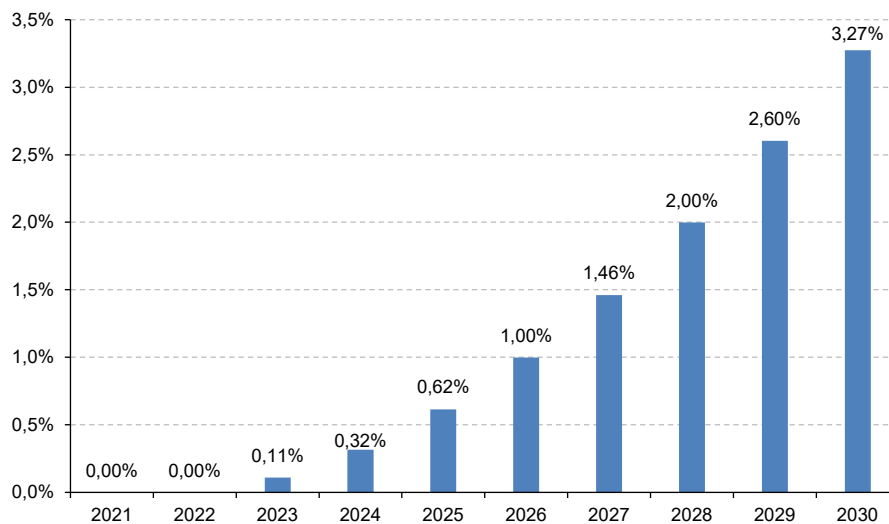
**Cuadro 7**  
Colombia: resultados esperados con transición a la economía circular

Sector	Nombre de la intervención	Valor
Plásticos y hule	Porcentaje de reducción de las compras intermedias nacionales de plástico y afines	25
	Porcentaje de reducción de uso de plástico y afines por parte de los hogares	25
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de plásticos y afines	25
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de plástico y afines	25
Cemento y otros materiales	Porcentaje de reducción de compras nacionales de materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de importaciones de materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones de materiales de construcción para los hogares	10
Materiales metálicos	Porcentaje de reducción de uso de materiales metálicos por otros sectores	15
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de materiales metálicos	15
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de materiales metálicos	15
Energía	Porcentaje de reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad	18
	Porcentaje de sustitución del uso de combustibles fósiles por electricidad en los otros sectores	18
	Porcentaje de reducción de las importaciones de combustibles fósiles	18
	Porcentaje de reducción del consumo de combustibles fósiles en los hogares	18

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede notar en el gráfico 17, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el PIB colombiano. Los efectos son importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el PIB colombiano, en presencia de una transición a la economía circular sería mayor en un 3.27% al que se presentaría sin esta política. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.4% y 4.6%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.3%, nuestros resultados se encuentran en el rango de las políticas ambiciosas. Así, en esencia las políticas de economía circular son beneficiosas a nivel agregado.

**Gráfico 17**  
Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el PIB  
(En porcentajes)

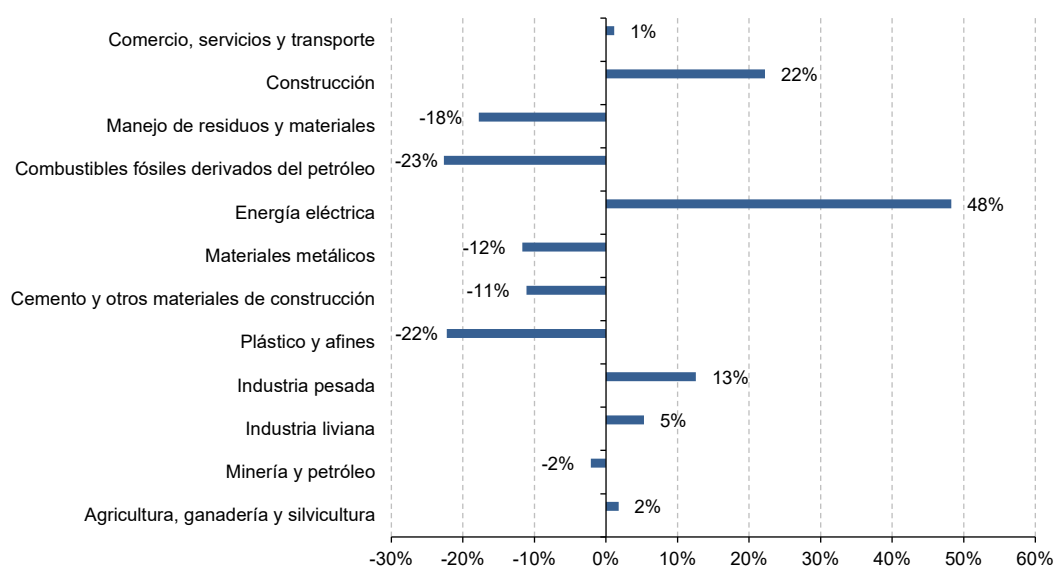


Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

Ahora bien, los efectos de la economía circular no son neutros entre sectores y existen algunos sectores en donde hay efectos negativos, tal como se muestra en el gráfico 18.

En particular, los sectores de Combustibles fósiles y el sector de Plásticos y afines tienen pérdidas importantes con relación al escenario de referencia con un PIB menor en un 23 y 22 por ciento, respectivamente. Le sigue en efecto negativo el sector de manejo de residuos y materiales (-18%) lo que en principio puede parecer contraintuitivo. La explicación es que aquellos sectores que utilizan como insumo los servicios de este sector (materiales metálicos y plástico) son afectados negativamente por las políticas de economía circular. Ahora bien, hay sectores en donde el efecto es positivo. En el caso del sector de Energía Eléctrica hay un aumento en su PIB del 48%, este incremento por sí solo casi compensa las pérdidas de los otros sectores (en miles de millones de COP). Por otro lado, en el resto de los sectores hay un efecto positivo acotado entre 1% y 22%. Así, se puede ver que la economía circular desincentiva al sector de plásticos y combustibles fósiles, pero fomenta el uso de la energía eléctrica la construcción y la industria pesada y liviana. Estos últimos sectores no son tan contaminantes en comparación a los dos primeros. Con esto en mente, se puede pasar a explicar los efectos en el empleo y en las emisiones de GEI.

**Gráfico 18**  
**Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial**  
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

## C. Efectos de la economía circular en el empleo

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 7. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el empleo es mediante el uso de la siguiente fórmula:

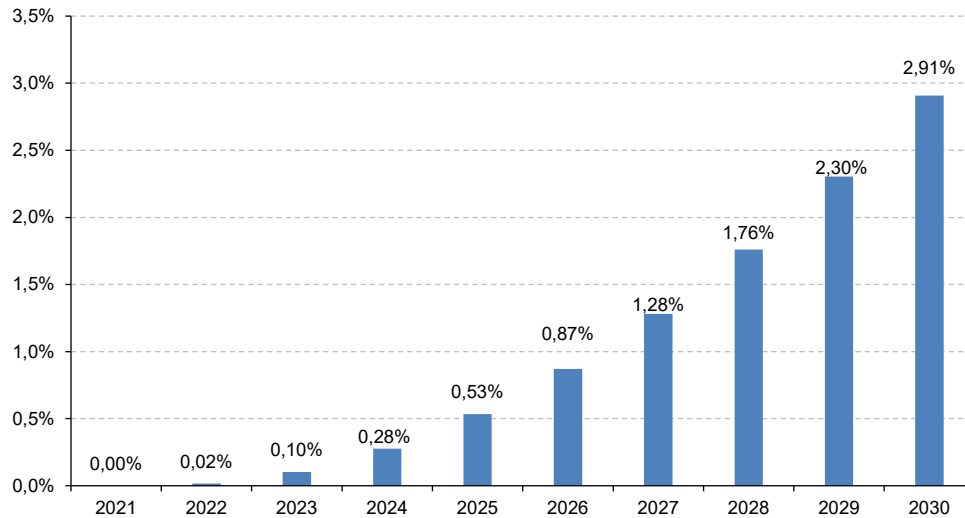
$$\text{Impacto en Empleo}_t = \frac{\text{Empleo}_{EC,t}}{\text{Empleo}_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 8})$$

en donde  $\text{Empleo}_{EC,t}$  es el empleo (en personas) en el periodo  $t$  en el escenario de Economía Circular (EC),  $\text{Empleo}_{BAU,t}$  es el empleo en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 19, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el empleo. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el empleo colombiano sería mayor en un 2.9% en el escenario de economía circular que en el escenario de referencia (BAU). De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.9% y 2%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.4%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos cercanos al de una política ambiciosa.

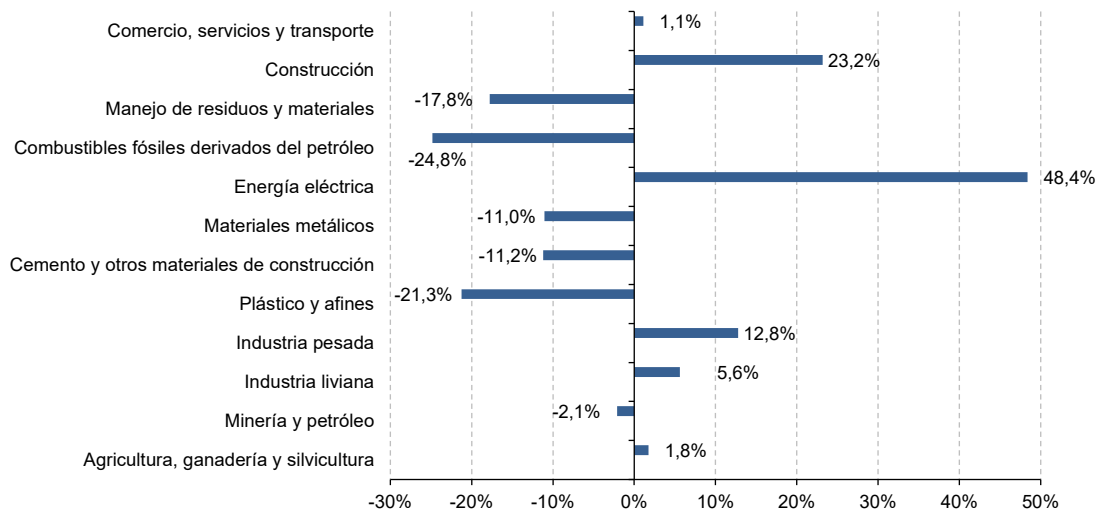
En lo que concierne a los efectos sectoriales, son similares a los observados en el PIB. Lo anterior, se debe a que la estructura del modelo asume que la relación entre la remuneración total de los trabajadores de un sector y su nivel de empleo es constante, lo cual genera una correlación importante entre el PIB y el nivel de empleo. Sin embargo, el efecto en el empleo es un poco mayor debido a las participaciones de los diferentes sectores en el empleo total. En el caso colombiano los efectos sectoriales sobre el empleo son similares a los que se presentan en el PIB.

**Gráfico 19**  
**Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el empleo**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

**Gráfico 20**  
**Colombia: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

Otro aspecto relevante para mostrar en materia de empleo es la formalidad. En el caso colombiano, cerca del 50% de la población es formal. En el escenario de Economía circular se presenta una reducción en la informalidad al cuarto decimal. En otras palabras, no hay efectos negativos significativos en la formalidad.

## D. Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI

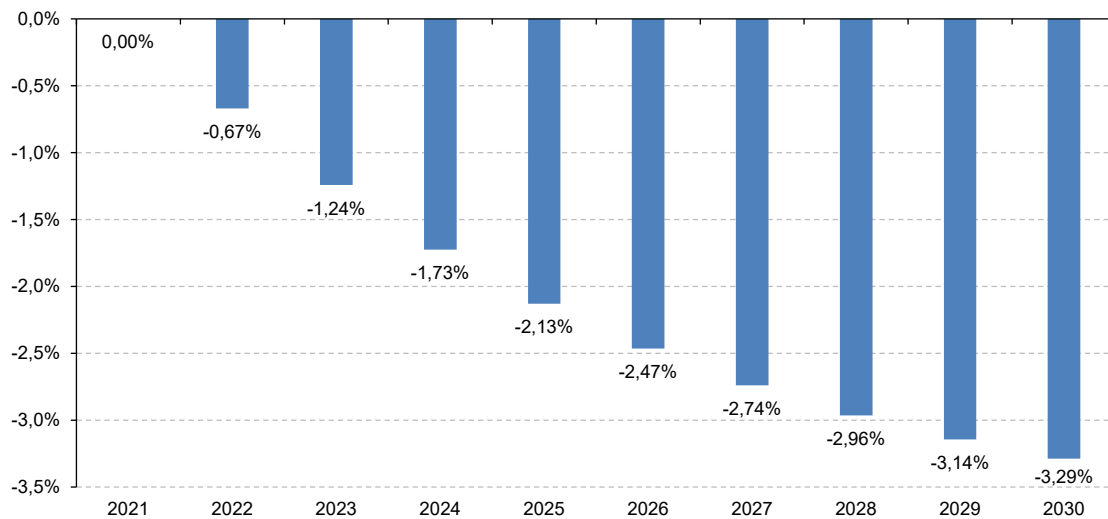
A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 7. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en las emisiones de GEI es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en } GEI_t = \frac{GEI_{EC,t}}{GEI_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 9})$$

en donde  $GEI_{EC,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de Economía Circular (EC),  $Empleo_{BAU,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 21, las políticas de economía circular tienen efectos negativos en las emisiones de GEI, lo que es deseable. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, las emisiones de GEI colombianas serían menores en un 3.2%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en las emisiones de GEI de las políticas ambiciosas se encuentran entre el -34% y -8%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el -10.2% y el -0.3%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos de una política moderada.

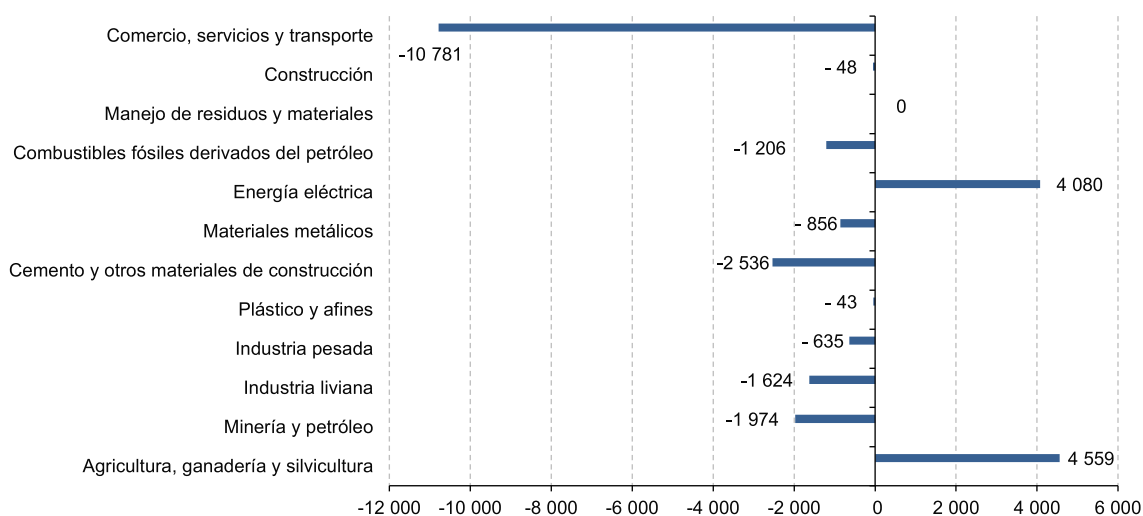
**Gráfico 21**  
Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, los difieren de manera importante de los que hay en el PIB. Lo anterior, se debe a que la estructura del modelo asume que hay una reducción en las emisiones provenientes del uso de combustibles. Así, las emisiones netas de la mayoría de los sectores caen. En el caso del sector AFOLU, las emisiones provienen de los procesos de deforestación y la sustitución energética no le afecta sensiblemente y por ello no se observa una reducción de las emisiones, sino que crecen. En el gráfico 22 se muestra el efecto en términos de emisiones de GEI, en miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Gráfico 22**  
**Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030**  
 (En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)



Fuente: Elaboración propia con información del DANE, IDEAM, y proyecciones de LAECO.

Por otra parte, la valoración económica de estas emisiones es relevante. Usando la estimación del trabajo “Estimación del Precio Social del CO<sub>2</sub>” del Ministerio de Desarrollo Social de Chile en donde se encuentra que el precio sombra del carbono es cercano a los 32.5 dólares es posible aproximar dicho valor económico en pesos colombianos. El precio del carbono está condicionado por la tarifa del impuesto al carbono (alrededor de 4,6 dólares) que podría estar subestimando lo que se daría en un mercado de carbono no restringido. De esta manera, la valoración económica de las reducciones de emisiones de carbono del año 2030 si se utiliza un precio social del carbono similar al de Chile sería cercana a 427.2 millones de dólares, que en pesos colombianos de 2015 (en el que están expresados todos los valores de este ejercicio) sería de 1.180 miles de millones de pesos colombianos (tasa de cambio promedio de 2770 pesos colombianos por dólar). Lo anterior es cerca de 0.06% del PIB proyectado para el 2030 en el escenario BAU.

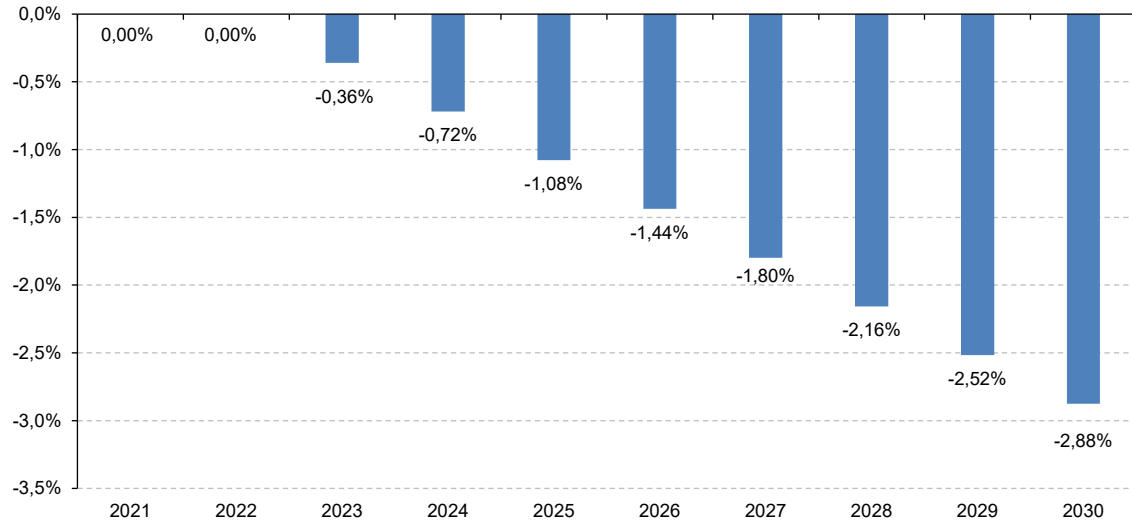
## E. Efectos de la economía circular en la balanza comercial

Los efectos de la economía circular en las importaciones se miden con el siguiente indicador:

$$\text{Impacto en las importaciones}_t = \frac{\text{Importaciones}_{EC,t}}{\text{Importaciones}_{BAU,t}} - 1$$

En el siguiente gráfico se muestra que el efecto en las importaciones es tenue y negativo. Lo anterior sugiere que la economía circular puede incidir en un proceso de sustitución de importaciones, aunque bastante limitado. El efecto neto de esto en la balanza comercial sería en principio hacerla más superavitaria o menos deficitaria. Sin embargo, el modelo no incluye un escenario sobre las exportaciones ni tampoco permite estudiar a fondo los determinantes de la balanza comercial, o los posibles cambios en la tasa de cambio, razón por la cual estas conclusiones deben interpretarse como una parte del posible efecto.

**Gráfico 23**  
**Colombia: efecto de la economía circular sobre las importaciones**  
*(Puntos básicos)*



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).





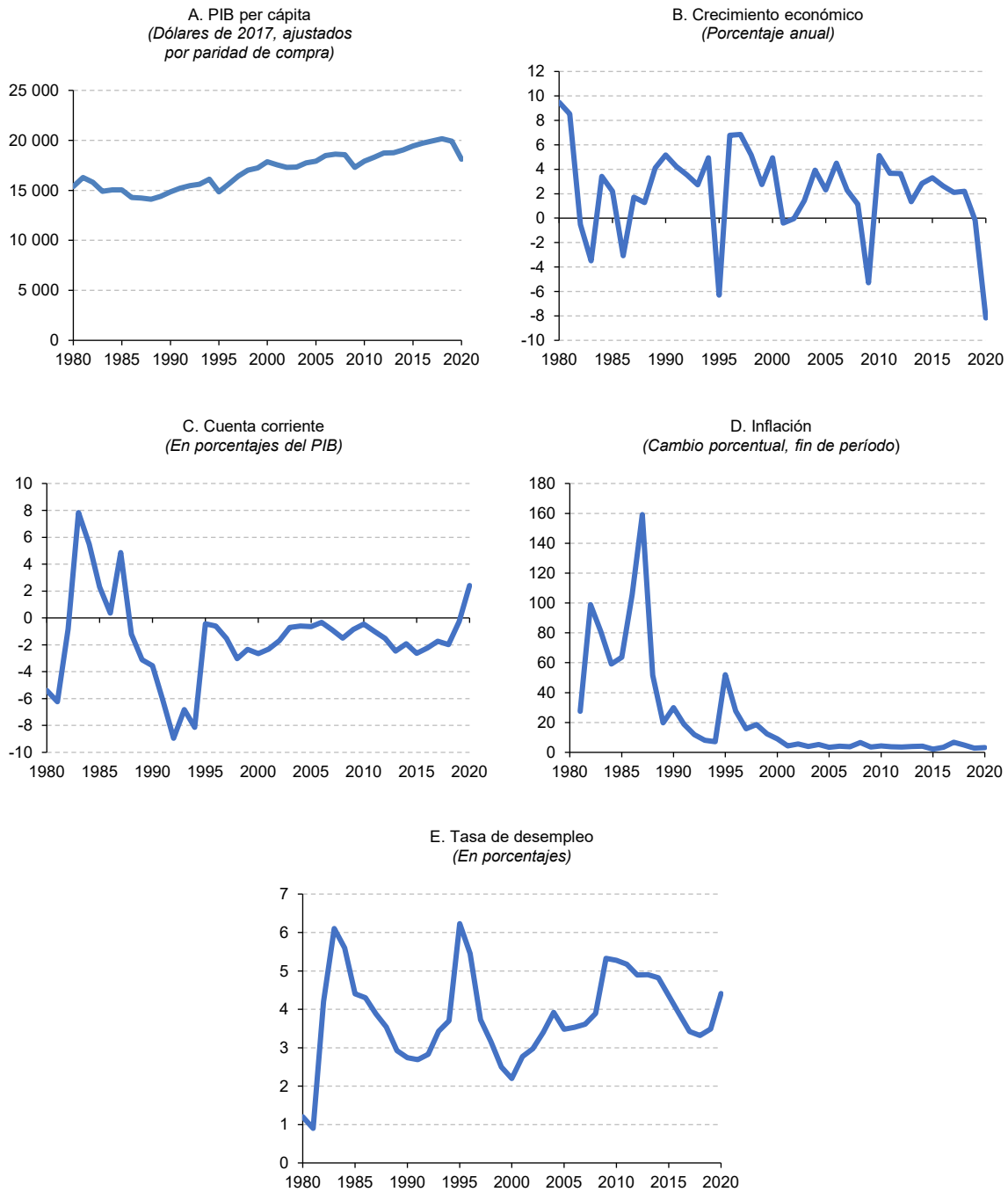
## VI. Resultados para México

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para la economía mexicana. El capítulo está dividido en seis secciones. En la primera sección, se muestran las proyecciones del escenario BAU, así como ciertas características clave de la economía mexicana en el año 2013 tales como su estructura productiva, la estructura de su demanda final, la estructura de su mercado laboral y los factores de emisión. En la segunda sección se presentan el impacto de las políticas de economía circular en su totalidad en el PIB a nivel sectorial. En la tercera sección se presenta el impacto en el empleo y en la cuarta sección se presenta el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la valoración económica de este impacto en las emisiones de carbono. En una quinta sección se presenta brevemente los impactos de estas políticas en la balanza comercial del país.

### A. Perspectivas económicas de la economía mexicana

En 2013, su PIB per cápita alcanzó los 20.162 dólares de 2017 ajustados por paridad de compra (ver figura A en el gráfico 24). Sin embargo, al compararlo con Chile su crecimiento ha sido más bajo, en cerca de 40 años su crecimiento fue de 33%, lo que implica una tasa anual del 0.7% en su PIB per cápita. Adicionalmente, se ha caracterizado por ser una economía relativamente estable. La inflación se ha mantenido estable desde la 1995 (ver figura D en el gráfico 24) y solo ha sufrido cuatro crisis económicas relevantes entre 1995 y 2021: la crisis mexicana en 1995, el contagio de la crisis asiática en 1999, la crisis financiera global de 2009 y la crisis del COVID-19 en 2020 (ver figura B en el gráfico 24). Todas las crisis salvo la de 1999 han tenido efectos lesivos en la economía mexicana (ver figura E en el gráfico 24). Adicionalmente, el déficit en cuenta corriente ha sido persistentemente negativo durante los últimos 40 años exceptuando la década de los 80 y el año 2020.

**Gráfico 24**  
**Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía mexicana**

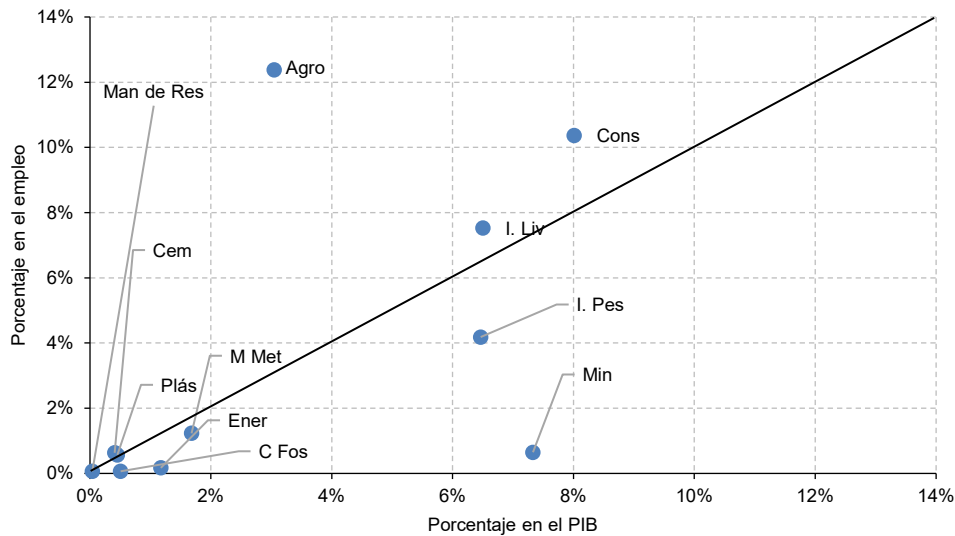


Fuente: Elaboración propia con información del World Economic Outlook del FMI, versión octubre de 2021.

Entrando en mayor detalle en la estructura productiva de la economía mexicana, en la siguiente gráfica se muestran el peso de los doce grandes sectores productivos en el PIB y en el empleo, para el año 2018. Se encuentra varios aspectos a destacar. En primer lugar, cerca del 64% del PIB y el 62% empleo están concentrados en el sector de comercio, servicios y transporte (no mostrado en el gráfico). Adicionalmente, se destaca que el sector de Minería y petróleo tiene una participación del

7.3% en el PIB, pero solo del 0.6% en el empleo, es decir, se trata de un sector que produce un importante valor agregado, pero no necesariamente es un sector que genere muchos empleos. Algo similar sucede en el sector de energía. Por el contrario, el sector de la Agricultura, ganadería y silvicultura tiene una participación en el PIB cercana al 3% pero su participación en el empleo es del 12%, siendo así un sector que genera más empleo por valor agregado. El sector de la construcción tiene una dinámica similar a la del sector de agricultura. Se destaca también el peso de la Industria pesada, el cual es del 6% y con una participación en el total del empleo de 4%.

**Gráfico 25**  
Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos  
(En porcentajes)



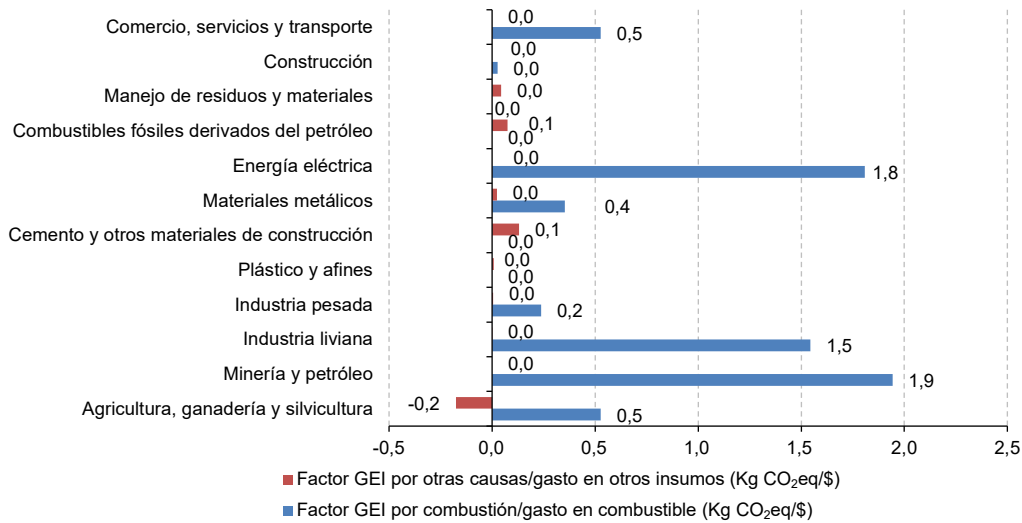
Fuente: Elaboración propia con información de las cuentas nacionales del INEGI.

Nota: Agro es el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura; Min es el sector de Minería y petróleo; I. Liv es el sector de Industria liviana; I. Pes es el sector de Industria pesada; Plástico es el sector de plástico y hule; M. Cons es el sector de cemento y materiales de construcción; Met es el sector de materiales metálicos; Ene es el sector de energía eléctrica; C Fos es el sector de combustibles fósiles derivados del petróleo; Man de Res es el sector de Manejo de residuos; y Cons es el sector de construcción. La línea negra es de 45° e indica la igualdad entre la proporción en el PIB y la proporción en el empleo. Por debajo de esta línea están los sectores intensivos en capital y por encima los intensivos en mano de obra.

En el gráfico 26, se muestran los factores de emisión de los diferentes sectores económicos discriminados por combustión por otras causas. En particular, destaca el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura el cual es negativo para los procesos propios, pero el de combustión es positivo. En neto, los niveles de absorción de GEI son los suficientemente altos para que el sector tenga captura de GEI en vez de emisión. Lo anterior asociado de manera importante al rubro de *Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del inventario de GEI de México, de acuerdo con la clasificación del IPCC<sup>7</sup>. Adicionalmente, se destaca el sector de energía eléctrica, en donde el factor de emisión es particularmente alto asociado al rubro de *Producción de electricidad y calor como actividad principal* del inventario de GEI de México, similar sucede con el sector de minería y petróleo. En el caso de la industria liviana también se encuentra un factor de emisión relativamente alto. Por el contrario, si bien el sector de la industria pesada es altamente contaminante, su valor agregado a la economía es particularmente alto, lo que hace que su factor de emisión sea bajo.

<sup>7</sup> Panel intergubernamental de Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas.

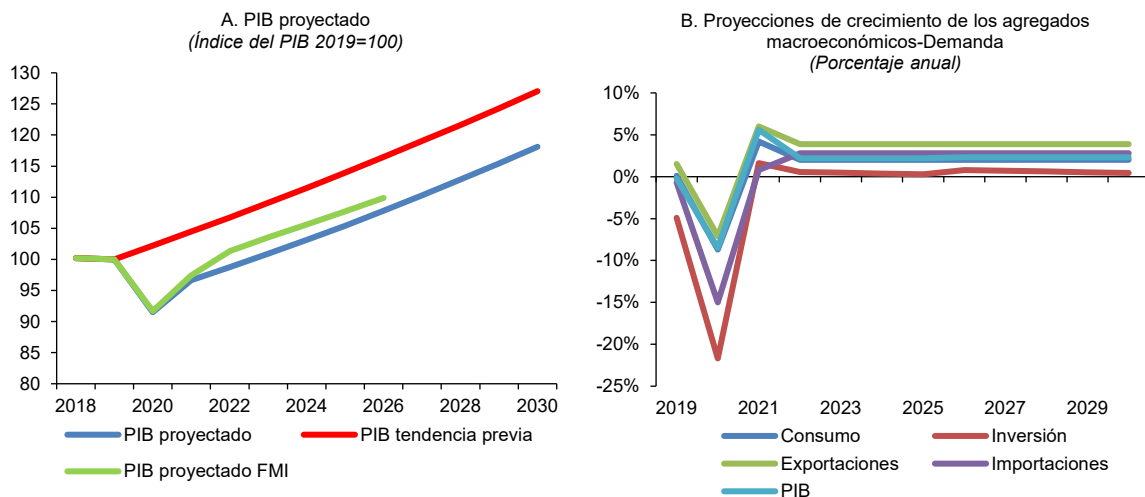
**Gráfico 26**  
**México: factores de emisión por tipo de emisión**  
*(En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por millones de pesos mexicanos)*



Fuente: Elaboración propia con información del inventario de Gases de Efecto Invernadero de 2013 del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México y la matriz de insumo producto del INEGI.

Con miras al futuro, a continuación, se presentan las proyecciones de los principales agregados macroeconómicos por el lado de la demanda. Puntualmente, en la figura A del gráfico 27, se muestra que el PIB no recupera la tendencia previa al COVID-19. Adicionalmente, se muestra el pronóstico generado por LAECO, así como el del FMI. Es notorio que ambas entidades tienen visiones diferentes de la economía mexicana. Por un lado, mientras el FMI considera que el PIB aumentará en 6.2% en 2021, LAECO es más negativa y considera que la economía mexicana crecerá en 5.4%. Luego de esto, ambas entidades tienen un pronóstico de crecimiento promedio cercano al 2%. Así, la discrepancia entre los dos escenarios es la magnitud del rebote estimado para la economía mexicana en 2021.

**Gráfico 27**  
**Proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos**



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, proyecciones de LAECO y del World Economic Outlook del FMI, octubre de 2021.

Es importante notar que, si bien este estudio busca evaluar el impacto de la economía circular, el efecto que tuvo la crisis del COVID-19 es innegable. Esta crisis, no solo tuvo efectos lesivos en el PIB, sino que además es altamente probable que induzca cambios en la estructura productiva del país. Sin embargo, en la medida que el modelo mide los cambios entre los dos escenarios, este detalle no afectaría a los resultados obtenidos. Los resultados aquí mostrados están asumiendo que la estructura productiva no cambia y por lo tanto se asume que una tasa de crecimiento consistente con la economía mexicana pre-COVID-19 es de 2.2%, de acuerdo con el promedio entre 2010-2019.

En cuanto a los agregados económicos, se observa un repunte leve en todas las variables macroeconómicas en 2021, excepto en la inversión, las que continúan particularmente bajas después del 2021. La economía se queda por debajo del nivel de 2019 hasta 2023, siendo una recuperación particularmente lenta.

En lo que concierne a la economía circular, esta se modela mediante el uso de cambios en diferentes parámetros estructurales de la economía tales como los coeficientes técnicos y las participaciones de un sector en un componente de la demanda agregada. A continuación, se resumen el tipo de metas de política que se aplicaron a la economía mexicana.

## B. Efectos de la economía circular en el PIB

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 8. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el PIB es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en PIB}_t = \frac{PIB_{EC,t}}{PIB_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 10})$$

en donde  $PIB_{EC,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $PIB_{BAU,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

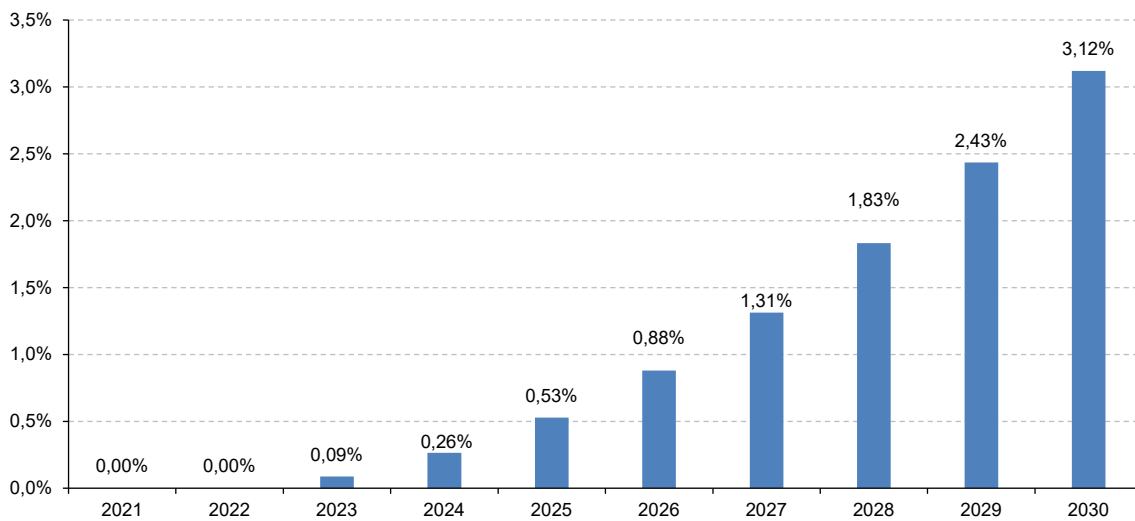
**Cuadro 8**  
**Intervenciones de economía circular**

Sector	Nombre de la intervención	Valor
Plásticos y hule	Porcentaje de reducción de las compras intermedias nacionales de Plástico y afines	20
	Porcentaje de reducción de uso de Plástico y afines por parte de los hogares	20
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de plásticos y afines	20
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de Plástico y afines	20
Cemento y otros materiales	Porcentaje de reducción de compras nacionales de Materiales de construcción por el sector de la construcción	5
	Porcentaje de reducción de importaciones de Materiales de construcción por el sector de la construcción	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones de Materiales de construcción para los hogares	5
Materiales metálicos	Porcentaje de reducción de uso de Materiales metálicos por otros sectores	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de materiales metálicos	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de materiales metálicos	10
Energía	Porcentaje de reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad	15
	Porcentaje de sustitución del uso de combustibles fósiles por electricidad en los otros sectores	15
	Porcentaje de reducción de las importaciones de combustibles fósiles	15
	Porcentaje de reducción del consumo de combustibles fósiles en los hogares	15

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede notar en el gráfico 28, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el PIB mexicano. Los efectos son importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el PIB mexicano sería mayor en un 3.12%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.4% y 4.6%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.3%, lo que sugiere que se está modelando una política ambiciosa. Los resultados aquí encontrados contrastan con el trabajo de Winning, Calzadilla, Bleischwitz y Nechifor (2017) encuentra efectos negativos de la economía circular para la economía mexicana. Puntualmente, ellos revisaron los efectos de una política de economía circular en el sector de hierro y acero y encontraron un resultado ligeramente negativo (-0.1%).

**Gráfico 28**  
Efecto porcentual de la economía circular en el PIB  
(En porcentajes)

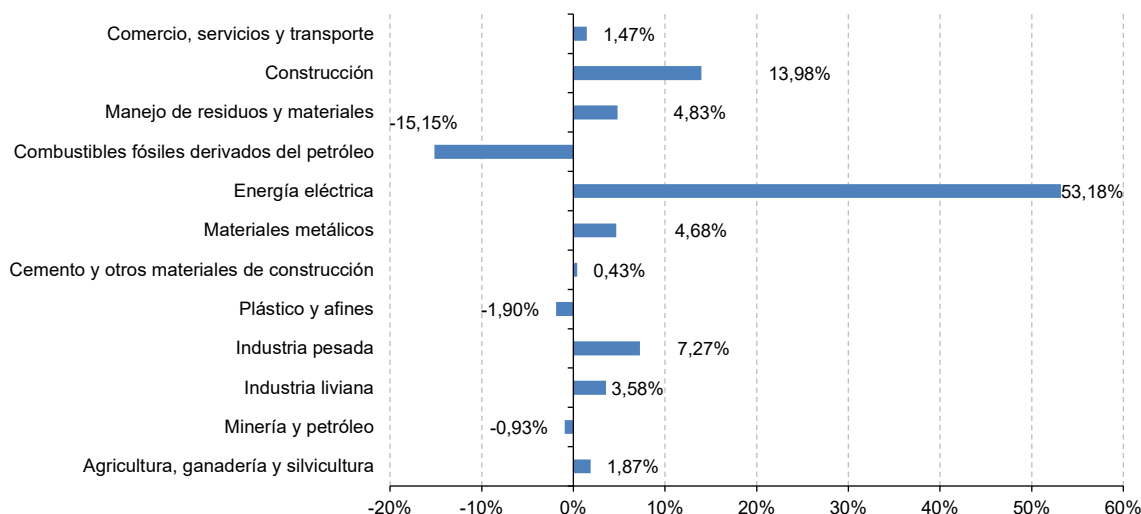


Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y proyecciones de LAECO.

Ahora bien, los efectos de la economía circular no son neutros entre sectores y existen algunos sectores en donde hay efectos negativos, tal como se muestra en el gráfico 29.

En particular, en los resultados de México solo se afectan de manera negativa tres sectores: el de Combustibles fósiles, el de Plásticos y afines y el sector de Minería y Petróleo, los cuales en su conjunto representan el 8% del PIB, lo que explica porque el efecto es positivo, pues solo el 8% cae y en algunos casos cae poco. El resto de la economía y particularmente el sector de la energía se ven beneficiados por estas políticas de economía circular. También se ven favorecidas de manera importante el sector de la construcción y el sector de la industria pesada. Es importante notar que aquí el sector de manejo de residuos y materiales se ve afectado de manera positiva y esto se debe a que sus principales demandantes de insumos, el sector de materiales metálicos crece en este escenario. Lo anterior es distinto a lo que sucedía en Chile y Colombia.

**Gráfico 29**  
**Efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial**  
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y proyecciones de LAECO.

### C. Efectos de la economía circular en el empleo

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 8. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el empleo es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en Empleo}_t = \frac{\text{Empleo}_{EC,t}}{\text{Empleo}_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 11})$$

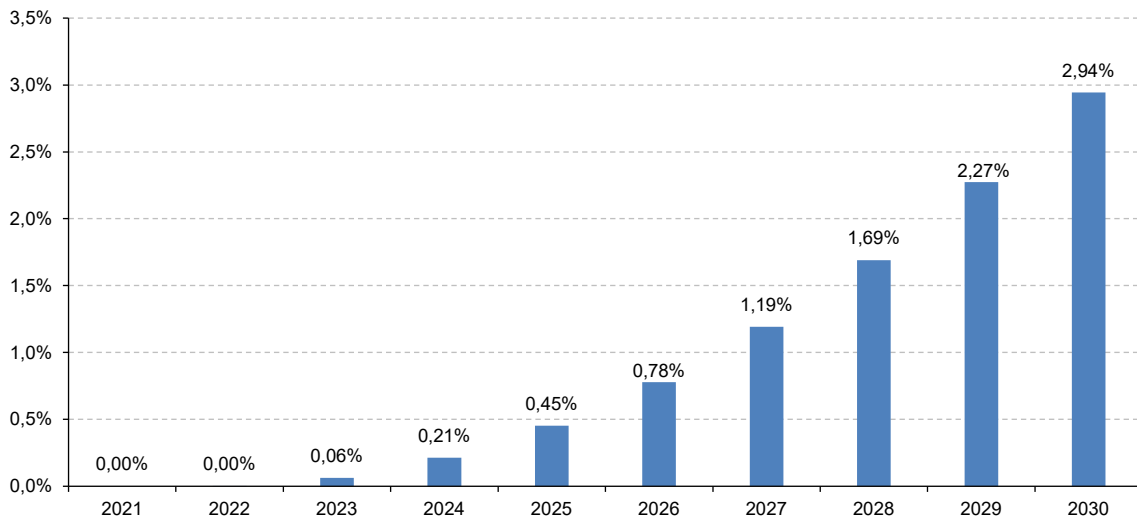
en donde  $\text{Empleo}_{EC,t}$  es el empleo (en personas) en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $\text{Empleo}_{BAU,t}$  es el empleo en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o Business as Usual (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 30, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el empleo. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el empleo mexicano sería mayor en un 2.94% en el escenario de economía circular que en el escenario de referencia (BAU). De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.9% y 2%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.4%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos cercanos al de una política ambiciosa y de hecho los supera.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, son similares a los observados en el PIB. Lo anterior, se debe a que la estructura del modelo asume que la relación entre la remuneración total de los trabajadores de un sector y su nivel de empleo es constante, lo cual genera una correlación importante entre el PIB y el nivel de empleo. Mientras en el PIB todos los sectores que tuvieron una caída eran cerca del 8%, en el empleo solo representan el 2%. De esta manera, son más amplios los efectos positivos en el empleo por los beneficios de las políticas de economía circular. Los sectores que más trabajadores nuevos aportan son: Construcción, Comercio, servicios y transporte, la industria pesada y

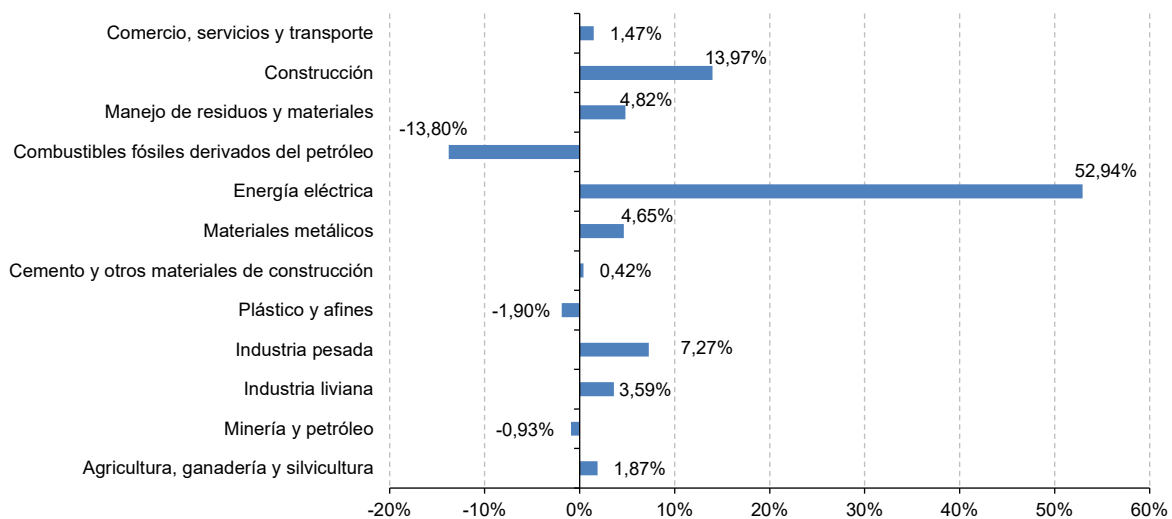
la industria liviana. En términos porcentuales, el mayor crecimiento lo tiene el sector de energía eléctrica pero dicho sector cuenta con pocos empleos de base, lo que hace que el efecto porcentual sea muy alto sin ser el que más empleos nuevos genera.

**Gráfico 30**  
**México: efecto porcentual de la economía circular en el empleo**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y proyecciones de LAECO.

**Gráfico 31**  
**México: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y proyecciones de LAECO.



Otro aspecto relevante para mostrar en materia de empleo son los cambios en la naturaleza del trabajo. En el caso de México es común la subcontratación de personal puesto que esta modalidad de empleo provee una serie de ventajas tales como: mayor flexibilidad en la organización, concentrar los esfuerzos empresariales en soluciones productivas, eliminar obligaciones laborales del patrón, contratar personal especializado en el momento en que se requiera, principalmente. Se encuentra que en un escenario de Economía circular la tasa de personal no dependiente de la razón social es de 6.75% mientras que, en el escenario de referencia o BAU, dicho indicador es de 6.8%. Adicionalmente, en el escenario de economía circular se crearon cerca de 2.2 millones de nuevos empleos, de los cuales 2400 están asociados al sector de Manejo de residuos y aprovechamiento de materiales.

## D. Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI

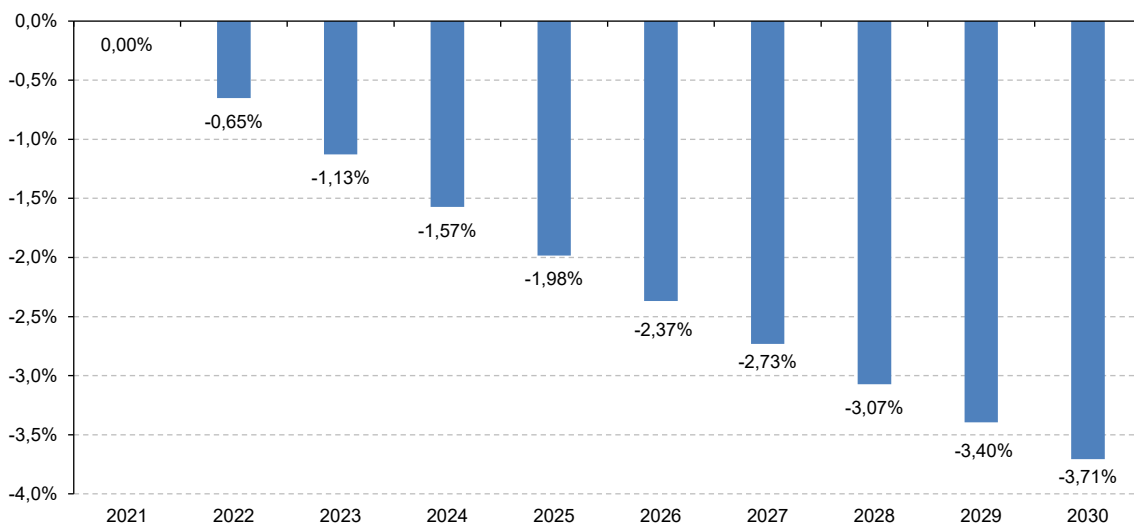
A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 8. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en las emisiones de GEI es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en } GEI_t = \frac{GEI_{EC,t}}{GEI_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 12})$$

en donde  $GEI_{EC,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de Economía Circular (EC),  $Empleo_{BAU,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 32, las políticas de economía circular tienen efectos negativos en las emisiones de GEI, lo que es deseable. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, las emisiones de GEI mexicanas serían menores en un 3.7%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en las emisiones de GEI de las políticas ambiciosas se encuentran entre el -34% y -8%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el -10.2% y el -0.3%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio tienen efectos de una política moderada.

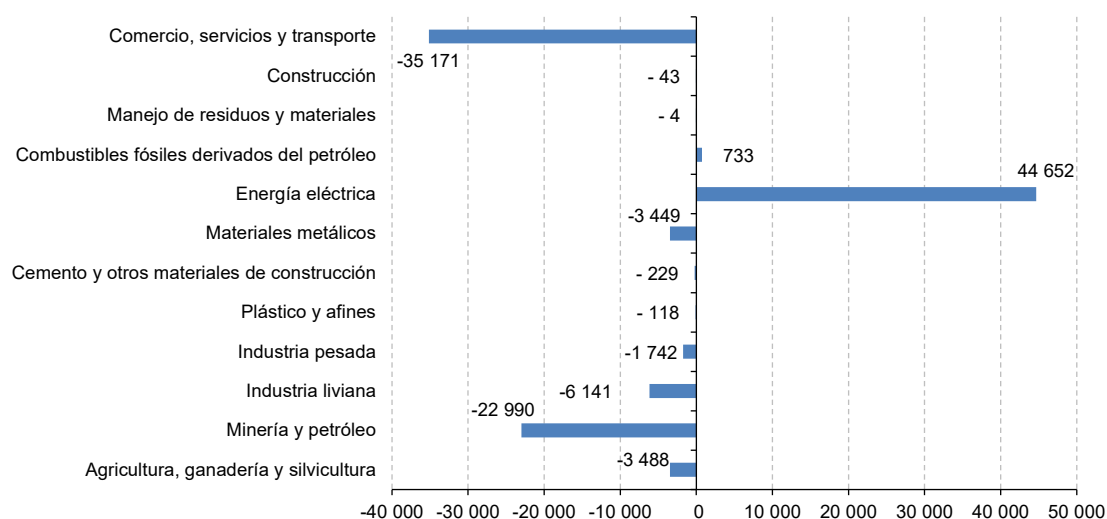
**Gráfico 32**  
Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y proyecciones de LAECO.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, los grandes efectos se observan en el sector de Comercio, servicios y transporte, seguido por el sector de Minería y Petróleo. Un sector que termina emitiendo de más es el sector de la energía eléctrica. A la larga, el neto es un efecto negativo jalonado principalmente por el sector de comercio, servicios y transporte.

**Gráfico 33**  
**Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030**  
 (En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y proyecciones de LAECO.

Por otra parte, la valoración económica de estas emisiones es relevante. Usando la estimación del trabajo "Estimación del Precio Social del CO<sub>2</sub>" del Ministerio de Desarrollo Social de Chile en donde se encuentra que el precio sombra del carbono es cercano a los 32.5 dólares es posible aproximar dicho valor económico en pesos mexicanos. De esta manera, la valoración económica de las reducciones de emisiones de carbono del año 2030 sería cercana a 908.3 millones de dólares, que en pesos mexicanos de 2013 (en el que están expresados todos los valores de este ejercicio) sería de 11.6 miles de millones de pesos mexicanos (tasa de cambio promedio de 12.8 pesos mexicanos por dólar). Lo anterior es cerca de 0.03% del PIB proyectado para el 2030 en el escenario BAU.

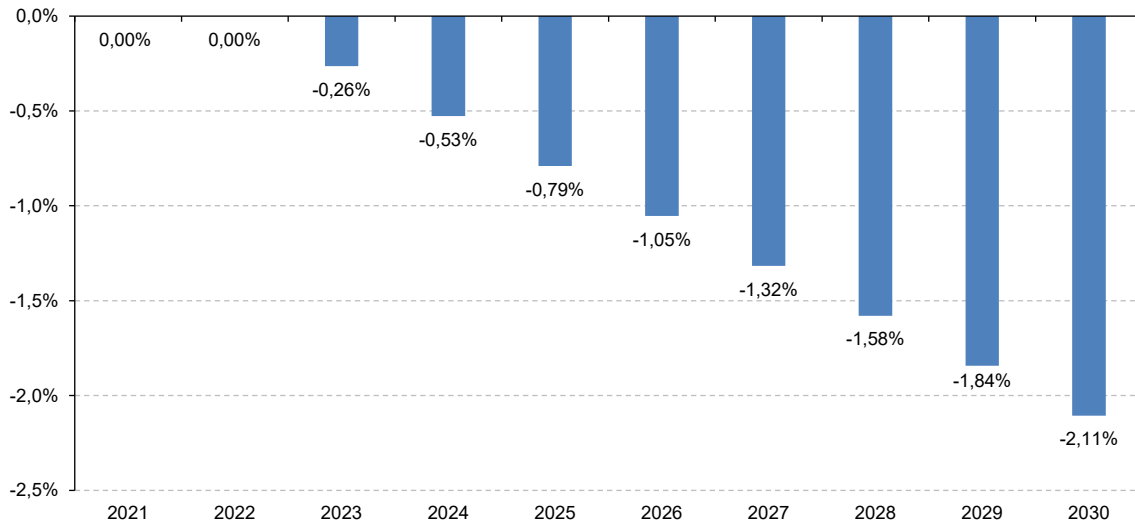
## E. Efectos de la economía circular en la balanza comercial

Los efectos de la economía circular en las importaciones se miden con el siguiente indicador:

$$\text{Impacto en las importaciones}_t = \frac{\text{Importaciones}_{EC,t}}{\text{Importaciones}_{BAU,t}} - 1$$

En el siguiente gráfico se muestra que el efecto en las importaciones es negativo y relevante pues ascienden al -2.1%. Lo anterior sugiere que la economía circular puede incidir en un proceso de sustitución de importaciones, con grandes potencialidades. El efecto neto de esto en la balanza comercial sería en principio hacerla más superavitaria o menos deficitaria. Sin embargo, el modelo no incluye un escenario sobre las exportaciones ni tampoco permite estudiar a fondo los determinantes de la balanza comercial, razón por la cual las conclusiones sobre la balanza comercial deben interpretarse con cautela.

**Gráfico 34**  
**México: efecto de la economía circular en las importaciones**  
(Puntos porcentuales)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, y proyecciones de LAECO.



## VII. Resultados para el Perú

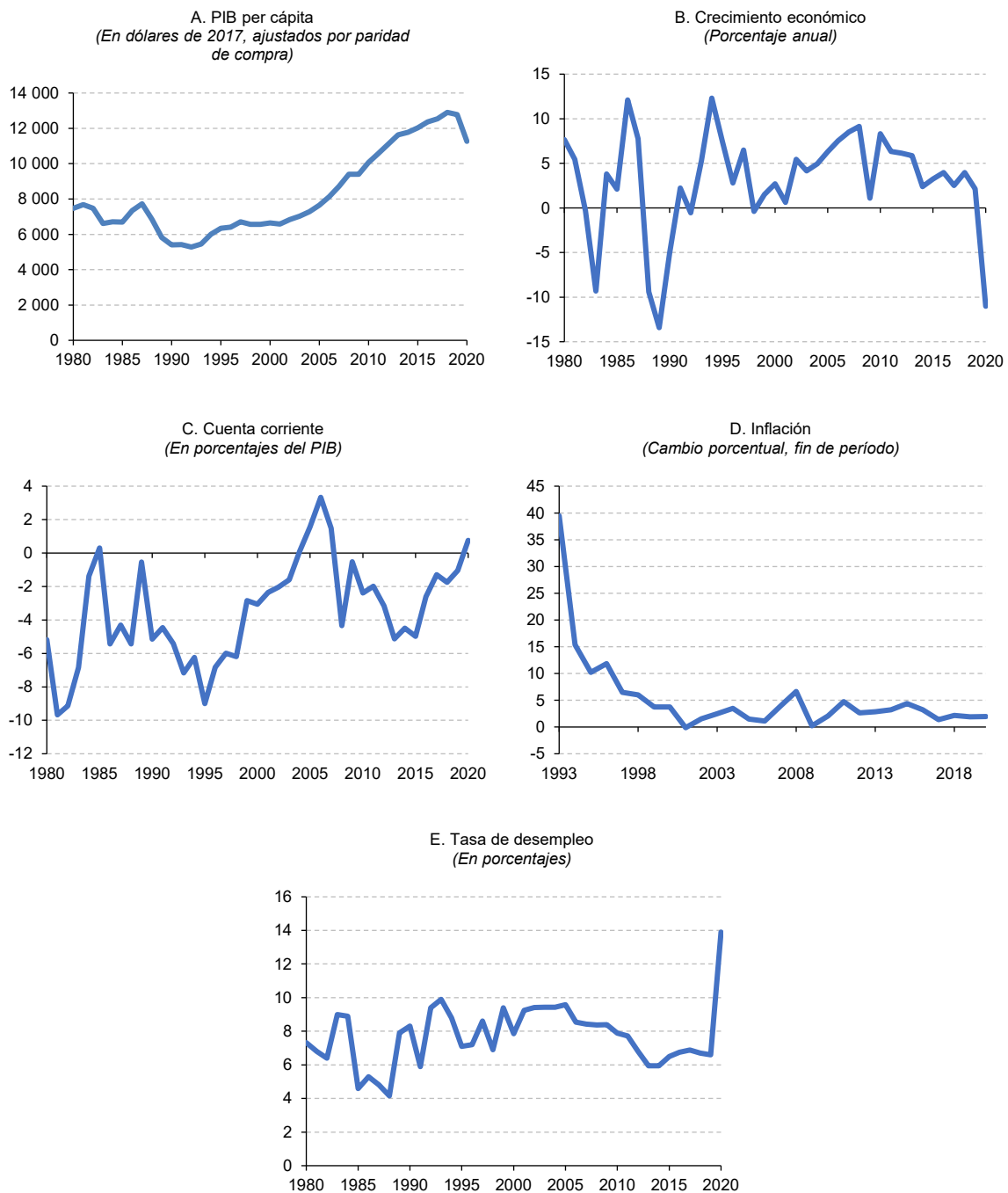
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para la economía peruana. El capítulo está dividido en seis secciones. En la primera sección, se muestran las proyecciones del escenario BAU, así como ciertas características clave de la economía peruana en el año 2007 (que es el año base de las matrices insumo producto) tales como su estructura productiva, la estructura de su demanda final, la estructura de su mercado laboral y los factores de emisión. En la segunda sección se presentan el impacto de las políticas de economía circular en su totalidad en el PIB a nivel sectorial. En la tercera sección se presenta el impacto en el empleo y en la cuarta sección se presenta el impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la valoración económica de este impacto en las emisiones de carbono. En una quinta sección se presenta brevemente los impactos de estas políticas en la balanza comercial del país.

En el caso de Perú es menester aclarar que los resultados se basan en una matriz de insumo producto del 2007 la cual puede diferir en gran medida de la estructura productiva actual de la economía peruana. Por lo tanto, se advierte que los resultados podrían ser diferentes si se utilizara un año base más reciente.

### A. Perspectivas económicas de la economía peruana

En 2018, su PIB per cápita alcanzó los 12.930 dólares de 2017 ajustados por paridad de compra (ver figura A en el gráfico 35). De los países estudiados ha tenido un crecimiento bueno, en particular, su PIB per cápita se ha crecido un 70% en los últimos 40 años. Adicionalmente, se ha caracterizado por ser una economía excepcionalmente estable, en 30 años solo ha experimentado una crisis económica en este siglo: la crisis del COVID-19 (ver figura B en el gráfico 35). La inflación se ha mantenido estable desde 1995, luego de un proceso hiperinflacionario en la década de los 80 (ver figura D en el gráfico 35). Similar al resto de países de la región, el déficit en cuenta corriente ha sido persistentemente negativo durante los últimos 40 años salvo un breve periodo en los 2000 y durante la crisis del 99. A pesar de su estabilidad, la tasa de desempleo es relativamente alta.

**Gráfico 35**  
**Comportamiento histórico de las variables macroeconómicas claves de la economía peruana**

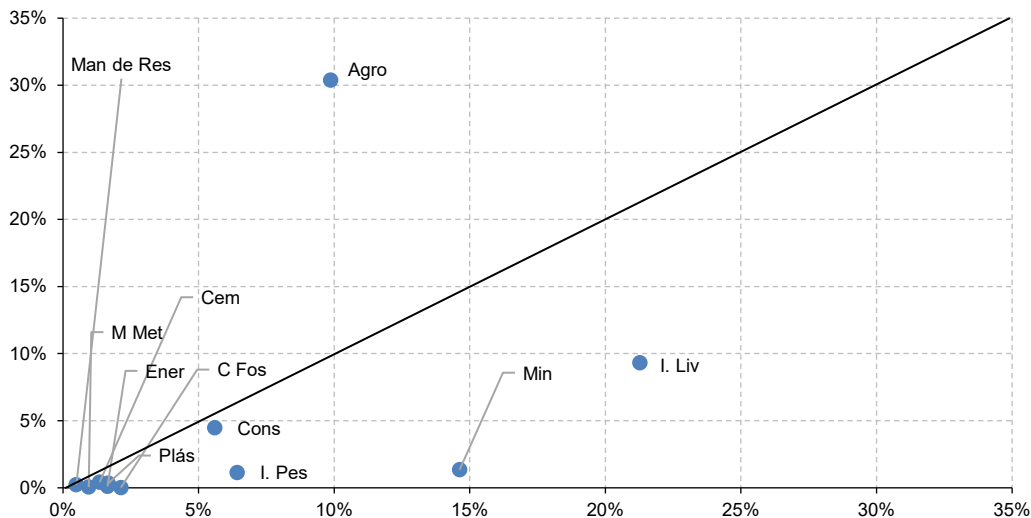


Fuente: Elaboración propia con información del *World Economic Outlook* del FMI, versión octubre de 2021.

Entrando en mayor detalle en la estructura productiva de la economía peruana, en la siguiente gráfica se muestran el peso de los doce grandes sectores productivos en el PIB y en el empleo, para el año de 2007. Se encuentra varios aspectos a destacar. En primer lugar, destaca el bajo nivel de desarrollo del sector de comercio, servicios y transporte el cual es cercano al 34% y no al 60% como en los otros países, lo anterior posiblemente como consecuencia del uso de una matriz insumo-producto poco

reciente. Adicionalmente, se destaca que el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura el cual a pesar de tener una participación del 10% en el PIB genera cerca de un 30% de la ocupación total en 2007. Se trata del único sector propiamente intensivo en mano de obra, seguido por el sector de comercio, servicio y trabajo, en donde se genera cerca del 52% del empleo. Así, se trata de una economía completamente diferente a las anteriormente estudiadas.

**Gráfico 36**  
Distribución del PIB y del empleo en los doce sectores productivos  
(En porcentajes)



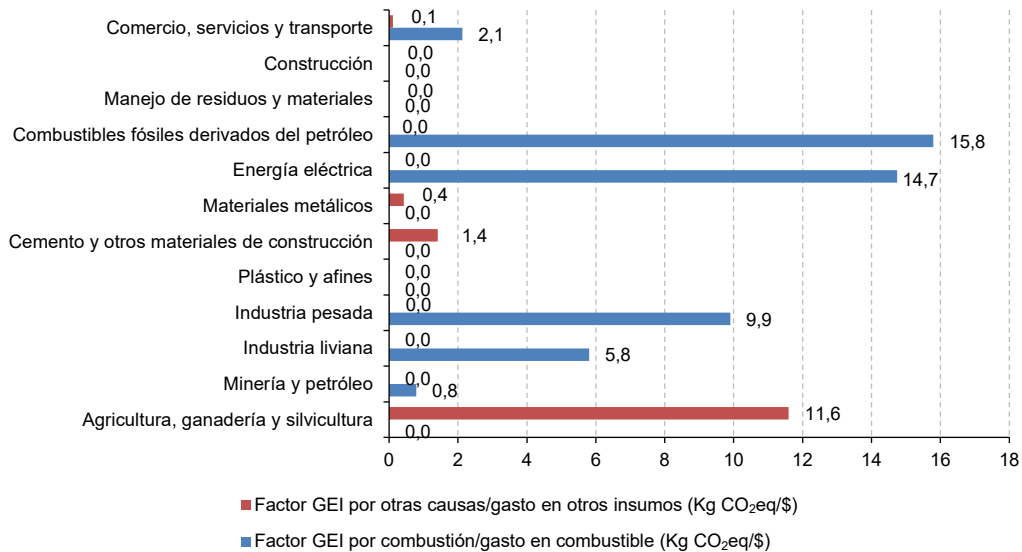
Fuente: Elaboración propia con información de las cuentas nacionales del INEI.

Nota: Agro es el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura; Min es el sector de Minería y petróleo; I. Liv es el sector de Industria liviana; I. Pes es el sector de Industria pesada; Plás es el sector de plástico y hule; M. Cons es el sector de cemento y materiales de construcción; Met es el sector de materiales metálicos; Ene es el sector de energía eléctrica; C Fos es el sector de combustibles fósiles derivados del petróleo; Man de Res es el sector de Manejo de residuos; y Cons es el sector de construcción. La línea negra es de 45° e indica la igualdad entre la proporción en el PIB y la proporción en el empleo. Por debajo de esta línea están los sectores intensivos en capital y por encima los intensivos en mano de obra.

En el gráfico 37, se muestran los factores de emisión de los diferentes sectores económicos. En particular destaca el sector de Agricultura, ganadería y silvicultura en donde el factor de emisión es positivo, es decir, los niveles de absorción de GEI no son los suficientemente altos que hacen que el sector tenga emisión de GEI. Lo anterior asociado de manera importante al rubro de *Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* del inventario de GEI de Perú, el cual es positivo. Adicionalmente, se destaca el sector de energía, en donde el factor de emisión es particularmente bajo, relativo a los otros países, y esto se asocia al rubro de *Producción de electricidad y calor como actividad principal* del inventario de GEI de Perú.

También destacan por su ausencia los factores de emisión de los siguientes sectores: construcción, manejo de residuos y materiales y plásticos y afines. A diferencia de Chile, en donde la estructura economía era similar a la de Colombia y se podía hacer una calibración para algunos sectores, como vimos en el gráfico 35, la economía peruana es muy distinta a las demás lo que hace imposible dicha calibración. Adicionalmente, al tratarse de más de un sector en los que la información hace falta la calibración puede llevar a que se impongan parámetros muy distintos a los reales. Por lo anterior, se recomienda mucha cautela a la hora de interpretar los resultados de emisiones de GEI.

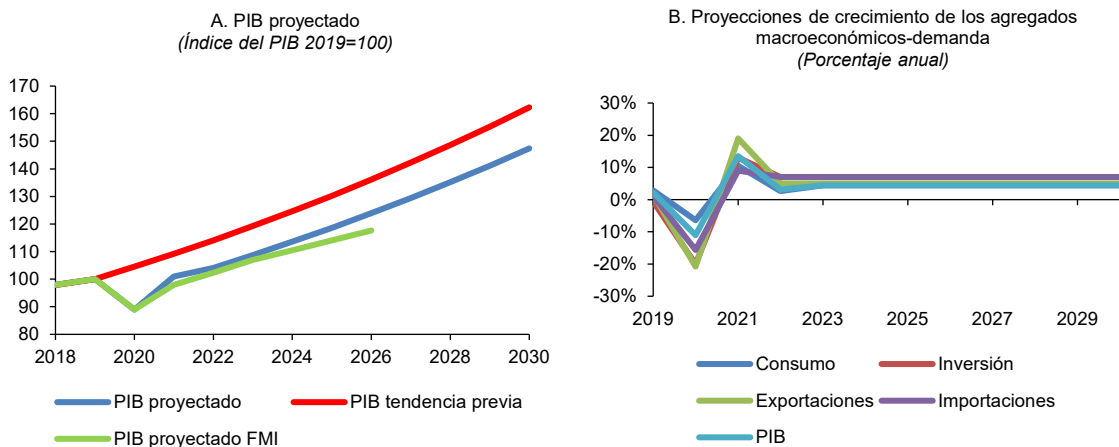
**Gráfico 37**  
**Factores de emisión**  
*(En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por miles de millones de soles peruanos)*



Fuente: Elaboración propia con información del inventario de Gases de Efecto Invernadero de 2014, del IDEAM Perú y la matriz de insumo producto del DANE.

A continuación, se presentan las proyecciones de los principales agregados macroeconómicos por el lado de la demanda. Puntualmente, en la figura A del gráfico 38, se muestra que el PIB no recupera la tendencia previa al COVID-19. Adicionalmente, se muestra el pronóstico generado por LAECO, así como el del FMI. Es notorio que ambas entidades tienen visiones diferentes de la economía peruana. Por un lado, mientras el FMI considera que el PIB aumentará en 10.6% en 2021, LAECO es más optimista y considera que la economía peruana crecerá en 13.4%. Luego de esto, hay discrepancias en las tasas de crecimiento pos-2023. Mientras el FMI asume una tasa de crecimiento de 3.7%, LAECO asume una tasa de 4.5% cercana al promedio de crecimiento de 2010-2019.

**Gráfico 38**  
**Proyecciones de PIB y principales agregados macroeconómicos**



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, proyecciones de LAECO y del World Economic Outlook del FMI, octubre de 2021.



Es importante notar que, si bien este estudio busca evaluar el impacto de la economía circular, el efecto que tuvo la crisis del COVID-19 es innegable. Esta crisis, no solo tuvo efectos lesivos en el PIB, sino que además es altamente probable que induzca cambios en la estructura productiva del país. De esta manera, una gran advertencia que debe hacerse al lector es que los resultados aquí mostrados están asumiendo que la estructura productiva no cambia y por lo tanto se asume que una tasa de crecimiento consistente con la economía peruana pre-COVID-19 es de 4.7%. En cuanto a los agregados económicos, se observa un repunte fuerte en todas las variables macroeconómicas en 2021. La economía peruana logra superar los niveles prepandemia en 2021.

En lo que concierne a la economía circular, esta se modela mediante el uso de cambios en diferentes parámetros estructurales de la economía tales como los coeficientes técnicos y las participaciones de un sector en un componente de la demanda agregada. A continuación, se resumen el tipo de metas de política que se aplicaron a la economía peruana.

## B. Efectos de la economía circular en el PIB

A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 9. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el PIB es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en } PIB_t = \frac{PIB_{EC,t}}{PIB_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 13})$$

en donde  $PIB_{EC,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $PIB_{BAU,t}$  es el PIB en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

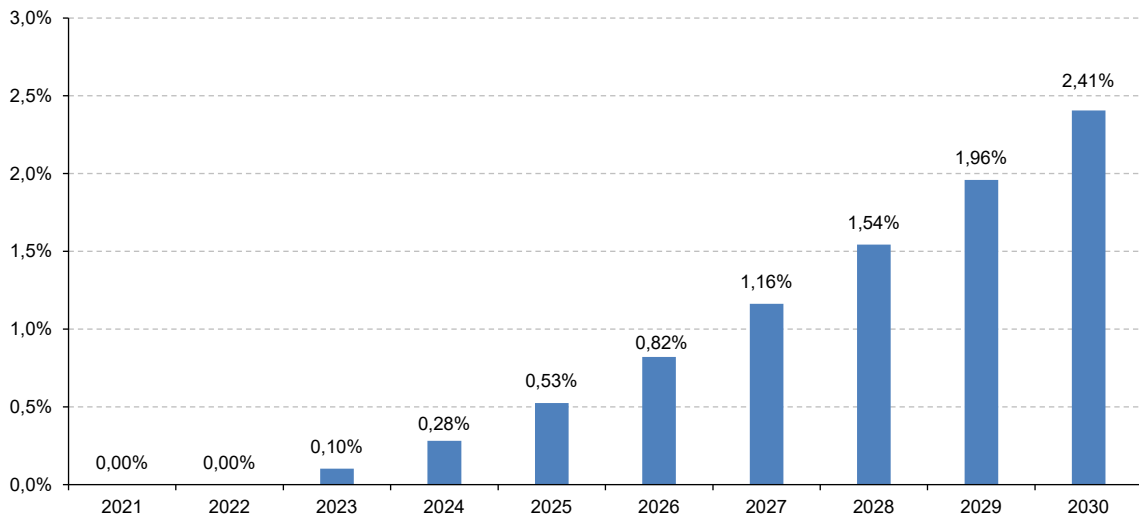
**Cuadro 9**  
Intervenciones de economía circular

Sector	Nombre de la intervención	Valor
Plásticos y hule	Porcentaje de reducción de las compras intermedias nacionales de Plástico y afines	8
	Porcentaje de reducción de uso de Plástico y afines por parte de los hogares	8
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de plásticos y afines	8
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de Plástico y afines	8
Cemento y otros materiales	Porcentaje de reducción de compras nacionales de Materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de importaciones de Materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones de Materiales de construcción para los hogares	10
Materiales metálicos	Porcentaje de reducción de uso de Materiales metálicos por otros sectores	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de materiales metálicos	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de materiales metálicos	5
Energía	Porcentaje de reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad	5
	Porcentaje de sustitución del uso de combustibles fósiles por electricidad en los otros sectores	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones de combustibles fósiles	5
	Porcentaje de reducción del consumo de combustibles fósiles en los hogares	5

Fuente: Elaboración propia.

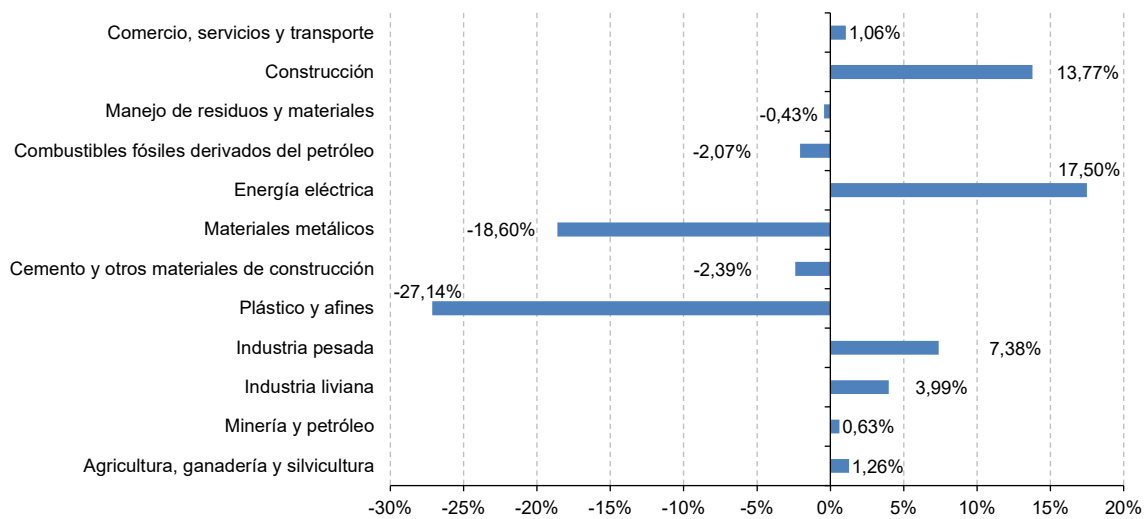
Como se puede notar en el gráfico 39, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el PIB peruano. Los efectos son importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el PIB peruano sería mayor en un 2.41%. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.4% y 4.6%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.3%. En este caso, el efecto sería similar al de una política ambiciosa.

**Gráfico 39**  
**Efecto porcentual de la economía circular en el PIB**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

**Gráfico 40**  
**Efecto porcentual de la economía circular en el PIB sectorial**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

En la economía peruana, las políticas de economía circular generan caídas altas en los sectores de plástico, materiales metálicos. También se afecta al sector de Cemento y otros materiales de construcción, así como al de Combustibles fósiles, aunque en menor medida. Finalmente, la afectación de los sectores termina incidiendo de manera negativa al sector de manejo de residuos pues los vínculos intersectoriales son más fuertes con los sectores afectados negativamente que en los que crecen. Por otra parte, los sectores que se ven más beneficiados son los del plástico, el cemento y otros materiales de construcción y el sector de minería. Lo anterior es diametralmente opuesto a lo que sucede en los otros países. Sin embargo, se conserva mejoras en sectores como la agricultura y el Manejo de residuos y aprovechamiento de materiales. Así, en el caso de la economía del Perú, la economía circular es beneficiosa para todos los sectores.

### C. Efectos de la economía circular en el empleo

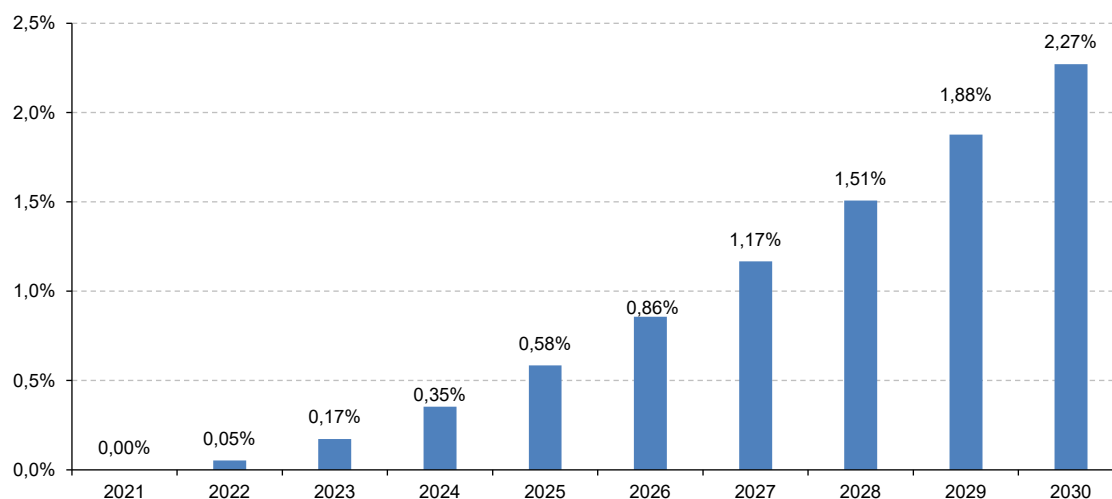
A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 9. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en el empleo es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en Empleo}_t = \frac{\text{Empleo}_{EC,t}}{\text{Empleo}_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 14})$$

en donde  $\text{Empleo}_{EC,t}$  es el empleo (en personas) en el periodo  $t$  en el escenario de Economía circular (EC),  $\text{Empleo}_{BAU,t}$  es el empleo en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

Como se puede notar en el gráfico 41, las políticas de economía circular tienen efectos positivos en el empleo. Los efectos son relativamente importantes y crecientes a lo largo del tiempo. Para el año 2030, el empleo peruano sería mayor en un 2.27% en el escenario de economía circular que en el escenario de referencia (BAU). De acuerdo con el metaanálisis realizado por Aguilar-Hernández, Rodríguez, & Tukker (2020) los efectos en el PIB de las políticas ambiciosas se encuentran entre el 0.9% y 2%, mientras que las políticas moderadas logran efectos entre el 0% y el 0.4%. De esta manera, este tipo de políticas que se implementan en este estudio superan a los rangos intercuartílico de las políticas ambiciosas.

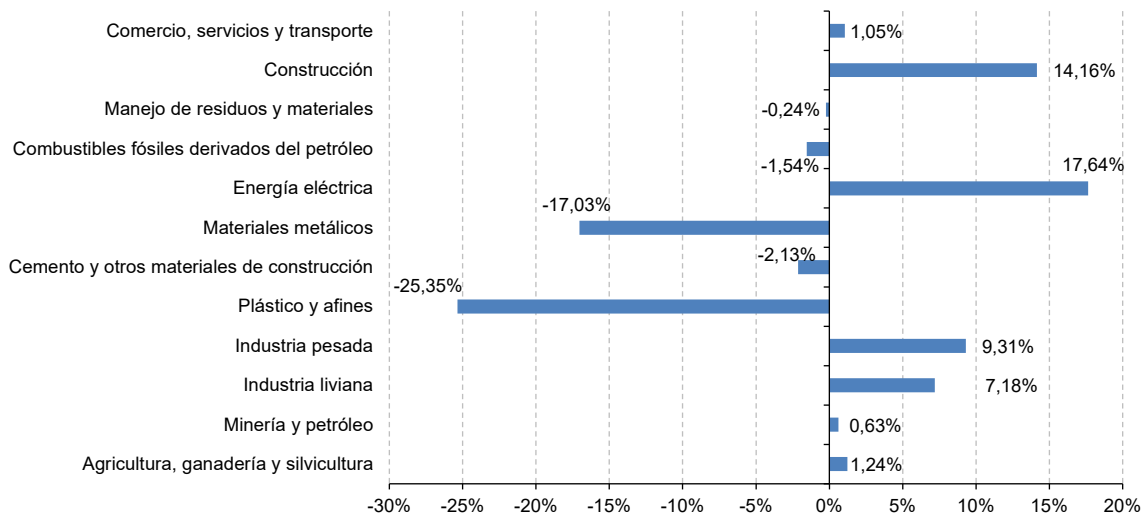
**Gráfico 41**  
Efecto porcentual de la economía circular en el empleo  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

En lo que concierne a los efectos sectoriales, son similares a los observados en el PIB. Lo anterior, se debe a que la estructura del modelo asume que la relación entre la remuneración total de los trabajadores de un sector y su nivel de empleo es constante, lo cual genera una correlación importante entre el PIB y el nivel de empleo. La razón por la cual no se observa esto en el agregado tiene que ver con las participaciones de los diferentes sectores en el empleo total. Mientras en el PIB todos los sectores que tuvieron más crecimiento (Minería, Plástico y materiales de construcción) representan el 17% del PIB, en el empleo solo representan el 2%. De esta manera, los beneficios de la economía circular son más fuertes en el PIB que en el empleo, puesto que los sectores que más crecen no son necesariamente los que más empleos generan.

**Gráfico 42**  
Perú: efecto porcentual de la economía circular en el empleo sectorial  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

Otro aspecto relevante para mostrar en materia de empleo es la formalidad. En el caso peruano, cerca del 40% de la población es informal (cuenta propia). En el escenario de Economía circular se presenta una ligera reducción en la informalidad al cuarto decimal. En otras palabras, no hay efectos positivos significativos en la formalidad. Finalmente, en lo que concierne a los empleos verdes, en el escenario de economía circular se generan cerca de 87 mil nuevos empleos, de los cuales mil corresponden a empleos en el sector de Manejo de residuos y aprovechamiento de materiales.

#### D. Efectos de la economía circular en las emisiones de GEI

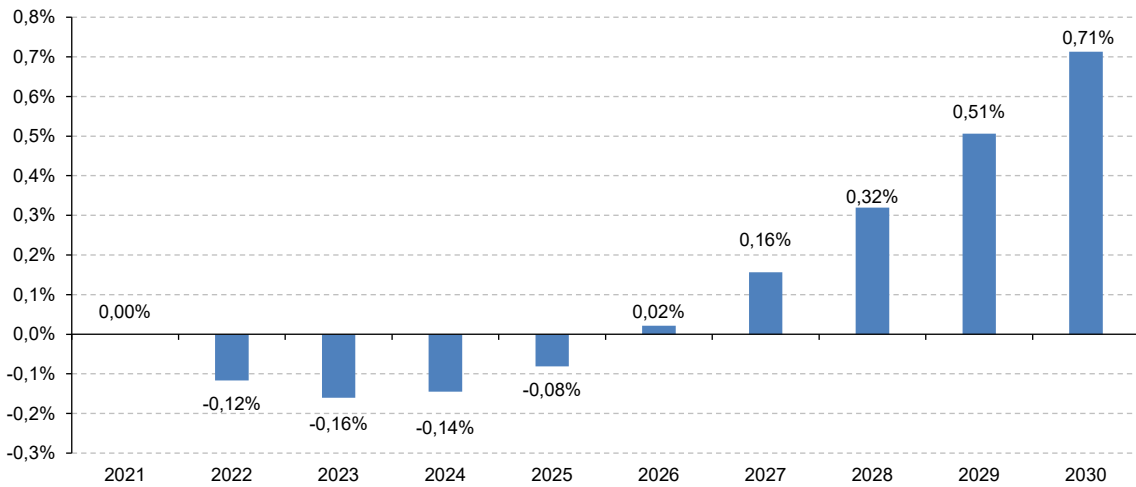
A continuación, se muestran los efectos de aplicar todo el conjunto de políticas mostradas en el cuadro 9. Es importante notar que la forma en la que se cuantifica el impacto en las emisiones de GEI es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Impacto en } GEI_t = \frac{GEI_{EC,t}}{GEI_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 15})$$

en donde  $GEI_{EC,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de Economía Circular (EC),  $GEI_{BAU,t}$  son las emisiones de GEI en el periodo  $t$  en el escenario de referencia o *Business as Usual* (BAU) lo anterior con el fin de poderla hacer comparable entre países y con otros estudios, en donde se usa la misma métrica a pesar de tener diferentes políticas y diferentes monedas.

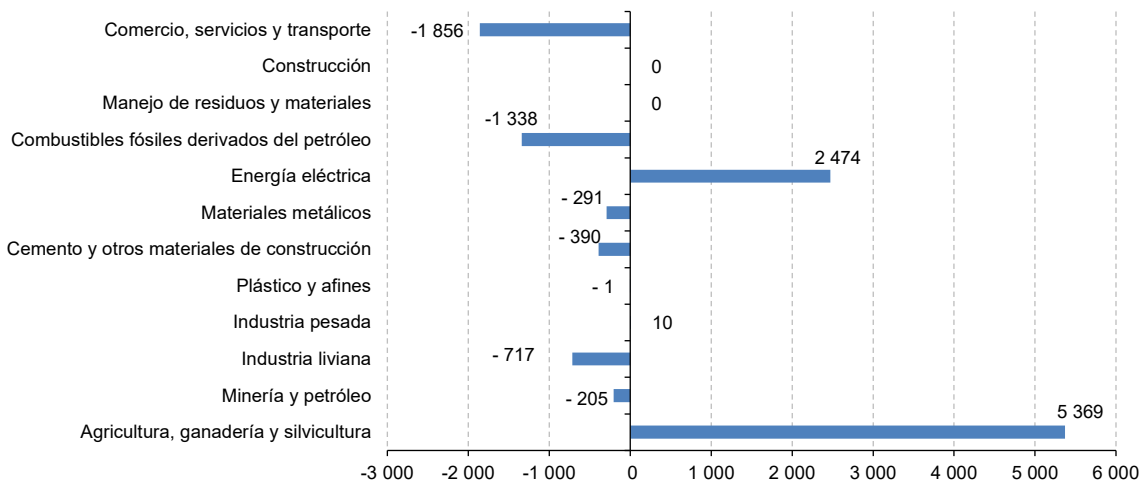
Como se puede notar en el gráfico 43, las políticas de economía circular tienen efectos negativos en las emisiones de GEI durante los primeros años de la simulación, lo que es deseable; sin embargo, al final de la simulación los efectos son positivos, aunque pequeños. Los efectos al final de la simulación son de una emisión del 0.7%. Lo anterior va en contravía de los resultados hallados en los anteriores países. La explicación se encuentra en los factores de emisión cuya información hace falta en donde el PIB cayó y por lo tanto las emisiones deberían caer en esos sectores (particularmente, el sector de plásticos), pero como no se tiene en cuenta dichas emisiones, se subestima el rol de las políticas de economía circular en las emisiones de GEI. En la medida que Perú obtiene un crecimiento alto del PIB con la simulación, las emisiones de GEI se ven incrementadas por la mayor actividad económica.

**Gráfico 43**  
**Efecto porcentual de la economía circular en las emisiones en 2030**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

**Gráfico 44**  
**Efecto de la economía circular en las emisiones de GEI en 2030**  
*(En miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente)*



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

Por otra parte, la valoración económica de estas emisiones en el caso de Perú no tiene mayor sentido, pues el efecto neto es un aumento de las emisiones.

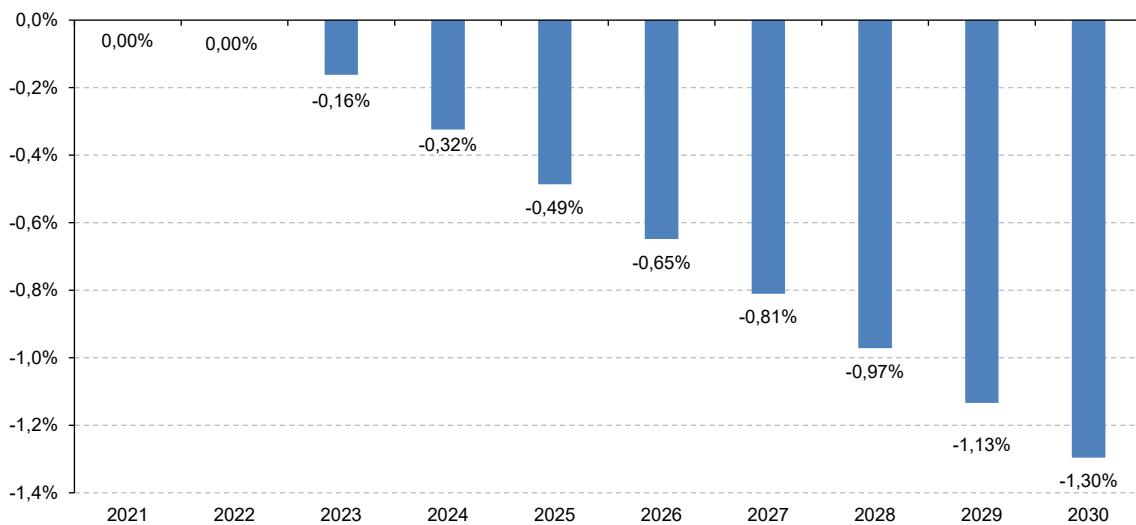
## E. Efectos de la economía circular en la balanza comercial

Los efectos de la economía circular en la balanza comercial se miden de manera indirecta con el siguiente indicador:

$$\text{Impacto en las importaciones}_t = \frac{\text{Importaciones}_{EC,t}}{\text{Importaciones}_{BAU,t}} - 1 \quad (\text{Ecuación 16})$$

En el siguiente gráfico se muestra que el efecto en la balanza comercial es tenue y positivo, aunque al inicio de la simulación fue negativo, aunque económicamente irrelevante. Lo anterior sugiere que la economía circular hace que la economía sea más superavitaria que antes. En este caso, varias políticas de economía circular reducen las importaciones de plástico, materiales de construcción y del sector minero lo que lleva a una caída del 1,3% en las importaciones, de manera que el efecto en la balanza comercial llevarla a un nivel más superavitario. Sin embargo, dado que el modelo no incluye una modelación explícita de las exportaciones y sus determinantes, hablar de un efecto de la balanza comercial puede ser un poco incierto.

**Gráfico 45**  
Efecto de la economía circular en las importaciones  
(Puntos básicos)



Fuente: Elaboración propia con información del INEI, Ministerio del Ambiente, y proyecciones de LAECO.

## VIII. Resultados comparativos

A continuación, se presentan los resultados comparativos entre países. Es de gran relevancia para el estudio pues permite explicitar las diferencias existentes entre los países y como estas pueden incidir en el impacto de las políticas de economía circular. Metodológicamente, optamos por medidas conservadoras las cuales son el mínimo de los establecidos para los cuatro países del estudio. En el siguiente cuadro se presenta el escenario estudiado en este capítulo.

**Cuadro 10**  
**Intervenciones de economía circular**

Sector	Nombre de la intervención	Valor
Plásticos y hule	Porcentaje de reducción de las compras intermedias nacionales de Plástico y afines	8
	Porcentaje de reducción de uso de Plástico y afines por parte de los hogares	8
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de plásticos y afines	8
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de Plástico y afines	8
Cemento y otros materiales	Porcentaje de reducción de compras nacionales de Materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de importaciones de Materiales de construcción por el sector de la construcción	10
	Porcentaje de reducción de las importaciones de Materiales de construcción para los hogares	10
Materiales metálicos	Porcentaje de reducción de uso de Materiales metálicos por otros sectores	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones intermedias de materiales metálicos	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones finales de materiales metálicos	5
Energía	Porcentaje de reducción del uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad	5
	Porcentaje de sustitución del uso de combustibles fósiles por electricidad en los otros sectores	5
	Porcentaje de reducción de las importaciones de combustibles fósiles	5
	Porcentaje de reducción del consumo de combustibles fósiles en los hogares	5

Fuente: Elaboración propia.

## A. Comparación de efectos en el PIB

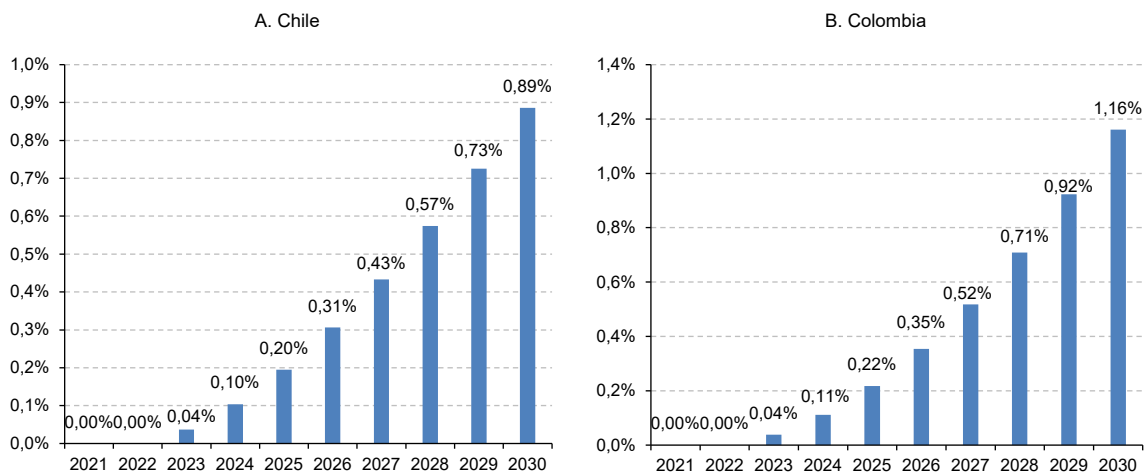
Los efectos en el PIB en este escenario conservador son positivos, pero existe una gran heterogeneidad entre ellos. Por ejemplo, en Perú se tiene un incremento en el PIB cercano a 2.2% mientras que en Chile se tiene un efecto cercano a 0.9%. De esta manera, Perú sería la economía que más se beneficiaría de este tipo de políticas mientras que Chile se beneficiaría menos.

Parte de la explicación detrás de estos resultados se encuentra en el peso de los sectores económicos afectados de manera negativa por las políticas de economía circular. Por ejemplo, en Chile los sectores de plástico y afines, Cemento y Materiales de construcción y materiales metálicos representan el 3% del PIB, mientras que en México representan el 2.5%. Adicionalmente, los sectores que en promedio se benefician de estas medidas Energía eléctrica, Construcción e Industria Pesada en el caso de México representan cerca del 16% y en Chile representan el 14%.

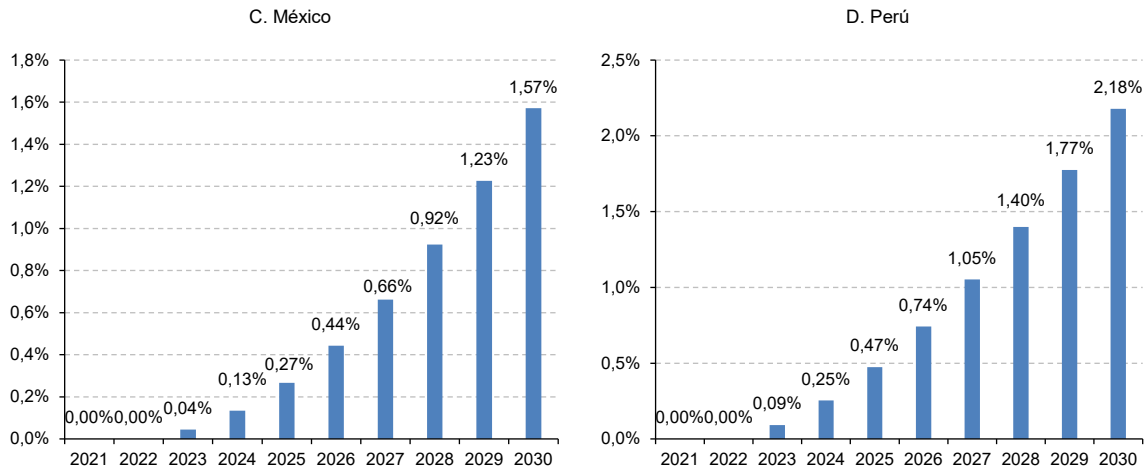
Adicional al peso de los sectores de la economía también es importante notar que los encadenamientos hacia adelante o hacia atrás de los diferentes sectores. Por ejemplo, en el caso de Perú los encadenamientos hacia atrás de los sectores de Plástico, Cemento y Materiales metálicos son menores a los de Colombia, ello explicaría porque Colombia tuvo un menor crecimiento que Perú pues aquellos sectores que caen son más relevantes en Colombia que en Perú.

Es importante notar que una alineación perfecta entre algunas características de los países y los resultados es compleja puesto que ello requiere análisis de cambios marginales, que en este caso no se pueden llevar a cabo puesto que son más de 10 parámetros que se mueven al tiempo. A pesar de ello, los grandes determinantes están en el peso en la economía y los encadenamientos intersectoriales.

**Gráfico 4.6**  
Efecto de la economía circular en el PIB  
(En porcentajes)







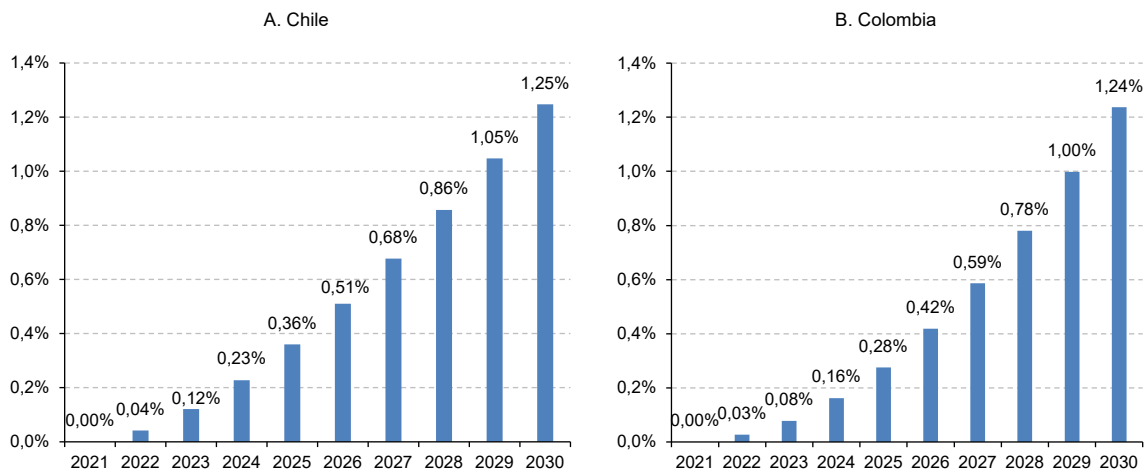
Fuente: Elaboración propia con información de los departamentos estadísticos, bancos centrales, ministerios de medioambiente, de los países estudiados y proyecciones de LAECO.

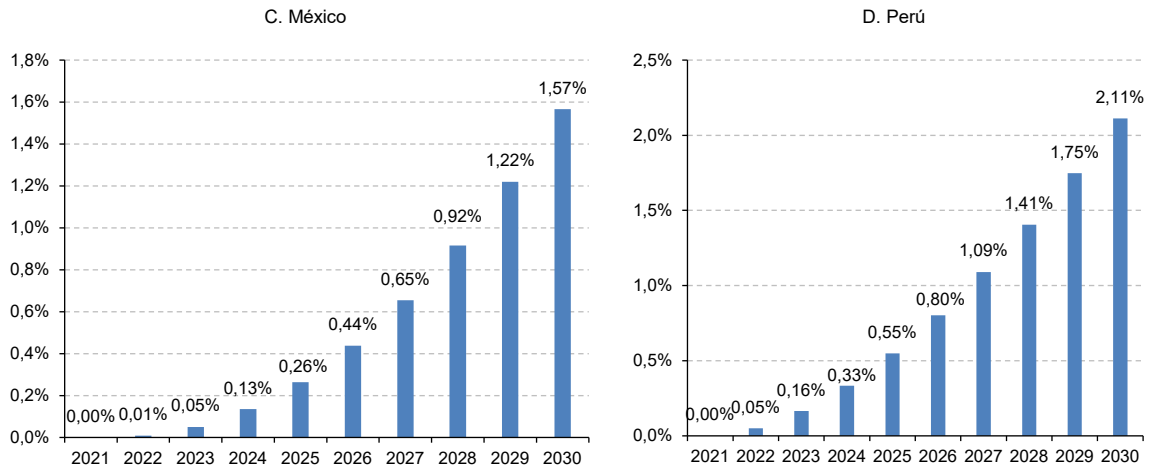
Los países que presentan un mayor efecto del escenario sobre el PIB son Perú y México, mientras que Colombia México presentan efectos de menor magnitud, pero aún positivos y crecientes en el tiempo.

## B. Comparación de efectos en el empleo

En lo que concierne al empleo, en todas las economías se encuentra que esta variable crece en este escenario moderado. En algunos casos, el impacto en el empleo es mayor que el crecimiento en el PIB como es el caso de Chile. En otros casos, Colombia y México los efectos son similares entre el PIB y el empleo. Finalmente, está el caso de Perú en donde los efectos en el empleo son levemente menores que aquellos en el PIB. Así, los efectos en el empleo están es gran medida explicados por los efectos en el crecimiento económico.

**Gráfico 47**  
Efecto de la economía circular en el empleo  
(En porcentajes)





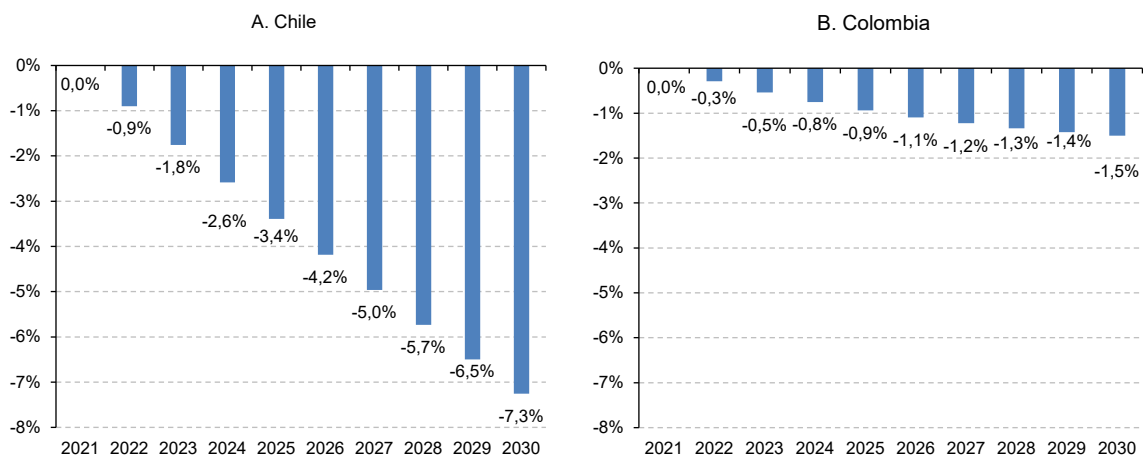
Fuente: Elaboración propia con información de los departamentos estadísticos, bancos centrales, ministerios de medioambiente, de los países estudiados y proyecciones de LAECO.

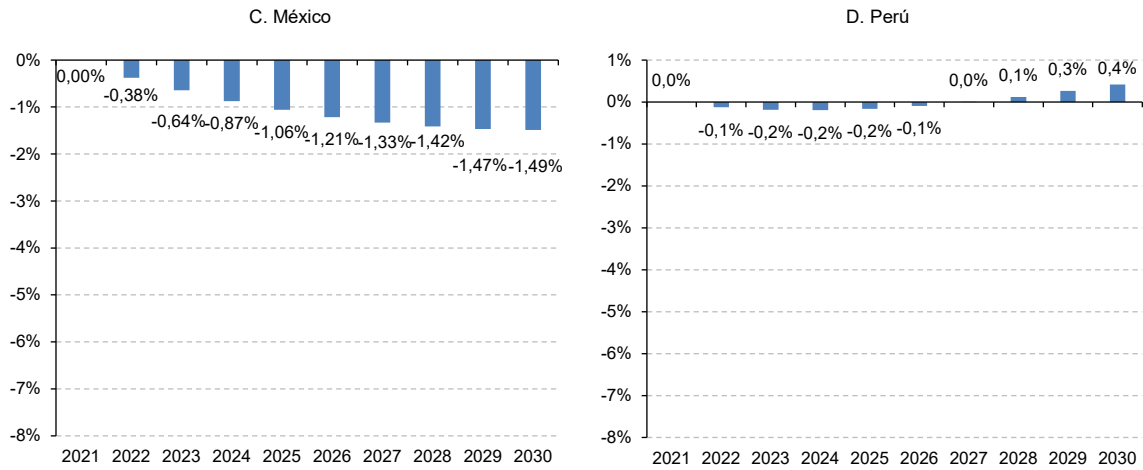
En términos de empleo los cuatro países presentan también efectos positivos y crecientes, en algunos casos como Chile y Colombia con incrementos superiores a los del PIB y en otros casos, como México y Perú, en donde los efectos son de órdenes de magnitud similares a los del PIB.

### C. Comparación de efectos en las emisiones de GEI

De igual forma que como sucedió con el empleo, la principal fuente de emisiones es la producción, por lo tanto, entre mayor sea el crecimiento mayor debería ser el nivel de emisiones. Es notorio que a nivel de variación entre países está relacionado con su impacto en el PIB, Chile que es la economía que menos crece es la que más reduce sus emisiones, por el contrario economías como México y Colombia que crecen más, tienen menor reducción en las emisiones. Finalmente, en el caso de Perú la interpretación no es precisa puesto que falta información sobre algunos factores de emisión en sectores clave. También es de destacar el rol de la agricultura que en Chile y México absorben más  $\text{CO}_2$  mientras que en Colombia en el neto emiten.

**Gráfico 48**  
Efecto de la economía circular en emisiones de GEI  
(En porcentajes)





Fuente: Elaboración propia con información de los departamentos estadísticos, bancos centrales, ministerios de medioambiente, de los países estudiados y proyecciones de LAECO.

El mayor efecto sobre emisiones se presenta en Chile en donde se alcanzan efectos del 7.3% y el menor efecto está en Perú en donde incluso se presentan incrementos de las emisiones en los últimos años de la proyección, posiblemente debido al alto crecimiento de la actividad económica.



## IX. Conclusiones y recomendaciones

El presente estudio se orientó a la modelación de los efectos macroeconómicos de la transición hacia la economía circular en América Latina. Para tal efecto, se construyó un modelo que permite estimar los efectos macroeconómicos de dicha transición en variables de interés tales como los cambios en el empleo en distintos sectores, la huella climática, la relación con el sector externo y el comportamiento del PIB.

Para asumir esta labor se seleccionaron cuatro países latinoamericanos: Chile, Colombia, México y Perú. Sin abordar un análisis de los diversos instrumentos de política para buscar la transición hacia la economía circular que cada país, ni evaluar su consistencia intrínseca y su efectividad, se crearon diversos escenarios de dicha transición expresados en cambios específicos en el flujo de materiales en distintos sectores económicos previamente determinados. A partir de estos escenarios, la modelación permite simular los efectos macroeconómicos que se generarían, una vez que estos escenarios de resultados se van alcanzando en el tiempo.

De este ejercicio de modelación macroeconómica, y de los supuestos bajo los cuales se construyó esta modelación se desprenden algunas conclusiones generales y otras de carácter más específico, así como un conjunto de recomendaciones tanto en dirección al potencial de este modelo para escalarlo hacia otros países de la región, como a desarrollos posteriores en dos direcciones básicas: i) manteniendo el mismo modelo pero modificando algunos supuestos básicos, especialmente en relación con la agrupación de sectores y la selección de sectores modelados; y ii) usando la experiencia adquirida para desarrollar modelos más complejos tales como la construcción de modelos de equilibrio general computable y la integración de estos modelos macroeconómicos con cuentas satélite que permitan modelar los efectos sobre nuevas variables de naturaleza ambiental.

## A. Conclusiones generales

Tanto de los supuestos empleados como de los resultados de la modelación, se derivan las siguientes conclusiones generales:

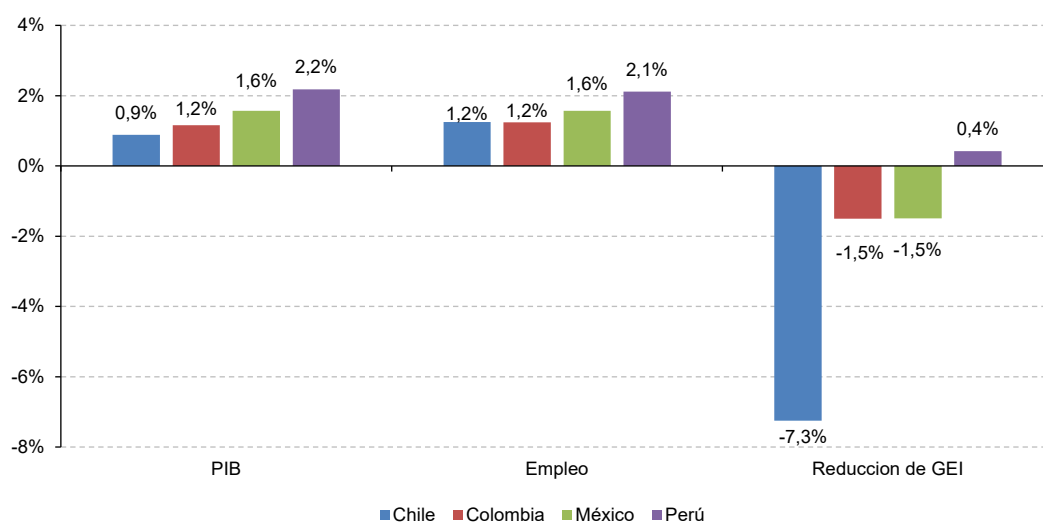
- El modelo desarrollado permite observar los efectos macroeconómicos a partir de distintos escenarios contruidos con diversos resultados asumidos de la evolución de la economía circular, mostrando sus efectos sobre variables macroeconómicas, en términos monetarios, de oferta y demanda sectorial, consumo intermedio, comercio exterior (importaciones y exportaciones), cambios en producto interno bruto sectorial y total y sus efectos sobre la remuneración al trabajo (empleo).
- En su estado actual, se construyen los escenarios modificando únicamente el flujo de materiales entre sectores económicos, suponiendo constantes los precios relativos y las elasticidades precio de la oferta y de la demanda.
- Para la modelación relacionada con el cambio climático, se dispone de información de los inventarios de emisiones de GEI para cada país, construida de manera estandarizada y con amplia cobertura desagregada por sectores. Esto permite modelar los efectos de la transición hacia la economía circular sobre las emisiones de GEI, para cada uno de los escenarios supuestos.
- En otros modelos similares implementados principalmente en Europa se ha encontrado que la política de economía circular causa un aumento entre 0,1% y 2% en la mediana del PIB, entre 0,1% y 1,6% en la mediana del el empleo y una disminución entre 4% y 24% en la mediana de la emisión de GEI.

## B. Conclusiones específicas

Al contrastar los resultados de la modelación entre los distintos países, se observan resultados diversos que permiten extraer las siguientes conclusiones específicas:

- En un escenario conservador, en donde se reduce el uso de plástico en 8% y el uso de cemento, materiales metálicos y la energía en un 5% para 2030 se obtienen beneficios económicamente relevantes tales como incrementos en el PIB entre 0.9% y 2.2%, así como incrementos en el empleo entre 1.2% y 2,1% y cambios en las emisiones de GEI, desde incremento de 0,4% en Perú hasta reducciones de 7.3% en Chile. En la medida que los efectos sobre el PIB son más altos, la probabilidad de incrementos en las emisiones crece también. Así, en general, la economía circular se vuelve una alternativa interesante para lograr recuperaciones verdes, en donde se logra un mayor crecimiento contribuyendo al medio ambiente.
- Las diferencias de los pesos relativos de cada sector en cada economía nacional arrojan efectos de la modelación sustancialmente distintos en cada uno de los países, frente a escenarios similares de economía circular.
- Teniendo en cuenta la conclusión anterior, la modelación permite entonces analizar los efectos macroeconómicos de manera diferenciada entre países, como insumo para identificar el potencial relativo de cada intervención según la composición sectorial específica de la economía del país.

**Gráfico 49**  
**Resultados comparativos del efecto de la economía circular sobre PIB, empleo y emisiones**  
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración de los autores.

Nota: Resultado comparativo bajo un escenario conservador: 8% de reducción de uso de materiales plásticos y 5% de materiales metálicos, materiales de construcción y de combustibles derivados del petróleo.

- Los resultados muestran que en todos los casos el efecto sobre el PIB y el empleo es positivo y creciente en el tiempo. Sin embargo, no todos los sectores tienen el mismo comportamiento. Aunque los sectores para los que se busca reducir el uso tengan una menor dinámica de crecimiento, esta reducción se da en menor proporción que la correspondiente a la meta formulada para disminuir el uso del material. Esto se debe a que, aunque se ven reducidas sus compras por parte de los otros sectores, el crecimiento de estos y los vínculos intersectoriales en conjunto hacen que haya cierta recuperación de dinamismo, aún en esos sectores de materias primas.
- En general se logra una reducción de los gases de efecto invernadero (GEI), aunque con trayectorias bastante diferenciadas entre los países. Cuando el efecto en el crecimiento del PIB es más elevado, como en el caso del Perú, en los últimos años puede darse incluso un incremento moderado en estas emisiones.
- Los sectores que usan los materiales que se reducen, presentan efectos positivos en su crecimiento del PIB, por la disminución de sus consumos intermedios. Para que esto suceda se requiere que el ahorro por reducir las compras de materias primas se destine a cubrir los costos del incremento en la de mano de obra necesaria, así como en la inversión tecnológica requerida para hacer viables y perdurables estos ahorros.

### C. Recomendaciones de política

- El flujo de ahorros que obtienen los empresarios al participar en acciones de economía circular puede tener una estructura diferente al de los costos de la transformación tecnológica. Por lo tanto, cada país debe profundizar en los análisis financieros necesarios para determinar en qué casos se deben establecer esquemas de financiación o incentivos directos (como beneficios tributarios o transferencias condicionadas) para lograr que estas inversiones se lleven a cabo.

- Estos posibles incentivos, unidos al impulso a los mecanismos de responsabilidad extendida del productor y a la investigación tecnológica, servirán para viabilizar el logro de las metas de reducción y los beneficios económicos de la economía circular. Los costos de la investigación tecnológica generalmente no pueden ser asumidos por las pequeñas y medianas empresas pero es imprescindible que se garantice el acceso a dichas tecnologías, por lo que corresponde al Estado asumir la financiación e impulso de este tipo de investigaciones.
- El Estado también puede motivar a las empresas a que inviertan y apliquen medidas para evitar desperdicios y prevengan impactos ambientales negativos mediante impuestos, tasas o multas que trasladen el costo de la contaminación a quien la genera, incentivando acciones preventivas y correctivas que eviten esos desperdicios e ineficiencias.

## D. Recomendaciones metodológicas

Del diseño del modelo, de los resultados obtenidos de su aplicación y de las anteriores conclusiones y recomendaciones de política, se desprenden las siguientes recomendaciones metodológicas:

- Avanzar en el uso del actual modelo como herramienta de análisis para los países ya modelados, partiendo de escenarios de transición hacia la economía circular alternativos a los aquí contemplados. Resulta importante desarrollar los estudios necesarios para determinar las metas de reducción de uso de materiales que son viables y alcanzables, a partir del análisis detallado del comportamiento de los flujos de materiales.
- Desarrollar el actual modelo, adecuándolo en dos direcciones:
  - Ampliar el uso del modelo, sin modificar su estructura básica, aplicándolo bajo las condiciones macroeconómicas y los escenarios de transición hacia la economía circular de otros países de América Latina.
  - Modificar los supuestos de agrupación y análisis de sectores económicos, para adecuar el modelo a otros intereses de agrupación sectorial.
- Emplear la experiencia adquirida con esta modelación para avanzar en la construcción de modelos más complejos tales como los de equilibrio general computable, para incorporar el efecto en la demanda del cambio de los precios, en diferentes condiciones de concentración de los mercados y los comportamientos de los agentes derivados de instrumentos de política como impuestos, tasas y multas.
- Fortalecer la construcción de indicadores de metas físicas esperadas de reducción del uso de los materiales específicos, como resultado de la transición hacia la Economía Circular en un período de tiempo determinado, como insumo para incorporar dichas reducciones en la modelación de Cuentas Nacionales.



## Bibliografía

- Aguilar-Hernandez, G., Rodrigues, J., & Tukker, A. (2020), Macroeconomic, social and environmental impacts of a circular economy up to 2050: A meta-analysis of prospective studies. *Journal of Cleaner Production*, 11.
- Cambridge Econometrics (Mayo de 2018), European comission. Obtenido de <https://doi.org/10.2779/574719>.
- \_\_\_\_\_(2016), Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption. European comission. Obtenido de [https://ec.europa.eu/environment/enveco/resource\\_efficiency/pdf/RMC.pdf](https://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/RMC.pdf).
- DANE-Dirección de Síntesis de Cuentas Nacionales (2013), Metodología de la Matriz Insumo-Producto (MIP). Obtenido de [dane.gov.co: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia\\_matriz\\_insumo\\_producto\\_07\\_13.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/metodologia_matriz_insumo_producto_07_13.pdf).
- De Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M. y Kohout, M. (2021), "Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/120), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.
- Fundación Ellen MacArthur (2014), Potential for Denmark as a circular economy a case study from: delivering the circular economy – a toolkit for policy makers, [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/20151113\\_DenmarkCaseStudy\\_FINALv02.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/20151113_DenmarkCaseStudy_FINALv02.pdf) (accessed on 2 February 2018).
- Lora, E., & Prada, S. (2016), Técnicas de medición económica: Metodología y aplicación para Colombia. Cali: Universidad ICESI. Obtenido de <https://www.icesi.edu.co/medicion-economica-lora-prada/contenido-libro.php>.
- Naciones Unidas (2015), Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Nueva York: Naciones Unidas (A/RES/70/1).
- Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial (2009), Sistema de Cuentas Nacionales 2008. Obtenido de [cepal.org: https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/sn2008\\_web.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/sn2008_web.pdf).
- OECD (2020), Environment at a Glance 2020, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/4ea7d35f-en>.
- \_\_\_\_\_(2019), Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries: Evidence from Environmental Performance Reviews. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- \_\_\_\_\_(2017), Policy Instruments for the Environment. Database. Obtenido de <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/policy-instrument-database/>.

- \_\_\_\_\_ (2016), *Policy Guidance on Resource Efficiency*. Paris: OECD Publishing. doi:<https://doi.org/10.1787/9789264257344-en>.
- PACE (2021), *Circular indicators for Governments: Accelerating action in the circular economy*. Platform for Accelerating the Circular Economy.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*. Exeter, Great Britain: Harvester Wheatsheaf.
- Rodríguez, O. (2004), *Medición de beneficios económicos de macroproyectos usando la matriz de insumo producto*. CEACS, Documentos de Discusión, DD-004-2.
- Sen, A. (2021), *Incentivizing Decarbonization through the Circular Economy*. Oxford Institute for Energy Studies. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/resrep30965.6>.
- Winning, M. et al (2017), *Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry*, *International Economics and Economic Policy*, pp. 1-25.

## Anexos

## Anexo 1

### Marco teórico

En una primera sección de este anexo se presentan los principales conceptos que vinculan el enfoque de economía circular con la teoría económica. Una segunda sección presenta el marco teórico detallado de los modelos de insumo producto.

#### 1. Economía circular

##### a) Concepto de economía circular

El modelamiento de los efectos macro de la economía circular parte de la importancia que tienen las relaciones económicas en la dinámica de los materiales y viceversa. La actividad económica genera demanda por producción de bienes y servicios, los procesos productivos demandan materias primas y estas demandan recursos naturales. Los recursos naturales no renovables ven reducidos sus existencias y en el caso de los renovables los resultados dependen de la velocidad de extracción y la velocidad de renovación del recurso. Si los recursos se extraen a una velocidad mayor que la velocidad en la que se renuevan, terminarán agotándose y en caso contrario, se presentará una renovación neta. El problema es que cuando la población y la actividad económica crecen la velocidad de extracción aumenta, mientras que la velocidad de renovación, si cambia, lo hace a una velocidad más estable.

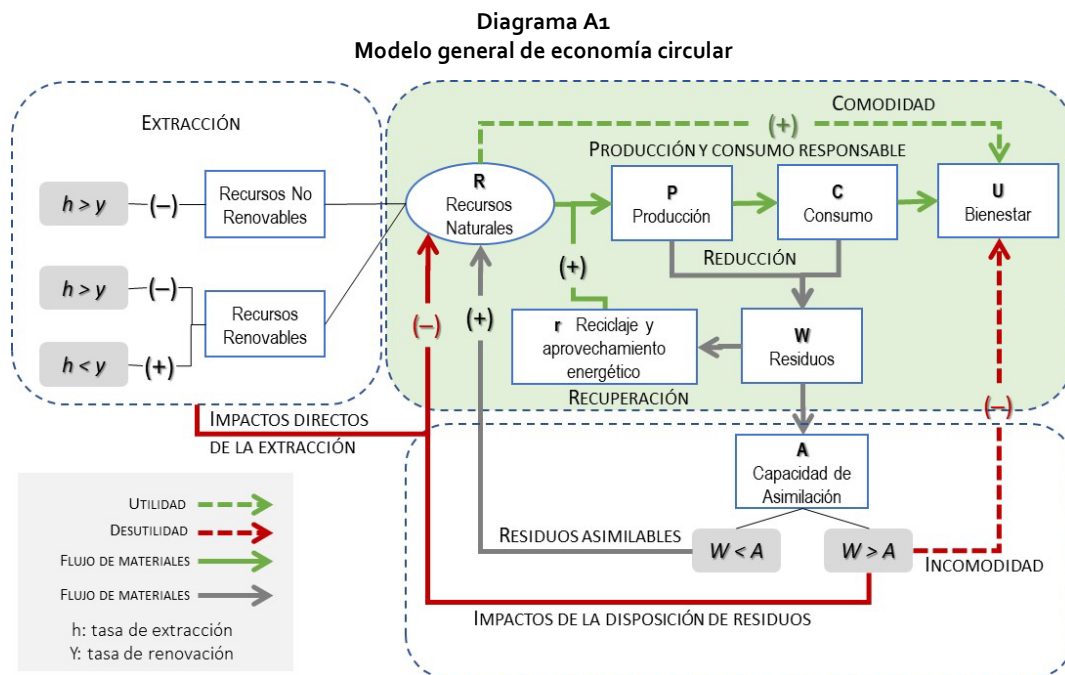
Las ineficiencias implícitas en este esquema están en que, en la economía tradicional, no todo el producto se consume, no todos los materiales se incorporan en el producto y en la extracción de materias primas, se generan también desperdicios que implican impactos ambientales. Esas tres ineficiencias tienen como consecuencia la generación permanente y acumulación de residuos que generalmente vuelven a la naturaleza, la cual en algunos casos podría re-asimilarlos (como en el caso de algunos biodegradables) pero en la mayoría de los casos no, generándose un impacto negativo directo sobre los ecosistemas y una reducción en el nivel de bienestar de la población.

La conservación de los equilibrios naturales, mediante la reducción de las tasas de extracción, además de asegurar la renovabilidad de los recursos aumenta el bienestar de la población por la posibilidad de disfrute de la naturaleza. La producción responsable busca reducir la extracción de recursos mediante diseño inteligente y eficiente de productos y procesos de producción, así como reducir la producción de residuos. El consumo responsable busca reducir la demanda por productos que generan impactos ambientales y gestiona sus residuos para reducirlos, aprovecharlos o facilitar su reincorporación en el ciclo productivo.

Por otra parte, la acumulación de la disposición de residuos generalmente ha derivado en afectaciones ambientales que se traducen en incomodidades e impactos en salud que llevan a reducir la utilidad social. En la disposición final algunos de los residuos pueden ser aprovechados para usos como la generación de energía, de manera que se puedan reducir sus impactos.

El siguiente diagrama adaptado del planteado por Pierce and Turner en los años noventa, esquematiza estas relaciones.

La economía circular plantea la necesidad de estrategias para reducir el uso de materiales y los desperdicios tanto en la producción como en el consumo, así como recuperar o reutilizar materiales dentro de los procesos y también en el consumidor. Ese tipo de estrategias busca tener como consecuencia, reducir la generación de residuos, aumentar el aprovechamiento y la recuperación disminuyendo también la extracción y por lo tanto sus externalidades.

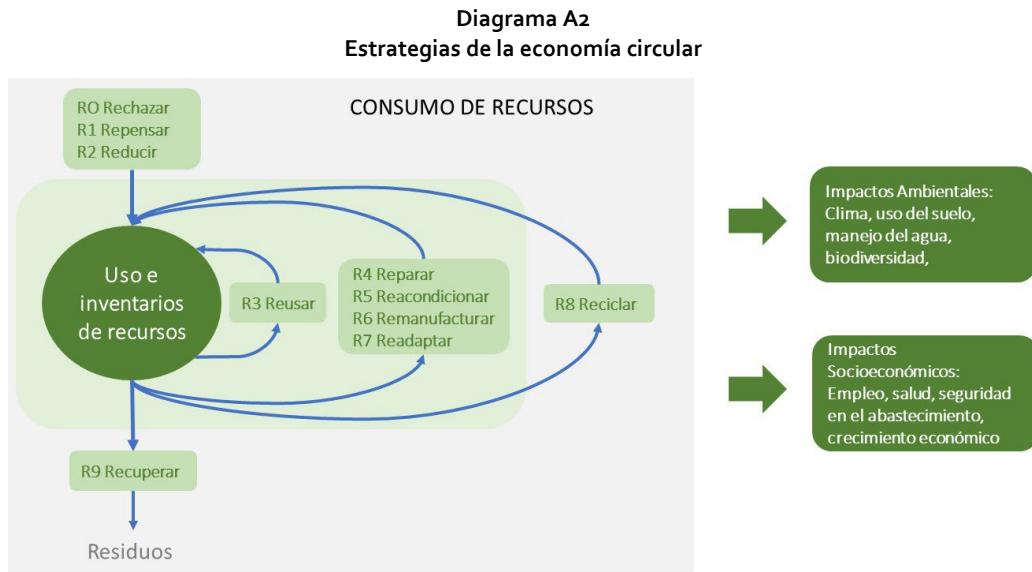


### i) Estrategias de economía circular

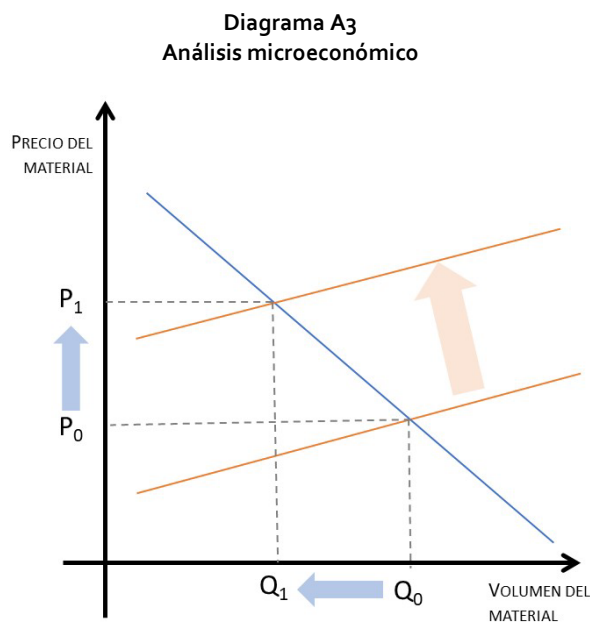
El tipo de estrategias que generalmente se plantean para lograr los objetivos de la economía circular han sido sintetizadas por la Plataforma para la Aceleración de la Economía Circular PACE (2021) mediante diez verbos por R:

- i) R0 Rechazar: hacer que productos existentes queden obsoletos o ya no sean necesarios, prescindiendo de ellos o introduciendo alternativas a través de nuevos sistemas de servicio de productos (PSS).
- ii) R1 Repensar: intensificar el uso del producto, por ejemplo, a través del uso compartido o productos multipropósito.
- iii) R2 Reducir: aumentar la eficiencia del material, es decir, producir utilizando menores cantidades de materias (primas).
- iv) R3 Reutilizar: reutilización de productos existentes por parte de otros consumidores o usuarios,
- v) R4 Reparar: reparación/mantenimiento de productos defectuosos y para su uso posterior por el mismo usuario.
- vi) R5 Reacondicionar: reacondicionamiento de productos obsoletos o desactualizados para encontrarles nuevos usos y una demanda actual.
- vii) R6 Remanufacturar: uso de módulos o componentes de un producto viejo o dañado para elaborar un nuevo producto con la misma función.
- viii) R7 Readaptar/reconvertir: uso de módulos o componentes de un producto dañado en un nuevo producto con diferente función.
- ix) R8 Reciclar: proceso para producir materiales de igual o menor calidad a partir de residuos.
- x) R9 Recuperar: incineración de materiales con recuperación de energía.

La siguiente figura presenta dichas estrategias.



En términos económicos, lo que se busca es internalizar las externalidades que se presentan mediante la incorporación del costo social y ambiental de dicha externalidad dentro del precio de los productos. El costo social y ambiental no es fácil de medir, pero puede acotarse como mínimo al costo que tienen las actividades de remediación, es decir las actividades de recuperación de los materiales y en incorporación de estos en el ciclo productivo nuevamente. La siguiente figura presenta la lógica económica a nivel microeconómico.





El enfoque de la economía circular ha evolucionado a una visión más holística y las políticas de economía circular incorporan muchos aspectos adicionales a los flujos de materiales, como puede ser el manejo de las infraestructuras para tener una relación amigable con el ambiente o la forma como se gestionan los procesos, cómo se seleccionan los materiales para prevenir los impactos manejo de los materiales, cómo se obtienen otras eficiencias en los procesos productivos adicionales a las derivadas del reciclaje, el aprovechamiento, el reproceso, la recuperación, la reducción del uso, la reutilización y la recuperación. Sin embargo, la modelación exige realizar unas simplificaciones que permitan configurar un conjunto de análisis manejable.

Así pues, desde el punto de vista del flujo de materiales, en la economía existen un conjunto de sectores primarios que se dedican a la extracción de recursos naturales, como son la silvicultura, la minería, o la extracción de petróleo y gas. Esos sectores extraen materiales, hacen un procesamiento mínimo para garantizar su transporte y manejo y venden las materias primas a sectores de procesamiento básico productores de diferentes tipos de materiales o bienes intermedios como el sector de madera, de papel, de plástico, de vidrio, de cemento y otros materiales de construcción o el de materiales metálicos y metalurgia básica. El siguiente paso es que los materiales producidos por estos sectores de procesamiento básico son adquiridos por otros sectores de fabricación de productos de consumo final, como pueden ser las industrias manufactureras livianas (muebles, textil, alimentos, editorial, manufacturas diversas, construcción) e industria pesada (maquinaria y equipo, material de transporte, industria química y refinería, aparatos electrónicos). Estos bienes finales pasan por el sector terciario, para su distribución usando servicios de transporte y comercio o son consumidos por otros sectores productores de servicios como (educación, salud, seguridad, gobierno, servicios financieros, y servicios personales). En el último eslabón está el consumidor final el cual recibe bienes y servicios que han acumulado valor a través de toda esta cadena.

Desde el punto de vista del flujo de materiales, en un escenario sin economía circular, en cada eslabón de la cadena se generan residuos de material que terminan retornando a los ecosistemas, los cuales los pueden absorber hasta el límite de nivel de saturación. A partir de ese punto se generan impactos ambientales y sociales que se constituyen en externalidades negativas. En un escenario con economía circular se verían cambios en los procesos productivos internos a los sectores, de manera que se aprovechen o reprocesen los materiales antes de convertirse en residuos. También en este escenario pueden existir políticas de incentivos o de involucramiento de los consumidores, para que tomen decisiones de reducción de consumo, rechazo de productos contaminantes o de reutilización de sus residuos.

Los flujos de materiales como los del diagrama A4 se pueden simular y modelar para materiales muy específicos, pero como los diferentes materiales no son agregables por estar en muy variadas unidades de medida, resulta muy complejo hacerlo a nivel macro, para evaluar en conjunto el efecto esperado de unas políticas específicas. Para ello se deben simular flujos más homogéneos como los que se dan en valores monetarios a través de las cuentas nacionales. En la siguiente sección se presenta una rápida introducción a los sistemas de cuentas nacionales y a la notación correspondiente para la formulación del modelo macroeconómico.

## 2. Modelos de insumo producto

### a) Las transacciones agregadas en las Cuentas Nacionales

El propósito de cualquier sistema de cuentas nacionales consiste en describir el funcionamiento de una economía. Este permite registrar las transacciones que se presentan en el proceso de generación y uso del producto y puede definirse a diferentes niveles de agregación de las actividades económicas (Lora & Prada, 2016). Naciones Unidas lo define de la siguiente forma: *“El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) es el conjunto normalizado y aceptado internacionalmente de recomendaciones relativas a la elaboración de mediciones de la actividad económica de acuerdo con convenciones contables estrictas, basadas en principios económicos”* (Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial, 2009).



La manera como se presentan los datos macroeconómicos en las cuentas nacionales busca ser de utilidad para el análisis económico, a la toma de decisiones y a la formulación de la política económica. En general todas las cuentas se presentan de manera condensada, pero para la obtención de cada dato, hay un gran volumen de información detallada, organizada de acuerdo con el funcionamiento de la economía, para que también puedan ser comparables entre países. Las metodologías de contabilidad que se utilizan buscan generar un registro completo y pormenorizado de las actividades económicas que tienen lugar dentro de una economía y caracterizar la interacción entre los diferentes agentes o grupos de agentes económicos, en los mercados o en otros ámbitos (Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial, 2009).

Los SCN actuales agrupan las transacciones en cuatro grandes categorías (Lora & Prada, 2016):

- i) Bienes y servicios: describen el origen (productos nacionales o importados) y utilización (consumo, inversión, etcétera) de los bienes y servicios que circulan en un país.
- ii) Distributivas: registran la forma en la que los ingresos generados en la producción se distribuyen entre los individuos e instituciones que participan en la misma.
- iii) Financieras: agrupan todas las actividades relacionadas con la adquisición de derechos (activos) y obligaciones (pasivos) representados en instrumentos financieros.
- iv) Otras partidas de acumulación. incluyen las demás transacciones que modifican o alteran el valor de los activos y pasivos.

El núcleo del SCN está constituido por la producción de bienes y servicios, los cuales pueden consumirse durante el mismo período en que se producen o acumularse para su utilización futura. El valor agregado generado por la producción está representado en el PIB. El ingreso correspondiente al PIB se distribuye entre los distintos agentes o grupos de agentes, y es ese proceso de distributivo lo que le permite a un agente consumir bienes y servicios producidos por otro agente o acumularlos para su consumo posterior (Naciones Unidas, FMI, EUROSTAT, OCDE y Banco Mundial, 2009).

En Lora y Prada (2016) se presenta un esquema simplificado de los principales agregados económicos de las cuentas nacionales, donde:

- La Producción hace pagos al resto del mundo por importaciones; a los agentes del Consumo (hogares, dueños de los medios de producción, Gobierno) les remunera con pagos al trabajo, excedentes e impuestos.
- El Consumo hace pagos a la producción al comprar bienes y servicios producidos; El Consumo entrega recursos a la cuenta de Acumulación cuando ahorra.
- La producción registra un flujo hacia Acumulación cuando consume el capital fijo y la Acumulación registra un flujo hacia la producción cuando se adquieren dichos bienes de capital (inversión bruta).
- El resto del mundo por su parte tiene flujos hacia la Producción cuando paga por las exportaciones; tiene flujos hacia el Consumo cuando se reciben ingresos para los factores o transferencias desde el exterior; y hacia la cuenta de acumulación como ahorro neto<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Como resulta improbable que las exportaciones e importaciones estén balanceadas, aparecerá un saldo que representa el ahorro externo, o sea, la financiación neta recibida del exterior (Lora & Prada, 2016).

Si estos flujos se organizan en una matriz en donde las filas representan las flechas que salen y las columnas las flechas que entran<sup>9</sup> se pueden tener una tabla como la siguiente:

**Cuadro A1**  
**Matriz simplificada de agregados económicos**

Entradas	Producción	Agentes de consumo	Acumulación	Resto del mundo	Total
Salidas					
Producción		C: Consumo	I: Inversión	X: Exportaciones –M: Importaciones	PIB: Producto Interno Bruto
Agentes de consumo	Yin: Ingresos de los factores internos II: Impuestos Indirectos –SS: Subsidios y transferencias			Yx: Ingresos desde el exterior Trx: Transferencias netas del exterior	Yc: ingresos corrientes privados y del gobierno
Acumulación		S: Ahorro		Sx: Ahorro externo neto	I: Inversión
Resto del mundo					
Total	PIB: Producto Interno Bruto	Yc: ingresos corrientes privados y del gobierno	I: Inversión	0	

Fuente: Adaptación de los autores de (Lora & Prada, 2016).

En esta matriz se configuran tres equilibrios macroeconómicos básicos:

- i) El PIB se puede calcular por la vía de la oferta (remuneraciones) o de la demanda (bienes y servicios):

$$PIB = C + I + X - M = Yin_f + (II - SS) \quad (\text{Ecuación A1})$$

- ii) Los ingresos corrientes internos y externos que no se consumen, se ahorran internamente

$$Yc = Yin_f + (II - SS) + Yx + Trx = C + S \quad (\text{Ecuación A2})$$

- iii) La inversión se equilibra con el ahorro (interno y externo)

$$I = S + Sx \quad (\text{Ecuación A3})$$

## b) Las transacciones entre los sectores productivos

Para la caracterización de las transacciones intersectoriales, que pueden ser indicativas de los flujos de materiales, los SCN definen un conjunto de matrices que permiten a partir de la información disponible de los agentes económicos llegar a lo que se denomina una matriz de insumo producto.

Los primeros esfuerzos por analizar los flujos interindustriales en economía datan de la primera mitad del siglo XVIII con el modelo de *Tableau Economique* de Francois Quesnay, el cual representaba las transacciones productivas de la economía centrada en el sector agrícola y permitía estudiar la interdependencia entre diferentes procesos de producción. A finales del siglo XIX Leon Walras, en desarrollo de su teoría del equilibrio, introdujo el concepto de coeficientes fijos de producción para caracterizar las relaciones entre factores y productos<sup>10</sup>. Sin embargo, el marco conceptual completo del modelo de insumo-producto se plantea a mediados del siglo XX por parte de Wassily Leontief (DANE-Dirección de Síntesis de Cuentas Nacionales, 2013).

<sup>9</sup> Para efectos de mostrar el cálculo del PIB, las importaciones se toman en la fila de Producción como negativas. Si se dejarán en la columna de producción y en la fila de Resto del mundo, el total de la fila sería la demanda (interna y externa) por bienes y servicios nacionales y la columna la oferta (al interior del país) de bienes y servicios tanto nacionales como importados.

<sup>10</sup> Una matriz de coeficientes fijos conecta las cantidades de los factores con las cantidades de producto resultantes y los precios de los factores y los precios de los productos.

El modelo de insumo producto está centrado en la Matriz de Insumo Producto (MIP) y en el equilibrio de la oferta y la demanda a nivel macroeconómico. La MIP contiene tres sub-matrices: una matriz de transacciones en donde se presentan las compras y ventas de insumos entre sectores en desarrollo de sus procesos productivos; una matriz que caracteriza el valor agregado sectorial; y otra matriz que caracteriza la demanda final sectorial.

Cada fila  $i$  de la matriz de transacciones indica el valor de las ventas del producto del sector  $i$  (como insumo o producto intermedio) a cada uno de los sectores  $j$ . Así mismo, cada fila de la matriz de demanda final indica el valor de las ventas del producto del sector  $i$  (como producto terminado) a los consumidores e inversionistas, así como al resto del mundo. Allí también se totaliza la demanda final calculada restando las importaciones de productos finales de dicho sector  $i$ . También se incluye la demanda interna total, la cual se calcula como la suma de las ventas intermedias y la demanda final (Rodríguez, 2004).

Cada columna  $j$  de la matriz de transacciones contiene las compras que el sector  $j$  realiza de insumos provenientes de cada uno de los sectores  $i$ . Así mismo cada columna de la matriz del valor agregado contiene las remuneraciones de los factores (salarios, ingresos de independientes, excedentes e impuestos) de cada uno de los sectores  $j$ . Allí también se totaliza el valor agregado de cada sector  $i$  y la oferta total interna o Valor Bruto de la Producción (VBP), el cual se calcula como la suma de las compras o consumos intermedios y el valor agregado (Rodríguez, 2004).

El siguiente cuadro presenta la estructura de la matriz de insumo producto.

En general la producción de cada sector utiliza de cada uno de los otros sectores tanto insumos de producción nacional como importados, sin embargo para modelar los vínculos intersectoriales dentro del país es necesario aislar los insumos importados y concentrarse en los flujos entre los sectores domésticos. Por esa razón existe tanto una fila como una columna de insumos importados. En el vector columna —que hemos llamado MI— se totalizan los insumos importados con origen en cada sector (MI será el total de insumos importados desde el sector  $i$  de algún otro país). En el vector columna —que hemos llamado MJ— se totalizan los insumos importados que tienen como destino a cada sector (MJ será el total de insumos importados que llegan de los demás países al sector doméstico  $j$ ).

**Cuadro A2**  
**Matriz de insumo producto**

		Producción						Demanda final							
		Sector 1	Sector 2	...	Sector j	...	Sector n	Subtotal	+Consumo	+Inversión	+Exportación	-Importación	Subtotal demanda final	Importación de insumos del sector i	Total demanda
Compras ←	Ventas→														
	Producción	Sector 1	$A_{11}$	$A_{12}$	...	$A_{1j}$	...	$A_{1n}$	$VI_1$	$C_1$	$I_1$	$X_1$	$-M_1$	$DF_1$	$MI_1$
Sector 2		$A_{21}$	$A_{22}$	...	$A_{2j}$	...	$A_{2n}$	$VI_2$	$C_1$	$I_2$	$X_2$	$-M_2$	$DF_2$	$MI_2$	$DT_2$
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Sector i		$A_{i1}$	$A_{i2}$	...	$A_{ij}$	...	$A_{in}$	$VI_i$	$C_i$	$I_i$	$X_i$	$-M_i$	$DF_i$	$MI_i$	$DT_i$
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Sector n		$A_{n1}$	$A_{n2}$	...	$A_{nj}$	...	$A_{nn}$	$VI_n$	$C_n$	$I_n$	$X_n$	$-M_n$	$DF_n$	$MI_n$	$DT_n$
<b>Subtotal</b>		$CI_1$	$CI_2$	...	$CI_j$	...	$CI_n$	$CI = VI$	$C$	$I$	$X$	$-M$	$DF$	$MI$	$DT$
<b>Total insumos importados por sector j</b>		$MJ_1$	$MJ_2$	...	$MJ_j$	...	$MI_n$	$MI$							
Valor agregado	Remuneración a asalariados	$RA_1$	$RA_2$	...	$RA_j$	...	$RA_n$	$RA$							
	Ingreso mixto	$IM_1$	$IM_2$	...	$IM_j$	...	$IM_n$	$IM$							
	Excedente de explotación	$EE_1$	$EE_2$	...	$EE_j$	...	$EE_n$	$EE$							
	Impuestos menos subsidios	$IS_1$	$IS_2$	...	$IS_j$	...	$IS_n$	$IS$							
Subtotal valor agregado		$VA_1$	$VA_2$	...	$VA_j$	...	$VA_n$	$VA$							
<b>Total Valor Bruto de la Producción</b>		$VBP_1$	$VBP_2$	...	$VBP_j$	...	$VBP_n$	$VBP$							

Fuente: Adaptación de los autores de (Lora & Prada, 2016).

Del anterior cuadro se pueden derivar las siguientes ecuaciones por las filas:

La suma horizontal de transacciones intersectoriales  $A_{ij}$  son las ventas intermedias del sector  $i$ ,

$$VI_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} \quad (\text{Ecuación A4})$$

La suma horizontal de las ventas de productos finales, excluyendo los importados e incluyendo los vendidos al resto del mundo, constituye la demanda final del sector  $i$ ,

$$DF_i = C_i + I_i + X_i - M_i \quad (\text{Ecuación A5})$$

La demanda total para el sector  $i$  está dada por la suma de las ventas intermedias (insumos nacionales e importados) y la demanda final (productos terminados)

$$DT_i = (VI_i + MI_i) + DF_i \quad (\text{Ecuación A6})$$

También se pueden derivar las siguientes ecuaciones por las columnas:

La suma vertical de transacciones intersectoriales  $A_{ij}$  es el consumo intermedio del sector  $j$ ,

$$CI_j = \sum_{i=1}^n A_{ij} \quad (\text{Ecuación A7})$$

La suma vertical de las remuneraciones a los factores es el valor agregado del sector  $j$ ,

$$VA_j = RA_j + IM_j + EE_j + IS_j \quad (\text{Ecuación A8})$$

El Valor Bruto de la Producción (VBP) del sector  $j$  es la suma de los consumos intermedios nacionales, los consumos intermedios importados por  $j$  y su valor agregado.

$$VBP_j = CI_j + MJ_j + VA_j \quad (\text{Ecuación A9})$$

El equilibrio de la economía interna implica que todo lo que se produce tiene algún destino (o se vende o se acumula en forma de inventarios, lo cual es una forma de inversión). Entonces el Valor Bruto de la Producción debe ser igual a la demanda total.

$$VBP_i = DT_i \quad (\text{Ecuación A10})$$

$$VBP_i = (VI_i + MI_i) + C_i + I_i + X_i - M_i \quad (\text{Ecuación A11})$$

Adicionalmente se pueden derivar otras definiciones macroeconómicas que representan equilibrios en los mercados de bienes y servicios como por ejemplo, que la demanda final por productos terminados (DF) debe poder comprarse con los ingresos de los factores de producción y del Gobierno. Para totalizar los ingresos, al valor agregado se le deben sumar los impuestos que se aplican a las importaciones ( $Tm$ ), que si bien no son un valor agregado nacional, corresponden a un ingreso que puede ser gastado en la compra de bienes y servicios finales. A este último concepto es a lo que se le denomina Producto Interno Bruto (PIB).

$$PIB = VA + Tm = C + I + X - M \quad (\text{Ecuación A12})$$

Si bien esto debe cumplirse en el agregado total, no hay nada que indique que el ingreso de un sector específico se gaste en los productos de su mismo sector, por lo cual este equilibrio no es sectorial, (Rodríguez, 2004).

Como a través de la matriz de insumo producto se pueden modelar las compras de materiales entre sectores, resulta una herramienta importante para la modelación macroeconómica de la transición a la economía circular.

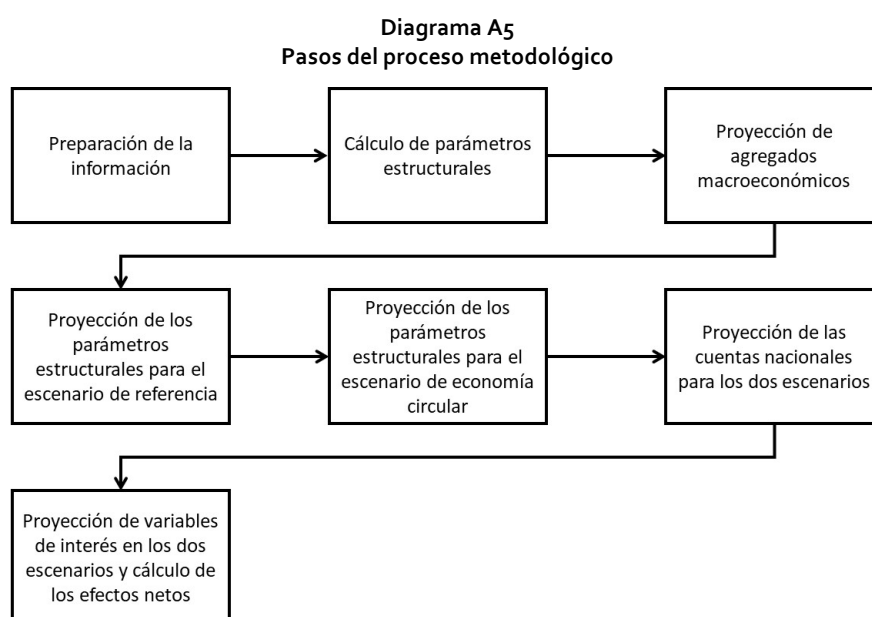
## Anexo 2

### Metodología detallada

El enfoque general de este modelo, como se ha explicado implica proyectar a futuro el comportamiento de la economía de cada país en dos escenarios: uno en el cual no se implementan nuevas políticas de economía circular y otro en el que dichas políticas sí se implementan y se logran.

Para ello es necesario establecer un conjunto de parámetros estructurales, definir cuáles de ellos pueden verse afectados por la política y simular el comportamiento de la economía bajo esos supuestos, de acuerdo con el escenario correspondiente.

Los pasos generales del proceso metodológico se presentan en el siguiente diagrama.



Fuente: Elaboración de los autores.

A continuación, se presentan los detalles y fórmulas de cálculo involucradas en estos pasos de la estructuración del modelo.

#### 1. Preparación de la información

Es importante mencionar que existen ciertas precisiones o supuestos del modelo de Leontief, que no necesariamente coinciden con la forma en la cual se encuentran los datos en la realidad, dentro de las cuales se cuentan las siguientes:

##### a) Agregación sectorial

Las cifras sectoriales en la mayoría de los países vienen desagregadas entre 30 y 60 actividades económicas. Estas se pueden agregar para reducir la complejidad del modelo y hacerlo manejable. Como lo que se busca es caracterizar los resultados a través de la cadena de agregación de valor conviene separar los sectores primarios (Agropecuario, Minería, etc.) de los que hacen el procesamiento básico que se desea estudiar (plástico, materiales metálicos, materiales de construcción, combustibles derivados del petróleo).

También conviene tener separados los sectores que usan estas materias primas como los sectores de industria liviana como los de industria pesada, construcción y servicios. Se debe establecer una correlativa entre los sectores a los que se desea agrupar y los sectores originales de las matrices existentes en el Sistema de Cuentas Nacionales del país en estudio.

En el caso de la matriz de transacciones, se debe agrupar tanto horizontal como verticalmente, para obtener una matriz cuadrada.

#### **b) Transacciones entre productos**

En principio cada transacción  $A_{ij}$  representa el valor del producto intermedio del sector  $i$  que es necesario para elaborar el producto del sector  $j$ . Esto implica suponer suficiente homogeneidad entre los productos del mismo sector.

Además es común que en la realidad, las empresas productoras pueden tener diferentes líneas de producción o desarrollar actividades que corresponden a diferentes sectores. Por ejemplo, una empresa industrial puede desarrollar actividades de construcción para ampliar sus instalaciones, de transporte para la distribución de sus productos o de comercio para venderlos. Así pues, las estructuras de costo generalmente están a nivel de rama de actividad económica en las columnas y en tipos de producto para las filas.

La metodología del SCN prevé esta situación y cuenta con dos tipos de matrices: una denominada Matriz de Oferta, que indica cuánto de cada producto se está produciendo en cada rama; y otra denominada Matriz de Utilización que indica cuánto de cada producto compró cada rama para desarrollar sus diferentes procesos productivos. Usando la estructura de la matriz de oferta y aplicándola a las ramas de la matriz de utilización es posible obtener entonces la matriz de transacciones producto vs producto que se requiere para el análisis.

En algunos países los institutos de estadística o los bancos centrales se encargan de hacer esta operación, pero en otras es un ejercicio que se debe realizar previo a la implementación del modelo.

#### **c) Datos a precios básicos o a precios de comprador**

Otro inconveniente que se presenta es que la oferta está valorada a precios básicos o a precios de productor, es decir lo que vale al final del proceso productivo, mientras que la demanda está valorada a precios de consumidor, es decir lo que paga el comprador por los productos. Esto implica que los totales de la oferta sean distintos a los de la demanda.

Para homogenizar los precios se requiere entonces redistribuir los márgenes de comercialización y transporte, que están en dichos sectores e incorporarlos como un costo más de la producción. Igualmente en algunos sistemas estadísticos este ajuste ya se encuentra realizado mientras que en otros es necesario llevarlo a cabo.

#### **d) Bienes intermedios importados**

Como en general lo que se quiere modelar es el efecto de ciertas políticas sobre el comportamiento de los procesos productivos al interior del país, el modelo supone que la matriz de transacciones contiene las transacciones entre agentes al interior del país. Es decir que la matriz de transacciones en cada celda no solo contiene el elemento  $A_{ij}$  sino  $(A_{ij} + M_{ij})$  incluyendo el valor de los insumos  $i$  importados por el sector  $j$ .

Para obtener las transacciones internas y a la vez no subestimar el valor de los consumos intermedios totales y el VBP, se debe contar con una matriz de importaciones con elementos  $M_{ij}$  que presente los valores de compra en moneda nacional, de los insumos importados en cada sector y por cada tipo de producto importado. Se puede crear un sector de importación de insumos en donde se

agreguen todos esos valores  $M_j = \sum_{i=1}^n M_{ij}$ . Sin embargo, es necesario contar con la matriz de insumos importados porque en el escenario con políticas de economía circular se simularán cambios en los coeficientes técnicos de importación.

### e) Agregados económicos a precios constantes

En la medida que lo que interesa del modelo es aproximarse al comportamiento de las cantidades, es conveniente trabajar todos los datos de las cuentas nacionales a precios constantes de un año base. En particular resulta conveniente utilizar el mismo año base de la construcción de la matriz de insumo producto.

## 2. Cálculo de parámetros estructurales

Para proyectar las transacciones intersectoriales, los componentes de la demanda final y los del valor agregado es necesario hacer las siguientes definiciones:

- **Proporciones de insumos nacionales.** Es la relación entre el valor del insumo comprado a productores nacionales  $A_{ij}$  y el valor total del insumo ( $A_{ij} + M_{ij}$ ).

$$\alpha_{ijt} = \frac{A_{ijt}}{(A_{ijt} + M_{ijt})} \quad (\text{Ecuación A13})$$

- **Coefficientes técnicos de producción.** Son un conjunto de proporciones que indican la relación entre cada transacción intersectorial (compra venta del insumo  $i$  en el sector  $j$ ) y el VBP del sector  $j$  que compra el insumo. Se incorpora también subíndice de tiempo para controlar los posibles cambios de dichos coeficientes en el tiempo.

Nacionales:

$$a_{ijt} = \frac{A_{ijt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A14})$$

Importados:

$$\mu_{jt} = \frac{M_{jt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A15})$$

**Coefficientes de valor agregado.** Son similares a los coeficientes técnicos pero sirven para registrar la estructura distributiva del valor agregado y reproducirla en las proyecciones.

- Coeficiente de remuneración a asalariados:

$$ra_{jt} = \frac{RA_{jt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A16})$$

- Coeficiente de ingreso mixto:

$$im_{jt} = \frac{IM_{jt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A17})$$

- Coeficiente de excedente bruto de explotación:

$$ee_{jt} = \frac{EE_{jt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A18})$$

- Coeficiente de impuestos indirectos menos subsidios y transferencias:

$$is_{jt} = \frac{IS_{jt}}{VBP_{jt}} \quad (\text{Ecuación A19})$$



Relación PIB/Valor Agregado. La diferencia entre PIB y valor agregado es pequeña, y está dada por los impuestos aplicados a las importaciones.

$$rpv_{jt} = \frac{PIB_{jt}}{VA_{jt}} \quad (\text{Ecuación A20})$$

**Participaciones sectoriales en la demanda final:** corresponden a la distribución de cada componente de la demanda a través de los sectores  $i=1\dots n$ . Estas participaciones al ser proyectadas permiten distribuir sectorialmente los pronósticos de los componentes de la demanda. Se definen como el valor de la variable a nivel sectorial sobre el total de la variable correspondiente.

- Participaciones en el Consumo:

$$c_{it} = \frac{C_{it}}{C_t} \quad (\text{Ecuación A21})$$

- Participaciones en la Inversión:

$$i_{it} = \frac{I_{it}}{I_t} \quad (\text{Ecuación A22})$$

- Participaciones en la Exportación:

$$x_{it} = \frac{X_{it}}{X_t} \quad (\text{Ecuación A23})$$

- Participaciones en la Importación:

$$m_{it} = \frac{M_{it}}{M_t} \quad (\text{Ecuación A24})$$

### 3. Proyección econométrica de los agregados macroeconómicos

Tanto para el escenario con política como para el escenario sin política, es necesario contar con unas proyecciones de las tendencias de crecimiento de los componentes de la demanda final. Lo usual es proyectar los crecimientos del PIB, del Consumo, de la Inversión y de las Importaciones. El valor proyectado de las importaciones saldría por residuo para garantizar el equilibrio macroeconómico.

El tipo de modelos macroeconómicos más recomendable en estos casos es el de Cointegración y Corrección de Errores Vectorial (VEC por sus siglas en inglés) el cual tiene la siguiente estructura:

- Un sistema de ecuaciones de cointegración:

$$\mathbf{Z}_t = \Lambda \cdot \mathbf{Y}_t \quad (\text{Ecuación A25})$$

En donde  $\mathbf{Y}_t$  es el vector que contiene las cuatro variables de interés expresadas en logaritmos naturales

$$\mathbf{Y}_t = \begin{bmatrix} \ln PIB_t \\ \ln C_t \\ \ln I_t \\ \ln M_t \end{bmatrix} \quad (\text{Ecuación A26})$$

$\mathbf{Z}_t$  es un vector de variables<sup>11</sup> estacionarias que representan el desequilibrio en los mercados en donde estas variables interactúan.

- Un sistema de ecuaciones de corrección de errores

$$\Delta \mathbf{Y}_t = \sum_{k=1}^T \Gamma_k \Delta \mathbf{Y}_{t-k} - \Phi \mathbf{Z}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (\text{Ecuación A27})$$

<sup>11</sup> El número de variables en el vector Z puede variar de un país a otro y depende del número de relaciones de cointegración que resulten al hacer las correspondientes pruebas de hipótesis econométricas.

En donde  $\Delta Y_t$  es el cambio de las variable de un periodo al siguiente ( $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ );  $\Gamma_k$  son matrices de coeficientes estimados que relacionan el cambio de cada variable con el k-ésimo rezago del cambio en ella misma y las otras;  $T$  es el número de rezagos que permitan el mejor ajuste del modelo;  $\phi$  es una matriz de coeficientes estimados (usualmente negativos) que indican la manera como cada serie busca estabilizarse cuando se encuentra en desequilibrio frente a las otras tres; y finalmente  $\varepsilon_t$  es un vector de errores aleatorios que contiene cuatro variables de error (una por cada ecuación o variable). Es necesario que estos errores sean estacionarios, es decir estables.

Una vez se tienen estimados los coeficientes del modelo, estos se pueden utilizar para con base en los valores de los rezagos, ir conformando las proyecciones de corto y largo plazo de cada una de las cuatro variables, realizando el siguiente procedimiento iterativamente.

- Proyectar el cambio en las variables en  $t+1$ , a partir de la información disponible

$$\Delta \hat{Y}_{t+1} = \sum_{k=0}^{T+1} \Gamma_{k+1} \Delta Y_{t-k} - \phi Z_t \quad (\text{Ecuación A28})$$

- Actualizar el nivel de las variables macroeconómicas

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + \Delta \hat{Y}_{t+1} \quad (\text{Ecuación A29})$$

- Actualizar el valor de las variables de desequilibrio

$$\hat{Z}_{t+1} = B \cdot \hat{Y}_{t+1} \quad (\text{Ecuación A30})$$

Para cualquiera de los períodos subsiguientes ( $t+H$ ) se utiliza el mismo procedimiento reemplazando valores observados por proyectados en los periodos en donde se requiera

$$\Delta \hat{Y}_{t+H} = \sum_{h=1}^{H-1} \Gamma_{H-h} \Delta \hat{Y}_{t+h} + \sum_{k=0}^{T+H-1} \Gamma_k \Delta Y_{t-k} - \phi \hat{Z}_{t+H-1} \quad (\text{Ecuación A31})$$

$$\hat{Y}_{t+H} = \hat{Y}_{t+H-1} + \Delta \hat{Y}_{t+H} \quad (\text{Ecuación A32})$$

$$\hat{Z}_{t+H} = \Lambda \cdot \hat{Y}_{t+H} \quad (\text{Ecuación A33})$$

#### 4. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de referencia

Para proyectar los parámetros estructurales como los coeficientes técnicos o las participaciones sectoriales de la demanda final o la proporción de insumos nacionales en el escenario de referencia se conservaron los valores obtenidos para el año de base y se supuso que no se presentarán cambios estructurales en ausencia de políticas sobre economía circular.

Este supuesto es bastante adecuado para los coeficientes técnicos y para la proporción de insumos importados, porque no suelen cambiar demasiado de un año a otro. Las participaciones sectoriales de la demanda podrían fluctuar un poco más.

En el caso en que se cuente con información histórica de estos parámetros que muestre una alta dispersión y se sospeche que el año de base no es completamente representativo, se podrían proyectar usando un promedio móvil de varios años, de manera que la serie proyectada se estabilice en el largo plazo y se garantice que las participaciones sigan sumando el 100%.

Así pues la matriz inversa de Leontief proyectada para el horizonte de evaluación en el caso del escenario de referencia o Business as Usual (BAU) es la misma que se calcula para el año base.

#### 5. Proyección de los parámetros estructurales para el escenario de economía circular

Para proyectar los parámetros estructurales en el escenario de intervención se deben fijar las metas para los parámetros sobre los que se busca el efecto y el año en el que se piensan alcanzar, para generar una trayectoria desde el año base hasta esa fecha.

En el caso de los coeficientes técnicos —que deben sumar 100% en el conjunto de los sectores y componentes del valor agregado— y las participaciones sectoriales, —que deben sumar 100% en el conjunto de los sectores— la diferencia entre la suma de las metas en los sectores con meta y la suma de los mismos parámetros en el año base se deben distribuir proporcionalmente entre los componentes del valor agregado cada sector. En el caso de las participaciones sobre el consumo la reducción de las participaciones de los sectores focalizados por la política, se deben redistribuir en el resto de los sectores de consumo de manera proporcional.

Por ejemplo, supongamos una agregación sectorial de 12 actividades económicas, en donde se tienen unas metas para las participaciones sectoriales en el consumo para los sectores 4, 5 y 7. Que se deben cumplir en el año  $t+H$ , siendo  $t$  el último año con información disponible y  $H$  el número de periodos hasta completar el horizonte de evaluación (en este caso 2030). Sean  $c_{4,t+H}^*$ ,  $c_{5,t+H}^*$  y  $c_{7,t+H}^*$  las metas que se busca alcanzar con la aplicación de la política.

Para los sectores  $i$  que pertenecen al conjunto  $\{i = 4, i = 5, \text{ ó } i = 7\}$  la proyección para cualquier periodo  $t+h$  entre  $h=1$  y  $h=8$ , la participación se calcula como:

$$\hat{c}_{i,t+h}^* = \hat{c}_{i,t+h-1}^* + \frac{\hat{c}_{i,t+8}^* - c_{i,t}}{8} \quad (\text{Ecuación A34})$$

Y para los períodos siguientes se conservaría constante el valor de la meta alcanzada. Para los demás sectores las participaciones  $\{j \neq 4, j \neq 5, \text{ y } j \neq 7\}$  se deben afectar en el año meta por un factor proporcional que garantice que la suma siga dando 100% y realizar la misma interpolación anterior

$$\hat{c}_{j,t+8}^* = \hat{c}_{j,t} * \frac{1 - (\hat{c}_{4,t+8}^* + \hat{c}_{5,t+8}^* + \hat{c}_{7,t+8}^*)}{1 - (c_{4,t} + c_{5,t} + c_{7,t})} \quad (\text{Ecuación A35})$$

Para la proyección de los coeficientes técnicos de los sectores en donde se programa una reducción del uso dentro de los procesos productivos se parte del porcentaje de reducción del uso dentro del proceso. Suponga que en el escenario BAU la cantidad del material  $i$  usado por el sector del producto  $j$  en el año  $H$  es  $A_{ijH}^{BAU}$  y se busca una reducción en el uso de  $\delta\%$  entre el período inicial y el período  $H$ , que representa el horizonte de evaluación (en este caso 2030) y un porcentaje de reaprovechamiento de los materiales durante el proceso o de reciclaje de  $\rho\%$  al final del mismo período.

En el escenario BAU el valor del material usado en cualquier año es igual a la compra intermedia realizada

$$U_{ijt}^{BAU} = A_{ijt}^{BAU} \quad (\text{Ecuación A36})$$

En el escenario de economía circular el nuevo nivel de uso del material en el año  $H$  será

$$U_{ijH}^{EEC} = A_{ijH}^{BAU} * (1 - \delta) \quad (\text{Ecuación A37})$$

## 6. Proyección de las cuentas nacionales para los dos escenarios

Una vez se han proyectado los parámetros estructurales para todo el horizonte de proyección  $t+H$ , para cada uno de los escenarios, se procede a calcular las cuentas nacionales para cada año. Este procedimiento será igual tanto para el escenario de referencia como para el escenario de intervención (al cual se agrega un '\*' en la notación) para mayor simplicidad se presentan a continuación las ecuaciones en la notación del escenario de referencia.

**Paso 1.** Calcular la desagregación sectorial de los componentes de demanda final, a partir de las proyecciones del modelo macroeconómico para el total de la economía y las proyecciones de las correspondientes participaciones sectoriales:

$$\hat{C}_{i,t+h} = \hat{c}_{i,t+h} * \hat{C}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A38})$$

$$\hat{I}_{i,t+h} = \hat{i}_{i,t+h} * \hat{I}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A39})$$

$$\hat{X}_{i,t+h} = \hat{x}_{i,t+h} * \hat{X}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A40})$$

$$\hat{M}_{i,t+h} = \hat{m}_{i,t+h} * \hat{M}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A41})$$

A partir de estos vectores se calcula el vector de la demanda final, igualmente para cada año del horizonte, en cada uno de sus elementos  $i$ ,

$$\widehat{DF}_{i,t+h} = \hat{C}_{i,t+h} + \hat{I}_{i,t+h} + \hat{X}_{i,t+h} - \hat{M}_{i,t+h} \quad (\text{Ecuación A42})$$

O lo que es equivalente en notación vectorial

$$\widehat{DF}_{t+h} = \hat{C}_{t+h} + \hat{I}_{t+h} + \hat{X}_{t+h} - \hat{M}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A43})$$

**Paso 2.** A partir de los coeficientes técnicos proyectados  $\hat{a}_{ij,t+h}$  y los coeficientes técnicos de importación  $\mu_{jt}$  elaborar las matrices de coeficientes técnicos del correspondiente año  $\hat{A}_{t+h}$  y  $\hat{B}_{t+h}$ . A partir de ellas calcular la correspondiente matriz inversa de Leontief.

$$(\mathbf{I} - \hat{A}_{t+h} - \hat{B}_{t+h})^{-1}$$

**Paso 3.** Calcular el Valor Bruto de la Producción a partir de la Demanda final proyectada y la matriz inversa de Leontief.

$$\widehat{VBP}_{t+h} = (\mathbf{I} - \hat{A}_{t+h} - \hat{B}_{t+h})^{-1} \cdot \widehat{DF}_{t+h} \quad (\text{Ecuación A44})$$

**Paso 4.** Teniendo proyectado el Valor Bruto de la Producción se puede calcular en cada año la matriz de transacciones de insumos nacionales, los componentes del valor agregado y total de insumos importados por cada sector

i) Transacciones de insumos nacionales:

$$\hat{A}_{ij,t+h} = \hat{a}_{ij,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A45})$$

ii) Remuneración a asalariados:

$$\hat{RA}_{j,t+h} = \hat{r}a_{j,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A46})$$

iii) Ingreso mixto:

$$\hat{IM}_{j,t+h} = \hat{im}_{j,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A47})$$

iv) Excedente bruto de explotación:

$$\hat{EE}_{j,t+h} = \hat{e}e_{j,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A48})$$

v) Impuestos indirectos menos subsidios y transferencias:

$$\hat{IS}_{j,t+h} = \hat{is}_{j,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A49})$$

vi) Total de insumos importados:

$$\hat{MJ}_{j,t+h} = \hat{m}_{j,t+h} * \widehat{VBP}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A50})$$

**Paso 5.** Calcular el PIB sectorial aplicando las relaciones entre el PIB y el Valor Agregado

$$\hat{PIB}_{j,t+h} = rp_v * \hat{VA}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A51})$$

**Paso 6.** Los mayores valores (comparando el escenario de economía circular y el de referencia) de la remuneración a los trabajadores en el año t se suman al Consumo total pronosticado para el año t+1 junto con el 50% del incremento que se haya presentado en los impuestos netos de subsidios. A su vez los mayores excedentes del año t se suman a la inversión del año t+1, junto con el otro 50% del efecto sobre los impuestos.

$$\widehat{C}_{t+h+1}^{EEC} = \widehat{C}_{t+h+1}^{BAU} + (\widehat{RA}_{t+h}^{EEC} - \widehat{RA}_{t+h}^{BAU}) + 0,5 * (\widehat{IM}_{t+h}^{EEC} - \widehat{IM}_{t+h}^{BAU}) \quad (\text{Ecuación A52})$$

$$\widehat{I}_{t+h+1}^{EEC} = \widehat{I}_{t+h+1}^{BAU} + (\widehat{EE}_{t+h}^{EEC} - \widehat{EE}_{t+h}^{BAU}) + 0,5 * (\widehat{IM}_{t+h}^{EEC} - \widehat{IM}_{t+h}^{BAU}) \quad (\text{Ecuación A53})$$

## 7. Proyección de variables de interés en los dos escenarios y cálculo de los efectos netos

Además de las proyecciones sobre PIB y comercio exterior, las cuales se toman de la proyección de las cuentas nacionales, es de interés tener proyecciones sobre el comportamiento del empleo y de las emisiones de GEI.

El cálculo para el empleo es de la forma:

$$O_{j,t+h} = RA_{j,t+h} * \left( \frac{O_{j0}}{RA_{j0}} \right) \quad (\text{Ecuación A54})$$

En donde  $O_{j,t+h}$  es la población ocupada en el sector j durante en periodo de proyección t+h,  $O_{j0}$  es la población ocupada en el año base;  $RA_{j,t+h}$  es la remuneración a los trabajadores proyectada para el año t+h y  $RA_{j0}$  es la remuneración a los trabajadores en el año base.

En el caso de las emisiones de GEI se deben calcular en el año base dos factores de la siguiente manera:

$$f1_j = \frac{GEI_{c_{j0}}}{Ac_{jt}} \quad (\text{Ecuación A55})$$

$$f2_j = \frac{GEI_{tot_{j0}} - GEI_{c_{j0}}}{\sum_i A_{ij0} - Ac_{j0}} \quad (\text{Ecuación A56})$$

En donde  $GEI_{c_{j0}}$  son las emisiones de gases de efecto invernadero del sector j causadas por proceso de quema de combustibles fósiles, en el año base;  $Ac_{ij0}$  son las compras de combustibles del año base; y  $GEI_{tot_{j0}}$  son las emisiones totales también en el año base.

La proyección en consecuencia se calcula como

$$\widehat{GEI}_{c_{j,t+h}} = f1_j * \widehat{AC}_{j,t+h} \quad (\text{Ecuación A57})$$

$$\widehat{GEI}_{tot_{j,t+h}} = f1_j * \widehat{AC}_{j,t+h} + f2_j * (\sum_i A_{ij0} - Ac_{j0}) \quad (\text{Ecuación A58})$$

## Anexo 3

### Políticas de economía circular

#### 1. Políticas económicas y financieras para la transición hacia una economía circular

##### a) Economía circular y orientación de las políticas públicas

Una visión lineal de la economía asume que la naturaleza es un ente externo a la economía que se limita a proveer recursos y ser sumidero de residuos. En esta visión, el sistema productivo toma recursos de la naturaleza y los transforma, recurriendo al trabajo, para producir bienes de consumo que satisfacen necesidades de la población. Es decir, reconoce una relación del sistema económico con el medio ambiente, pero solo en su función de abastecedor de recursos naturales y el medio disponible para recibir desechos tanto de la producción como del consumo.

En contraste, en la visión circular se reconoce que la economía es parte de naturaleza y se encuentra inmersa en ella. Se reconoce que los servicios que esta presta son más que los que reconoce la economía lineal, al suministrar bienes y servicios ecosistémicos que pueden clasificarse en diversas categorías: abastecimiento de materiales tales como, por ejemplo, alimentos, agua, fibras, maderas y combustibles; la regulación de procesos ecosistémicos tales como la regulación de la calidad del aire y de la fertilidad de los suelos, el control de inundaciones y enfermedades y la polinización de los cultivos; el apoyo a las condiciones de vida de plantas y animales y a las condiciones de existencia de la biodiversidad; y servicios culturales inmateriales como por ejemplo ser fuente de inspiración para manifestaciones estéticas y obras de ingeniería, o propiciar la identidad cultural y el bienestar espiritual (FAO, 2021). Se reconoce además que, si la economía no opera en armonía con su entorno, entonces la consecuencia es la degradación de la capacidad de la naturaleza de entregar estos servicios ecosistémicos a la población.

La economía circular reconoce el peligro de que se presenten desequilibrios en estas múltiples relaciones, entre otras razones por la ausencia o imperfección de precios que reflejen el valor económico real de los bienes y servicios ecosistémicos que suministra el medio ambiente (Pearce & Turner, 1990). Dichos desequilibrios se pueden presentar bajo distintas situaciones dentro de las cuales pueden aparecer, entre otras, circunstancias tales como las siguientes:

- Una extracción de recursos naturales renovables a una tasa mayor que la capacidad de regeneración (renovación) de los mismos en la naturaleza.
- Una extracción de los recursos no renovables (capital natural) a una tasa superior que la tasa de formación de capital fabricado (capital artificial).
- Una generación de residuos, neta del proceso de reciclaje, mayor que la capacidad de asimilación de la naturaleza.
- Un deterioro de bienestar general suministrado por la naturaleza ante la reducción de su capacidad de suministrar una adecuada compensación a los recursos naturales; y/o
- Un deterioro de las condiciones de hábitat originado en la saturación de residuos en los cuerpos receptores que suministra la naturaleza.

Estos escenarios eventualmente insostenibles se acentúan ante el crecimiento de la demanda mundial de materiales, impulsada por el crecimiento económico constante de los países más desarrollados, la industrialización de las economías emergentes y el aumento de la población mundial. De allí que se requiera propender por desacoplar, en la medida de lo posible, el sistema económico de la dependencia de la extracción de recursos naturales, de la generación de residuos que se arrojan a la naturaleza, de las afectaciones a la biodiversidad y, en general, de todos aquellos los procesos de la

actividad económica que afectan negativamente la integridad de los ecosistemas naturales. Esta multiplicidad de retos plantea la necesidad de concebir una economía circular que contemple las complejas interacciones entre cada uno de los eslabones del proceso económico con la naturaleza, buscando siempre mitigar las afectaciones negativas y fortalecer el suministro de bienes y servicios ecosistémicos que incrementan el bienestar humano.

Dentro de esta complejidad de opciones, uno de los elementos que puede abordarse de manera particular se relaciona con el flujo de materiales. Como recomienda la OECD (2020), para mitigar escenarios no sostenibles se requiere, entre otros énfasis, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, estimulando la transición hacia una economía circular que propenda por desacoplar cada vez más la producción económica de la extracción de recursos naturales primarios. En particular, se enfatiza en políticas de eficiencia de recursos que cubran todas las etapas del ciclo de vida de los materiales, alineadas con las políticas sectoriales dirigidas al comercio de materiales secundarios derivados de actividades de reciclaje (OECD, 2020).

Reconociendo las ventajas de una transición hacia una economía circular, en el caso del flujo de materiales se formulan distintas opciones para incentivar que los agentes económicos se comporten de manera tal que se puedan corregir las imperfecciones que comprometen la sostenibilidad del desarrollo económico. En términos generales, la transición hacia una economía circular implica la reducción de la demanda de ciertos recursos naturales y de los materiales que se derivan de ellos, para alcanzar los equilibrios requeridos para un crecimiento económico sostenible. Esto puede lograrse a través de diversas estrategias orientadas a disociar la economía de la extracción de recursos naturales y la generación de residuos, muchas de las cuales pueden implementarse incluso en el corto plazo. Dentro de ellas se destacan, entre otras, las siguientes (McCarthy & Dellink, 2017):

- Logrando mayores índices de circularidad de los materiales, mediante la sustitución de recursos naturales por materiales derivados del reciclaje, incentivando los bienes remanufacturados e incrementando el consumo de productos usados. Desde esta perspectiva adquieren especial relevancia, en el corto plazo, los servicios de gestión de residuos, los servicios de reparación o refabricación de manufacturas y la producción de materias primas secundarias a través del reciclaje.
- Buscando flujos de materiales más lentos que disminuyan la introducción de nuevos recursos naturales en la economía, diseñando productos más robustos, más durables y más fácilmente reparables. El énfasis se puede poner en desincentivar las estrategias de obsolescencia planificada de manera temprana.
- Combinando de una manera más amplia un uso más eficiente de los recursos naturales, de los materiales y de los productos. Esto se puede lograr mediante el desarrollo y la difusión de tecnologías eficientes en el uso de los recursos; un cambio en los patrones de consumo hacia bienes y servicios menos intensivos en materiales; y mitigando los patrones de consumo que privilegian el despilfarro. Aquí se privilegia la inversión en investigación y desarrollo en tecnologías de ahorro de recursos, una mayor concienciación sobre los efectos externos de las decisiones de consumo y la continua aparición de la economía colaborativa.

## **b) Instrumentos de política hacia una economía circular**

De acuerdo con la visión acogida por la CEPAL<sup>12</sup>, la economía circular busca preservar el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible, evitando que la mayor cantidad posible de desechos regresen a la naturaleza y logrando que estos desechos se reintegren al sistema productivo para ser reutilizados. De esta forma, se busca reducir al mínimo la generación de residuos, reduciendo la presión ambiental durante el ciclo de vida de los productos al evitar el ingreso de nuevos materiales y

---

<sup>12</sup> Ver al respecto De Miguel y otros (2021).

energía en los procesos. Todo esto requiere una adecuada gestión de residuos durante todo su ciclo, desde la prevención hasta la reutilización, pasando por el reciclado, la recuperación de energía y la disposición final de materiales que no sea posible usar.

Por otra parte, De Miguel y otros (2021) plantean que la economía circular es compatible con varios de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionadas con el seguimiento del cambio en los patrones de producción y consumo, destacándose entre ellas entre ellos las siguientes (Naciones Unidas, 2015):

- Meta 8.4: mejorar progresivamente la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.
- Meta 11.6: reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.
- Meta 12.3: reducir el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.
- Meta 12.4: lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.
- Meta 12.5: reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

En relación con la economía circular varios países de América Latina han venido reforzando su legislación y sus políticas para facilitar su implementación. Dentro de estos avances se destacan los siguientes (De Miguel y otros, 2021):

- **Chile.** Elaboró una Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040 que busca involucrar a todos los actores de la sociedad con metas y compromisos en esta materia. Además, cuenta con la Ley núm. 20920 que establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ley REP), y obliga a los productores de neumáticos, pilas, baterías, envases y embalaje, aceites lubricantes y aparatos eléctricos y electrónicos, que son los seis productos prioritarios que establece esta ley para su primera etapa, a organizar y financiar la recolección y reciclaje o valorización de los residuos que estos originan. Para apoyar la implementación de esta Ley el Ministerio del Medio Ambiente cuenta con un Fondo para el Reciclaje, destinado a municipalidades y asociaciones de municipalidades mecanismo, que busca promover hábitos más sostenibles en el manejo de residuos, instalar conocimiento técnico y contar con infraestructura apta para la separación y reciclaje.
- **Colombia.** Lanzó en 2018 la Estrategia Nacional de Economía Circular para incentivar a productores, proveedores, consumidores y demás actores de los sistemas productivos a desarrollar nuevos modelos de negocio que incorporen la gestión de los residuos, el manejo eficiente de los materiales y el cambio en el estilo de vida de los ciudadanos. Esta estrategia fija metas para aumentar la actual tasa de reciclaje y la utilización de residuos, y para el aprovechamiento de residuos de envases y empaques por parte de sus productores. Para la implementación de esta Estrategia, se configuran pactos regionales que comprometen a actores estratégicos de la cadena productiva con la implementación de la economía circular en sus sistemas de producción y consumo.



- **Ecuador.** Se firmó el Pacto por la Economía Circular, iniciativa asociada al Acuerdo Nacional por la Competitividad, Empleo e Innovación, y puesta en marcha durante 2019. Dicho Pacto fue suscrito entre el Gobierno nacional y 161 representantes de diversos sectores productivos, organizaciones sociales y del mundo académico. El Pacto sirvió como base para la elaboración del Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador, documento que servirá de base para implementar en el país, propuestas y procesos de transición hacia modelos de producción y consumo responsables y sostenibles.
- **México.** Algunos sectores como la industria automotriz y la del papel han avanzado en la circularidad, motivados por la competitividad y rentabilidad. Además, se está poniendo en marcha un plan para concretar la formulación e implementación de políticas públicas, instrumentos, programas y planes que fortalezcan la gestión de residuos en el país. A nivel local, el gobierno de la Ciudad de México presentó en 2019 el Plan de Acción de la Ciudad de México para una Economía Circular con una inversión inicial de alrededor de 14 millones de euros para infraestructura y la transformación de 12.700 toneladas de residuos sólidos que se generan diariamente en la ciudad, a través de un proceso de reciclaje que permita reincorporarlos a obras y construcciones que emprenden las dependencias y alcaldías.
- **Perú.** Aprobó en 2020 una Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria, que comprende un conjunto de medidas relacionadas a la reutilización, la remanufacturación y el reciclaje en sectores tales como la industria, la pesca y la agricultura, que podrían iniciar una transición hacia una economía circular de manera progresiva.
- **República Dominicana.** Se aprobó en 2020 la Ley General de Gestión Integral y Coprocesamiento de Residuos Sólidos núm. 225-20, que será el marco legal para fomentar la reducción, la reutilización, el reciclaje, el aprovechamiento y la valorización de los residuos. Esta ley otorga al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales la labor rectora del Sistema Nacional para la Gestión Integral de los Residuos en el país. Además, se estipula un gravamen obligatorio para toda persona jurídica, entidad e institución pública, con el cual se creará un fondo para mitigar los efectos negativos de la actual disposición de residuos.

Una característica relevante y transversal de estas iniciativas es que, dada la complejidad de los retos que se plantean para impulsar una economía circular, igualmente complejo es el conjunto de acciones que se requieren para asumir estos retos. En particular se requiere una adecuada combinación de decisiones de política en varias direcciones, dentro de las cuales se destacan (OECD, 2016): la elección y el diseño de adecuados instrumentos de política; la determinación de una adecuada y eficaz combinación de instrumentos de política que cubra todo el ciclo de vida del producto; la integración de la eficiencia en el uso de recursos dentro de las políticas sectoriales y transversales; y el fortalecimiento de sistemas de información y de análisis para apoyar el desarrollo y la evaluación de las políticas.

En términos más específicos, se requiere una adecuada combinación de distintos tipos de instrumentos de política que pueden clasificarse en los siguientes tipos (OECD, 2019): los instrumentos de regulación y control; los instrumentos económicos y señales de precio; la responsabilidad extendida del productor; las compras públicas verdes; la información y sensibilización del público; el seguimiento y la presentación de informes de los avances de la economía circular; y la aplicación (*enforcement*) de medidas de control del cumplimiento de las normas. En esta sección se describen distintos instrumentos de política orientados a incentivar o financiar la transformación hacia una economía circular, los cuales se aplican en diversos países analizados por la OECD (ver el siguiente cuadro)<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> En el resto de esta sección se sintetizan los resultados de un trabajo de la OECD (2019) donde se analiza la gestión de residuos y la economía circular entre 2010 y 2017 en 11 países: Colombia, Corea, Eslovenia, Estonia, Hungría, Israel, Japón, Noruega, Países Bajos, Polonia y República Checa. Mientras no se indique lo contrario, todas las referencias corresponden a esta fuente.

**Recuadro A1****Ejemplos de buenas prácticas de instrumentos de política para la economía circular en 11 países de la OECD**

## Instrumentos normativos y regulatorios:

- Vinculación de instrumentos normativos con instrumentos económicos y de sensibilización de la población para crear una sólida combinación de políticas (prohibición de vertederos en los Países Bajos).
- Normas de productos para apoyar el reciclaje y la economía circular (Directiva de la Unión Europea sobre vehículos al final de su vida útil).
- Medidas para desarrollar capacidades para garantizar que organismos clave puedan ejecutar las tareas (reformas de la gestión de residuos sólidos urbanos en Polonia).

## Instrumentos económicos:

- Fijación de precios de los servicios de residuos sólidos urbanos en función de la cantidad para fomentar su reducción y separación (fijación de precios en función del volumen en Corea y en algunas partes de los Países Bajos).
- Recuperación total de los costes de gestión de residuos para aplicar el principio de "quien contamina paga" (Países Bajos, Noruega).
- Perfeccionamiento continuo de las tarifas de servicios de residuos sólidos urbanos para mejorar la recuperación de costos y evitar incentivos perversos (Colombia).
- Utilización de ingresos obtenidos por prestación de servicios de residuos sólidos urbanos para aumentar la capacidad de los municipios en funciones de gestión de los residuos sólidos urbanos (Polonia).
- Diferenciación de los impuestos sobre la eliminación en función del daño ambiental asociado a distintos tipos de tratamiento de residuos (Noruega, antes de 2010).
- Uso de tasas ambientales sobre productos para desincentivar el uso de productos perjudiciales para el ambiente (Hungría).

## Responsabilidad Extendida del Productor (REP):

- Consolidación de organizaciones de responsabilidad de los productores para garantizar eficacia y economías de escala (Países Bajos y Corea).
- Mecanismos de intercambio de información para coordinar múltiples organizaciones de responsabilidad del productor (Dinamarca).
- Certificación de las organizaciones de productores responsables para garantizar que cumplen las normas ambientales (Noruega).
- Tasa anticipada para pequeños flujos de residuos cuando un programa de recolección es demasiado costoso (Corea).
- Fijación de tasas para recuperar todos los costos de los productos al final de su vida útil, incorporando el principio de que "quien contamina paga", creando incentivos para reducir nocivos de los productos (muchos países de la OCDE).
- Consulta entre las partes interesadas durante el establecimiento de sistemas y su funcionamiento continuo para garantizar el compromiso de la industria y de las autoridades pertinentes (Países Bajos).
- Un enfoque de cartera para la aplicación de los sistemas de RPE, que garantice aspectos clave como los objetivos de reciclaje para asegurar su eficacia (Colombia). Las políticas de acompañamiento, como los impuestos a los vertederos, pueden garantizar que la RPE forme parte de un cambio transformador en la gestión de residuos.
- Desincentivar el parasitismo (*free-riding*) responsabilizando a distribuidores y minorista de la recuperación de los productos cuando los fabricantes o importadores no cumplan con sus obligaciones, animando así a minoristas a vigilar el cumplimiento de las normas por parte de sus proveedores (República Checa).

## Compra pública verde:

- Uso de etiquetas ecológicas para orientar las elecciones de compras públicas (Corea).
- Fomento de reducción de residuos en la Administración (Noruega).
- Fijación de objetivos para la aplicación de la compra pública ecológica (Países Bajos).
- Utilización de la contratación como herramienta para la economía circular: apoyo a los productos reciclados y a la "contratación circular" (Países Bajos).
- Supervisión de la contratación pública ecológica para responsabilizar a los organismos públicos de la compra (República Checa).
- Información y sensibilización del público.

- Inclusión reducción de residuos y reciclaje en programas de educación ambiental (Colombia).
  - Fomento y apoyo a actividades de organizaciones no gubernamentales (ONG) para la concienciación pública tales como las acciones de limpieza (Estonia, Colombia).
- Seguimiento y presentación de informes:
- Seguimiento e información exhaustivos de generación y tratamiento de residuos para apoyar el desarrollo y la revisión de las políticas (Noruega).
  - Introducción de sistemas de información avanzados para seguimiento de residuos industriales y de otro tipo (Corea).
  - Desarrollo de sistemas de información, indicadores y cuentas de flujo de materiales para conocer el desarrollo de flujo de materiales circulares en la economía (Japón).
  - Subsana lagunas de información para mejorar la comprensión de flujos internacionales de materiales tales como flujos de materias primas incorporadas a los bienes comercializados (Japón desde 2010, Países Bajos).
- Aplicación (enforcement) y fomento del cumplimiento de normas:
- Mecanismos de coordinación entre organismos de control (Israel, Polonia).
  - Desarrollo de capacidades de organismos de control para reforzar la aplicación de normativa (Red IMPEL de la Unión Europea para Aplicación y Cumplimiento de la Legislación Ambiental).
  - Fomento del cumplimiento de normas de gestión de residuos para garantizar la concienciación de los agentes contaminadores (Noruega).
  - Enfoque de inspecciones basado en riesgo, centrado en actividades con mayor riesgo de incumplimiento para garantizar un uso eficiente de recursos (Corea, Noruega, Polonia).
  - Pactos con empresas con sólido historial de cumplimiento para centrar la aplicación de la normativa en actividades de alto riesgo (Países Bajos).
  - Unidades especializadas para investigar y perseguir las principales infracciones en materia de residuos (Colombia, Noruega).
  - Coordinación internacional de los organismos encargados de hacer cumplir la normativa, sobre todo con respecto a traslado de residuos.

Fuente: Adaptado de OECD (2019) Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries: Evidence from Environmental Performance Reviews.

### c) Instrumentos de regulación y control

Consiste en establecer instrumentos normativos que promuevan el reciclaje y la recuperación de materiales, regulando el flujo de residuos prioritarios, fijando normas para la operación de las instalaciones de recepción y tratamiento, y exigiendo autorizaciones para su funcionamiento condicionadas a la aplicación de las mejores técnicas disponibles. Para que los instrumentos de regulación y control se apliquen de manera más costo efectivo, se requiere que se combinen con otro tipo de iniciativas tales como los instrumentos económicos y en particular las señales de precio.

La Recomendación sobre la Gestión Ambientalmente Racional de los Residuos de la OCDE<sup>14</sup> establece una serie de elementos que pueden incorporados al marco normativo de un país para garantizar una gestión de residuos ambientalmente racional y económicamente eficiente. Entre ellos se destacan:

- Disponer de una infraestructura gubernamental reguladora apropiada y con su adecuada aplicación, consistente en requisitos legales tales como autorizaciones/licencias/permisos y sus respectivos estándares.
- Instaurar prácticas e instrumentos que faciliten los esfuerzos de las autoridades competentes para supervisar las instalaciones de manejo de residuos de acuerdo con elementos clave de desempeño (*core performance elements, CPE*), suministrando incentivos o medidas de alivio a las instalaciones que cumplan con estos elementos clave.

<sup>14</sup> OECD Recommendation on the Environmentally Sound Management of Waste [C (2004)100].

- Garantizar que las instalaciones de gestión de residuos funcionen de acuerdo con las mejores técnicas disponibles, mejorando continuamente su rendimiento ambiental.
- Establecer un régimen de responsabilidad ambiental para las instalaciones que realicen actividades de riesgo, o de riesgo potencial, para prevenir los daños ambientales y garantizar las medidas adecuadas de cierre al cese definitivo de actividades.

#### d) Instrumentos económicos y señales de precio

Los instrumentos económicos suelen ser unas de las herramientas de política pública más eficaces para enviar señales adecuadas con el fin de prevenir efectos nocivos de los residuos, minimizar su generación e incentivar su buena gestión. Las tasas y los cánones son instrumentos económicos que pueden utilizarse para recuperar los costos de la gestión de residuos y aplicar el principio de que “quien contamina paga”, contribuyendo a garantizar la sostenibilidad financiera de esta gestión. Instrumentos económicos tales como los impuestos y la responsabilidad extendida del productor (REP) permiten internalizar los costos ambientales y de la salud humana dentro de la gestión de los residuos. Además, estos instrumentos pueden fomentar cambios de comportamiento necesarios para alcanzar los objetivos de la política de gestión de residuos; por ejemplo, pueden incentivar la generación o incentivar la inversión en mejoras tecnológicas para su tratamiento.

Una tipología de los principales instrumentos económicos para la política de gestión de residuos, construida a partir de la base de datos de la OCDE sobre Instrumentos de Política para el Medio Ambiente (OECD, 2017)<sup>15</sup>, es la siguiente:

- **Impuestos.** Aumentan el costo de productos o actividades contaminantes y, en consecuencia, desincentivan su consumo o producción. En la política de residuos, se utilizan para internalizar los costos ambientales del tratamiento y la eliminación de los residuos, haciendo que los métodos de tratamiento más perjudiciales para el medio ambiente sean más costosos. De esta forma, con impuestos a la disposición y la incineración se incentiva la utilización de métodos de tratamiento alternativos tales como la recuperación y el reciclaje. En las políticas de economía circular, los impuestos pueden utilizarse para desalentar el consumo de recursos naturales, incluidos los recursos biológicos, los minerales y otras materias primas.
- **Tasas y los cánones.** Se utilizan para recuperar los costos del suministro de bienes o servicios. Mientras que los impuestos son pagos sin contrapartida, las tasas y los cánones corresponden a un pago con alguna contraprestación: cuando alguien paga, obtiene algo a cambio un bien o servicio en proporción a dicho pago. En la gestión de residuos, esto puede incluir elementos como las tasas de los servicios municipales o las tasas por depositar los residuos en un vertedero.
- **Sistemas de depósito-reembolso.** Se impone un recargo en el precio de un producto susceptible de contaminar el medio ambiente. En la gestión de residuos, pueden incluirse para internalizar los costos ambientales de los productos al final de su vida útil, con instrumentos tales como gravámenes sobre el producto, tasas por reciclaje y medidas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP)<sup>16</sup>.
- **Subsidios.** Se pueden utilizar en la política ambiental para incentivar directa o indirectamente el uso de un bien o servicio que tiene un efecto negativo demostrado sobre el medio ambiente. En el ámbito de gestión de residuos, las subvenciones pueden utilizarse para fomentar una mejor gestión de los residuos, su reducción y las inversiones para mejorar su manejo. Pueden adoptar la forma de subvenciones directas o exenciones tributarias.

---

<sup>15</sup> Citado por OECD (2019).

<sup>16</sup> En la siguiente sección se retoma el tema de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP).

- **Sistemas de permisos negociables.** Pueden utilizarse para asignar derechos de explotación de recursos naturales o de emisión de contaminantes. En la política de gestión de residuos se puede recurrir a este tipo de medidas para apoyar los objetivos de la economía circular, desalentando la sobreexplotación de recursos naturales al establecer un costo por su extracción.

#### **e) Responsabilidad Extendida del Productor (REP)**

Los sistemas de REP amplían la responsabilidad del productor hasta el final del ciclo de vida de un producto y se establecen usualmente mediante una legislación que responsabiliza a los productores de la recolección y el tratamiento final de los productos cuando culmina su vida útil. Mediante este instrumento, su busca internalizar dentro del precio del producto los costos de la gestión de residuos y de los impactos ambientales, hasta el final de su vida útil.

Los sistemas de REP suelen representar una combinación de instrumentos de política tales como requisitos de devolución, objetivos de reciclaje y tasas a los productores que, en conjunto, hacen a los productores responsables de los productos hasta el final de su vida útil. Dependiendo de cómo se establezca el sistema, los productores pueden cumplir directamente con esta responsabilidad; o pueden hacerlo indirectamente, a través de un sistema de tasas, contribuyendo financieramente para que un tercero asuma esta responsabilidad. En muchos casos, los productores pueden trabajar colectivamente para recolectar y tratar los productos al final de su vida útil, por ejemplo, a través de una organización de responsabilidad compartida.

Para garantizar que la REP contribuya a reducir un manejo adecuado de residuos, los sistemas pueden incluir objetivos de reciclaje y/o requisitos para el tratamiento de los productos al final de su vida útil. En esencia, la REP se basa en un sistema de tasas a los productores, transferibles al consumidor en el precio final, así como en sanciones en caso de incumplimiento de la obligación de asumir la responsabilidad extendida.

#### **f) Información y sensibilización del público**

El nivel de conocimiento, la aceptación y el apoyo por parte del público son factores clave para garantizar el éxito en cambio de su comportamiento en relación con la reducción de la generación de residuos, se recolección selectiva y su reciclaje. La educación ambiental de la población más joven, así como las campañas de sensibilización sobre la conveniencia de la reutilización de los productos y la clasificación de residuos, se constituyen en un instrumento imprescindible para alcanzar éxito en el manejo de la gestión.

Algunos países trabajan, a través de la administración local y las autoridades ambientales, en financiar actividades municipales de educación y concienciación ambiental para cambiar el comportamiento del público hacia la recolección y clasificación selectiva de residuos. La colaboración con las empresas, incluidas las de servicios profesionales, puede desempeñar un papel importante en el fomento de la concienciación pública sobre el reciclaje. Igualmente, las organizaciones de la sociedad civil pueden desempeñar un papel importante en el fomento de la concienciación pública.

La OCDE reconoce que el compromiso público es especialmente importante, pero ha puesto de presente que los agentes económicos y el público no suelen ser conscientes de los beneficios económicos relacionados con la productividad de los recursos, lo que representa un obstáculo para la transición hacia la economía circular.

#### **g) Seguimiento e informes sobre avances de la economía circular**

El seguimiento y la presentación de informes eficaces y oportunos son una herramienta clave para la gestión efectiva de los residuos. Los esfuerzos para abordar los problemas del manejo de residuos se ven obstaculizados en algunos países por la escasa información y la ausencia de informes sobre el manejo

de residuos. En otros casos, la coexistencia de dos o más sistemas de información separados e incoherentes entre sí ha dado lugar a duplicaciones, lagunas y discrepancias en la base de información. Esto socava la capacidad de las autoridades para supervisar la aplicación de las políticas, medir los resultados con respecto a los objetivos y planificar las inversiones en el tratamiento de residuos.

Las deficiencias en la calidad y oportunidad de la información no solo comprometen la confianza del público. Se constituye también en un obstáculo para el diseño, la aplicación, el seguimiento y la evaluación de todos los demás instrumentos de política pública relacionada con el manejo de materiales en la transición hacia una economía circular.

#### **h) Aplicación (*enforcement*) de medidas de control**

Para transitar adecuadamente hacia una economía circular, es necesario llevar a cabo una serie de actividades para garantizar que los operadores del manejo de residuos, las empresas y los hogares cumplan las normas establecidas para este manejo. Entre ellas se encuentran medidas tales como las inspecciones in situ y las sanciones a los infractores, así como una gama más amplia de actividades de promoción del cumplimiento para garantizar que los operadores y los contaminadores conozcan los requisitos y las sanciones correspondientes.

Para garantizar el cumplimiento de las normas establecidas para el manejo de residuos para transitar hacia la economía circular, se requiere una adecuada combinación de un conjunto de condiciones tales como las siguientes:

- Desarrollo de capacidades de los organismos de control y de los mecanismos de coordinación. Los organismos encargados de hacer cumplir la ley necesitan una capacidad adecuada para llevar a cabo su trabajo y deben actuar de manera coordinada con otras instancias de la administración pública, especialmente con otros componentes de la política ambiental.
- Promoción del cumplimiento de las normas. Junto con las acciones de desarrollo de capacidades para vigilar la aplicación de las normas, la promoción del cumplimiento puede desempeñar un papel importante en la concienciación de los contaminadores potenciales. Las agencias públicas responsables de la aplicación de la ley y de la vigilancia, deben llevar a cabo también campañas de promoción del cumplimiento de las normas (por ejemplo, informando sobre los requisitos para el manejo de residuos peligrosos).
- Inspecciones de instalaciones. La inspección a las instalaciones de gestión de residuos, junto con la gestión de residuos en las plantas industriales y otros establecimientos, son una de las principales actividades para garantizar el cumplimiento de las normas. Los países de la OCDE utilizan cada vez más las evaluaciones de riesgo para orientar la frecuencia e intensidad, así como la asignación de recursos, para las actividades de inspección. Algunos países llevan a cabo inspecciones puntuales, sin previo aviso, en particular en el caso de instalaciones de alto riesgo.
- Inspecciones al traslado de residuos. El traslado de residuos, y en particular de los residuos peligrosos, es un área clave para atender la aplicación de la ley a fin de garantizar el cumplimiento del Convenio de Basilea. En particular debe garantizarse un control adecuado de las exportaciones a otros países de este tipo de residuos. Varios países de la OCDE han dado mayor importancia a las inspecciones de los traslados de residuos y a la aplicación de la ley, especialmente a raíz de casos emblemáticos como el de Probo Koala en 2006, donde un buque cisterna operado por los Países Bajos que entregó lodos residuales a Costa de Marfil; o los casos de traslados de residuos que pusieron de manifiesto la debilidad de los controles en Japón, concluyéndose la necesidad de reforzar la aplicación de la normativa y los esfuerzos de

promoción de su cumplimiento. Una buena aplicación de las normas sobre traslados de residuos requerirá la cooperación de todos los organismos gubernamentales, nacionales y multilaterales. La cooperación internacional ha apoyado la labor de aplicación; por ejemplo, la red IMPEL entre los países de la Unión Europea ha desempeñado un papel fundamental en el refuerzo de la aplicación de las normas sobre traslados de residuos.

- Persecución a los infractores y sanciones penales. Incluso en los países de la OCDE que cuentan con enfoques avanzados en materia de aplicación de la normativa, puede haber lagunas que resolver. En los Países Bajos se descubrió una elevada proporción de casos de traslados ilegales de residuos, pero el fiscal del caso optó por no perseguir a los infractores. De allí que el Estudio de Desempeño Ambiental de la OECD (2015) pidiera que se redoblaran los esfuerzos para hacer frente al comercio ilegal de residuos, continuando con el uso de enfoques basados en el riesgo.

## 2. Políticas de economía circular en los estudios de caso

### a) Políticas públicas de economía circular en Chile

#### i) *Normatividad vigente*

Desde hace casi una década, Chile inició la construcción de instrumentos tendientes al desarrollo sustentable del país y es así como en el año 2013, a través de la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde<sup>27</sup>, se propuso el cumplimiento de metas ambientales que favorecieran la inversión en el mediano y largo plazo y la implementación de instrumentos de gestión ambiental como la Responsabilidad Extendida del Productor y el uso de Acciones Nacionales Apropriadas y Mitigación (NAMA), entre otras.

El Programa Nacional de Consumo y Producción Sustentables<sup>18</sup> tiene como objeto ser un instrumento que impulse el crecimiento económico y contribuya a la protección del medio ambiente, modificando los patrones de consumo y producción. Se definieron 12 líneas de acción, donde se consideran entre otras, la industria responsable, la gestión de residuos sólidos y las energías limpias, cada una con su respectivo plan de acción para su materialización.

Así es que, en desarrollo de los propósitos planteados en el país, en el año 2016 se expide la Ley 20920 por medio de la cual se establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje; buscando disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos. La norma establece principalmente las siguientes líneas de acción:

- i) Gestión de los residuos. Se determina la obligatoriedad para todo residuo potencialmente valorizable de ser destinado a tal fin y evitar su eliminación y, de otra parte, los generadores de residuos deberán entregarlos a un gestor autorizado para su tratamiento o a la municipalidad, según corresponda.
- ii) Responsabilidad extendida del productor. Se establece la responsabilidad de los productores de productos prioritarios respecto a la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los siguientes productos prioritarios que comercialicen en el país: i) Aceites lubricantes, ii) Aparatos eléctricos y electrónicos, iii) Baterías, iv) Envases y embalajes, v) Neumáticos y vi) Pilas.

<sup>27</sup> Gobierno de Chile - <https://www.oecd.org/greengrowth/Estrategia%20Crecimiento%20Verde%20Chile.pdf>.

<sup>18</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Chile - [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/07/ccps\\_13072016\\_alta.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/07/ccps_13072016_alta.pdf).

Esta ley adicionalmente crea mecanismos de apoyo a la implementación del esquema de responsabilidad extendida al productor, a través de la creación de programas de educación ambiental; la financiación de proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y valorización; y requisitos de autorización sanitaria. Estrategias que deberán ser desarrolladas normativamente a partir de esta norma.

Posteriormente, en desarrollo del régimen especial de gestión de residuos creado por la anterior Ley 20920 de 2016 se expide el Decreto Supremo 8 de 2019, el cual establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a los neumáticos introducidos en el mercado; con el fin de prevenir la generación de tales residuos y fomentar su reutilización, reciclaje o valorización y por medio del cual se extiende la responsabilidad del productor a quienes introduzcan estos materiales en el país, además de la implementación de sistemas de gestión de los mismos.

En específico, define metas de recolección y valorización de los neumáticos fuera de uso, a cumplirse por parte de los productores, de acuerdo con la categoría de los mismos, así como las reglas para la acreditación de su cumplimiento.

En el año 2020, se publicó la actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile que establece los compromisos del país en materia de cambio climático frente a la comunidad internacional y que se destaca por aumentar la ambición en cada uno de sus componentes, tanto en mitigación como en adaptación al cambio climático, además de incluir metas en océano, economía circular y bosques.

En Chile, durante los 10 últimos años, se ha evidenciado el incremento sostenido en la generación de residuos sólidos, cuyo único tratamiento es la disposición de los mismos en rellenos sanitarios ante lo cual, con el propósito de avanzar hacia un modelo de economía circular, el Gobierno Nacional construyó la "Hoja de ruta nacional a la economía circular para un Chile sin basura 2020-2040"<sup>19</sup> que busca que los residuos y la contaminación se eliminen desde la etapa de diseño, que los productos y los materiales que entren en el ciclo económico se aprovechen durante el mayor tiempo posible o incluso de forma indefinida, y los procesos económicos regeneren los sistemas naturales en lugar de degradarlos.

El plan estratégico definido en esta Hoja de Ruta establece las principales iniciativas que se requiere implementar en el país para que se cuente con un modelo de economía circular, por lo cual se definen cuatro ejes de acción: i) innovación circular, ii) cultura circular, iii) territorios circulares y iv) regulación circular; con metas de largo plazo al año 2040 e intermedias para el año 2030.

Adicionalmente, en el mismo año se expide el Decreto Supremo 12 de 2020, por medio del cual se establecen metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases no reutilizables y embalajes, para cuyo cumplimiento los productores deberán formular planes de gestión.

De otra parte, la Ley 21368 de 2021 regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas y tiene el propósito de proteger el medio ambiente y disminuir la generación de residuos, mediante la limitación en la entrega de productos de un solo uso en establecimientos de expendio de alimentos, el fomento a la reutilización y la certificación de los plásticos de un solo uso, y la regulación de las botellas plásticas desechables. Al respecto vale la pena resaltar que para garantizar el cumplimiento de las mencionadas disposiciones se crea un sistema de infracciones y multas.

---

<sup>19</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Chile - <https://economycirculard.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/07/HOJA-DE-RUTA-PARA-UN-CHILE-CIRCULAR-AL-2040-ES-VERSION-COMPLETA.pdf>.



La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos de 2021<sup>20</sup>, busca el aumento de la tasa de valorización de estos residuos, definiendo las medidas para alcanzarlo, y como uno de los pilares fundamentales en el proceso de transición hacia la economía circular.

Adicionalmente la Ley 21305 de Eficiencia Energética que pretende ayudar al uso racional y eficiente de los recursos energéticos, contribuir al mejoramiento de la productividad y la competitividad económica y reducir las emisiones contaminantes. Se espera que al año 2030 se cuente con una reducción de intensidad energética del 10%, un ahorro acumulado de US\$15.200 millones y una reducción de 28,6 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Y, además, el Plan Nacional de Eficiencia Energética que proporcionará un marco para el desarrollo de la estrategia del país en esta temática.

La Estrategia Nacional sobre Residuos Marinos y Microplásticos<sup>21</sup> de 2021, cuyo propósito es articular una política pública nacional en torno a la gestión de este tipo de residuos, a fin de reducir, recuperar y prevenir el ingreso de residuos a los ecosistemas acuáticos y sus impactos.

Ahora, con el propósito de crear un marco jurídico que permita asignar responsabilidades específicas para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, se construyó el proyecto de Ley de Marco de Cambio Climático que fue revisado y aprobado el 12 de octubre de 2021 por la Sala del Senado y despachado, en primer trámite constitucional, pasando a la Cámara de Diputados para iniciar su Segundo Trámite Constitucional.

Así es que, de lograr su aprobación final, se contará con una ley que regula la institucionalidad del cambio climático y los instrumentos que permitan hacer la gestión del mismo y transitar hacia un desarrollo inclusivo y sustentable, contemplando un equilibrio entre las dimensiones social, ambiental y económica. Para ello, el proyecto traza objetivos de adaptación al cambio climático, incorporando el concepto de seguridad hídrica y relevando las acciones necesarias para reducir la vulnerabilidad del país y fortalecer la resiliencia al cambio climático, disminuyendo su impacto sobre las personas, recursos naturales, materiales y productivos derivados de eventos climáticos extremos y, así mismo, establece una meta de mitigación nacional ambiciosa para el 2050, buscando alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero con el establecimiento de los instrumentos que así lo permitan.

Finalmente, Chile ratificó el Acuerdo de París en febrero de 2017, mediante el Decreto Supremo 30 del Ministerio de Relaciones Exteriores y presentó su Contribución Nacional Tentativa ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en septiembre de 2015. En abril de 2020 y en respuesta a las exigencias del Acuerdo de París de actualizar los compromisos cada cinco años, presentó formalmente la actualización de su Contribución Determinada a Nivel Nacional, la cual contempla compromisos en cinco áreas: i) pilar social de transición justa y desarrollo sostenible, ii) mitigación, iii) adaptación, iv) integración, y v) medios de implementación.

En materia de mitigación, Chile se compromete a reemplazar el indicador de intensidad de emisiones, con el objetivo de alcanzar de 95 MtCO<sub>2</sub>eq para 2030, un máximo de emisiones al 2025 y un presupuesto de carbono que no superar los 1.100 MtCO<sub>2</sub>eq para el período 2020-2030.

El siguiente cuadro analiza para cada tipo de material, las normativas expedidas, el enfoque de las mismas y las acciones que se derivan de estas.

---

<sup>20</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Chile - <https://economy.circular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2021.pdf>.

<sup>21</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Chile - <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/08/Estrategia-Nacional-para-la-gestion-de-residuos-marinos-y-microplasticos.pdf>.

**Cuadro A3**  
**Políticas de economía circular en Chile según sector**

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Plásticos	Ley 20920 de 2016. Establece Marco para la Gestión de Residuos, la responsabilidad extendida del Productor y fomento al Reciclaje.	Tiene por objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.	<p>Determina que todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin evitando su eliminación, para lo que se deberá establecer mediante decreto supremo los siguientes instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos y/o a promover su valorización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecodiseño.</li> <li>• Certificación, rotulación y etiquetado de uno o más productos.</li> <li>• Sistemas de depósito y reembolso.</li> <li>• Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva de residuos.</li> <li>• Mecanismos para asegurar un manejo ambientalmente racional de residuos.</li> <li>• Mecanismos para prevenir la generación de residuos.</li> </ul> <p>Establece que la responsabilidad extendida del productor aplica para los siguientes productos prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites lubricantes.</li> <li>• Aparatos eléctricos y electrónicos.</li> <li>• Baterías.</li> <li>• Envases y embalajes.</li> <li>• Neumáticos.</li> <li>• Pilas.</li> </ul>
	Ley 21100 de 2018. Prohíbe la entrega de Bolsas Plásticas de Comercio en todo el Territorio Nacional.	Tiene por objeto proteger el medio ambiente mediante la prohibición de entrega de bolsas plásticas de comercio.	Prohíbe a los establecimientos de comercio la entrega, a cualquier título, de bolsas plásticas de comercio.
	Decreto Supremo 8 de 2019. Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de neumáticos.	Tiene por objeto establecer metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas al producto prioritario neumáticos, a fin de prevenir la generación de tales residuos y fomentar su reutilización, reciclaje u otro tipo de valorización.	<p>Define metas de recolección y valorización de neumáticos fuera de uso por categorías:</p> <p>Categoría A (Neumáticos que tengan un aro inferior a 57 pulgadas, con excepción de los que tengan un aro igual a 45 pulgadas, a 49 pulgadas y a 51 pulgadas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primer año, recolectar el 50% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- Cuarto año, recolectar el 80%.</li> <li>- Octavo año, recolectar el 90%.</li> <li>- Otras metas para sistemas de gestión colectivo a partir del año 3.</li> </ul> </li> <li>• Valorización <ul style="list-style-type: none"> <li>- Año 1 el 25% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- Año 2 el 30% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- Año 3 el 35% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- Año 4, el 60% de los neumáticos introducidos en el mercado.</li> <li>- Año 6 el 80% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- Año 8 el 90% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>- El 60%, como mínimo, deberá corresponder a neumáticos fuera de uso sometidos a reciclaje material o de rencauche.</li> </ul> </li> </ul> <p>Categoría B (Neumáticos que tengan un aro igual a 45 pulgadas, a 49 pulgadas, a 51 pulgadas y aros iguales o mayores a 57 pulgadas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Año 1 deberán valorizar el 25% de los neumáticos introducidos en el mercado nacional.</li> <li>• Año 5, el 75%.</li> <li>• Año 8, el 100%.</li> </ul>

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
	Decreto Supremo 12 de 2020. Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de envases y embalajes.	Tiene por objeto establecer metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas al producto prioritario envases y embalajes, a fin de prevenir la generación de tales residuos y fomentar su reutilización o valorización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dividen los envases en dos categorías: (1) domiciliarios y (2) no domiciliarios. Los domiciliarios pertenecen a las siguientes subcategorías: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartón para líquidos.</li> <li>- Metal.</li> <li>- Papel y cartón.</li> <li>- Plástico.</li> <li>- Vidrio.</li> </ul> </li> <li>• La responsabilidad extendida del productor será aplicable a aquellos que introduzcan en el mercado bienes de consumo envasados o embalados, cuyos envases estén compuestos por, al menos, uno de los cinco materiales indicados anteriormente.</li> <li>• Los productores de envases domiciliarios y no domiciliarios estarán obligados a cumplir con metas de recolección y valorización de residuos, respecto del total de envases introducidos por ellos en el mercado nacional.</li> </ul>
	Ley 21368 de 2021. Regula la entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas, y modifica los cuerpos legales que indica.	Tiene por objeto proteger el medio ambiente y disminuir la generación de residuos, mediante la limitación en la entrega de productos de un solo uso en establecimientos de expendio de alimentos, el fomento a la reutilización y la certificación de los plásticos de un solo uso, y la regulación de las botellas plásticas desechables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohíbe la entrega de productos de un solo uso para consumo dentro de establecimientos.</li> <li>• Permite la entrega de productos desechables de materiales valorizables distintos del plástico, o plástico certificado para consumo fuera del establecimiento.</li> <li>• Certificación de plásticos.</li> <li>• Las botellas plásticas desechables deberán estar compuestas por un porcentaje de plástico que haya sido recolectado y reciclado dentro del país.</li> <li>• Todos los comercializadores de bebestibles estarán obligados a ofrecer bebestibles en botellas retornables y a recibir de los consumidores estos envases.</li> </ul>
	Hoja de Ruta Hacia la Economía Circular para un Chile Sin Residuos 2020-2040.	Se define los ejes de acción, iniciativas y acciones para avanzar a una economía circular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El eje de Innovación Circular. Iniciativa: Normas Técnicas para la Economía Circular incorpora la acción de Elaborar y oficializar una norma técnica con las especificaciones que deberán cumplir los plásticos que son diseñados para ser compostados.</li> <li>• El eje de regulación circular. Iniciativa: Fortalecer el impulso de la Economía Circular a nivel internacional incluye la acción de Impulsar la implementación de la Hoja de Ruta hacia una Gestión Sostenible de Plásticos y la agenda de residuos marinos impulsadas por la Alianza del Pacífico.</li> </ul>
Metales	No se evidencian desarrollos específicos en relación con este tipo de materiales.		
Construcción y Demolición	Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035, en construcción.	Ahonda en las oportunidades existentes dentro de un sector que genera una importante porción de los residuos del país y pretende fomentar la gestión ambientalmente racional de los residuos de la construcción y demolición (RCD), considerando la jerarquía en su manejo, a través de planificación, ordenamiento territorial, marco regulatorio e infraestructura para el desarrollo sostenible del territorio nacional, a escala regional y local.	<p>Contiene cinco ejes estratégicos de trabajo y cinco ejes transversales a las temáticas, los que en conjunto dan pie al desarrollo de lineamientos, acciones, metas y actores.</p> <p>Los ejes estratégicos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación territorial e infraestructura</li> <li>• Coordinación pública para el marco regulatorio</li> <li>• Ecosistemas y cadenas de valor</li> <li>• Información e indicadores</li> <li>• Restauración de pasivos</li> </ul> <p>Los ejes transversales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institucionalidad</li> <li>• Marco regulatorio y fiscalización</li> <li>• Fomento e inversión</li> <li>• Formación y difusión</li> <li>• Innovación y tecnologías</li> </ul>

Material/cadena Normativa	Enfoque normativo	Acciones
		Las acciones asociadas a los anteriores ejes cuentan con metas de mediano (2025) y largo plazo (2035) que permitan la migración hacia una economía circular en la gestión de los residuos de construcción y demolición.
Reciclaje	<p>Ley 20920 de 2016. Establece Marco para la Gestión de Residuos, la responsabilidad extendida del Productor y fomento al Reciclaje<sup>a</sup>.</p> <p>Establece la obligatoriedad para todo tipo de residuo potencialmente valorizable, de ser destinado a tal fin evitando su eliminación<sup>p</sup>. Se crea el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.</p> <p>Se establece la responsabilidad extendida del productor que corresponde a un régimen especial de gestión de residuos, <i>“conforme al cual los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios que comercialicen en el país.”</i> Y que aplicará a los siguientes residuos<sup>o</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites lubricantes.</li> <li>• Aparatos eléctricos y electrónicos.</li> <li>• Baterías.</li> <li>• Envases y embalajes.</li> <li>• Neumáticos.</li> <li>• Pilas.</li> </ul> <p>Se crea el fondo para el reciclaje, por medio del cual se financiarán proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización.</p>	<p>Es obligación del generador entregar los residuos valorizables a un gestor autorizado para su tratamiento.</p> <p>Es obligación de gestor declarar, a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes el tipo, cantidad, costos, tarifa del servicio, origen, tratamiento y destino de los residuos. Y en el marco de la responsabilidad extendida del productor, informar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de productos comercializados en el país.</li> <li>• Actividades de recolección, valorización y eliminación realizadas y su costo.</li> <li>• Cantidad de residuos recolectados, valorizados y eliminados.</li> <li>• Indicación de si la gestión para las actividades de recolección y valorización es individual o colectiva.</li> </ul> <p>El gobierno nacional deberá elaborar los siguientes instrumentos destinados a prevenir la generación de residuos y/o promover su valorización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecodiseño.</li> <li>• Certificación, rotulación y etiquetado de uno o más productos.</li> <li>• Sistemas de depósito y reembolso.</li> <li>• Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva de residuos.</li> <li>• Mecanismos para asegurar un manejo ambientalmente racional de residuos.</li> <li>• Mecanismos para prevenir la generación de residuos, incluyendo medidas para evitar que productos aptos para el uso o consumo, según lo determine el decreto supremo respectivo, se conviertan en residuos.</li> </ul> <p>El Ministerio diseñará e implementará programas de educación ambiental para transmitir conocimientos y crear conciencia en la comunidad sobre la prevención en la generación de residuos y su valorización.</p>
Política de Inclusión de Recicladores de Base 2016-2020.	<p>Su objetivo es impulsar la inclusión social, económica y ambiental de los recicladores/as de base en la gestión ambientalmente adecuada de residuos. Para este efecto, la Política considera tres ejes estratégicos: ambiental, económico y social, con sus respectivos objetivos específicos, en los cuales se consideran los elementos relacionados con la realidad de los recicladores de base, incluyendo aspectos de salud, trabajo y vivienda, entre otros.</p>	<p>El objetivo del eje ambiental es el aumento de la valorización de los residuos a través de los trabajos de los recicladores de base. Para lograr esto se consideran los siguientes objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contabilizar la contribución ambiental de los recicladores de base en el reciclaje de residuos.</li> <li>• Avanzar en la inclusión de los recicladores en la gestión ambientalmente adecuada de los residuos.</li> <li>• Proteger la salud de los recicladores de base de los riesgos derivados del manejo de residuos (ante riesgos sanitarios y laborales).</li> </ul> <p>El objetivo del eje económico es el fortalecimiento de las capacidades empresariales de los recicladores de base. Para lograr esto se consideran los siguientes objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificar las competencias y habilidades laborales de los recicladores de base.</li> <li>• Identificar y desarrollar instrumentos económicos para promover el reciclaje inclusivo.</li> <li>• Fortalecer las capacidades técnicas y empresariales de los recicladores de base y promover cadenas de negocios inclusivos.</li> <li>• Promover una cultura de trabajo decente en los distintos lugares de la cadena productiva del reciclaje.</li> </ul>

Material/cadena Normativa	Enfoque normativo	Acciones
		<p>El objetivo del eje social es la generación de la dignidad humana de los recicladores de base y su reconocimiento por la sociedad. Para lograr esto se consideran los siguientes objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y caracterizar socio económicamente a los recicladores de base.</li> <li>• Fortalecer el capital social de las organizaciones de los recicladores de base, así como su capacidad de acceder a programas y políticas sociales.</li> <li>• Lograr un mayor reconocimiento social hacia el trabajo de los recicladores de base.</li> </ul>
Estrategia Nacional de Electromovilidad 2017 <sup>d</sup> .	<p>Con esta estrategia el Gobierno de Chile permitirá masificar en forma segura y sustentable esta tecnología en los próximos años, impulsando la llegada de vehículos de mayor eficiencia energética y por lo mismo con menores emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).</p> <p>En el marco del eje estratégico de Regulación y Estándares que propone la estrategia, se incorpora una línea de acción tendiente a realizar la incorporación explícita de vehículos y sus componentes en la Ley de Reciclaje.</p>	<p>Se planea explorar los espacios de aprovechamiento de la Ley 20920 en el sentido de poder asegurar que los distintos componentes asociados a los vehículos eléctricos, en particular sus baterías, sean tratados de forma tal que su impacto en el medio ambiente sea lo más bajo posible. Se trabajará con importadores y con representantes de la industria del reciclaje, buscando soluciones que sean factibles.</p>
Valorización Energética	<p>LeY 21305 de 2021. Sobre eficiencia energética.</p>	<p>Implementa medidas para ayudar al uso racional y eficiente de los recursos energéticos, contribuir al mejoramiento de la productividad y la competitividad económica y reducir las emisiones contaminantes.</p>
	<p>Determina que cada cinco años, el Ministerio de Energía, en colaboración con los ministerios sectoriales respectivos, deberá elaborar un Plan Nacional de Eficiencia Energética que comprenda, al menos, las siguientes materias: eficiencia energética residencial; estándares mínimos y etiquetado de artefactos; eficiencia energética en la edificación y el transporte; eficiencia energética y ciudades inteligentes; eficiencia energética en los sectores productivos y educación y capacitación en eficiencia energética. Además, deberá establecer metas de corto, mediano y largo plazo, así como los planes, programas y acciones necesarios para alcanzar dichas metas.</p>	
Decreto 148 de 2015 del Ministerio de Energía. Aprueba la Política Nacional de Energía.	<p>Se propone una matriz energética renovable que utilice al máximo aquella infraestructura de generación existente que contribuya a un desempeño eficiente del sistema, privilegiando los nuevos desarrollos con tecnologías termoeléctricas bajas en emisiones y que sean costo-eficientes, como el gas natural y la biomasa.</p> <p>La meta esperada para el año 2050 es que al menos el 70% de la generación eléctrica nacional provenga de energías renovables<sup>e</sup>.</p>	<p>Los lineamientos para alcanzar la meta de una matriz más renovable son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover una alta penetración de Energías Renovables en la matriz eléctrica.</li> <li>• Promover un desarrollo hidroeléctrico sustentable que permita alcanzar una alta participación renovable en la matriz eléctrica.</li> </ul> <p>Fomentar la participación de combustibles de bajas emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos en la matriz energética.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en la normatividad citada.

<sup>a</sup> Ministerio del Medio Ambiente de Chile - <https://economicircular.mma.gob.cl/ley-rep/>.

<sup>b</sup> Artículo 4 de la Ley 20920 de 2016.

<sup>c</sup> Artículo 10 de la Ley 20920 de 2016.

<sup>d</sup> Gobierno de Chile - [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_electromovilidad-8dic-web.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf).

<sup>e</sup> Ministerio de Energía - [https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia\\_2050\\_-\\_politica\\_energetica\\_de\\_chile.pdf](https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf).

## b) Políticas públicas de economía circular en Colombia

En 2010, se expidió la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, la cual actualiza e integra la Política Nacional de Producción Más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes como estrategias del país para promover y enlazar el mejoramiento ambiental y la transformación productiva con la competitividad empresarial.

Posteriormente, el Decreto 2981 de 2013 reglamentó las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo<sup>22</sup> (residuos generados en hogares, comercios e industrias), señalando la obligatoriedad para los municipios de elaborar y mantener actualizado un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), de acuerdo con la metodología establecida en la Resolución 754 de 2014<sup>23</sup>. Este documento permite la definición de programas y proyectos locales, según las necesidades particulares y encaminados al manejo adecuado de los residuos sólidos tanto para los residuos sólidos que hacen parte del servicio público de aseo, como para aquellos que por sus características representan un riesgo para la salud y el ambiente, denominados residuos especiales (donde se incluyen los de construcción y demolición) y los peligrosos.

Es relevante indicar que las anteriores normativas están enmarcadas en el Decreto 1077 de 2015<sup>24</sup>, el cual es el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, que busca brindar lineamientos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico. La importancia del Decreto mencionado se debe al compilar todas las actuaciones normativas relacionadas con el servicio público de aseo.

Así las cosas, el Gobierno expidió el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3874 de 2016<sup>25</sup>, que contiene la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual está compuesta por cuatro ejes estratégicos:

- i) El primero, busca adoptar medidas encaminadas hacia la prevención en la generación de residuos; la minimización de aquellos que van a sitios de disposición final; la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y evitar la generación de gases de efecto invernadero.
- ii) El segundo eje apunta a mejorar la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos sólidos, para incrementar los niveles de separación en la fuente, de aprovechamiento y de tratamiento.
- iii) El tercer eje propone asignar roles específicos y claros a las entidades participantes para que lideren las actividades correspondientes, como el tratamiento de residuos orgánicos y el fortalecimiento de los sistemas urbanos de reciclaje inclusivo, entre otros y finalmente,
- iv) El cuarto eje desarrolla acciones para mejorar el reporte de monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de la política pública de gestión integral de residuos sólidos.

---

<sup>22</sup> La Ley 142 de 1994, establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

<sup>23</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>.

<sup>24</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>.

<sup>25</sup> Departamento Nacional de Planeación (DNP) - <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>.

Con el objeto de avanzar hacia una economía circular que permitiese valorizar adecuadamente los productos y materiales generados en el país, se expide el Decreto 596 de 2016<sup>26</sup> y la Resolución 276 de 2016<sup>27</sup>, actualmente en proceso de modificación por el MVCT, con el fin de para fortalecer a los principales actores encargados de las cadenas del aprovechamiento de residuos, las organizaciones de recicladores de oficio y define el esquema operativo de esta actividad.

Por medio del Decreto 2412 de 2018<sup>28</sup> y la Resolución 176 de 2020<sup>29</sup>, actualmente en proceso de revisión y modificación por el MVCT, se generan instrumentos económicos para la implementación y apoyo de proyectos de aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos, a través de un impuesto a la disposición final de residuos en rellenos sanitarios, recursos que deberán ser destinados a la inversión en proyectos de tratamiento y/o aprovechamiento de residuos sólidos.

Posteriormente, el país expidió la Resolución 1407 de 2018<sup>30</sup> "Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases, empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones", modificada por la Resolución 1342 de 2020<sup>31</sup>, con la finalidad de fomentar el aprovechamiento, la innovación y el eco-diseño de los envases y empaques que se ponen en el mercado, desarrollando instrumentos económicos, técnicos e institucionales y asigna la responsabilidad a los productores e importadores en el manejo de sus productos de envases y empaques en todo el ciclo de vida. Es relevante indicar que, la normativa excluye los envases y empaques que correspondan a residuos peligrosos, residuos de envases y empaques de madera y fibras textiles o naturales y envases primarios de fármacos y medicamentos.

Con la normativa relacionada a envases y empaques se ha venido fortaleciendo la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), al aclarar sobre la línea base de materiales puestos en el mercado en el año base (2020), definir mecanismos detallados de trazabilidad de la información y establecer la medición de la eficiencia de retornabilidad. A 2030 el país busca que los productores reincorporen en el ciclo productivo un porcentaje mínimo de 30% de estos residuos con respecto a la cantidad total en peso de los envases y empaques puestos en el mercado. El país esperaba que al finalizar 2021, se hubiese aprovechado más de 200.000 toneladas y de esta manera reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un 51 % al año 2030 (actualmente se encuentra en consolidación los resultados de las metas de aprovechamiento planteadas para el año 2021).

De igual forma, el Gobierno dispuso responsabilidades a los usuarios, por medio de la Resolución 2184 de 2019 y su modificatoria la Resolución 1344 de 2020<sup>32</sup> señalando la obligatoriedad de realizar la separación de residuos en la fuente por medio de la definición de un "código de colores", con el objeto de fomentar la cultura ciudadana para separación adecuada de residuos y mejorar las tasas de residuos que se reincorporan a las cadenas valor.

---

<sup>26</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20596%20DEL%2011%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf>.

<sup>27</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <https://cra.gov.co/documentos/Resolucion-MVCT-0276-de-2016-Esquema-operativo-aprovechamiento.pdf>.

<sup>28</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202412%20DEL%2024%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202018.pdf>.

<sup>29</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) - <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0176%20-%202020.pdf>.

<sup>30</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - <http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201407%20DE%202018.pdf>.

<sup>31</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/e8-Res\\_1342\\_de\\_2020\\_Modifica\\_la\\_res\\_1407\\_de\\_2018.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/e8-Res_1342_de_2020_Modifica_la_res_1407_de_2018.pdf).

<sup>32</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bc-Res\\_1344\\_de\\_2020.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bc-Res_1344_de_2020.pdf).

Por otro lado, el Decreto 1784 de 2017<sup>33</sup> y la Resolución 938 de 2019<sup>34</sup> permitieron viabilizar suelos bajo otras tecnologías alternativas y complementarias a la disposición final bajo la tecnología de relleno sanitario de acuerdo a las necesidades locales, brindando herramientas por medio de cartografía inversa y lineamientos de diseño, operación y monitoreo para la implementación de proyectos de tratamiento de residuos sólidos (mecánico, biológico y térmico), que permitan generar otros subproductos y valorizar los residuos con menores impactos ambientales y sociales.

De otra parte, en 2019 se lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular<sup>35</sup> orientada a *“Promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocio”*. Para lo cual, se traza los siguientes objetivos:

- Desarrollar innovaciones en mecanismos normativos, con base en principios de economía circular.
- Crear una masa crítica de nuevos modelos de negocios e infraestructura sostenible con base en incentivos que promuevan los principios de economía circular.
- Impulsar la investigación y fortalecer las capacidades de actores de organizaciones privados y públicos, en innovación para la transformación productiva basada en modelos de economía circular.
- Avanzar en el diseño de mecanismos cooperación internacional que permitan impulsar la transformación productiva hacia modelos de economía circular.
- Desarrollar un sistema de información al servicio de la economía circular con indicadores basados en la contabilidad de materiales, agua y energía, y su productividad en términos de valor agregado.
- Promover una cultura ciudadana en economía circular a partir de programas de comunicación masiva.

Al respecto, es relevante indicar que, de acuerdo con el documento *“Avances, Retos y Desafíos, Estrategia nacional de economía circular septiembre 2021”* para las diferentes familias de residuos se plantean no solo acciones y técnicos del orden técnico, sino también retos de ajustes normativos.

Por su parte, es importante mencionar que en el año 2020 se expidió el documento CONPES 4004<sup>36</sup> de Economía circular en la gestión de los servicios de agua Potable y manejo de aguas residuales, el cual busca que se gestione el recurso hídrico de manera integral, a través de un modelo de economía circular en los servicios de acueducto y alcantarillado que involucre aspectos como el control de los vertimientos y el tratamiento y reúso de aguas residuales.

El siguiente cuadro analiza para cada tipo de material, las normativas expedidas, el enfoque de las mismas y las acciones que se derivan de estas.

---

<sup>33</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)- <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201784%20DEL%2002%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202017.pdf>.

<sup>34</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT)- <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0938%20-%202019.pdf>.

<sup>35</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/05/Estrategia-Nacional-de-Economia-Circular-Gobierno-de-Colombia.pdf>.

<sup>36</sup> <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4004.pdf>.



**Cuadro A4**  
**Políticas de economía circular en Colombia según sector**

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Plásticos	Plan Nacional para la Gestión Sostenible de los plásticos de un solo uso, 2 de junio de 2021 <sup>a</sup> .	Implementar la gestión sostenible del plástico a partir de instrumentos y acciones de prevención, reducción, reutilización, aprovechamiento, consumo responsable, generación de nuevas oportunidades de negocio, encadenamientos, empleos y desarrollos tecnológicos, con el fin de proteger los recursos y fomentar la competitividad.  Metas: • A 2023, prohibición de la distribución y comercialización de productos considerados “problemáticos”. • A 2023, el 25% de los plásticos de un solo uso son aprovechados. • A 2030, el 100% de los plásticos de un solo uso puestos en el mercado son reutilizables o reciclables o compostables son aprovechados.	Las líneas de acción para productos de plástico de un solo uso son: <ul style="list-style-type: none"><li>• Iniciar en 2021 la promoción de productos reutilizables en establecimiento de comercial, la gestión ambiental en domicilios de comida y la prohibición de plásticos fotodegradable.</li><li>• Durante 2022 y 2023 realizar la sustitución gradual de materiales de productos.</li><li>• En 2022 fortalecimiento la cadena de aprovechamiento como mínimo el 25% y en 2030 el 50%.</li></ul> De manera transversal, adelantar investigaciones, fomentar el ecodiseño, prevenir la generación de micro plásticos, incluir estrategia de etiquetado, apoyar la cultura ciudadana, incentivar las compras sostenibles, fomentar la articulación con el servicio público de aseo, generar incentivos, y realizar gestión del conocimiento y de recursos.
	Resolución 668 de 2018 <sup>b</sup> “Por la cual se reglamenta el uso racional de bolsas plásticas”.	Propende por establecer a cargo de distribuidores de bolsas plásticas (referidas en la norma), la obligación de formular, implementar y mantener actualizado un Programa de Uso Racional de Bolsas Plásticas, distribuidas en los puntos de pago en todo el territorio nacional.	En 2020 se dejaron de distribuir 714.633.426 de bolsas plásticas en puntos de pago, equivalente a una disminución del 69,37%, respecto al año base (2015) donde se distribuyeron 1.030.199.916 bolsas plásticas.
	Decreto 2198 de 2017 <sup>c</sup> “Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 del Libro 1 y se adiciona el Título 6 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el parágrafo 1 del artículo 512-15 y los numerales 3 y 4 del artículo 512-16 del Estatuto Tributario”.	Reglamentar los requisitos para aplicar las tarifas diferenciales del impuesto de las bolsas plásticas que ofrezcan soluciones ambientales, así como las condiciones de la no causación del impuesto nacional al consumo de bolsas plásticas.	Comparado con 2015 (año base), el consumo de bolsas plásticas ha disminuido en casi un 70 % (69.3 %), pasa de más de mil millones de bolsas de consumo en 2015 a 714 millones que se dejaron de comprar en 2020.
Metales	Estrategia Nacional para la Economía Circular, se definen programas y acciones encaminadas a la reincorporación de materiales como cobre y acero a cadenas del reciclaje.	<i>Programa de Formalización y Certificación de Empresas Recicladoras de Chátara.</i>  Metas: • A 2021, incremento del 20% de recuperación de chatarra mecánica, 3 encadenamientos con siderúrgicas con recicladores para mejorar estándares (calidad y volumen de chatarra), 3 plantas siderúrgicas con mejores técnicas y prácticas para reducción de residuos en el proceso productivo.	Las oportunidades para incrementar la circularidad del metabolismo de los materiales ferrosos están en: <ul style="list-style-type: none"><li>• Aumentar la cantidad y calidad de la chátara recolectada como materia prima para las siderúrgicas nacionales.</li><li>• Optimizar el proceso de las siderurgias para disminuir la producción de residuos.</li><li>• Reintegrar los residuos producida en las siderúrgicas como materia prima del mismo proceso.</li><li>• El beneficio tributario por devolución de neveras consiste en la reducción de la tarifa del IVA (Impuesto de Valor Agregado) del 19 % al 5 % en la compra de neveras nuevas para estratos 1, 2 y 3.</li></ul>

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
		<ul style="list-style-type: none"> <li>A 2022, un proyecto de investigación tecnológica para reducción y aprovechamiento de residuos.</li> </ul> <p>En relación con la implementación de las Acción Nacionalmente Apropiada de Mitigación (NAMA) se definió el Programa de Sustitución de Refrigeradores Domésticos, la cual materializa un beneficio tributario por medio del Decreto 2143 de 2017<sup>d</sup> "Por el cual se adiciona el Capítulo 8 del Título 1 de la Parte 3 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar el impuesto sobre las ventas-IVA en la adquisición de neveras nuevas para sustitución".</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A 2021, se han logrado sustituir 2.351 refrigeradores domésticos con disposición final ambientalmente adecuada.</li> </ul> <p>En el país existen proyectos implementados para proceso de producción secundaria de metales. Existen cinco plantas de producción de acero, las cuales hacen la producción de acero a partir de chatarra, siete de aluminio y una de cobre ubicadas en los departamentos de Boyacá, Caldas y Valle del Cauca.</p>
	Resolución 0005304 del 24 de octubre de 2019 <sup>e</sup> "Por la cual se reglamenta el procedimiento de registro inicial de vehículos nuevos de servicio público y particular de carga de más 10.500 kilogramos, se determinan las condiciones y se reglamenta el procedimiento para aplicar al "Programa de modernización del parque automotor de carga y se dictan otras disposiciones".	<p>Reglamentar el procedimiento de registro inicial de vehículos nuevos de servicio público y particular de carga, determinar las condiciones y reglamentar el procedimiento para aplicar al "Programa de modernización del parque automotor de carga".</p> <p>El programa está dirigido a pequeños propietarios de hasta 3 vehículos de carga de servicio público, con un peso bruto vehicular superior a 10,5 toneladas, que tengan antigüedad igual o superior a 20 años, que no estén postulados en ninguna otra solicitud de normalización ni de reposición y que se encuentren registrados en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT).</p> <p>El programa busca mejorar la productividad del transportador y el medio ambiente, reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> y material particulado. El país espera renovar aproximadamente 25.000 vehículos en los próximos 5 años.</p>	<p>Los transportadores encontrarán 4 alternativas, con y sin reconocimiento económico y podrán postularse a una de ellas. Las postulaciones estarán sujetas a la disponibilidad de recursos para el reconocimiento económico y se resolverán en orden cronológico, con validación previa por el sistema RUNT del cumplimiento de las condiciones del vehículo y de propiedad establecidos en la Resolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los propietarios de un nuevo vehículo de transporte de carga con peso bruto vehicular superior a 10,5 toneladas, deberán realizar un pago del 15% del valor comercial del vehículo, sin IVA, el cual se destinará para el fondo de modernización vehicular.</li> <li>Las fuentes de recursos del programa serán: el recaudo del proceso de normalización vehicular, los saldos del programa anterior, el pago del 15% sobre el valor comercial, sin IVA de un vehículo de carga por su registro inicial y otras fuentes de financiamiento.</li> </ul>
Construcción y demolición	Resolución 472 del 28 de febrero de 2017 <sup>f</sup> "Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición-RCD y se dictan otras disposiciones".	<p>Brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos e instalaciones para gestión de RCD como los puntos limpios y plantas de aprovechamiento.</p> <p>Establece un instrumento denominado Programa de manejo ambiental de RCD para seguimiento al cumplimiento por parte de las autoridades ambientales, el cual instaura obligaciones específicas para el gran generador de estos residuos que contempla acciones orientadas a la prevención de la generación de RCD, el aprovechamiento y la disposición final.</p>	<p>Establece que los grandes generadores de residuos aprovechables de construcción y demolición utilicen un porcentaje no inferior al 2% del peso total de los materiales usados en una obra civil. Se busca garantizar un incremento anual del 2% en peso, hasta alcanzar como mínimo un 30% de materiales aprovechables.</p> <p>Para ello, se deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar los instrumentos para facilitar el cierre de ciclos, aumentar el aprovechamiento de escombros generados en las obras y proyectos de demolición.</li> <li>Desarrollar simbiosis a través el uso de material estéril generado en proyectos de minería y energía para su uso en obras de construcción.</li> <li>Promover el eco-diseño en productos estructuras de construcción que utilizan menos materiales.</li> <li>La aplicación del hormigón en la producción de cemento.</li> <li>Aumentar certificaciones como LEED para construcciones sostenibles.</li> </ul>

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones																
		<p>Meta: En 2022, incremento del 10% en aprovechamiento, un estudio nacional de caracterización y aplicaciones, un Sistema de planeación logística para el aprovechamiento del hormigón en la producción de Cemento. Una norma técnica ajustada para el uso y aprovechamiento de materiales estériles de proyectos mineros y energéticos para su uso en obras y el ajuste de normas técnicas para el aprovechamiento de escombros como materiales de construcción.</p>	<p>A partir de la implementación y experiencias con el acto administrativo, se plantean nuevos retos del orden normativo: Requisitos para el reconocimiento de las actividades en las que se permite el uso de materiales secundarios o RCD; fortalecer el rol de autoridades ambientales, entes territoriales e instrumentos complementarios para cumplir la normativa y creación, administración y actualización de un sistema de información ágil y pertinente para los actores de la cadena de valor.</p>																
	<p>Resolución MADS 1257 de 2021 "Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones".</p>	<p>Establece los lineamientos para el aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, permitiendo su reincorporación al ciclo económico.</p>	<p>Se establecen las metas de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición para grandes generadores, en las obras que se realicen y de acuerdo con la categoría del municipio, así:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA ESPECIAL</th> <th>CATEGORÍA 1, 2, 3</th> <th>CATEGORÍA 4, 5, 6</th> <th>CUMPLIMIENTO DE META</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25%</td> <td>15%</td> <td>5%</td> <td>1º de enero de 2023</td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td>30%</td> <td>20%</td> <td>1º de enero de 2026</td> </tr> <tr> <td>75%</td> <td>60%</td> <td>40%</td> <td>1º de enero de 2030</td> </tr> </tbody> </table>	CATEGORÍA ESPECIAL	CATEGORÍA 1, 2, 3	CATEGORÍA 4, 5, 6	CUMPLIMIENTO DE META	25%	15%	5%	1º de enero de 2023	50%	30%	20%	1º de enero de 2026	75%	60%	40%	1º de enero de 2030
CATEGORÍA ESPECIAL	CATEGORÍA 1, 2, 3	CATEGORÍA 4, 5, 6	CUMPLIMIENTO DE META																
25%	15%	5%	1º de enero de 2023																
50%	30%	20%	1º de enero de 2026																
75%	60%	40%	1º de enero de 2030																
Reciclaje	<p>CONPES 3934 DE 2018 "Política de Crecimiento Verde Documento"<sup>9</sup>.</p>	<p>Establece la estrategia para <i>Definir la hoja de ruta para la transición hacia una economía circular</i>.</p> <p>Meta: A 2030 incrementar la tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos en un 17,9% y aumentar los residuos sólidos efectivamente aprovechados a un 30%.</p>	<p>Presentar un proyecto de ley para la consolidación de la política para la gestión integral de residuos sólidos, con un enfoque de transición hacia la economía circular. Definir la estrategia nacional de economía circular de largo plazo dirigida al sector privado y su plan de acción integral.</p> <p>Actualizar la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.</p> <p>Publicar una Guía de Compras Públicas con criterios de sostenibilidad e incorporar criterios de sostenibilidad en nuevos acuerdos marco o instrumentos de agregación de demanda, establecidos para compras públicas.</p> <p>Formular una propuesta metodológica para la implementación de la cuenta de flujo de materiales.</p> <p>Desarrollar un documento técnico que contenga las directrices y criterios para la ubicación de la infraestructura de acopio y tratamiento de residuos prioritarios.</p> <p>Definir protocolos de separación en la fuente, recolección y transporte para los materiales y productos en el marco de la economía circular.</p> <p>Diseñar proyectos "tipo" para la infraestructura de tratamiento de residuos sólidos.</p>																
	<p>Decreto 596 de 2016<sup>h</sup> "Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones". (En proceso de modificación MVCT).</p>	<p>Define el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones de los recicladores y las organizaciones que estén en proceso de formalización como prestadores de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo.</p>	<p>Define esquema operativo de la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo.</p> <p>Establece el pago (factura del servicio) por la venta de material a los sectores industrial, comercial y otros.</p> <p>Establece las fases de formalización para las organizaciones de recicladores.</p> <p>Define derechos y deberes de los usuarios, personas prestadores y municipios para incrementar las tasas de aprovechamiento.</p> <p>A 2021, Colombia registra 37.000 recicladores de oficio agremiados en 390 organizaciones.</p> <p>En 2019, los prestadores de la actividad de aprovechamiento de residuos han permitido la reincorporación de materiales al ciclo productivo de 1'407.785 toneladas de residuos, incrementando en un 80% las toneladas efectivamente aprovechadas comparado con el año anterior.</p>																

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Valorización energética	Ley 1715 de 2014 <sup>1</sup> <i>"Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional"</i> .	Promover el desarrollo y promoción de utilización de fuentes no convencionales de energía en el sistema energético nacional y en sus artículos 15 a 18 define las bases para el aprovechamiento energético entre otros posibles usos de biomasa. Establece: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la energía procedente de biomasa forestal.</li> <li>• Repoblaciones forestales energéticas (plantación o siembra).</li> <li>• Aprovechamiento energético de biomasa agrícola.</li> <li>• Contenido energético de los residuos sólidos que no sean susceptibles de reutilización y reciclaje.</li> </ul>	Son actividades del Gobierno Nacional: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir disposiciones necesarias para establecer un mecanismo de fomento para la reutilización de planes plurianuales de aprovechamiento o tratamientos que incorporen aplicación energética de subproductos o residuos.</li> <li>• Definir disposiciones para establecer instrumentos de fomento al desarrollo de repoblaciones forestales energéticas.</li> <li>• Establecer planes de actuación para fomentar aprovechamiento energético de biomasa agrícola y evitar el abandono.</li> <li>• Fijar los objetivos de valorización energética para algunas tipologías concretas de residuos de interés energético; así como un sistema de supervisión, certificación y régimen de pagos compensatorios.</li> </ul> <p>Esta Ley estableció incentivos tributarios para la transición hacia FNCE, además en la estrategia la visión de Economía Circular que va más allá de la valorización energética; tales como: Incentivos tributarios relacionados a este tipo de fomento de nuevas inversiones: deducción impuesto renta, no aranceles importación equipos y reducción IVA, entre otros.</p> <p>A partir de los actos normativos existentes, se plantean nuevos retos normativos: Desde los aspectos ambientales, las modificaciones en materia de incentivos tributarios y fiscales de FNCER, la definición de criterios de valoración energética de diferentes tipologías de residuos (específicamente para biomasa), instrumentos ambientales para la producción de hidrógeno (incluye el hidrógeno verde), lineamientos de aplicación del Artículo 38 de la Ley 2099 <i>"continuidad de proyectos para la sostenibilidad del servicio público"</i>, términos de referencia para la EIA de nuevas tecnologías de generación de energía renovable, según el registro del proyecto, hoja de ruta para la promoción de las ESCOs. Y, desde los aspectos ambientales, cambios en el uso del suelo, riesgos de coalición de aves, impactos en la calidad del aire, intervenciones de gran magnitud sobre el terreno para anclaje y fijación de estructuras e impacto visual.</p>
	Ley 2099 de 2021 <sup>1</sup> <i>"Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones"</i> .	Establece priorización de los trámites ambientales para proyectos del sector de energía que cumplan ciertas condiciones. Define a la Biomasa como Hidrógeno Verde, en el entendido de generación de energía a través de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER). Incluye para la Biomasa tecnologías renovables; tales como procesos de investigación y desarrollo de pilotos.	Definir incentivos tributarios como mecanismos para incentivar la exploración de nuevas fuentes de energía. El cual, autoriza al Gobierno nacional para financiar con recursos de la nación y el Sistema General de Regalías la participación de las entidades territoriales en proyectos de generación, distribución, comercialización y autogeneración a pequeña escala y generación de FNCER.

Fuente: Elaboración propia con base en la normatividad citada.

<sup>a</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - <https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/plan-gestion-sostenible-plasticos-de-un-solo-uso.pdf>.

<sup>b</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/resolucion-668-de-2016-minambiente-bolsas-plasticas-1.pdf>.

<sup>c</sup> Ministerio de Hacienda y Crédito Público - <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%2020198%20DEL%2026%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf>.

<sup>d</sup> Ministerio de Hacienda y Crédito Público - <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202143%20DEL%2019%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf>.

<sup>e</sup> Ministerio de Transporte - <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/7837/mintransporte-reglamenta-procedimiento-para-aplicar-programa-de-modernizacion-del-parque-automotor-de-carga/>.

<sup>f</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) - <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>.

<sup>g</sup> Departamento Nacional de Planeación (DNP) - <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Pol%C3%ADtica%20CONPES%20334/Resumen%20Pol%C3%ADtica%20de%20Crecimiento%20Verde%20-%20diagrama%20C3%B3n%20FINAL.pdf>.

<sup>h</sup> Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT).

<sup>i</sup> Senado de la República de Colombia - [https://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](https://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf).

<sup>j</sup> Congreso de la República de Colombia - <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202099%20DEL%2010%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>.

### c) Políticas públicas de economía circular en México

Primeramente, es pertinente mencionar que México ha desarrollado normativa para Economía Circular tanto en residuos sólidos, a discutir posteriormente, como para agua y energía. Así las cosas, se evidencian desarrollos normativos materializados en la Ley General de Cambio Climático (LGCC)<sup>37</sup>, Ley de Transición Energética<sup>38</sup>, Ley Nacional de Aguas<sup>39</sup>.

De la Ley de Cambio Climático se destaca la promoción hacia la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático; sin embargo, su visión general es reglamentar las disposiciones de la Constitución del país en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Por su parte, la Ley de Transición Energética tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos y la Ley Nacional de Aguas, busca regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Ahora bien, en el marco de los residuos sólidos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente<sup>40</sup> es la Ley Ambiental Marco, promulgada en 1988 con base en lo dispuesto en el Artículo 73 XXIX G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se reguló sobre los residuos y se definieron atribuciones de las autoridades de los tres órdenes de gobierno. En materia de regulación y control de los residuos peligrosos a las autoridades federales, de los residuos industriales y sólidos municipales, a cargo de autoridades estatales y municipales.

Así las cosas, basado en el mismo fundamento constitucional, en 2003 se publica la Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos<sup>41</sup> encaminando sus normas a la economía circular, y que está basada en el cierre del ciclo de los materiales para aprovechamiento como materias primas o secundarias, evitando la extracción de nuevas materias. Esta ley se concentra<sup>42</sup> en garantizar el derecho de las personas a un ambiente sano y para ello, estableció la prevención en la generación de todos los tipos de residuos (peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial) y la valorización de los mismos. El medio que utiliza es la responsabilidad compartida entre productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles, así como, de los prestadores de servicios en el manejo integral de residuo.

Posteriormente, en el 2005 se expide el reglamento de la ley en mención, y en 2009 se crea el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos, aplicable a residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso; sin embargo, no incluye sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos.

---

<sup>37</sup> Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC\\_061120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_061120.pdf).

<sup>38</sup> Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015 Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>.

<sup>39</sup> Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, última reforma 16 enero 2020. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.

<sup>40</sup> Ley publicada el 28 de enero de 1988, con última reforma publicada el 18 de enero de 2021, expedida por el H. Congreso De la Unión, [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148\\_180121.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_180121.pdf).

<sup>41</sup> Ley publicada el 8 de octubre de 2003, con última reforma el 18 de enero de 2021, expedida por la Cámara de Diputados Del H. Congreso De la Unión, [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_180121.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf).

<sup>42</sup> Artículo 1 de la Ley de 2003.

Con el anterior programa se define la Norma Oficial Mexicana -161 Planes de manejo de residuos en 2002 y en 2013 la Norma Oficial Mexicana -161 SERMANT -2011 Planes de manejo de residuos de manejo especial.

Por una parte, los planes de manejo de residuos buscan: i) Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos así como su manejo integral; ii) Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan; iii) Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares; iv) Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y v) Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible. Por otra parte, los planes de manejo de residuos de "manejo especial" buscan identificar los residuos y productos que al desecharse se convierten en ellos, para prevenir su generación.

Por su parte, en 2014 la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó el Programa Especial de Producción y Consumo Sustentable, con el fin de transformar el consumo industrial y enfocarlo a sinergias de crecimiento verde.

Es pertinente mencionar que la regulación de los residuos sólidos en México se divide de la siguiente forma:

- i) Son de competencia estatal los residuos sólidos urbanos generados por establecimientos que son grandes generados (10 o más toneladas por año), son considerados como residuos de manejo especial sujetos a un plan de manejo.
- ii) Son competencia municipal los residuos sólidos urbanos generados en las casas, establecimientos que generan menos de 10 toneladas al año y en vía pública.
- iii) Son de competencia estatal y municipal los residuos generados en las casas que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y sus envases, embalajes, empaques y los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos.

Al respecto, expertos<sup>43</sup> aseguran que existen inconsistencias entre las dos leyes mencionadas, lo que causa doble regulación, no homogénea, de los residuos en México y genera una barrera a la intención de la Ley General para la impulsar la prevención, aprovechamiento y valorización de residuos con una misma fundamentación legal aplicable a todo el territorio nacional. Por lo que las mismas, se encuentran en revisión por los reguladores con el fin de generar una alienación del H. Congreso con las políticas del orden local y lograr contar con una visión legal que permita, la construcción con mayor especificidad de normas, teniendo como premisa una regulación de economía circular, a partir de incentivos.

Por lo anterior, con el fin de contar con un punto de partida para generar formas de producción y consumo más sostenible y disminuir las brechas regulatorias, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) publicó en diciembre de 2020 el informe Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una hoja de ruta para México y otros países (Chile, Brasil y Uruguay). El objeto del estudio fue realizar un primer diagnóstico sobre el estado del arte que guardan los aspectos más relevantes hacia la instrumentación de una hoja de ruta de economía circular en

---

<sup>43</sup> Foro Cepal, 23 de junio 2021, Claudia Octaviano. Coordinadora General de Mitigación del Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). <https://www.cepal.org/es/eventos/avances-economia-circular-america-latina-caribe-desafios-opportunidades-lograr-un-estilo>.

México. De manera general, presenta la identificación de los principales actores y sectores que tienen mayor potencial de participación en la hoja de ruta del país. También revisa casos de éxito con el fin que se puedan replicar y escalar a las realidades mexicanas y establece métricas y tecnologías 4.0 en todos los niveles para cuantificar y monitorear los avances e impactos.

Por su parte, en relación con el Diagnóstico de asistencia técnica para el análisis y revisión técnica del marco legal existente para la instrumentación de una política en materia de economía circular para México, adelantado por la CTCN (*Climate Technology Centre & Network*), realiza una serie de recomendaciones para avanzar en la implementación de Economía Celular, los cuales se resumen en los siguientes:

- Realizar una revisión técnica detallada del marco legal existente y necesario para la instrumentación de una política en materia de economía circular, incluye la revisión de la regulación existente y en desarrollo.
- Formar mesas técnicas donde en conjunto con los especialistas de las cámaras industriales para analizar áreas de oportunidad en las regulaciones, normas y especificaciones técnicas que, bajo una perspectiva de economía circular, favorezca la creación de mercados de segundo uso o revalorización de los flujos de energía, materiales y recursos naturales aprovechables.
- Contar con insumos para fortalecer el marco regulatorio vinculado a la economía circular, a fin de precisar las directrices a seguir para los tomadores de decisiones en los diferentes sectores del país, considerando las atribuciones de los tres órdenes de Gobierno.

En suma, lo mencionado es considerado una transición a un modelo de economía circular en el país, al reconocer diferentes actores y sectores (académico, industria, siderúrgica, cementera, química, de la construcción, de bebidas, tequilera y del papel y cartón) y soluciones enmarcadas en el aprovechamiento energético de materiales, la revalorización de materiales con potencial para ser reincorporados a nuevos ciclos económicos, las oportunidades de simbiosis industrial entre diferentes procesos productivos, lo que permitirá una hoja de ruta para la identificación de acciones concretas para mitigar el cambio climático, mejorar el aprovechamiento de los recursos y reducir los impactos sociales y ambientales.

El siguiente cuadro analiza para cada tipo de material, las normativas expedidas, el enfoque de las mismas y las acciones que se derivan de estas.

**Cuadro A5**  
**Políticas de economía circular en México según sector**

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Plásticos	"Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México" <sup>a</sup> , 2019.	<p>Es un pacto entre actores voluntarios de la cadena de valor de los plásticos, considerando aquellos que realizan funciones productivas distintas y relacionadas; tales como industria, gobierno, sociedad, academia y otros en donde se comprometen a diversas acciones encaminadas a lograr economía circular de plásticos en México.</p> <p>Metas industria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A 2022, prohibir el uso de micro plásticos añadidos intencionalmente para exfoliar, pulir o limpiar.</li> <li>• A 2025, tasa de acopio a 70% en PET y 30% en promedio de todos los plásticos y contenido de material reciclado al 20%.</li> <li>• A 2030, empaques y envases reutilizables, reciclables, compostables o aprovechables al 100%, tasa de acopio a 80% en PET y 45% en promedio de todos los plásticos y contenido de material reciclado al 30%.</li> </ul> <p>Metas gobierno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer hoja de ruta para materializar acciones a 2020.</li> <li>• Definir marco jurídico para la producción, distribución y comercialización de productos compostables y para aquellos que estén elaborados con cierto porcentaje de material reciclado.</li> <li>• Incentivar el uso de envases y empaques plásticos reutilizables, reciclables, compostables o aprovechables.</li> <li>• Promover presupuestos para la creación de infraestructura y manejo de residuos, entre otras.</li> </ul>	<p>El Acuerdo Nacional compromete a la industria firmante a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar análisis y evaluaciones para identificar acciones para eliminar gradualmente envases y empaques innecesarios o problemáticos para el 2030.</li> <li>• Incrementar las metas del uso de contenido reciclado, la tasa de acopio y la calidad del plástico.</li> <li>• Desarrollar, aplicar o participar en planes de manejo.</li> <li>• Establecer parámetros de contenido reciclado en los envases y empaques.</li> <li>• Apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías, modelos de negocio y sistemas de acopio, recuperación o aprovechamiento.</li> <li>• Reportar cada 18 meses de forma pública los avances de los compromisos.</li> </ul>
Metales	<p>No existe normativa específica, ni relacionada con su reincorporación en los procesos productivos.</p> <p>La regulación actual presenta una limitante para el aprovechamiento y revalorización de materiales metálicos, ya que sólo los clasifica como materia prima (virgen) y residuo (chatarra), lo que no permite la creación de un mercado de materiales diferenciado por aplicaciones y niveles de calidad para reincorporación en cadenas productivas, en donde se reconozca un mayor valor de mercado.</p>		



Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Construcción y demolición <sup>b</sup>	<p>Ley para la prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los residuos en los Estados de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quintana Roo<sup>c</sup>, 18 de junio de 2019</li> <li>Baja California<sup>d</sup>, 26 de marzo de 2021</li> </ul>	<p>Las Leyes establecen que los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.</p> <p>Quintana Roo: Establece a los proyectos de construcción y/o demolición, deberán contar con un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de un prestador de servicios registrado. Aclara que los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.</p> <p>Baja California: Establece que los generadores deberán entregar los residuos de Construcción y Demolición (RCD) en sitios autorizados para tal fin, debiendo valorizar al menos el 50% de sus residuos cuando la infraestructura local lo permita. A su vez, indica que los generadores deberán presentar ante la Secretaría, un plan interno de Economía circular local de manera informativa, de lo contrario sancionados.</p>	<p>En 2019 el Estado de Quintana Roo fue el primer estado en reformar la legislación para incorporar consideraciones de economía circular recuperación de materiales posconsumo, para cerrar el ciclo de vida. Posteriormente, el Estado de Baja California y el Estado de Querétaro cuentan con un proyecto de Ley en participación a agosto de 2021<sup>e</sup> bajo la misma temática.</p> <p>No obstante, el Estado de Querétaro avanzó en la publicación de Reglamentos de Prevención y Gestión Integral de Residuos de Landa de Matamoros y Pinal de Amoles, correspondientes al Estado de Querétaro<sup>f</sup>, 2012-2017 y el Reglamento de Prevención Gestión Integral y Economía Circular de Residuos de Landa de Matamoros, Querétaro<sup>g</sup>, 2020. Siendo el primer estado en contar con un municipio (Landa de Matamoros) para aplicar la economía circular como vía para prevenir, reducir, aprovechar o valorizar los residuos.</p>
	Plan Nacional de Manejo de Residuos de la Construcción <sup>h</sup> .	<p>Hace parte de las obligaciones establecidas en la NOM-161-SEMARNAT-2011, para los constructores que generan más de 80 m<sup>3</sup> de residuos en cada una de sus obras, la formulación y desarrollo de un plan de manejo. Por lo que, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) firmaron un convenio de concertación que, entre otras acciones, se incluye la elaboración del Plan Nacional de Manejo de Residuos de la Construcción.</p> <p>El documento permite a los diferentes actores involucrados (Autoridades, Cadena de Valor de la Industria de la Construcción) dar cumplimiento a la normatividad vigente, mediante la implementación del Plan de Manejo-RCD, impulsando la minimización y el aprovechamiento de los residuos, mediante su reutilización, reciclado o recuperación de materiales secundarios y en su caso, la adecuada disposición de lo no aprovechable.</p>	<p>De manera general, busca ser un instrumento de aplicación práctica y eficaz, que convoque a la autoridad y la cadena de valor bajo el principio de responsabilidad compartida, con una participación conjunta, diferenciada y coordinada para el manejo integral de los residuos de la construcción y demolición en general.</p> <p>De tal forma que logre difundir mejores prácticas para minimizar y maximizar el aprovechamiento de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, mejora continua, eficiencia energética, económica y social, cumpliendo con los lineamientos solicitados por la legislación y normatividad ambiental aplicables en la materia.</p>
Reciclaje <sup>i</sup>	Plan Nacional de Manejo de Residuos de Papel y Cartón, 2012 <sup>j</sup> .	<p>Creada en el marco de la Estrategia de Fomento de Aprovechamiento Forestal, así como la Promoción de la Producción y Consumo Sustentable de la Producción de Papel y Cartón, con el fin de incrementar los porcentajes de acopio de fibra secundaria en el país del 47%, lo que representa 1,3 millones de toneladas de materiales por año.</p>	<p>Beneficios previstos con la implementación del plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El ahorro de espacio en los sitios de disposición final de residuos a razón de 2,5 m<sup>3</sup> por cada tonelada métrica de estos materiales.</li> <li>La captura de emisiones de bióxido de carbono a razón de 3 toneladas de este gas de efecto invernadero por cada tonelada métrica acopiada.</li> <li>La reducción de las importaciones de fibra secundaria del extranjero.</li> <li>Reciclar hasta en 7 ocasiones los materiales fibrosos.</li> </ul>

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
		<p>Para cumplir con la meta, se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperar material que actualmente se exporta y aumentar los porcentajes de recolección de fibra en domicilios.</li> <li>• Eficiencia en cadenas de gestión servicio público de aseo municipal.</li> <li>• Economías de escala para recuperar fibra de materiales dispersos.</li> <li>• Proyectos para recuperar materiales actualmente no recuperables.</li> <li>• Mejora de cultura, capacitación y reciclaje.</li> </ul>	
	Norma Ambiental NADF-024 - AMBT 2013 <sup>k</sup> "Criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos del distrito federal".	<p>En el marco de la Estrategia "Basura Cero" Ciudad de México creo la norma en mención, buscando aumentar las tasas de reciclaje de residuos sólidos y disminuir la contaminación en sitios de disposición final.</p> <p>El objeto de esta norma Ambiental además de establecer los criterios y especificaciones técnicas busca el aprovechamiento y valorización de los residuos generados en Ciudad de México, estableciendo la separación de residuos en cuatro categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos Orgánicos (sólidos biodegradables)</li> <li>• Residuos inorgánicos reciclables (materia prima para reutilización y reciclaje)</li> <li>• Residuos inorgánico no reciclable (difíciles de reciclar)</li> <li>• Residuos de manejo especial y voluminoso (electrónicos electrodomésticos).</li> </ul>	<p>Al ser la Ciudad de México la segunda ciudad en generación de residuos la expedición de la Norma ambiental ha permitido ver a la comunidad en general un cambio de paradigma en el manejo de residuos sólidos, al lograr su aprovechamiento, reutilización, transformados e incluso para la generación de energía.</p> <p>Por lo que, gracias a la implementación la ciudad ha logrado incrementar la cantidad de residuos orgánicos enviados a algún tipo de valorización, así como disminuir los residuos que se envían a rellenos sanitarios.</p>
Valorización energética	Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergético <sup>l</sup> , 1 de febrero de 2008.	<p>Promoción y desarrollo de los Bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo mexicano.</p> <p>Crea la Comisión de Bioenergéticos, la cual estará integrada por los titulares de la SAGARPA, SENER, SEMARNAT, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la cual entre otras funciones tiene la del fomento a la agroindustria y la inversión e infraestructura necesarias, así como el uso de tecnologías eficientes para la producción y comercialización de insumos y para la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos.</p>	<p>Promueve la producción de insumos para bioenergéticos a partir de actividades agropecuarias, forestales, algas y procesos biotecnológicos.</p> <p>Resultados importantes para el país son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción de biocombustibles gaseosos a partir de residuos sólidos.</li> <li>• La constitución del Centro Mexicano de Innovación de Energía, CEMIE-BIO, en donde se elaboran biocombustibles sólidos, bioalcoholes, biodisel, biogás y bioturbotina a partir de materiales orgánicos.</li> </ul>
	Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, 28 de noviembre de 2008, última Reforma 07 de junio de 2013 <sup>m</sup> .	Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.	<p>La norma establece que para el año 2024 la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad será del 35%.</p> <p>Resultado de la Ley, surgió el "Programa de Aprovechamiento energético de residuos urbanos"-Cooperación Técnica, el cual tenía como objetivo introducir el aprovechamiento energético como una opción de valorización de residuos urbanos en México, en cuatro pilares:</p>

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
		Establece que el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias como de utilidad pública, aclara que México promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco regulatorio para el aprovechamiento energético de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.</li> <li>• Desarrollo de instrumentos económicos para el desarrollo de infraestructura y mercados de aprovechamiento energético.</li> <li>• Desarrollo de capacidades con actores claves, con la finalidad de mejorar las competencias técnicas y sensibilizarlos acerca de las tecnologías innovadoras.</li> <li>• Sensibilización y multiplicación de tecnologías con el asesoramiento técnico y de gestión para consolidar modelos replicables a lo largo del país que detonen el desarrollo de este tipo de infraestructura.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en la normatividad citada.

<sup>a</sup> Senado de la República LXIV Legislatura- <https://cespedes.org.mx/wp-content/uploads/2021/02/Acuerdo-Nacional-de-la-Nueva-Economia-del-Plastico-en-Mexico-version-final-Senado.pdf>.

<sup>b</sup> Por tratarse de residuos de manejo especial, la regulación y el control de los residuos de la construcción y demolición son facultad de las autoridades estatales.

<sup>c</sup> Honorable XV Legislatura Constitucional del Estado Libre y Soberano De Quintana Roo - [https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Quintana%20Roo/Ley\\_PGIECRE\\_QRoo.pdf](https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Quintana%20Roo/Ley_PGIECRE_QRoo.pdf).

<sup>d</sup> Congreso del Estado de Baja California - [https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO\\_VII/20210326\\_LEYRESIDUOS.PDF](https://www.congresobc.gob.mx/Documentos/ProcesoParlamentario/Leyes/TOMO_VII/20210326_LEYRESIDUOS.PDF).

<sup>e</sup> Legislatura del Estado de Querétaro - <http://legislaturaqueretaro.gob.mx/ley-codigo-ambiental-qro/>.

<sup>f</sup> Gobierno Municipal [http://www.landadematamorosqro.gob.mx/images/transparencia/2020/ART\\_66/4\\_TRIMESTRE/SECRETARIA\\_DE\\_AYUNTAMIENTO/anexo1\\_sesion\\_ordinaria\\_no\\_49.pdf](http://www.landadematamorosqro.gob.mx/images/transparencia/2020/ART_66/4_TRIMESTRE/SECRETARIA_DE_AYUNTAMIENTO/anexo1_sesion_ordinaria_no_49.pdf).

<sup>g</sup> Gobierno Municipal - <http://www.landadematamorosqro.gob.mx/images/transparencia/Leyes%20y%20reg/REGLAMENTO%20PARA%20LA%20PREVENCION%20Y%20GESTION%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS.pdf>.

<sup>h</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC)- <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>.

<sup>i</sup> Es de regulación y control de los residuos las autoridades municipales.

<sup>j</sup> Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y de Papel - <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/plan-de-manejo-rme-residuos-de-papel-y-carton>.

<sup>k</sup> Distrito Federal - <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/images/infografias/NADF-024-AMBT-2013.pdf>.

<sup>l</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión - <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPDB.pdf>.

<sup>m</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de La Unión - <https://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>.

#### d) Políticas de economía circular en el Perú

Con el propósito de enfrentar los problemas del país en materia de residuos sólidos, en 2016 se promulgó el Decreto Ley 1278 que contiene la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Esta ley se sostiene sobre tres pilares:

- i) Reducir residuos como primera prioridad
- ii) La eficiencia en el uso de los materiales
- iii) Los residuos vistos como recursos y no como amenaza

La norma introduce un cambio de paradigma al considerar el residuo sólido como un insumo para otras industrias; dejando así de tratarlo como basura y pensarlo como materia prima en otras industrias que pueden darle valor al desperdicio de otras industrias. De la misma forma plantea las bases para la construcción de la industria del reciclaje a nivel internacional con lo cual *“El Perú podría convertirse en un hub regional de tratamiento de residuos sólidos, de manera que generemos mayores ingresos, inversión, mayor empleo y altos estándares de manejo ambiental. En ese sentido estamos incorporando el uso de tecnologías de punta en el manejo de residuos sólidos, lo que permitirá darle mayor valor a la nueva materia prima y la consolidación de emprendimientos vinculados al sector”*<sup>44</sup>. Y finalmente, la ley vincula los actores claves en el tratamiento de los residuos sólidos (la cadena con las micro y pequeñas empresas, los ciudadanos).

En el año 2019 se adopta el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, mediante Decreto Supremo 237-2019-EF, el cual contiene 84 medidas concretas de corto, mediano y largo plazo para incrementar sostenidamente el bienestar de todos los peruanos. Con éstas se propuso sentar las bases para una economía más dinámica, productiva e inclusiva mediante el acceso a servicios públicos de calidad y condiciones adecuadas de empleo formal para generar un país más competitivo y productivo.

En particular, el plan contempla 9 objetivos prioritarios, dentro de los cuales el último de estos se refiere a promover la sostenibilidad ambiental en la operación de actividades económicas, con el cual se espera la mejor utilización de los recursos naturales, y a la adopción de métodos de producción y patrones de consumo que fomenten el paso hacia una “economía circular”. Así es que se han introducen 7 medidas de política que orienten a las empresas y consumidores hacia procesos de producción y patrones de consumo sostenibles; así: i) Estrategia de Financiamiento de Medidas frente al Cambio Climático; ii) Gestión integral de residuos sólidos; iii) Economía circular y Acuerdos de Producción Limpia en los sectores industria, pesca y agricultura; iv) Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios; v) Bono de chatarreo; vi) Plataforma de monitoreo de la implementación de las NDC de adaptación y mitigación; y vii) Instrumentos para la gestión sostenible y puesta en valor de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.

Posteriormente, con la expedición del Decreto Supremo No.003-2020 que aprueba la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria, el Gobierno de Perú da un paso adelante en el diseño de las políticas que promueven la ejecución de programas y proyectos que tienen como objetivo incrementar la competitividad y productividad de la industria, además de generar eficiencias y mejorar la productividad, reutilizando, reparando y reciclando.

---

<sup>44</sup> Ministerio del Ambiente - <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>.

En el marco de la hoja de ruta que fue construida por los Ministerios de la Producción y de Ambiente del país, esta última cartera tiene como responsabilidad propiciar la suscripción de Acuerdos de Producción Limpia (APL) que promuevan la minimización de residuos, la reutilización y reciclaje, en el marco de la normativa del sector industrial. Así mismo, deberá desarrollar normas técnicas que minimicen el impacto ambiental generado por los envases y embalajes; mecanismos de incentivos no financieros para aquellas empresas que voluntariamente brinden información, eduquen y promuevan el consumo y estilos de vida sostenible en la ciudadanía; elaborar guías sobre la gestión adecuada de residuos en actividades de la industria manufacturera y de procesamiento industrial pesquero y fomentar la formalización y certificación de las competencias de los recicladores.

Por su parte, el Ministerio de la Producción (Produce) tiene a su cargo el impulso a la producción industrial con un enfoque de economía circular, a través de diferentes acciones, como la implementación de tecnologías, difusión de información y generación de guías, entre otras.

Esta hoja de ruta establece metas de corto (1 año), mediano (3 años) y largo plazo (5 años) con enfoques de producción industrial sostenible, consumo sostenible, aprovechamiento de materiales, gestión de residuos industriales, innovación y financiamiento; todos orientados en la búsqueda de brindar las condiciones necesarias a las empresas del sector para que migren progresivamente hacia un modelo de economía circular que optimice sus recursos y procesos.

En relación con los Acuerdos de Producción Limpia (APL) mencionados y cuya directiva fue actualizada en el año 2020, se cuenta con siete APL con las empresas: Coca Cola Perú y Arca Continental Lindley, Backus, Koplast, Pamolsa, Textil Amazonas, Aceros Arequipa y Natura, las cuales de forma voluntaria vienen implementado acciones que promueven la minimización y valorización de los residuos sólidos, como la reutilización y el reciclaje, la circularidad de los materiales a través de su recuperación, así como la incorporación de material reciclado en la composición de sus productos, reconociendo a los residuos o materiales secundarios como insumo para ser ingresados en nuevos procesos productivos.

Para la suscripción de estos APL, se cuenta con la Directiva 02-2019-MINAM/DM, aprobada con Resolución Ministerial N° 130-2020-MINAM, norma que considera como líneas de trabajo aquellas relacionadas a la minimización, valorización y eficiencia de materiales, así como la educación, información y/o sensibilización ambiental y el trabajo con las municipalidades, brindando apoyo e impulsando el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección de Residuos Sólidos Municipales.

Ahora, en relación con los plásticos se tiene la Ley 30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables con la finalidad contribuir en la concreción del derecho que tiene toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, reduciendo para ello el impacto adverso del plástico de un solo uso, de la basura marina plástica, fluvial y lacustre y de otros contaminantes similares, en la salud humana y del ambiente.

En 2020 se aprueba la Estrategia Nacional para el desarrollo de parque industriales, donde se establece la obligación de propiciar el empleo de energías limpias, a través del uso de materiales de descarte contando con plantas de tratamiento de aguas residuales, planta de valorización de residuos, entre otras.

Y de otra parte, se cuenta con el Decreto Supremo 003-2020-MINAGRI que promueve la reducción y prevención de pérdidas y desperdicios de alimentos por medio del establecimiento de acciones de promoción y de coordinación en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo humano.

En 2021 con el Decreto Supremo N° 024-2021-MINAM el Ministerio del Ambiente promueve el manejo adecuado de neumáticos fuera de uso para proteger a la población, promoviendo su valorización e impulsando el tránsito hacia la economía circular.

Refirió que los neumáticos fuera de uso (NFU) son aquellos que se originan por la necesidad de recambio del parque vehicular existente, ya sea en carretera o fuera de ella, y posteriormente a su uso se constituyen en residuos sólidos.

Es importante complementar lo anterior, mencionando que en el año 2012 se expidió el Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos<sup>45</sup>, donde el país incursiona en la medida de implementación de la responsabilidad extendida del productor respecto a la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Medida que se mantiene con el Decreto Supremo 009-2019 del Ministerio de Ambiente.

Finalmente, el Plan de Ecoeficiencia 2019-2021 del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, cuyo objetivo es disminuir los impactos negativos en el ambiente y promover el uso ecoeficiente de papeles y materiales conexos, energía eléctrica, agua potable, combustible y disposición de residuos sólidos; a fin de optimizar el uso de los recursos públicos y generar un ahorro del gasto público. Este se basa en 3 pilares para su implementación: i) Institucionalización de la ecoeficiencia; ii) Implementación de mejoras técnico-operativas; y, iii) Sensibilización y concientización de los colaboradores.

De acuerdo con el Decreto Supremo N°009-2010-Minam, las medidas de ecoeficiencia aprobadas son de ejecución obligatoria en todas las entidades del sector público, y el ámbito de aplicación incluye el ahorro de energía, de agua, de papel y materiales conexos, y segregación y reciclado de residuos sólidos.

Además, cabe señalar que las entidades del sector público (Decreto Supremo N°011-2010-Minam) deberán emplear obligatoriamente papeles, plásticos y cartones con porcentaje de material reciclado. Asimismo, las entidades públicas deberán adquirir y emplear obligatoriamente bolsas de plástico biodegradable.

El siguiente cuadro analiza para cada tipo de material, las normativas expedidas, el enfoque de las mismas y las acciones que se derivan de estas.

---

<sup>45</sup> Ministerio de Ambiente - <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/REGLAMENTO-RAEE-X5.pdf>.

**Cuadro A6**  
**Políticas de economía circular en Perú según sector**

Material/cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Plásticos	Ley 30884 de 2018. Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. Decreto Supremo 006-2019. Reglamento de la Ley N° 30884, que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. Resolución Suprema n.° 003-2020-MINAM.	Esta ley establece el marco regulatorio sobre el plástico de un solo uso, otros plásticos no reutilizables y los recipientes o envases descartables de poliestireno expandido (Tecnopor) para alimentos y bebidas de consumo humano. El Decreto Supremo 006-2019 reglamenta la ley, orientando el uso del plástico hacia una economía circular, donde los bienes de plástico sean reutilizables, retornables al sistema de producción y reciclables o cuya degradación no genere contaminación por Microplásticos o sustancias peligrosas y asegurando su valorización. Se conforma la "Comisión Multisectorial Técnica de la Gestión Integral del Plástico de un Solo Uso", dependiente del Ministerio del Ambiente, cuyo objetivo es hacer seguimiento y evaluar los resultados de la ejecución de la ley sobre plásticos de un solo uso.	Las líneas de acción de la norma son: Reducción progresiva de bolsas de base polimérica. Prohibición del plástico de un solo uso y de recipientes o envases descartables. Obligación del uso de material reciclado en botellas de tereftalato de polietileno (PET), con lo que los fabricantes deben incluir en la cadena productiva material PET reciclado posconsumo en al menos quince por ciento (15%) de su composición. Crea el impuesto al consumo de las bolsas de plástico. Sus funciones son: Realizar el monitoreo y seguimiento de las acciones desarrolladas en los ámbitos nacional, regional y local, respecto a la aplicación de la Ley n.° 30884 y su reglamento. Monitorear y evaluar las acciones de la gestión integral del plástico de un solo uso con el objeto de aportar en la transición hacia la economía circular del plástico a nivel nacional. Emitir informes técnicos anuales que contengan la propuesta de los mecanismos para promover la transición hacia la economía circular del plástico y la formalización de los actores de la cadena de valor del este insumo.
Metales	Plan Nacional de Productividad y Competitividad 2019-2030.	Incorpora en el Objetivo Prioritario 9 la medida de política 9.5 denominada Bono Chatarreo. Propone la creación de un programa que brinde incentivos para el retiro y procesamiento como chatarra de los vehículos que cuenten con determinada antigüedad, y la adquisición de vehículos nuevos que cumplan con estándares de emisiones adecuados.	Tiene previsto una primera fase que abarque los vehículos que conformen el parque automotor de Lima y Callao. Las metas son: A julio 2021. Reglamento de la Ley que promueve la renovación y el retiro del parque automotor y Plataforma de Información para el monitoreo de resultados. A julio 2025. 20.000 vehículos chatarrizados a nivel nacional. A julio 2030. 50.000 vehículos chatarrizados a nivel nacional.
Construcción y demolición	Decreto Supremo No.003-2013-VIVIENDA. Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición <sup>a</sup> .	Regula la gestión y manejo de los residuos sólidos generados por las actividades y procesos de construcción y demolición, a fin de minimizar posibles impactos al ambiente, prevenir riesgos ambientales, proteger la salud y el bienestar de las personas y contribuir al desarrollo sostenible del país.	Establece la obligatoriedad para el generador de estos residuos, de implementar estrategias para su reaprovechamiento, con el fin de reducir el volumen y peligrosidad de los mismos.
Reciclaje	Resolución Directoral N° 003-2019-INACAL/DN. Plan Nacional de Productividad y Competitividad 2019-2030.	Se publica el código de colores para la gestión de los residuos sólidos en el país. Incorpora en el Objetivo Prioritario 9 la medida de política 9.2 denominada Gestión integral de residuos sólidos. Como uno de sus propósitos se propone la implementación de una estrategia que promueva la profesionalización de las actividades y competencias de los recicladores, de modo que su labor fomente la valorización de los residuos sólidos.	NTP 900.058:2019. Gestión de residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos. Para el año 2021 espera contar con una estrategia de integración de los recicladores en la cadena de valor de reciclaje, y certificación de competencias otorgadas a los recicladores.

Material/ cadena	Normativa	Enfoque normativo	Acciones
Valorización energética	Decreto Legislativo N° 1002 de 2010 de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables. Plan Nacional de Productividad y Competitividad 2019-2030.	Promueve el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad, entendiendo como RER, entre otros la biomasa. Incorpora en el Objetivo Prioritario 9 la medida de política 9.4 denominada Estrategia de energía renovable, electromovilidad y combustibles limpios. La medida planteada apunta a evaluar e implementar mecanismos de promoción para el despliegue de plantas de energía renovable, permitiendo una mayor participación de los recursos de energía renovable. Paralelamente, se plantea implementar instrumentos normativos que fomenten la electrificación del sector transporte, los cuales, entre otros aspectos, incluyen la adecuación del Reglamento Nacional de Vehículos con el fin de considerar características particulares de vehículos eléctricos. De igual forma se busca fomentar el uso de combustibles limpios con el objetivo de cuidar la calidad del aire y la salud pública, para lo cual se emitirán normativas que regulen el contenido de azufre y otros componentes nocivos en las gasolinas y gasoholes.	Se formula el Plan Nacional de Energías Renovables y se marca el camino para la investigación sobre energías renovables. Sus metas son: Año 2021. Mecanismos alternativos de promoción para las energías renovables. Proyectos piloto descentralizados para el ingreso de buses, autos y motos eléctricos. Disponibilidad de combustibles con un contenido de azufre no mayor a 10 ppm y con un menor contenido de otros componentes potencialmente nocivos. Año 2025. Normas Técnicas Peruanas para estaciones de recarga de vehículos eléctricos. Año 2030. Ómnibus eléctricos en circulación en Lima, Arequipa y Trujillo.

Fuente: Elaboración propia con base en la normatividad citada.

<sup>a</sup> Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>.



## Anexo 4 Glosario

### *Actividad económica*

- Una actividad económica es un proceso, es decir, la combinación de acciones cuyo resultado es un determinado.
- Conjunto de productos.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf).

### *Agregados macroeconómicos*

- Son los principales indicadores macroeconómicos (consumo, inversión, exportaciones, importaciones, etc) agregados para todos los sectores a nivel nacional.

Lora & Prada (2016).

### *Biomimética*

- Es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración de nuevas tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto a través de modelos de sistemas. Busca comprender los principios de funcionamiento de la vida en sus diferentes niveles en el nivel ecosistémico, con el objetivo de reconstruir los sistemas humanos de manera que encajen armoniosamente en los sistemas naturales.

<https://www.acaderc.org.ar/wp-content/blogs.dir/55/files/sites/55/2020/08/ZD-Econom%C3%ADa-circular-y-ambiente.pdf>.

### *Capitalismo natural*

- Es propuesta de desarrollo empresarial y social, consiste en que hay que pasar de la economía del consumo a la de los servicios y reinvertir los beneficios obtenidos en garantizar la conservación de los recursos naturales. Ofrece estrategias de negocio basadas en un uso radicalmente más productivo de los recursos naturales, con el fin de resolver muchos problemas ambientales a la vez que aumentar las ganancias empresariales.

<https://www.terra.org/categorias/articulos/que-es-el-capitalismo-natural>.

### *Coefficiente técnico*

- Es un indicador que refleja los inputs intermedios (tangibles o servicios) que demanda una actividad para, mediante un proceso productivo, generar una unidad de otro bien. Es el valor porcentual de un producto intermedio que utiliza un sector para producir una unidad de un artículo o mercancía, y que proviene de otros rubros o actividades.

<https://economipedia.com/definiciones/economia/coeficiente-tecnico.html>.

### *Compras intermedias*

- Corresponde a la suma verticalal de los consumos intermedios en la matriz de transacciones. Es decir, el valor total de los productos y servicios que un sector a otros sectores, o al interior de su mismo sector, para usarlos como consumo intermedio.

Lora & Prada (2016).

### *Consumo*

- El gasto de consumo final cubre los gastos consagrados por las unidades institucionales a la adquisición de bienes y servicios de consumo. Puede ser soportada directamente por el hogar beneficiario, o financiada —por Administraciones públicas o ISFLSH— para el beneficio de hogares consumidores. El gasto de consumo final puede efectuarse en el territorio económico o en el resto del mundo.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf).

### *Consumo intermedio*

- Bienes no duraderos y servicios consumidos en la producción del período, incluye, además, el mantenimiento y las reparaciones corrientes de los bienes de capital y los gastos de investigación y desarrollo; los gastos indirectos en la financiación de la formación de capital, y los costos de transferencia derivados de las compras y ventas de activos no físicos y créditos financieros. Desde la perspectiva de la demanda, se denomina utilización o uso intermedio.

[https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/aplicaciones/index\\_CCNN.html](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/aplicaciones/index_CCNN.html).

### *Demanda final*

- Es el resultado de la suma de los valores finales de las compras de bienes y servicios realizadas por familias y Gobierno, y que son generados por las unidades productivas.

<https://economipedia.com/definiciones/demanda-final.html>.

### *Demanda total*

- Es la suma de la demanda final y las ventas intermedias.

Lora & Prada (2016).

### *Derechos de importación y otros gravámenes*

- Pagos obligatorios que el importador realiza al Estado con fines fiscales o proteccionistas.

[https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/aplicaciones/index\\_CCNN.html](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/aplicaciones/index_CCNN.html).

### *Eco-concepción*

- Considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.

<https://economycircuar.org/economia-circular/>.

### *Ecología industrial y territorial*

- Establece un modo de organización industrial en un mismo territorio caracterizado por una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de materiales, energía y servicios.

<https://economycircuar.org/economia-circular/>.

### *Economía azul*

- Es un planteamiento que afecta de manera global a empresas y emprendedores, considera que los residuos son otra fuente de riqueza. La idea fundamental de estos planteamientos es que las empresas sean eficientes a la hora de producir bienes y servicios, buscar sacar el máximo partido a los recursos disponibles, todo ello sin olvidar que los residuos también tienen que ser aprovechados.

<https://economipedia.com/definiciones/economia-azul.html>.

### *Economía de funcionalidad*

- Consiste en privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a un bien.

<https://economycircuar.org/economia-circular/>.

### *Excedente bruto de explotación*

- Excedente bruto de operación.

Sinónimos.

### *Excedente bruto de operación*

- Es el saldo contable de la Cuenta de Generación del Ingreso. Se define como el valor agregado menos las remuneraciones de asalariados por pagar, menos los impuestos sobre la producción por pagar más los subsidios por cobrar.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Exportaciones*

- Son todos los bienes y servicios que con destino al resto del mundo salen definitivamente del territorio económico.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales>.

### *Formación bruta de capital fijo*

- Se mide por el valor total de las adquisiciones, menos las disposiciones, de activos fijos, efectuadas por el productor durante el periodo contable, más ciertas adiciones al valor de los activos no producidos (como los activos del subsuelo o grandes mejoras de la cantidad, la calidad o la productividad de las tierras) realizadas por la actividad productiva de las unidades institucionales.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Importaciones*

- Comprenden todos los bienes y servicios que provienen del resto del mundo y entran definitivamente en el territorio económico.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales>.

### *Ingreso mixto*

- El saldo de la cuenta de generación del ingreso de las empresas no constituidas en sociedades que pertenecen al sector de los hogares se llama ingreso mixto. En efecto, en este caso, el saldo de la cuenta de generación del ingreso contiene implícitamente un elemento de remuneración para el trabajo efectuado por el propietario o los miembros de su familia que no puede distinguirse de su beneficio como empresario.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Inversión*

- Es la formación interna bruta de capital fijo más la variación en los inventarios.

Lora & Prada (2016).

### *Logística reversa o logística inversa*

- Se concentra en el retorno de los materiales ya utilizados para un proceso productivo, incluye el aprovechamiento o el descarte ecológico de materiales y la preservación del medio ambiente.

<https://ecoassist.com.br/o-que-e-logistica-reversa/>.

### *Oferta total a precios de usuario*

- Valor bruto de producción a precios de productor más las importaciones CIF y sus respectivas tributaciones, los márgenes de distribución y el IVA no deducible.

[https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala1/enlaces/aplicaciones/index\\_CCNN.html](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala1/enlaces/aplicaciones/index_CCNN.html).

### *Precios básicos*

- Se definen como la cantidad a cobrar por el productor al comprador por una unidad de un bien o servicio, menos cualquier impuesto a pagar y más cualquier subsidio a cobrar como consecuencia de su producción o venta. Se excluyen los gastos de transporte facturados separadamente por el productor.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Precios constantes*

- Es el valor de las operaciones a un precio que se ha elegido como base y por lo tanto no contienen efecto inflacionario.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales>.

### *Precios de comprador*

- Para un bien intermedio, el precio comprador está compuesto por el precio básico más los costos de transporte pagados por el comprador para llevarlo hasta el lugar de producción; más el margen comercial que se acumula al pasar éste por toda la cadena distributiva; más los impuestos no deducibles netos de subsidios pagados sobre el bien o el servicio en este último caso.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Precios de productor*

- Cantidad a cobrar por el productor al comprador, por una unidad de un bien o servicio producido, menos el IVA u otro impuesto deducible análogo facturado al comprador, incluye además de los precios básicos, los impuestos menos los subsidios sobre los productos, distintos de los impuestos al valor agregado.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Precios de usuario*

- Precios de comprador.

Sinónimos.

### *Producción bruta*

- Valor Bruto de la Producción.

Sinónimos.

### *Producto interno bruto (PIB) a precios de mercado*

- Es una de las medidas de producción de bienes y servicios, neta de duplicaciones, generados en el país en un determinado período. Se valora a precios de mercado y su medición se efectúa generalmente a través del valor agregado por las diversas ramas de actividad económica, o productores, incluyendo, además, el impuesto al valor agregado (IVA recaudado) y los derechos de importación.

[https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala1/enlaces/aplicaciones/index\\_CCNN.html](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala1/enlaces/aplicaciones/index_CCNN.html).

### *Ro Rechazar*

- Estrategia de economía circular para hacer que productos existentes queden obsoletos o ya no sean necesarios, prescindiendo de ellos o introduciendo alternativas a través de nuevos sistemas de servicio de productos (pss).

PACE (2021).

### *R1 Repensar*

- Estrategia de economía circular para intensificar el uso del producto, por ejemplo, a través del uso compartido o productos multipropósito.

PACE (2021).

### *R2 Reducir*

- Estrategia de economía circular para aumentar la eficiencia del material, es decir, producir utilizando menores cantidades de materias (primas).

PACE (2021).

### *R3 Reutilizar*

- Estrategia de economía circular para la reutilización de productos existentes por parte de otros consumidores o usuarios.

PACE (2021).

### *R4 Reparar*

- Estrategia de economía circular para la reparación/mantenimiento de productos defectuosos y para su uso posterior por el mismo usuario.

PACE (2021).

### *R5 Reacondicionar*

- Estrategia de economía circular para el reacondicionamiento de productos obsoletos o desactualizados para encontrarles nuevos usos y una demanda actual.

PACE (2021).

### *R6 Remanufacturar*

- Estrategia de economía circular para el uso de módulos o componentes de un producto viejo o dañado para elaborar un nuevo producto con la misma función.

PACE (2021).

### *R7 Readaptar/reconvertir*

- Estrategia de economía circular para el uso de módulos o componentes de un producto dañado en un nuevo producto con diferente función.

PACE (2021).

### *R8 Reciclar*

- Estrategia de economía circular para producir materiales de igual o menor calidad a partir de residuos.

PACE (2021).

### *R9 Recuperar*

- Estrategia de economía circular para la incineración de materiales con recuperación de energía.

PACE (2021).

### *Rama de actividad económica*

- Es la suma de los establecimientos que tienen como producción característica un grupo homogéneo de productos.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales>.

### *Reciclaje*

- Consiste en la práctica de aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos ordinarios secos.

<https://economiacircular.org/economia-circular/>.

### *Remuneración de asalariados*

- Es la retribución total, en dinero y/o en especie, que una unidad económica paga a los asalariados por la contraprestación del trabajo realizado durante el período contable. La remuneración de los asalariados se registra en el momento que se devenga, es decir, si se paga por anticipado, simultáneamente o con retraso, respecto al trabajo en cuestión. Comprende, entre otros conceptos, las contribuciones patronales a la seguridad social, bonificaciones y retribuciones por horas extras, primas, aguinaldo y participación en utilidades, antes de efectuarse cualquier descuento bien sea por contribuciones a la Seguridad Social, impuestos retenidos u otras deducciones.

<https://www.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=csisflm>.

### *Remuneración de los empleados*

- Remuneración de asalariados.

[https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala/enlaces/aplicaciones/index\\_CCNN.html](https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principala/enlaces/aplicaciones/index_CCNN.html).

### *Reparación*

- Es la forma de encontrar una segunda vida a los productos estropeados o dañados.

<https://economiacircular.org/economia-circular/>.

### *Reutilización*

- Consiste en reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.

<https://economiacircular.org/economia-circular/>.

### *Segundo uso*

- Es reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.

<https://economiacircular.org/economia-circular/>.

### *Valor agregado*

- Es el mayor valor creado en el proceso de producción por efecto de la combinación de factores. Se obtiene como diferencia entre el valor de la producción bruta y los consumos intermedios empleados.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-anuales/glosario-cuentas-nacionales-anuales>.

### *Valor bruto de la producción*

- Valor de mercado de los bienes y servicios generados durante un período contable, incluyendo los trabajos en curso y los productos para su utilización por cuenta propia.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1154/glosario.pdf).

### *Valorización*

- Consiste en aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar, sea los residuos ordinarios húmedos, sea los residuos orgánicos.

<https://economiecirculaire.org/economie-circulaire/>.

### *Ventas intermedias*

- Corresponde a la suma horizontal de los consumos intermedios en la matriz de transacciones, Esdecir, el valor total de los productos y servicios que un sector vende para ser usado por otros sectores, o por él mismo, como consumo intermedio.

Lora & Prada (2016).

Uno de los objetivos de la economía circular es introducir eficiencias en los procesos productivos y de consumo que permitan disminuir la extracción de materiales de la naturaleza y evitar consecuencias negativas sobre los ecosistemas. La mayor inserción de la economía circular no solo puede tener efectos sobre el medio ambiente, sino que también podría aportar al logro de objetivos económicos. Este estudio tiene por objeto presentar una propuesta para la modelación de los efectos macroeconómicos de la economía circular en América Latina. Se utilizan los países de la Alianza del Pacífico como casos de estudio para estimar los efectos de la mayor inserción de la economía circular en el PIB, el empleo, las importaciones y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los resultados de las simulaciones muestran que, en todos los casos, el efecto en el PIB y el empleo es positivo y creciente, y que, en términos generales, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.