



FINANZAS

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

FINANZAS, COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN

PERSPECTIVAS SOBRE CRECIMIENTO EQUITATIVO, FINANZAS E INSTITUCIONES

Un realismo no tan mágico: Pruebas de esfuerzo climático de la banca Colombiana

© 2021 Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial
1818 H Street NW, Washington, DC 20433
Teléfono: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org

La presente publicación ha sido realizada por el personal del Banco Mundial, con aportes externos. Las opiniones, las interpretaciones y las conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Banco Mundial, de su Directorio Ejecutivo, ni de los países representados por el mismo.

El Banco Mundial no garantiza la exactitud, integridad o vigencia de los datos incluidos en esta publicación y no asume responsabilidad por ningún error, omisión o discrepancia en la información, o responsabilidad con respecto al uso o no uso de la información, métodos, procesos o conclusiones establecidas. Los límites, colores, denominaciones u otra información que se muestre en cualquier mapa en esta publicación no implican juicio alguno por parte del Banco Mundial sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

Nada de lo aquí contenido constituirá ni podrá considerarse una limitación ni una renuncia de los privilegios y las inmunidades del Banco Mundial, todos los cuales están reservados específicamente.

La presente obra fue publicada originalmente por el Banco Mundial en inglés en 2021, con el título "Not-so-magical realism: A climate stress test of the Colombian banking system". En caso de discrepancias, prevalecerá el idioma original.

Derechos y Permisos



El contenido de este trabajo está sujeto a leyes de copyright. Debido a que el Banco Mundial alienta la difusión de su conocimiento, este trabajo puede ser reproducido, total o parcialmente, con fines no comerciales siempre y cuando se haga una atribución completa del mismo.

Cualquier pregunta sobre derechos y licencias, incluidos derechos subsidiarios, debe dirigirse a World Bank Publications, The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE. UU.; fax: 202-522-2625; correo electrónico: pubrights@worldbank.org.

Imagen de portada: Santiago La Rotta

Diseño de portada: Diego Catto / www.diegocatto.com



Agradecimientos

Elaborado por Henk Jan Reinders, Martijn Regelink, Pietro Calice y Marina Escobar Uribe. Agradecemos a la Superintendencia Financiera de Colombia y del Banco de la República por los fructíferos debates y por brindarnos los datos necesarios para realizar los análisis. Agradecemos también al Departamento Nacional de Planeación por proporcionarnos las estimaciones de los efectos económicos de los escenarios de políticas climáticas drásticas y al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales por compartir con nosotros los datos sobre cambio climático y riesgo de inundaciones. También agradecemos a tres expertos evaluadores por sus comentarios y sugerencias: Stephane Hallegatte (Banco Mundial), Guan Schellekens (Banco Central Europeo) y Edo Schets (Banco de Inglaterra). El modelo de vulnerabilidad se elaboró con aportes de Nepomuk Dunz, Faruk Miguel Liriano, Oliver Masetti, Carolina Rogelis, Hugo Alexander Rojas Romagosa, José Ángel Villalobos y Dieter Wang.



Contenido

Siglas y abreviaturas	5
Resumen	6
1. Cambio climático y riesgos financieros en Colombia	12
Desastres naturales y cambio climático	12
El sector bancario colombiano	14
Principales riesgos para el sector bancario relacionados con el clima	17
Riesgos transfronterizos	20
2. Evaluación de los riesgos físicos	21
Riesgo de inundaciones	22
Impacto financiero	25
Tensión del sector bancario	26
3. Evaluación de los riesgos de transición	30
Escenarios de los riesgos de transición	31
Impacto macroeconómico	33
Tensión del sector bancario	34
4. Conclusiones y recomendaciones	37
Principales riesgos y vulnerabilidades	37
Políticas recomendadas	38
Referencias bibliográficas y lecturas sugeridas	40
Apéndices	43
Apéndice A. Modelo de regresión para inundaciones	43
Apéndice B. Vulnerabilidad a las inundaciones	45
Apéndice C. Modelo de prueba de resistencia	46
Apéndice D. Resultados del modelo de equilibrio general computable del DNP	47



Siglas y abreviaturas

BCBS	Comité de Supervisión Bancaria de Basilea
BR	Banco de la República
CDN	contribución determinada a nivel nacional
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CP	corto plazo
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DD	diferencias en diferencias
DNB	Banco Central de los Países Bajos
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FMI	Fondo Monetario Internacional
FSB	Consejo de Estabilidad Financiera
FVF	factor de vulnerabilidad a las inundaciones
G-20	Grupo de los Veinte
GEI	gases de efecto invernadero
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MP	mediano plazo
NDC	Nationally Determined Contributions
NGFS	Red para Enverdecer el Sistema Financiero
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PIB	producto interno bruto
PR	período de retorno
RS	Relación de Solvencia
RCP	trayectoria de concentración representativa
SCE	sistema de comercio de derechos de emisión
SFC	Superintendencia Financiera de Colombia
SSP	trayectoria socioeconómica compartida
S&P	Standard & Poor's
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
WRI	Instituto de Recursos Mundiales



Resumen

La evidencia muestra que las pérdidas asociadas con la materialización de los riesgos relacionados con el clima están afectando los sistemas económicos a niveles sin precedentes. Colombia en particular es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático y el sistema financiero no es ajeno a los posibles impactos que resulten tanto de los riesgos físicos, como de los riesgos de transición hacia una economía baja en carbono. Es así como el sector bancario de Colombia está potencialmente expuesto a riesgos financieros relacionados con el clima, en particular derivados de las inundaciones y de las metas ambiciosas de mitigación del cambio climático. En el país, las inundaciones fluviales de gran magnitud son el principal riesgo de desastres relacionado con el clima (es decir, riesgo físico). En las últimas décadas, tales acontecimientos han provocado daños importantes en los bienes inmuebles y otros bienes de capital: las inundaciones de 2010 y 2011 causaron en conjunto perjuicios por un valor de COP 12,6 billones (equivalentes al 2,0 % del producto interno bruto [PIB] de 2011)¹. Aproximadamente el 6,5 % del total de la exposición de la cartera de préstamos de los bancos corresponde a municipios que presentan un riesgo elevado de inundaciones². Asimismo, se prevé que, entre 1980 y 2080, el peligro de que se produzcan inundaciones aumentará entre un 25 % y un 65 % debido al cambio climático. En general, solo una pequeña parte (entre un 2 % y un 4 %) de los daños económicos provocados por los desastres cuentan con cobertura de seguros, por lo que una amplia proporción de la carga recae sobre los Gobiernos, los hogares y las empresas. Esto incrementa el riesgo crediticio de los bancos que los financian. Además, para que el país pueda alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y evitar que el cambio climático se agrave, deberá introducir grandes cambios en su economía. Recientemente, el Gobierno colombiano hizo más estrictas sus metas de reducción de las emisiones de GEI, que pasaron del 20 % al 51 % para 2030 y se convirtieron así en una de las más ambiciosas de la región de América Latina y el Caribe. Cerca del 20 % de los préstamos otorgados por los bancos colombianos a empresas corresponden a sectores sumamente sensibles a las transiciones, mientras que un conjunto más amplio de sectores y activos presenta vulnerabilidad a través de los efectos de la cadena de valor (es decir, los nexos entre distintos sectores). Los riesgos de transición se originan no solo en las políticas climáticas nacionales, sino también en las regulaciones climáticas establecidas en el extranjero, así como en los avances tecnológicos y los cambios en las preferencias de los consumidores. Colombia está expuesta a su vez a riesgos de transición generados en el exterior, debido a que los ingresos que obtiene por la exportación de combustibles fósiles son relativamente altos y la intensidad de carbono de sus exportaciones de manufacturas es también elevada en comparación con otros países de la región.

En este informe se identifican y evalúan los riesgos relacionados con el clima que afectan al sector bancario y se desarrollan dos enfoques innovadores para realizar pruebas de resistencia básicas frente al riesgo climático en los mercados emergentes. Para los riesgos físicos, elaboramos una prueba de resistencia que se aplica en el nivel municipal con el objeto de examinar la vulnerabilidad de los bancos frente a inundaciones fluviales graves. Este documento presenta tres innovaciones: a) para modelar el riesgo climático en ausencia de escenarios probabilísticos de desastre a nivel nacional; b) para estimar los efectos que producen en los bancos los daños económicos relacionados con las inundaciones, utilizando datos geográficos sobre las provisiones, y c) para ampliar un modelo básico de prueba de resistencia con canales de riesgo crediticio y de riesgo de crédito soberano desglosados geográficamente. Estas innovaciones nos permiten elaborar estimaciones iniciales de los impactos de las inundaciones en la rentabilidad y solvencia de los bancos. Para los riesgos de transición, desarrollamos una prueba de resistencia que se aplica en el nivel de la clasificación sectorial de dos dígitos, utilizando un modelo de equilibrio general computable disponible localmente para estimar los efectos que tendrían los escenarios de transición graves pero plausibles en el valor agregado de 83 sectores económicos. Este enfoque nos permite dar cuenta de la interdependencia entre distintos sectores, así como de la compensación

¹ Las cifras de daños y penetración de los seguros se basan en datos de EM-DAT.

² Elevado riesgo de inundación debido a que más del 10 % de la superficie se ha anegado anteriormente.

parcial de las empresas a través del aumento de los ingresos públicos³. Los escenarios de transición se han adaptado a Colombia y están en consonancia con las metas de reducción de GEI que el país ha actualizado recientemente como parte de su contribución determinada a nivel nacional (NDC)⁴. Por último, estimamos el impacto de los préstamos improductivos en los bancos, aplicando un modelo de riesgo crediticio del Banco de la República (BR).

Nuestra evaluación del riesgo de inundación muestra que los escenarios de anegamientos graves pueden conducir a una caída en el índice de relación de solvencia, que, además, podría coincidir con otras perturbaciones de mercado (como una recesión). Examinamos las inundaciones fluviales provocadas por fuertes lluvias y encontramos que los casos más extremos se han relacionado históricamente con el fenómeno de La Niña⁵. En este sentido, investigamos tres escenarios: uno basado en las inundaciones de 2010 y 2011 relacionadas con el fenómeno de La Niña y dos elaborados a partir de otras dos inundaciones graves con períodos de retorno cada 500 años. En esos tres escenarios, encontramos una caída promedio en la relación de solvencia (RS) de los bancos colombianos de entre 0,3 y 1,1 puntos porcentuales. En un cuarto escenario, en el que se analiza una inundación grave coincidente con una recesión, se observa una disminución promedio en la RS de 3,2 puntos porcentuales. Los resultados difieren significativamente de un banco a otro, y las pérdidas en préstamos de los bancos individuales oscilan entre el 0,2 % de los activos totales en el caso del banco menos vulnerable y el 2,2 % para el más vulnerable en el escenario de inundación más grave. Por último, advertimos que un escenario pesimista del cambio climático (trayectoria de concentración representativa [RCP] 8.5) podría sumar entre 0,1 y 0,6 puntos porcentuales adicionales al impacto en la RS —por episodio de inundación grave—, en comparación con un escenario de cambio climático limitado (RCP 2.6), según cada banco.⁶

Nuestra evaluación del riesgo de transición muestra que los escenarios de descarbonización bruscos y abruptos pueden conducir a pérdidas significativas en el sector bancario. Sin embargo, si se administra adecuadamente la transición, podrán evitarse las situaciones más graves. Cabe señalar que los escenarios de descarbonización, asociados a las metas de reducción de GEI que ha establecido cido Colombia para 2030, pueden materializarse en el mediano plazo. Estimamos que, en el escenario adverso o aquel asociado a la meta más elevada de reducción de GEI (51%) con implementación tardía o demorada de las políticas climáticas, el total de las pérdidas en préstamos de los bancos colombianos puede oscilar entre el 0,2 % de los activos totales en el caso de los bancos menos vulnerables y el 2,7 % en los más vulnerables. Esta situación podría hacerse realidad si las políticas climáticas se implementaran tarde (a partir de 2026) y no se tomarán otras medidas que permitieran a la economía colombiana adaptarse oportunamente. Por otro lado, es posible que estas estimaciones sean conservadoras, ya que abarcan un plazo de dos años y en ellas solo se considera el riesgo crediticio, mientras que podrían acumularse pérdidas adicionales antes y después del período de choque y a través de otros canales de riesgo. La posibilidad de que se produzcan pérdidas significativas justifica la adopción de medidas a corto plazo para alinear la gestión de riesgos

y la asignación de capital del sector bancario con las metas nacionales de las NDC.

Los resultados muestran diferencias en las vulnerabilidades relacionadas con el clima de las carteras de crédito de los distintos bancos, lo que reitera la importancia de contar con una supervisión basada en riesgos. Tres bancos son significativamente más vulnerables (entre dos y tres veces más) que la mayoría al peligro de inundación debido a su elevada exposición a zonas rurales o como consecuencia de una exposición relativamente alta a préstamos soberanos. Asimismo, se observa una heterogeneidad considerable en el grado de exposición de los bancos a sectores sumamente sensibles a las transiciones, que representan entre el 1 % y el 26 % de sus carteras de crédito. Es posible que las pérdidas de estos bancos resulten mayores respecto del total de sus activos, al considerar todos los sectores que podrían verse afectados. Sus préstamos presentan también una concentración comparativamente alta en los sectores que aparecen más vulnerables en nuestros escenarios de transición, a saber: los de combustibles fósiles, recolección de residuos, agricultura y suministro de electricidad. Estas observaciones respaldan la aplicación de un enfoque basado en el riesgo para abordar los peligros relacionados con el clima en la supervisión microprudencial, al tiempo que ponen de manifiesto que los bancos más vulnerables podrían contribuir de forma significativa a la incorporación de criterios ambientales en la economía colombiana promoviendo la mitigación de los GEI en los mencionados sectores. Esta contribución podría lograrse, por ejemplo, mediante el involucramiento con los clientes actuales, la inclusión de consideraciones ambientales en las prácticas de originación de los bancos, o ampliando la oferta de productos ecológicos (por ejemplo, préstamos verdes a empresas e hipotecas verdes).

Nuestro análisis es exploratorio y en algunos de los casos usa datos agregados, por lo que los resultados de esta evaluación deben interpretarse con cautela. En vista de las diversas limitaciones en la disponibilidad de datos y modelos, nos vemos obligados a hacer suposiciones que podrían conducir a una sobreestimación o subestimación de los resultados. Por ejemplo, mejoramos los enfoques macroeconómicos desagregando la exposición de los bancos por sectores y municipios, pero no disponemos de información detallada en el nivel de las empresas y los hogares. Estas limitaciones se describen a lo largo de todo el informe y deberán tenerse en cuenta al interpretar los resultados. Concretamente, cabe señalar que las estimaciones de los efectos de los riesgos de transición en el valor agregado de cada sector se obtienen en condiciones adversas o de resistencia (estrés) y no representan una previsión o de ningún tipo. En el escenario empleado no se tienen en cuenta todos los posibles procesos adaptativos (entre los que figura el cambio tecnológico) y, por lo tanto, es posible que se sobrestimen los efectos en la economía, en particular en los casos en que esta tiene más tiempo para acomodarse, es decir, en los escenarios de transición “suavizada”. Cuando las políticas climáticas se introducen gradualmente, es de esperar que la economía se acomode, y es probable que los efectos adversos sean más limitados de lo estimado en este estudio. Dada la naturaleza exploratoria de las pruebas de resistencia, no se deben utilizar sus resultados para identificar requerimientos de capital ni para ser usado para determinar si los bancos la aprueban o no.

3 Por lo tanto, no solo examinamos las emisiones directas de fuentes propias (emisiones de alcance 1), sino también las derivadas de la generación de electricidad comprada y otras emisiones que se producen en la cadena de valor (emisiones de alcance 2 y 3), y tenemos en cuenta el reciclaje de ingresos para aliviar los efectos macroeconómicos.

4 NDC: Nationally determined contributions. En Colombia se utiliza las siglas en inglés para referirse a las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN).

5 La Niña es un fenómeno meteorológico recurrente en el océano Pacífico que causa fuertes lluvias, inundaciones y deslizamientos de tierra en Colombia.

6 Una trayectoria de concentración representativa (RCP) es una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero adoptada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

> > Recomendaciones Banco Mundial:

En el marco de la colaboración entre el Banco Mundial (BM) y la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC), el BM ha identificado varias medidas a corto (CP) y mediano plazo (MP) que la SFC puede considerar para mejorar la detección y mitigación del riesgo climático en el sector bancario. En términos generales, el BM considera que la SFC podría adoptar una supervisión basada en riesgo para los impactos relacionados con el clima y mejorar continuamente la divulgación de información (tanto de las empresas no financieras como de las instituciones financieras) y la disponibilidad de datos. Esto último también es importante para analizar la exposición a riesgos por la vía de entidades afiliadas situadas en el extranjero, para lo cual la SFC podría colaborar con los entes de supervisión de los países anfitriones a fin de llevar a cabo una evaluación transnacional de la vulnerabilidad al clima. En lo que respecta a los riesgos físicos, la SFC podría realizar estudios exhaustivos sobre las instituciones más vulnerables, promover el fortalecimiento de la capacidad en todo el sector y fomentar el desarrollo de los mercados de seguros, dado que una mayor penetración de los seguros contra desastres mitiga los riesgos a los que están expuestos los bancos. En cuanto a los riesgos de transición, la SFC puede trabajar con las autoridades del sector bancario y de otros ámbitos con el fin de abordar dichos peligros de manera oportuna y con visión de futuro. Para esto se requiere que las partes interesadas del sector público y el privado dialoguen sobre cómo se configurarán las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, de modo que los bancos puedan abordarlas tempranamente (por ejemplo, en la interacción con sus clientes, en las prácticas de originación). También considera necesario fortalecer la capacidad del sector bancario, para lo cual se podrían utilizar nuevas herramientas, como el análisis de escenarios y las pruebas de estrés *bottom-up* completas. El BM considera que es particularmente urgente lograr ese fortalecimiento para abordar los riesgos de transición internos, ya que cabe esperar que durante esta década se pongan en marcha esfuerzos significativos para descarbonizar la economía colombiana. Véase el resumen de las recomendaciones en el cuadro R.1.

> > >

CUADRO R.1. - Recomendaciones del Banco Mundial a la SFC y a otras partes interesadas

Recomendación	Plazo	Organismo
Aspectos generales		
Elaborar guía de buenas prácticas para el sector bancario sobre gobernanza, gestión de riesgos y divulgación de riesgos climáticos.	CP	SFC
Impulsar el desarrollo de herramientas de gestión de riesgos climáticos con visión prospectiva en el sector bancario, que incluya el análisis de escenarios y las pruebas de resistencia ante la materialización de estos riesgos.	CP/MP	SFC
Incorporar en la Supervisión basada en riesgos aspectos que permitan evaluar gestión de los riesgos climáticos en las entidades supervisadas ^a .	MP	SFC
Continuar impulsando la divulgación y reporte por parte de emisores/empresas a divulgar sobre su exposición a riesgo climático y apoyar la recolección.	MP	SFC
Llevar a cabo una evaluación transnacional de la vulnerabilidad climática junto con los entes de supervisión de los países anfitriones, lo que incluye mejorar la recopilación de datos sobre exposición geográfica y sectorial a los riesgos a través de entidades relacionadas.	MP	SFC, entes de supervisión de los países anfitriones
Riesgos físicos		
Identificar la información y la fuentes necesarias para adelantar estudios que permitan continuar construyendo conocimiento sobre los riesgos físicos materiales que puedan ser una amenaza potencial para la estabilidad de las entidades ^b .	CP/MP	SFC
Promover el fortalecimiento de la capacidades técnicas o conocimientos del sector bancario sobre los riesgos físicos, incluyendo su identificación y gestión, cubriendo tanto los riesgos de desastres como los cambios graduales en las condiciones climáticas (por ejemplo, a través de una plataforma).	CP/MP	SFC
Promover el diseño e implementación de mecanismos para la mitigación de los riesgos y sus impactos ^b .	MP	SFC, Gobierno
Riesgos de transición		
Promover el fortalecimiento de la capacidades técnicas o conocimientos del sector sobre los riesgos de transición, incluyendo su identificación y gestión, centrándose específicamente en el CP y el MP (es decir, las metas de la NDC para 2030).	CP/MP	SFC
Promover el diálogo entre los responsables de formular las políticas climáticas y el sector financiero, incluidos los bancos, otros inversionistas y las autoridades financieras.	CP/MP	SFC, BR, Gobierno
Brindar al sector bancario orientaciones más detalladas sobre cómo se implementarán las políticas de descarbonización y cuál será el plazo para su aplicación (por ejemplo, elaborar una hoja de ruta hasta 2030 que permita a los bancos alinear más adecuadamente sus carteras).	CP/MP	Gobierno, SFC
Promover la mejora en la recopilación y gestión de datos, de modo que las autoridades y los bancos puedan realizar pruebas de resistencia en el nivel de las empresas. Específicamente, para esto se requerirá contar con datos sobre las emisiones de GEI de las empresas no financieras de Colombia.	CP/MP	SFC

Nota: BR = Banco de la República de Colombia; NDC = Nationally Determined Contributions; CP = corto plazo (entre 1 año); MP = mediano plazo (entre 1 y 3 años); SFC = Superintendencia Financiera de Colombia.

- Esto podría incluir medidas tales como exigir que se incrementen los reportes de supervisión, abordar el riesgo en el proceso interno de adecuación y evaluación del capital de los bancos, y abordar el riesgo en la supervisión in situ (incluso en conversaciones con la Alta Gerencia y la Junta Directiva).
- Observamos que, a veces, la medida de adaptación más eficaz en función de los costos consiste en evitar que se generen nuevos peligros verificando que se tengan en cuenta los riesgos de desastre en la planificación del uso de la tierra y en las regulaciones sobre infraestructura. Los bancos podrían desempeñar un papel de peso en este sentido integrando los riesgos de desastres e inundaciones en su proceso de originación de préstamos (y exigiendo la alineación con los planes de uso de la tierra y las regulaciones referidas a la infraestructura). El desarrollo de los mercados de seguros podría incluir lo siguiente: a) el fortalecimiento del marco jurídico, lo que abarcaría también el uso de seguros paramétricos, y b) la mejora de la disponibilidad de datos sobre seguros contra desastres.



Introducción

En todo el mundo se presta cada vez más atención a los efectos del cambio climático y a los riesgos y oportunidades ambientales en los sectores financieros. Los entes reguladores y los bancos centrales —a través de la Red para Enverdecer el Sistema Financiero (NGFS), entre otros— advierten sobre los efectos del cambio climático y sobre los riesgos ambientales que amenazan la estabilidad y la solidez de los sectores financieros. Estas afirmaciones surgen a raíz de la atención que han dedicado a este tema el Consejo de Estabilidad Financiera (FSB), su Grupo de Trabajo sobre Divulgación de Información Financiera Relacionada con el Clima y el Grupo de Estudio sobre Finanzas Verdes del Grupo de los Veinte (G-20). Al mismo tiempo, en todo el mundo se reconoce la importancia de los sectores financieros para movilizar capital en favor de objetivos ambientales, incluidos los relacionados con el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Varios organismos financieros internacionales han intensificado recientemente su trabajo en el área de los riesgos financieros relacionados con el clima; como ejemplos cabe citar los informes del Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS) y del FSB (BCBS, 2021; FSB, 2020). Las finanzas sostenibles también son una de las prioridades de la presidencia del G-20 en 2021, ejercida por Italia.

Dentro del sector bancario colombiano, se ha comenzado a tomar conciencia de los riesgos relacionados con el cambio climático, pero su comprensión y su gestión son aún muy incipientes⁷. Si bien en el sector se observa un conocimiento general de los riesgos relacionados con el clima y la sostenibilidad, se presta relativamente poca atención a los riesgos financieros que las tendencias del cambio climático representan para el sistema bancario colombiano. Algunos bancos disponen de un sistema de gestión en el que se tienen en cuenta los riesgos ambientales, sociales y de gobernanza y con el que normalmente se busca limitar los efectos negativos de las actividades bancarias en estos aspectos. La faceta del riesgo financiero se analiza en menor medida, en particular los efectos del clima en el riesgo crediticio, el riesgo de mercado y otros indicadores financieros. Asimismo, el sector financiero (especialmente un grupo de bancos colombianos) ha estado tratando de elaborar estrategias para apoyar el desarrollo sostenible en Colombia a través del Protocolo Verde Ampliado.

La SFC, en su plan de acción de 2019 referido al cambio climático (SFC, 2019), estableció como prioridad comprender en mayor detalle los riesgos financieros relacionados con el cambio climático. Dicho plan se centra en cuatro áreas clave, a saber: a) taxonomía, b) integración de los aspectos ambientales, sociales y de gobernanza (ASG), c) transparencia en relación con los riesgos climáticos y ASG, y d) fortalecimiento de capacidades. Este informe es una contribución a las dos últimas áreas, pues amplía la base de conocimientos disponibles para detectar, evaluar y gestionar los riesgos financieros relacionados con el clima en Colombia. También ofrece una base para futuras evaluaciones de riesgo más detalladas y se alinea con las actividades de las autoridades financieras en el país, quienes participamos cada vez más activamente en la NGFS y en otras redes internacionales.

En este informe se identifican y evalúan los riesgos climáticos más relevantes para el sector bancario. Los bancos constituyen el segmento más grande del sector financiero colombiano: sus activos ascendían a COP 720 billones (720 billones de pesos colombianos, equivalentes a USD 209 000 millones, es decir, el 78 % del PIB) en 2020⁸. Esta cifra incluye tanto a los bancos extranjeros como nacionales. Algunos bancos forman parte de conglomerados más grandes, cuyas entidades integrantes (por ejemplo, bancos extranjeros, compañías de seguros y administradores de activos) podrían estar expuestas a riesgos financieros similares relacionados con el clima. Sin embargo, en este informe no se incluyen las compañías de seguros ni las administradoras de activos. Las fuentes de datos cuantitativos utilizados en este informe son diversas. El análisis se basa en datos proporcionados por la SFC, el Banco de la República de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), así como en otros estudios documentales⁹.

El análisis abarca los riesgos físicos (es decir, los derivados de eventos meteorológicos y de cambios graduales en las condiciones climáticas) y los de transición (es decir, los que se generan a partir de la descarbonización de la economía mundial, de conformidad con las metas del Acuerdo de París). Cabe señalar que utilizamos una definición amplia de “riesgos físicos”, que comprende no solo los riesgos de desastres relacionados con el clima sino también los efectos del cambio climático en su distribución de probabilidad. En este informe, nos referimos al conjunto de estos riesgos como “riesgos financieros relacionados con el clima”, o simplemente “riesgos relacionados con el clima”.

En el marco de estos riesgos, el ejercicio se centra en tres canales de transmisión principales a través de los cuales los riesgos relacionados con el clima pueden afectar el balance general de los bancos colombianos: los efectos sobre el riesgo crediticio de la cartera de

préstamos, los efectos en el valor de mercado de los bonos gubernamentales y los efectos que generan en el grado de exposición las inversiones en otras instituciones financieras. Estos tres canales representan las principales clases de activos, que conforman el 79 % de los activos totales del sector bancario colombiano. Sin embargo, en algunas de nuestras evaluaciones cuantitativas, acotamos aún más el alcance del análisis a causa de las limitaciones en la disponibilidad de datos, por ejemplo, los referidos a las inversiones en entidades relacionadas y los préstamos no destinados a empresas (estos últimos solo para el riesgo de transición)¹⁰. Debido a que no contamos con datos sobre todos los canales por medio de los cuales el sector financiero podría verse afectado, los resultados obtenidos podrían ser conservadores y llevarnos a subestimar el impacto total de los riesgos climáticos en los balances de los bancos.

Finalmente, investigamos un conjunto de escenarios específicos del contexto colombiano diseñados para analizar eventos en la cola de la distribución de probabilidad. En los escenarios que utilizamos se examinan eventos específicamente pertinentes para Colombia, entre los que figuran una meta “alta” de reducción de emisiones de GEI a mediano plazo (es decir, para 2030) y un riesgo de inundación elevado y en aumento. Tanto para los riesgos físicos como para los de transición, analizamos escenarios ordenados y también eventos menos probables pero que potencialmente causarían más tensión en el sector bancario colombiano. El estudio de esos escenarios graves pero plausibles se corresponde con la práctica habitual en el análisis de los escenarios del sector financiero y las pruebas de resistencia, pero no debe interpretarse como una investigación del resultado más probable. En el caso de las inundaciones, en el informe se examina el riesgo total de desastres, que incluye no solo el riesgo de referencia sino también los posibles impactos del cambio climático. En el gráfico I.1 se muestra la ubicación de los escenarios investigados respecto del nuevo conjunto de escenarios de la NGFS¹¹.

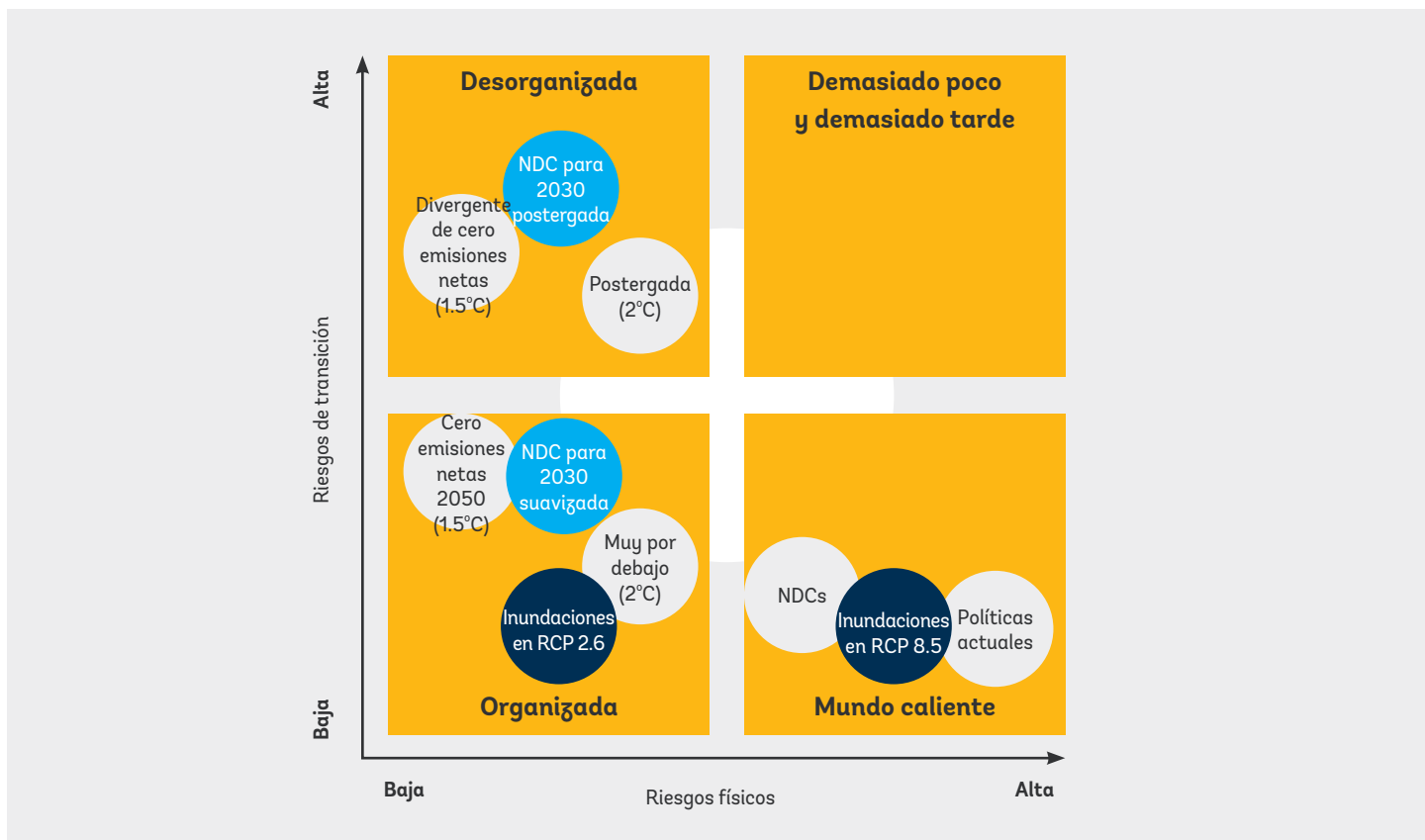
8 USD 1 = COP 3439 al 31 de diciembre de 2020.

9 El IDEAM es el instituto meteorológico nacional de Colombia.

10 En la sección titulada “Riesgos transfronterizos”, en el capítulo 1, incluimos un análisis separado y más general sobre el efecto de los riesgos relacionados con el clima a los que las entidades están sujetas debido a las exposiciones de sus subsidiarias y filiales extranjeras.

11 Se espera que los nuevos escenarios de la NGFS se publiquen en mayo de 2021 y ofrezcan más variables para conformar un conjunto de escenarios más amplio que el disponible en la actualidad. Según tenemos entendido, no se dispondrá de datos específicos para Colombia, pero se proporcionarán datos agregados sobre la región de América Latina y el Caribe y algunos de sus países más grandes.

GRÁFICO 1.1. - Ubicación de los escenarios investigados en la clasificación de la NGFS



Fuente: Ilustración elaborada por el personal sobre la base del documento de la NGFS (2020b).
 Nota: NDC = Nationally Determined Contributions; RCP = trayectoria de concentración representativa.

El ejercicio tiene como objetivo de analizar y comprender mejor el impacto de los riesgos financieros relacionados con el clima en el sector bancario, tanto a nivel agregado como para cada banco. En todo el mundo, los bancos centrales y los organismos de supervisión financiera están elaborando metodologías y herramientas para identificar y mitigar los riesgos financieros relacionados con el clima. No obstante, estas prácticas son aún incipientes y están en continuo desarrollo. Nuestro análisis es el primero de este tipo en Colombia y tiene carácter exploratorio: el trabajo se basa en los datos disponibles en el país. Los resultados deben interpretarse con cierta cautela, dado que tanto nuestros análisis como los datos utilizados se fundamentan en diferentes tipos de modelos (por ejemplo, climáticos, macroeconómicos, financieros), por lo que podrían generarse errores a causa de la combinación de modelos. Los resultados, por lo tanto, deben interpretarse en su orden de magnitud y no deben utilizarse para identificar requerimientos adicionales de capital ni para aprobar o desaprobado a los bancos con base en las pruebas aplicadas. A pesar de ello, hacemos hincapié en la necesidad de realizar estudios adicionales más exhaustivos sobre las instituciones a fin

de confirmar la hipótesis inicial y comprender con mayor detalle la exposición específica de los bancos en cuestión.

El informe consta de cuatro capítulos. En el primero se presenta un panorama general del cambio climático en Colombia y se describen la estructura del sector bancario del país y los principales riesgos relacionados con el clima relevantes para los bancos. También se ofrece un análisis general de los riesgos relacionados con el clima en los países en los que el sector bancario colombiano tiene exposiciones (indirectas). El segundo capítulo se centra en los riesgos físicos, y en él se incluye un análisis de vulnerabilidad relacionado con las inundaciones fluviales graves, que suelen estar vinculadas a los episodios del fenómeno de La Niña. En el tercer capítulo se analizan los riesgos de transición y se estima el posible impacto que tendrían los escenarios de descarbonización tardía en la economía colombiana y en el sector bancario. Por último, en el cuarto capítulo se exponen las conclusiones y se incluyen recomendaciones para la SFC y otras partes interesadas del sector público.



Cambio climático y riesgos financieros en Colombia

Desastres naturales y cambio climático

Los desastres naturales más dañinos desde el punto de vista económico ocurridos en Colombia en las últimas décadas fueron terremotos e inundaciones. El país ha sufrido desastres geofísicos e hidrológicos que provocaron daños económicos tras diversos episodios de terremotos, actividad volcánica, inundaciones, infestaciones de insectos y deslizamientos de tierra. En pesos corrientes, los más graves fueron la erupción volcánica de 1985 (COP 7,8 billones), el terremoto de 1999 (COP 9,4 billones) y las inundaciones resultantes de fuertes eventos de La Niña en 2010 y 2011 (daños totales por valor de COP 12,6 billones). Solo una fracción menor de esas pérdidas estaba asegurada (véase el cuadro 1.1). Según estimaciones proporcionadas por el IDEAM, los sectores más afectados por las inundaciones de 2010 y 2011 fueron los de agricultura (el 37 % de los daños totales), minería (el 29 % de los daños totales) y transporte (el 20 % de los daños totales). Véase Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2012).

> > >

CUADRO 1.1. - Desastres naturales más destructivos producidos en Colombia entre 1970 y 2020

Tipo	Fecha	Daños	Daños	Daños asegurados	Personas afectadas
		Miles de USD	Millones de COP	Millones de COP	
Terremoto	Enero de 1999	2 850 664	9 407 193	506 480	1 205 933
Actividad volcánica	Noviembre de 1985	2 376 735	7 843 225	—	12 700
Inundación	Septiembre de 2011	1 466 166	4 838 347	—	498 924
Inundación	Abril de 2010	1 172 442	3 869 059	54 167	2 791 999
Inundación	Abril de 2011	1 170 659	3 863 176	153 777	988 599
Terremoto	Marzo de 1983	1 054 715	3 480 561	—	36 200
Inundación	Noviembre de 1970	913 980	3 016 133	—	5 105 000
Infestación de insectos	Mayo de 1995	174 483	575 796	—	—
Deslizamiento de tierra	Marzo de 2017	104 299	344 187	—	45 360
Inundación	Marzo de 2012	69 038	227 826	—	8000

Fuente: Base de datos EM-DAT.

Nota: Los valores de los daños se han ajustado para reflejar el índice de precios al consumidor de 2019, utilizando un tipo de cambio de USD 1 = COP 3300; — = no disponible.

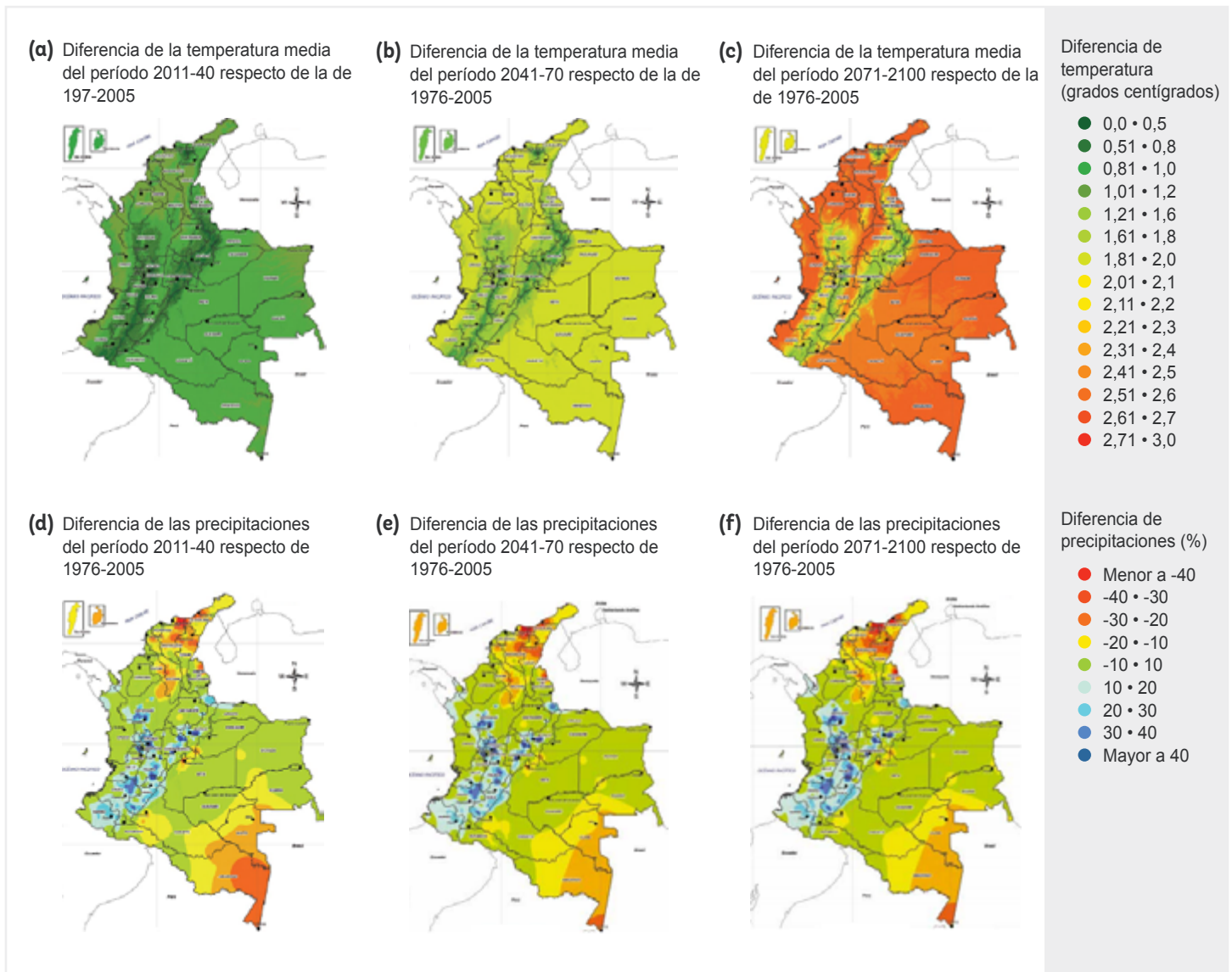
Con el tiempo, se espera que el cambio climático altere la distribución de probabilidad subyacente de las pérdidas derivadas de desastres naturales causados por el clima, lo que podría conducir a episodios más graves del fenómeno de La Niña, un aumento de las precipitaciones y un mayor peligro de inundación. En términos generales, el IDEAM prevé fuertes lluvias, sequías y tormentas de granizo en lugares donde antes no ocurrían, así como cambios en las características de estos eventos (por ejemplo, media, valores modales y medidas de dispersión). Se espera un aumento de las precipitaciones especialmente en el centro y el oeste del país, lo que podría a su vez incrementar de manera significativa el peligro de inundación a lo largo del tiempo (del 25 % al 65 % entre 1980 y 2080) (Winsemius y otros, 2013). Asimismo, los fenómenos meteorológicos recurrentes de El Niño y La Niña pueden agravarse como consecuencia de los cambios en el clima mundial, por lo que se elevaría la probabilidad de que se produjeran episodios de sequía extrema (El Niño) y precipitaciones extremas (La Niña) (Cai y otros, 2015). Por último, el aumento del nivel del mar puede afectar el valor de los activos inmo-

biliarios y perturbar las cadenas de suministro de las empresas en las zonas costeras.

Es probable que en Colombia la temperatura se eleve significativamente durante las próximas décadas, lo que traerá consecuencias para la actividad empresarial y la productividad laboral. El IDEAM ha elaborado diversos escenarios sobre los efectos del cambio climático en Colombia, que incluyen predicciones para tres horizontes temporales, a saber: cambios entre 2011 y 2040, entre 2041 y 2070, y entre 2071 y 2100. Estos escenarios contemplan los cambios de temperatura y precipitaciones, y se refieren no solo al nivel nacional sino también regional (gráfico 1.1). El Fondo Monetario Internacional (FMI) ha estimado que un aumento de 1 grado en la temperatura en Colombia puede conducir a una disminución en la producción real per cápita de 1,0 % a 1,5 % (FMI, 2017). Con un clima más cálido, los glaciares del país, que antes de 2017 ya habían perdido el 62 % de la superficie que tenían a mediados del siglo XX, retrocederán aún más (Rabatel y otros, 2018).

> > >

GRÁFICO 1.1. - Escenarios climáticos del IDEAM, 2015



Fuente: IDEAM, 2015.

Nota: IDEAM = Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Por su parte, las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático están tomando forma. En 2016, las autoridades establecieron un impuesto de USD 5 por tonelada de emisiones de dióxido de carbono, con el que se espera reducir las emisiones en más de 4,3 millones de toneladas en un plazo de 13 años. Además, cabe esperar que durante la próxima década en Colombia se encaren esfuerzos significativos en esta área debido a las aspiraciones del Gobierno nacional de reducir las emisiones de GEI. El Gobierno reconoce desde hace tiempo los desafíos que plantea el cambio climático: en 1994 aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Asimismo, incluye desde 2002 el cambio climático en los Planes Nacionales de Desarrollo, firmó y ratificó el Acuerdo de París en 2015, estableció su NDC, creó el Sistema Nacional de Cambio Climático y formó una comisión intersectorial encargada de coordinar las actividades en esta área. En diciembre de 2020, suscribió una nueva NDC, en la que se establece la meta de reducir para 2030 las emisiones de GEI al 51 % bajo un escenario sin cambios o *'business-as-usual'* (NDC Colombia, 2020). Esta NDC representa una de las metas más ambiciosas de la región de América Latina y el Caribe, y está alineada con el objetivo a largo plazo del país de lograr la neutralidad de carbono para 2050¹². En consecuencia, es de esperar que para alcanzar dicho objetivo se produzca un cambio de amplio alcance en la economía colombiana durante la próxima década. Por último, el DNP estimó que se necesitarán alrededor de COP 3,1 billones (USD 900 millones) anuales hasta 2030 para alcanzar los objetivos de mitigación del país. En 2016 esta entidad publicó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, en el que se brindan pautas y herramientas para priorizar las iniciativas de adaptación a fin de reducir los riesgos.

El sector bancario colombiano

Colombia cuenta con un sector bancario relativamente grande, cuyos activos totales ascendían en 2020 a COP 730 billones (USD 209 000 millones, es decir, el 78 % del PIB)¹³. La mayoría de los activos (el 66 %) está en manos de tres grupos financieros nacionales. El más importante es el Grupo Aval, que posee alrededor de la cuarta parte de todos los activos bancarios y está formado por cuatro bancos: Banco de Bogotá, Banco de Occidente, Banco Popular y Banco AV Villas. Los otros dos conglomerados que le siguen en tamaño de activos son el Grupo Empresarial Antioqueño (Bancolombia) y el Grupo Bolívar (Davivienda). Bancolombia es el principal banco

del país con el 25,4 % de los activos bancarios. Le siguen el Banco de Bogotá (14,5 %) y Davivienda (14,6 %). Entre los bancos más grandes que no pertenecen a estos tres grupos se incluyen el BBVA, propiedad del Grupo BBVA, de alcance internacional, y la entidad estatal Banco Agrario de Colombia, que poseen, respectivamente, el 9,4 % y el 3,8 % de los activos bancarios.

En Colombia, la mayoría de los activos bancarios se relacionan con el financiamiento, y una proporción significativa se invierte en deuda y títulos participativos. En 2020, alrededor de dos tercios de los activos de los bancos colombianos (el 63 %) correspondían a la cartera de crédito, que consiste principalmente en préstamos a empresas y al consumidor. Casi una cuarta parte de todos los activos (el 22 %) se invierte en valores negociables, lo que incluye deuda soberana, deuda corporativa y capital social. Cerca de la mitad de la cartera de inversiones (el 47 %) está conformada por títulos relacionados con el Gobierno, mientras que otro tercio (el 33 %) está colocado en otras instituciones y grupos financieros (subsidiarias, sucursales y entidades asociadas). El resto de las inversiones corresponde a títulos locales (10 %), valores extranjeros (2 %) y otros instrumentos (7 %). La mayor parte de las inversiones en subsidiarias, sucursales y entidades asociadas se destinó a entidades situadas fuera del país (el 71 %). (Véase el gráfico 1.2).

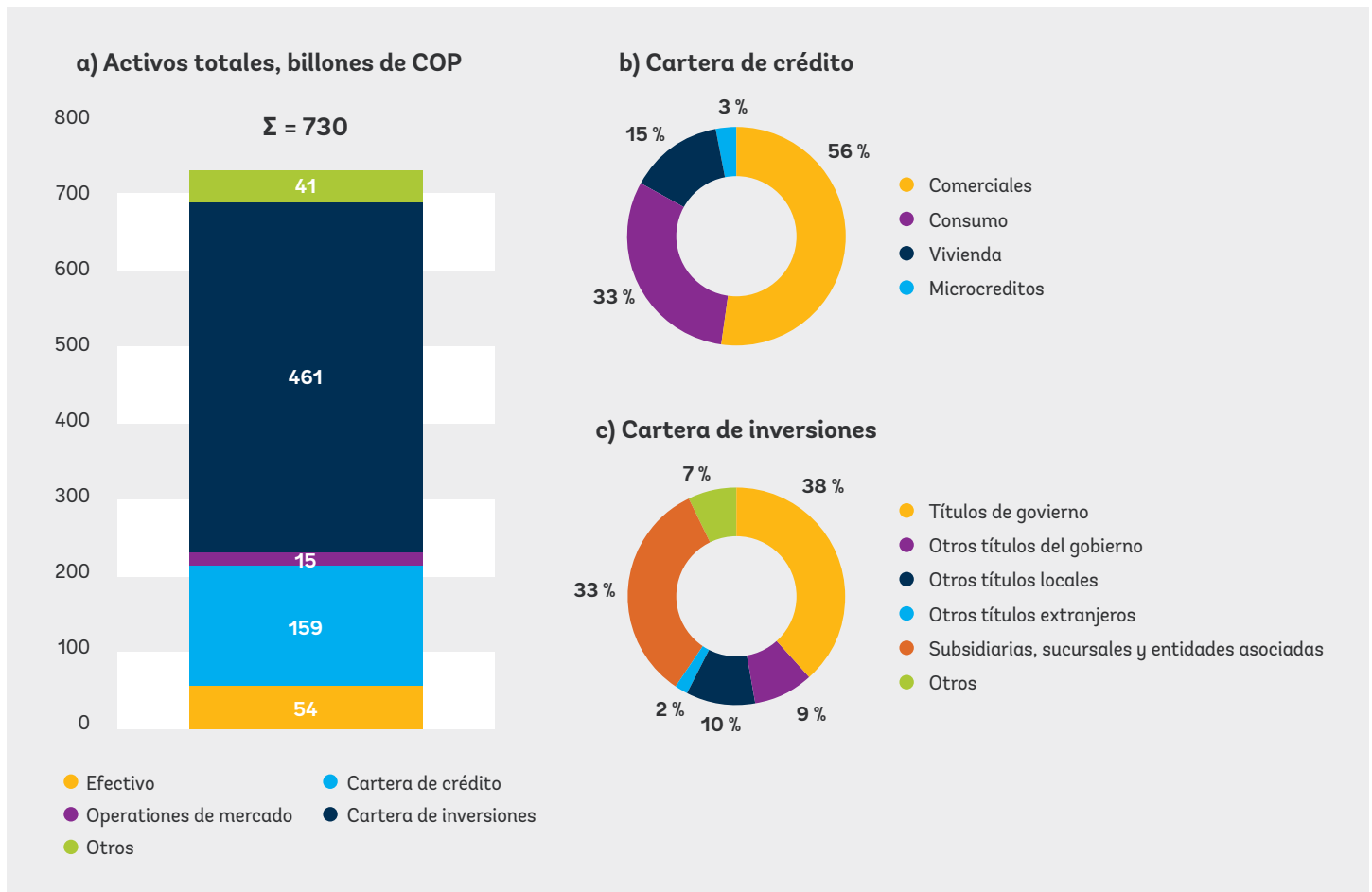
Desde la SFC se encontró que los bancos de Colombia tienen distintas formas de abordar en sus estrategias y operaciones los riesgos financieros relacionados con el cambio climático. La segunda toma de la Encuesta de Riesgos y Oportunidades del Cambio Climático publicada muestra que el 64 % de todas las entidades bancarias ha establecido alguna política o estrategia para incorporar explícitamente el cambio climático o está en proceso de elaborarlas. Además, la mayoría indica que detecta y aborda los riesgos y oportunidades climáticos en sus actividades operativas y administrativas, y como parte de sus operaciones de crédito. Sin embargo, las modalidades varían: para algunas entidades, esto forma parte de sus políticas de responsabilidad social corporativa y aún no se ha integrado en la gestión del riesgo financiero, mientras que otras identifican y adoptan medidas referidas a los sectores y regiones vulnerables a fin de gestionar los riesgos financieros. Algunos bancos encaran la gestión del riesgo climático desde la perspectiva de la continuidad de las operaciones y analizan específicamente los desastres naturales. Por último, otros han anunciado públicamente que, en las próximas décadas, reducirán gradualmente su exposición a las actividades relacionadas con el carbón hasta eliminarla¹⁴.

12 Los compromisos de la NDC de Colombia de 2015 planteaban para 2030 una reducción del 20 % en las emisiones de GEI respecto del escenario sin cambios.

13 Las cifras corresponden a diciembre de 2020. Los activos bancarios no incluyen otras entidades de crédito (corporaciones financieras, compañías de financiamiento ni cooperativas financieras).

14 Véase https://www.elperiodico.com/es/economia/20210305/bbva-dejara-financiar-actividades-relacionadas-11559688?utm_source=mail&utm_medium=social&utm_campaign=btn-share.

GRÁFICO 1.2. - Desglose de activos del sector bancario colombiano en 2020



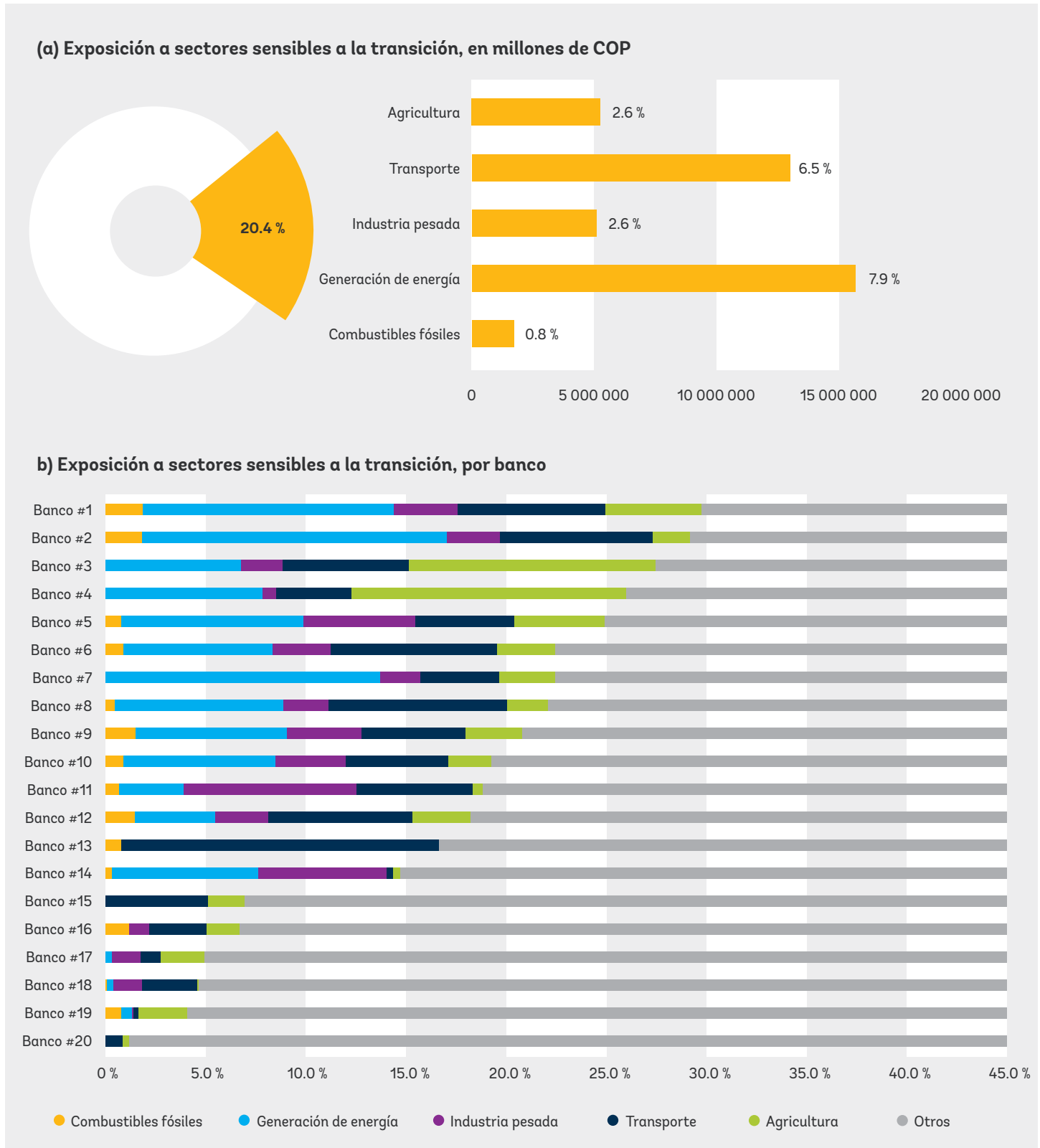
Fuentes: SFC, datos de diciembre de 2020; cálculos del personal.
 Nota: Σ = sumatoria.

Cabe señalar que, en la cartera de crédito de los bancos colombianos destinada a empresas no financieras, alrededor del 20 % de los activos totales corresponde a sectores sensibles a la transición, aunque se observan grandes diferencias entre los distintos bancos¹⁵. (Véase el gráfico 1.3). Las mayores exposiciones agregadas de la cartera de crédito corresponden a los sectores de generación de

energía (7,9 %) y transporte (6,5 %), por lo que se ubican en el extremo superior de la escala en comparación con países en situación similar. Al mismo tiempo, la exposición a los combustibles fósiles es baja (0,8 %). La exposición de los bancos individuales a sectores sensibles a la transición varía significativamente, pues oscila entre el 1 % y el 26 % de la cartera de riesgo de crédito empresarial.

15 Entre los sectores sensibles a la transición se incluyen los combustibles fósiles, la generación de energía, la industria pesada, el transporte y la agricultura. Esta descripción está en consonancia con la clasificación de Battiston y otros (2017), excepto que aquí definimos "industrias pesadas" en lugar de "empresas de consumo intensivo de energía". Véase <https://www.finexus.uzh.ch/en/projects/CPRS.html>.

GRÁFICO 1.3. - Desglose de la cartera de préstamos comerciales, por sectores (porcentaje del total)



Fuentes: SFC, datos de diciembre de 2020; cálculos del personal.

Nota: Basado en un subconjunto de 20 grandes bancos colombianos que comprenden la mayoría de los activos bancarios. Basado en los sectores 1, 2, 3, 5, 6, 9, 16, 17, 19, 20, 24, 29, 30, 35, 49, 50, 51, 52 y 53.

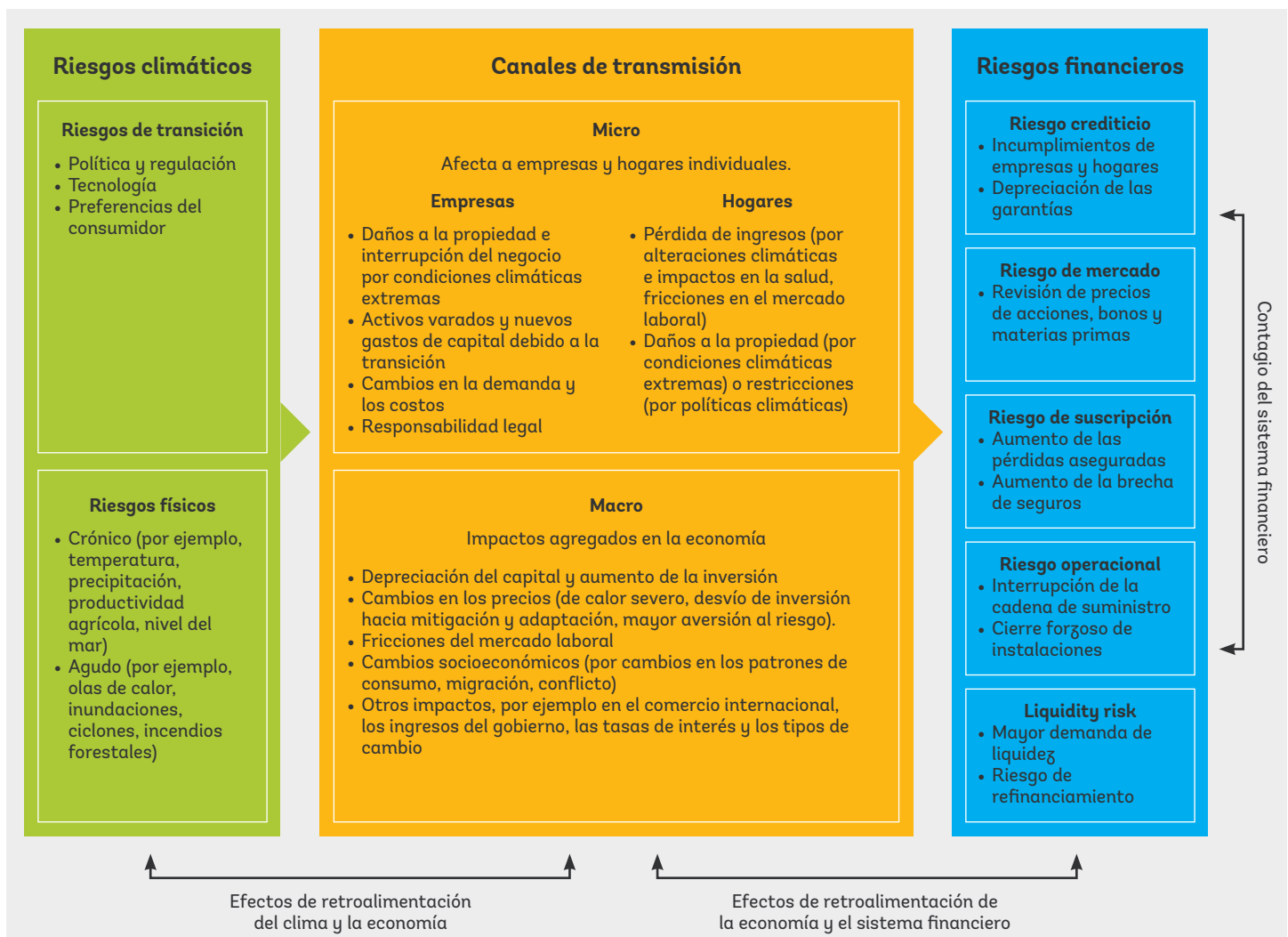
Principales riesgos para el sector bancario relacionados con el clima

El cambio climático y su mitigación producen impactos económicos y financieros en los riesgos financieros tradicionales (como el crédito y el de mercado) a través de diferentes canales. Los riesgos físicos derivan de la posibilidad de que los desastres naturales y el cambio climático generen costos económicos y pérdidas financieras. Las fuentes físicas del riesgo pueden ser de naturaleza crónica (gradual), como el aumento de las temperaturas y del nivel del mar y los cambios en las precipitaciones, o aguda, como en el caso de los acontecimientos meteorológicos extremos. Los riesgos de transición se relacionan con el ajuste económico que se produce durante el cambio hacia una economía más verde y baja en carbono. Estos riesgos pueden asociarse con los esfuerzos de mitigación del cambio climático: las políticas abruptas dirigidas a reducir las emisiones de dióxido de carbono y, por lo tanto, a limitar el calentamiento global

podrían tener impactos significativos en la economía. Sin embargo, esta presión normativa para hacer frente a la contaminación ambiental y mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas puede representar costos importantes para las empresas y los hogares. De igual modo, el cambio tecnológico disruptivo (por ejemplo, fuentes de energía alternativas y más limpias), así como la modificación de los comportamientos de los consumidores y los mercados en favor de productos y servicios más verdes, pueden dar lugar a cambios económicos estructurales. Durante este proceso hacia una economía más sostenible y neutra en carbono, es probable que se revalúen los activos financieros subyacentes, particularmente cuando dicho proceso es abrupto. En el gráfico 1.4 se resumen los riesgos climáticos y sus canales de transmisión.

> > >

GRÁFICO 1.4. - Canales de transmisión de los riesgos físicos y de transición



Fuente: NGFS, 2020a.

El sector bancario colombiano está en cierta medida expuesto a desastres naturales relacionados con el clima a través de activos que corresponden a zonas vulnerables y a través de una exposición significativa al sector público en su portafolio de inversiones. Las inundaciones constituyen el principal riesgo de desastres relacionados con el clima en Colombia: cuando se producen, provocan la interrupción de las operaciones de las empresas y generan daños en los bienes inmuebles y otros bienes de capital. Esto afecta directamente la solvencia de las compañías y los hogares perjudicados. Los préstamos a las empresas constituyen una parte importante del total de la cartera bancaria: suman el 33 % de los activos totales. Históricamente, las inundaciones han perjudicado a la banca colombiana debido al aumento de las pérdidas crediticias y las provisiones conexas. Solo un porcentaje menor de los daños económicos provocados por inundaciones de gran magnitud estaban asegurados (entre el 2 % y el 4 %). Por consiguiente, el impacto en los riesgos de suscripción es probablemente bajo¹⁶. No obstante, un bajo grado de penetración de los seguros representa una carga para el presupuesto gubernamental y afecta la solvencia de las empresas en caso de que se produzca un desastre natural importante. Además de los incumplimientos de las compañías, un desastre climático de gran magnitud también podría afectar la capacidad crediticia del Gobierno colombiano, lo que llevaría a una rebaja de la calificación de la deuda pública. Esto puede ser particularmente preocupante si ocurre un desastre durante una recesión económica (es decir, si se produce un doble choque). La exposición que corresponde al Gobierno constituye alrededor del 8 % de los activos. Por último, los desastres naturales pueden generar riesgos operativos y de liquidez para los bancos cuando las sucursales y la infraestructura de pagos se ven afectadas por un desastre y en caso de que los hogares y las empresas extraigan sus depósitos para financiar su recuperación.

Asimismo, el cambio climático puede perjudicar las finanzas empresariales de una manera más gradual, afectando el riesgo crediticio y el de mercado, y potencialmente influyendo, con el transcurso del tiempo, en las variables macroeconómicas. Los cambios en la temperatura, las precipitaciones y las sequías pueden tener un impacto considerable en el valor de mercado y la solvencia del sector agropecuario y el energético, e incrementar la frecuencia y la gravedad de los desastres naturales. La agricultura es un sector importante en Colombia: en 2018 representaba el 6,3 % del PIB y generaba más de la mitad del empleo de la población rural (el 59,7 %) (Melo y otros, 2019). Las variaciones regionales en la temperatura, las precipitaciones y la cantidad de sol afectan la producción agrícola, y puede requerirse un cambio en los cultivos y las técnicas para mitigar sus efectos. Adicionalmente, la dependencia del sector energético colombiano respecto de la energía hidroeléctrica lo hace vulnerable a los cambios en los patrones de precipitación (y a la creciente incertidumbre que los rodea). En el caso de la energía hidroeléctrica en particular, es importante realizar una evaluación temprana de los riesgos debido a que las centrales tienen una vida útil muy extensa. Los bancos colombianos deben monitorear de cerca su exposición a estos sectores. Se espera que las variaciones de temperatura y precipitaciones generen impactos relativamente importantes en la región andina, así como en las estribaciones de la Amazonía y en la región de la Orinoquía (IDEAM y otros, 2017). Los cambios de temperatura pueden influir en las variables macroeconómicas, como

la productividad laboral y, por lo tanto, con el tiempo, en el crecimiento del PIB. Diversos bancos han indicado que consideran que la agricultura es especialmente vulnerable y tienen la intención de diseñar soluciones de seguros para gestionar este riesgo. Cabe señalar que ya no hay dudas de que en las próximas décadas se producirá cierto grado de cambio climático, sea cual fuere el escenario de las emisiones.

Los riesgos de transición repercuten en una parte considerable de la cartera de préstamos otorgados por los bancos colombianos a empresas, así como en otras clases de activos. Específicamente, las tendencias a la descarbonización pueden elevar el riesgo crediticio y de mercado de las empresas que se encuentran en sectores sensibles a la transición. La banca colombiana está expuesta principalmente a las empresas no financieras a través de sus carteras de crédito, dado que la mayoría de sus inversiones (bonos y acciones) están colocadas en el sector público y en entidades financieras. No obstante, también puede tener exposición indirecta a empresas sensibles a la transición a través de su cartera de inversiones y de inversiones en compañías subsidiarias y entidades asociadas, que constituyen un tercio de dicha cartera. De igual manera, es vulnerable a los posibles impactos macroeconómicos que se derivarían de un amplio ajuste de la estructura económica en los escenarios de transición más drásticos. Las pruebas de resistencia realizadas por el Banco Central de los Países Bajos (DNB) han mostrado que, en escenarios de transición repentina, los efectos macroeconómicos más amplios pueden provocar pérdidas en el sector financiero (Vermeulen y otros, 2019)¹⁷. Además de los impactos directos en los sectores sensibles a la transición, estos efectos macroeconómicos pueden generar pérdidas en otros préstamos a empresas y hogares (por ejemplo, debido al crecimiento y al aumento del desempleo), así como pérdidas causadas por las variaciones en las tasas de interés. Adicionalmente, es posible que disminuya el valor hipotecario de los préstamos inmobiliarios en el caso de los edificios energéticamente ineficientes. Cabe señalar que las políticas de transición pueden originarse no solo en Colombia, sino también en el extranjero, en consecuencia, la exposición transfronteriza que representan las subsidiarias extranjeras, las entidades asociadas y los canales comerciales (por ejemplo, exportaciones de productos intensivos en GEI, como el carbón y el petróleo) puede a su vez generar impactos en el sistema bancario del país. En Colombia, los riesgos de transición son altos en comparación con la mayoría de los demás países de la región porque allí confluyen una economía con elevada intensidad de carbono, exportaciones de combustibles fósiles y objetivos normativos exigentes para la reducción de las emisiones de GEI.

Los sectores de alto nivel que resultan más pertinentes en la evaluación de los riesgos de transición de los bancos son los de agricultura, generación de energía y transporte. Todos ellos contribuyen significativamente a las emisiones de GEI y representan una parte considerable de las carteras de préstamos de los bancos a empresas. La mayor exposición de la cartera de crédito a los riesgos de transición corresponde a la generación de energía (alrededor del 6 %) y el transporte (cerca del 4 %). Al mismo tiempo, la exposición directa a los combustibles fósiles es baja (alrededor del 1 %), aunque ese es el sector más vulnerable a la transición energética. Algunos bancos han indicado que se centran en sectores específicos para evaluar

16 Las cifras de penetración de los seguros se basan en datos de EM-DAT.

17 El DNB, entre otros, analiza la aplicación repentina de un impuesto al carbono de USD 100.

los riesgos de transición, entre ellos, la agricultura (específicamente la ganadería), los proyectos mineros, la industria manufacturera, la generación de electricidad, la construcción, la gestión de desechos, el transporte vial, la producción de plástico y caucho, y el turismo¹⁸. Como parte del análisis del capítulo 3, se examinan más a fondo los sectores vulnerables a los riesgos de transición.

En resumen, el sector bancario colombiano es vulnerable a riesgos graduales y más agudos, tanto de transición como físicos. En el cuadro 1.2 se resumen los principales peligros. Por un lado, los riesgos I y II son principalmente graduales, y se espera que se manifiesten de forma progresiva durante un período prolongado. Son en particular relevantes desde la perspectiva del modelo de negocios: los bancos

que no se ajusten a las circunstancias cambiantes (por ejemplo, en las prácticas de fijación de precios y originación de préstamos) podrían volverse menos rentables con el tiempo. En estos escenarios, también podrían surgir perturbaciones más abruptas si los precios de ciertos activos cambiaran con rapidez debido a una mejor comprensión del mercado (por ejemplo, la rápida caída de los precios de los bienes inmuebles en las zonas costeras). Por otro lado, los riesgos más agudos podrían manifestarse en un plazo más corto, como en el caso de los desastres naturales y de un endurecimiento repentino de las políticas climáticas durante la próxima década (hasta 2030). Estos riesgos más agudos son los que pueden generar mayores tensiones en el sector bancario en la próxima década.

> > >

CUADRO 1.2. - Resumen de los principales riesgos para el sector bancario colombiano relacionados con el clima

Riesgo	Probabilidad	Potencial para generar tensiones en el sector bancario	Canales
I. Incremento gradual del precio del carbono y de las políticas climáticas	Media	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores sensibles a la transición Valor de los inmuebles comerciales
II. Aumento gradual de la temperatura y cambios en los patrones meteorológicos	Alta	Bajo/medio	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores vulnerables (por ejemplo, agricultura)
III. Endurecimiento repentino de las políticas climáticas	Baja/media	Medio/alto	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores sensibles a la transición Valor de los inmuebles comerciales Efectos macroeconómicos
IV. Inundación grave	Media	Medio	<ul style="list-style-type: none"> Inmuebles, empresas, hogares en las zonas afectadas Rebaja de la calificación del crédito soberano
V. Inundación grave más recesión (doble choque)	Baja/media	Alto	<ul style="list-style-type: none"> Inmuebles, empresas, hogares en las zonas afectadas Rebaja de la calificación del crédito soberano Efectos macroeconómicos

Fuente: Personal del Banco Mundial.

18 Sobre la base de la segunda encuesta de riesgo y oportunidades del cambio climático, realizada por la SFC entre instituciones financieras colombianas.

Riesgos transfronterizos

Una característica específica del sistema bancario colombiano es que los riesgos relacionados con el cambio climático pueden manifestarse a través de su exposición transfronteriza, la cual es significativa en las economías altamente sensibles al clima de América Central. El portafolio de inversiones de los bancos casi no está expuesto a empresas no financieras, pero puede experimentar pérdidas indirectas debido a las inversiones en otras instituciones financieras. En total, más del 7 % de los activos del sector bancario colombiano corresponde a subsidiarias, sucursales y entidades afiliadas. La mayoría de estas exposiciones forman parte del portafolio de inversiones y se vinculan con entidades ubicadas principalmente en América Central, Paraguay y Perú. En el portafolio de inversiones, un tercio de las operaciones con instituciones afiliadas corresponde a entidades colombianas (el 29 %), mientras que más de dos tercios (el 71 %), a entidades ubicadas en el extranjero. Por este motivo, el sector bancario queda expuesto a riesgos climáticos indirectos (tanto físicos como de transición). En esta sección se brinda un análisis inicial de los riesgos transfronterizos basado en indicadores generales de los riesgos climáticos de los países a los que el sector bancario colombiano está expuesto.

Indicadores generales de vulnerabilidad al riesgo climático muestran que, en las exposiciones en el extranjero, los riesgos físicos podrían ser relativamente altos y los de transición más limitados en comparación con las exposiciones nacionales. (Véase el cuadro 1.3). Cuando se contrastan los resultados de Colombia con los principales países a los que este sistema bancario está expuesto, el país obtiene puntajes relativamente altos en los indicadores del riesgo de transición (exportaciones de combustibles fósiles, intensidad de dióxido de carbono y metas de la NDC para 2030); por el contrario, los valores de los indicadores del riesgo físico (desastres naturales y vulnerabilidad al cambio climático) son relativamente bajos. Si bien no se dispone de datos detallados, estos indicadores implican que las exposiciones externas de los bancos colombianos son relativamente vulnerables a los riesgos físicos. Algunos de estos impactos físicos pueden estar correlacionados con amenazas internas en los casos en que se originan en los mismos fenómenos meteorológicos (por ejemplo, El Niño y La Niña). Es posible que los riesgos de transición de los distintos países también guarden correlación, en vista de los esfuerzos concertados que se llevan adelante para alcanzar las metas de las NDC vinculadas con el Acuerdo de París de 2015.

> > >

CUADRO 1.3. - Indicadores generales de vulnerabilidad al riesgo climático, por país

	Exportaciones de combustibles fósiles	Intensidad de CO ₂ de las exportaciones	Intensidad de CO ₂ de la producción interna	Objetivos de la NDC para 2030	Desastres naturales	Cambio climático
	Ingresos provenientes de la exportación de combustibles fósiles (normalizados)	Intensidad de CO ₂ de las exportaciones de manufacturas (normalizada)	Intensidad del carbono (kg de CO ₂ por USD del PIB)	Reducción de emisiones en comparación con el escenario sin cambios	Promedio de pérdidas relacionadas con el clima (% del PIB)	Índice de vulnerabilidad del Índice de Adaptación Global de Notre Dame
Colombia	0,26	0,37	0,17	51 %	0,16	39
Costa Rica	0,14	0,28	0,12	44 %	0,13	39
El Salvador	0,11	0,33	0,13	n. d.	0,67	45
Guatemala	0,13	0,32	0,15	n. d.	0,50	46
Honduras	0,09	0,33	0,24	n. d.	0,47	46
Nicaragua	0,10	0,29	0,19	10 %*	0,65	45
Panamá	0,19	0,30	0,13	11,5 %*	0,01	41
Paraguay	0,22	0,25	0,12	n. d.	0,78	38
Perú	0,18	0,38	0,15	30 %	0,14	43

Fuentes: Banco Mundial; Proyecto Carbono Global; Instituto de Recursos Mundiales; Germanwatch; Índice de Adaptación Global de Notre Dame; cálculos del personal.

Nota: CO₂ = dióxido de carbono; kg = kilogramo; n. d. = no disponible; PIB = producto interno bruto; * = la meta se aplica a sectores específicos, por lo que proporciona un límite superior. No se dispone de datos sobre las Islas Caimán y Barbados.



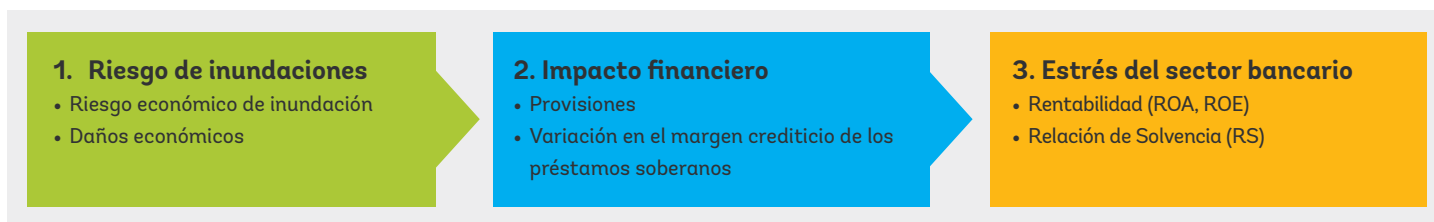
Evaluación de los riesgos físicos

En este capítulo analizamos con más detalle la vulnerabilidad de los bancos colombianos a escenarios de inundaciones graves. Las inundaciones fluviales constituyen el principal riesgo de desastres relacionados con el clima en Colombia: cuando se producen, provocan la interrupción de las operaciones de las empresas y generan daños en los bienes inmuebles y otros bienes de capital. Las inundaciones de 2010 y 2011 vinculadas con el fenómeno de La Niña dieron como resultado perjuicios económicos por valor de USD 8.600 millones, lo que las convierte en los desastres climáticos más costosos de la historia reciente del país¹⁹. Por otro lado, se espera que los daños económicos generados por las inundaciones aumenten debido a la combinación del desarrollo socioeconómico y el cambio climático. Según se prevé, el peligro de inundaciones (medido en volúmenes de inundación con un período de retorno de 100 años) aumentará en muchas regiones del mundo durante las próximas décadas a causa del cambio climático, y las estimaciones sugieren que, en Colombia, podría incrementarse entre el 25 % y el 65 % entre 1980 y 2080 tan solo por el cambio climático²⁰.

Para analizar el impacto de las inundaciones fluviales en los bancos colombianos, elaboramos un modelo de estrés en tres pasos (gráfico 2.1). En el primer paso, estimamos los daños económicos de cada municipio en diferentes escenarios. Estos escenarios varían en función de su período de retorno (es decir, la frecuencia con la que ocurren) y el año en que se producen (en los años posteriores, el efecto del cambio climático es mayor). Debido a que en Colombia no se dispone de escenarios probabilísticos del riesgo de inundaciones que permitan estimar los daños económicos desglosados por municipio, reducimos la escala de las estimaciones de riesgo de inundación a nivel nacional elaboradas por el World Resource Institute (WRI) utilizando un indicador de riesgo económico relativo de inundación a nivel municipal. En el segundo paso, estimamos las pérdidas financieras que se producen a través de dos vías: a) el aumento de las provisiones y b) el aumento del margen crediticio de los préstamos soberanos. En el tercer paso, combinamos nuestras estimaciones de pérdidas financieras por unidad de exposición con datos sobre exposiciones a préstamos municipales, exposiciones a bonos soberanos y balances de cada banco para obtener una primera estimación del efecto de cada escenario en la solvencia de las entidades bancarias. En el gráfico 2.5 se incluye la descripción detallada de las variables y los datos utilizados.



GRÁFICO 2.1. - Principales elementos de la evaluación de la vulnerabilidad a las inundaciones



Fuente: Ilustración elaborada por el personal.

¹⁹ Cabe mencionar que los terremotos también podrían causar daños significativos en Colombia, pero escapan al alcance de la presente evaluación del riesgo climático.
²⁰ Véase Winsemius y otros (2013). Estas estimaciones representan el promedio de las simulaciones de peligro de inundación obtenidas en cinco modelos climáticos globales para los escenarios de RCP 2.6 y RCP 8.5.



Riesgo de inundaciones

En Colombia, las inundaciones pueden afectar amplias zonas. Los niveles más altos de anegamientos se han observado históricamente durante episodios fuertes del fenómeno de La Niña, un fenómeno meteorológico recurrente en el océano Pacífico que causa fuertes lluvias. Según datos del IDEAM (2012), las áreas norte y oeste del país son las más susceptibles a las inundaciones (zonas de color azul oscuro en el gráfico 2.2), que abarca, entre otros, los departamentos de Sucre, Bolívar, Antioquia y Magdalena. El este y el sur del país son propensos a inundaciones más frecuentes, pero menos

graves (zonas de color azul claro en el gráfico 2.2). Para identificar las zonas geográficas más vulnerables, usamos los mapas del IDEAM que incluyen las áreas que se inundaron durante los episodios de La Niña de 1988-89 (evento fuerte), 1999-2000 (evento moderado) y 2010-12 (evento fuerte). Combinamos estos datos en el nivel municipal para crear un indicador de susceptibilidad a las inundaciones que se utilizará como punto de partida para un análisis más profundo. (Véase el panel a del gráfico 2.3).

> > >

GRÁFICO 2.2. - Zonas de Colombia con un grado alto, medio y bajo de susceptibilidad a inundaciones



Fuente: IDEAM.

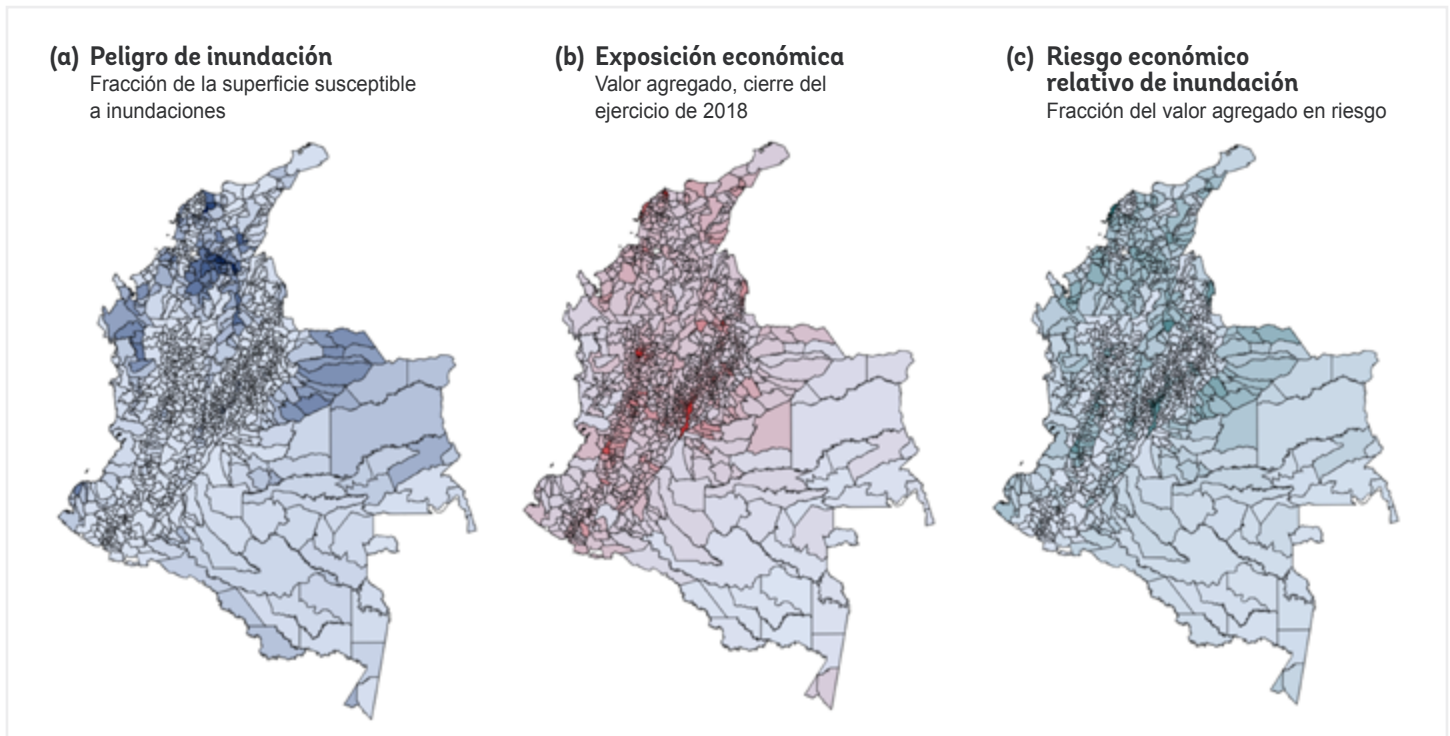
Nota: El mapa representa los límites exteriores para los eventos extremos. Las áreas abarcadas no permiten elaborar un mapeo exhaustivo de las zonas potencialmente inundables. En algunos escenarios, se anegan además otras áreas; por ejemplo, cuando falla una obra de infraestructura específica de defensa contra inundaciones. Véase, por ejemplo, Cardona y otros (2017).

Un indicador de riesgo económico relativo muestra que las pérdidas económicas son más cuantiosas en el norte, centro y oeste del país y se orientan a las zonas rurales. Creamos un indicador del riesgo económico relativo de inundaciones por municipio combinando el peligro de inundación con los datos de exposición económica. En nuestro análisis posterior, agregamos o desagregamos todos los datos hasta el nivel municipal, lo que nos permite vincular nuestras estimaciones con los datos disponibles de exposición del sector financiero. A su vez, elaboramos un indicador de riesgo económico de inundación (gráfico 2.3, panel c) combinando los datos del IDEAM sobre la fracción de un municipio que puede anegarse (panel a) con

el valor agregado de ese mismo municipio, obtenido del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el panel b²¹. Calculamos el riesgo económico relativo multiplicando el peligro de inundación por la exposición económica ($C = A \times B$). Esto da una indicación de la fracción del valor agregado que está en riesgo en cada municipio. Las ciudades más grandes tienden a ser menos vulnerables a las inundaciones y, por lo tanto, representan un riesgo más bajo a pesar de la elevada concentración de la actividad económica (por ejemplo, Bogotá, Medellín y Cali). Los departamentos que muestran un riesgo económico relativamente alto son Antioquia, Cundinamarca y Bolívar.

> > >

GRÁFICO 2.3. - Riesgo económico relativo de las inundaciones fluviales graves



Fuentes: Datos obtenidos del IDEAM y el DANE; cálculos del personal.
 Nota: Los tonos más oscuros indican un valor más alto para la variable.

21 Al adoptar este enfoque, suponemos que la actividad económica se distribuye uniformemente en cada municipio. Debemos adoptar este supuesto porque no tenemos datos sobre la ubicación exacta de los activos de los bancos colombianos. Sin embargo, los municipios son razonablemente pequeños, y nuestro análisis incluye un total de 1122 municipios. Aplicamos una ponderación de 1 a las áreas con elevada susceptibilidad a las inundaciones y de 0,5 a las de susceptibilidad media. Estas ponderaciones se corresponden con la gravedad de las inundaciones que ocurren una vez cada 50 años según los cálculos de Ingeniar incluidos en el documento de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2018). Véase el apéndice B, referido a la vulnerabilidad de Colombia a las inundaciones.

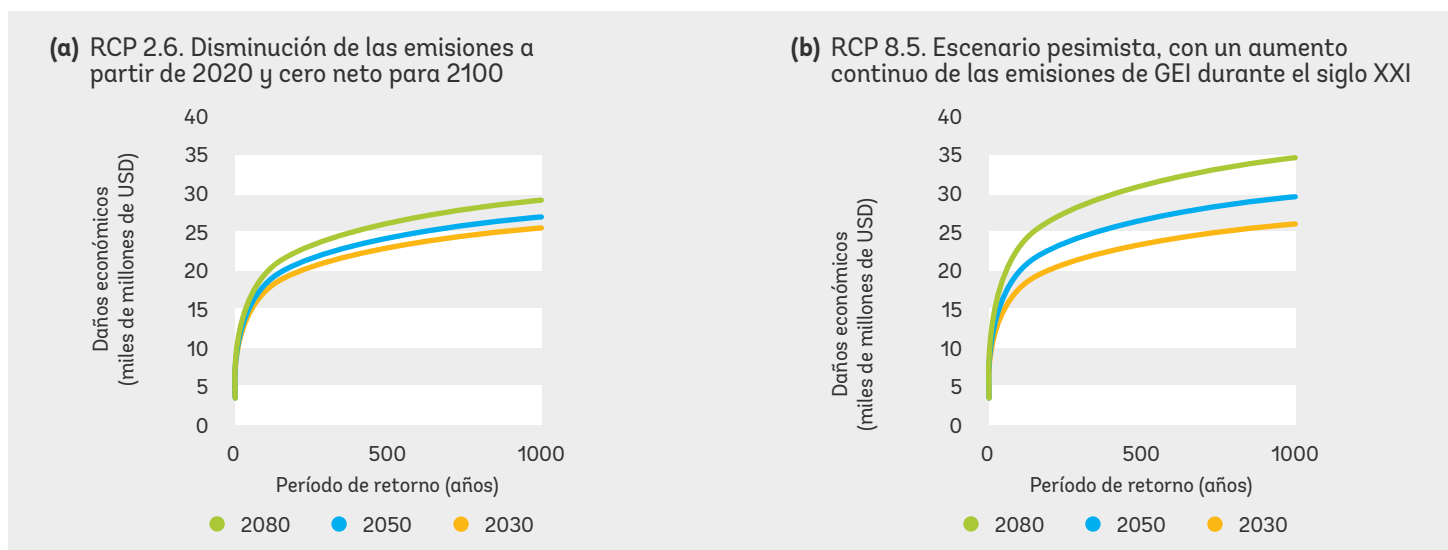
Los modelos probabilísticos mundiales de inundaciones fluviales estiman para Colombia daños económicos totales de entre USD 23 000 millones y USD 25 000 millones en 2030 en escenarios graves pero plausibles. La base de datos de las herramientas Aqueduct del Instituto de Recursos Mundiales ofrece estimaciones probabilísticas de los daños económicos a nivel nacional causados por inundaciones fluviales en Colombia, basadas en el promedio de un conjunto de cinco modelos climáticos globales (Ward y otros, 2020). Los daños económicos se estiman como función del período de retorno (PR): los períodos de retorno más bajos indican eventos más probables. Por ejemplo, un evento con un PR de 500 años tendrá una probabilidad de ocurrir de 1 en 500 cada año. Sin embargo, si se analizan períodos más extensos, es cada vez más probable que tales eventos ocurran al menos en una ocasión durante ese período. Se espera que un evento con un PR de 500 años se produzca dentro de los próximos 50 años con una probabilidad cercana al 10 %. El WRI estima que, si en 2030 se produjera un evento de un PR 500, podría causar daños económicos equivalentes a los USD 23 000 millones, sobre la base de un escenario de cambio climático intermedio (RCP 4.5) y un desarrollo socioeconómico intermedio (trayectoria socioeconómica compartida [SSP] 2). Esta cifra aumenta a USD 25 000 millones en un escenario de PR 1000 y se reduce a USD 13 000 millones en un escenario de PR 25. Véanse en el gráfico 2.4 las líneas azules (2030). Con estas estimaciones, ocurrirían inundaciones fluviales de la magnitud de las provocadas por el fenómeno de La Niña en 2010 11, aproximadamente cada ocho o nueve años en 2030.

El cambio climático podría incrementar los daños económicos generados por las inundaciones fluviales entre un 25 % y un 65 % entre 1980 y 2080. Este cálculo se basa en el aumento del riesgo de inun-

daciones como consecuencia de los cambios en los patrones de precipitación, según un promedio de cinco modelos climáticos globales (Winsemius y otros, 2013); en esta estimación se da por supuesto que los daños económicos crecerán de forma proporcional al volumen de la inundación. Si bien las estimaciones están sujetas a un grado de incertidumbre relativamente alto por derivarse de modelos, los cinco modelos utilizados apuntan a un aumento significativo en el riesgo de inundación en Colombia hasta 2080. Las estimaciones van desde un aumento del 25 % entre 1980 y 2080 en la RCP 2.6 (disminución de las emisiones a partir de 2020 y cero neto para 2100) hasta un aumento del 65 % en la RCP 8.5 (el escenario pesimista, con un aumento continuo de las emisiones de GEI durante el siglo XXI)²². A modo de ilustración, se puede decir que estas estimaciones implican que un evento de PR 250 en 2030 puede convertirse en un evento de PR 50 en 2080. Esto también pone en evidencia la posibilidad de que los acontecimientos de las últimas décadas hayan sido más graves debido al cambio climático. Observamos que los daños económicos pueden aumentar más de la estimación del 25 % al 65 % hasta 2080 en virtud del desarrollo económico (y por lo tanto, mayores exposiciones). No obstante, excluimos esta consideración de nuestro análisis porque cabe esperar que los balances de los bancos crezcan en línea con el desarrollo económico, y tomamos las estimaciones del WRI para 2030 como nuestro valor de referencia²³. De igual manera, observamos que las inversiones en medidas de adaptación (por ejemplo, infraestructura adicional de gestión de inundaciones) y una planificación resiliente frente a los desastres en las nuevas actividades económicas pueden reducir los daños económicos totales, así como el efecto en los bancos colombianos. Las estimaciones para 2050 y 2080 se muestran en el gráfico 2.4, en los escenarios de la RCP 2.6 (panel a) y RCP 8.5 (panel b).

> > >

GRÁFICO 2.4. - Daños económicos proyectados de las inundaciones fluviales en Colombia en 2030 y aumentos con el transcurso del tiempo debido al cambio climático



Fuentes: Base de datos de las herramientas Aqueduct del Instituto de Recursos Mundiales; Winsemius y otros, 2013; cálculos del personal.

Nota: RCP = trayectoria de concentración representativa; SSP = trayectoria socioeconómica compartida. Estimaciones para 2030 basadas en la RCP 4.5 y SSP 2; las estimaciones para 2050 y 2080 muestran únicamente el efecto del cambio climático, con base en la RCP 2.6 (panel a) y RCP 8.5 (panel b). Todas las estimaciones se expresan en precios corrientes (sin inflación).

22 En nuestro análisis también suponemos que los daños económicos ocasionados por el cambio climático crecen constantemente con el tiempo y que el peligro de inundación se incrementa de manera lineal con los daños económicos.

23 Las estimaciones se calcularon manteniendo constante el nivel de desarrollo socioeconómico. Este desarrollo es menos relevante para nuestro análisis, ya que un aumento en la actividad socioeconómica probablemente también conduciría a un incremento en la actividad bancaria (y del capital disponible). En estos cálculos, damos por supuesto que los balances de los bancos colombianos crecen en línea con la actividad socioeconómica, pero mantienen una estructura similar (balance semiestático).



Impacto financiero

Históricamente, los desastres naturales han aumentado las pérdidas en préstamos de los bancos y han disminuido la calificación crediticia de la deuda de los Gobiernos nacionales (Klomp, 2014, y Standard & Poor's, 2015). Para vincular los riesgos de desastre con las pérdidas en los activos financieros, obtenemos estimaciones empíricas de la elasticidad de las provisiones para la cartera improductiva y la calificación crediticia de la deuda soberana con respecto a los daños económicos ocasionados por desastres naturales. En cuanto a las provisiones, realizamos nuestras propias estimaciones basadas en datos históricos disponibles en la SFC. En relación con la calificación crediticia de la deuda soberana, estos datos nacionales no son suficientes para efectuar una estimación comparable. Por ello, nos basamos en datos de la agencia de calificación crediticia Standard & Poor's (S&P), que estima la relación entre las pérdidas derivadas de desastres naturales y las calificaciones crediticias extraídas de una muestra de países de distintas partes del mundo, varios de ellos de América Latina.

a. A partir de datos históricos sobre Colombia, estimamos que cada punto porcentual del PIB perdido por daños provocados por inundaciones se traduce en un incremento de 0,12 puntos porcentuales en las provisiones²⁴. Utilizando una especificación del modelo de panel de diferencias en diferencias y datos geográficos de la SFC sobre créditos, estimamos las provisiones excedentarias en zonas afectadas que no se pueden atribuir a otros factores cíclicos ni bancarios (como las variaciones en las tasas de interés, las políticas nacionales y las diferencias en los modelos de negocios de los bancos). Nuestro modelo estima que las inundaciones ocasionadas por La Niña en 2010 y 2011 tuvieron como resultado un exceso de reservas de 0,12 puntos porcentuales de la cartera de préstamos por cada punto porcentual del PIB departamental en daños económicos²⁵. Ello equivale a un exceso total de provisiones de COP 1,5 billones en todo el sector bancario (0,3 % del total de la cartera de créditos). Además, nuestras estimaciones implican que las provisio-

nes constituidas durante el período de choque representaron el 11,9 % del total de los activos en las zonas inundadas²⁶.

b. Por otra parte, los datos de S&P muestran que, por cada punto porcentual del PIB perdido como consecuencia de desastres naturales, la calificación de la deuda soberana se reduce, en promedio, en 0,28 puntos. Las reducciones de esta índole son frecuentes ante los desastres naturales de gran magnitud. De acuerdo con los datos de S&P sobre desastres ocurridos en otros países, estimamos que cada punto porcentual del PIB perdido por daños económicos redundará en una disminución de la calificación de la deuda soberana de Colombia de 0,28 puntos (Standard & Poor's, 2015). Estas disminuciones afectan el balance general de los bancos principalmente a través de sus tenencias de bonos soberanos, a través del margen crediticio que los inversionistas requieren para mantener la deuda. La baja de la calificación crediticia de la deuda soberana suele tener como consecuencia un incremento del margen crediticio y, por consiguiente, la reducción del valor de mercado de la deuda, lo que produce un efecto inmediato en los bonos soberanos que se valoran al valor de mercado. Asimismo, desde una perspectiva prudencial, también sería importante considerar los bonos que se mantienen clasificados al vencimiento (y valorados a TIR) para estimar las pérdidas potenciales en las que un banco incurriría en caso de insolvencia y de venta de sus activos. Para este fin, presentamos una comparación entre los resultados de las pruebas de resistencia conforme a las normas contables y los resultados de las pruebas de resistencia en las que valoramos la cartera completa de deuda soberana al valor de mercado. Utilizamos una variación estimada de 49 puntos básicos en el margen de riesgo crediticio por punto de calificación, con base en datos de S&P (Standard & Poor's, 2019). Este cálculo se basa en el promedio de las cinco categorías de la calificación crediticia de Colombia en 2019 (BBB-).

24 Una provisión para pérdidas esperadas de cartera, es un gasto reservado para cubrir anticipadamente los pagos de créditos no recaudados.

25 En el apéndice A se proporcionan más detalles sobre la especificación de la regresión. Utilizamos este parámetro para estimar el monto total del exceso de provisiones basado en los daños económicos según el modelo del Instituto de Recursos Mundiales. Asignamos luego el exceso de reservas a los municipios usando el indicador de riesgo económico relativo de inundación (gráfico 2.3, panel c).

26 Este cálculo se ha realizado partiendo del supuesto de que las pérdidas se produjeron únicamente en las zonas anegadas (es decir, que no hubo efecto de derrame) y que la exposición en las zonas afectadas es una representación acertada de la exposición total dentro de un municipio.

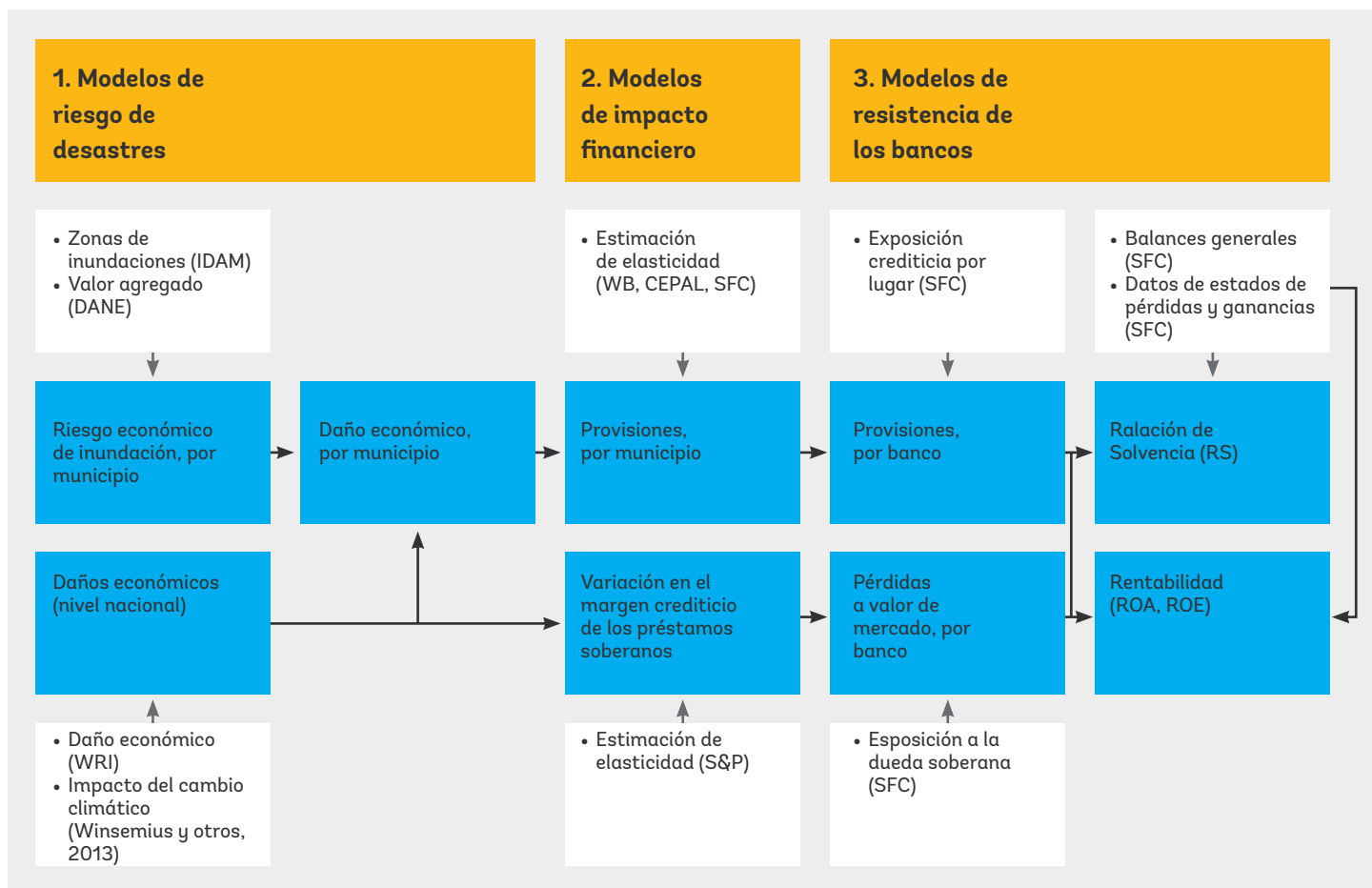
Estrés del sector bancario

Investigamos cuatro escenarios utilizando un modelo básico de pruebas de resistencia a partir de la inundación más intensa hasta la fecha y de escenarios más graves que podrían producirse. Para calibrar los efectos de las inundaciones graves, vinculamos las estimaciones del riesgo de desastres y del impacto financiero con un marco de prueba de resistencia basado en consideraciones contables elaborado por Čihák (2014). (Véase el gráfico 2.5). El modelo de Čihák utiliza datos de balances generales y de estados de pérdidas y ganancias de los bancos para determinar el efecto de las perturbaciones del sector financiero tradicional en la RS del banco y otras mediciones de rentabilidad y solvencia. Adaptamos este modelo para permitir el uso de datos granulares sobre la exposición crediticia por ubicación geográfica y por sector, y para incluir un canal sobre el spread crediticio de los títulos de deuda soberana. Calibramos el modelo utilizando las pérdidas proyectadas por el WRI y estimaciones de la relación entre daños económicos y resultados del sector financiero (es decir, las provisiones y las calificaciones de los préstamos soberanos). Luego investigamos las inundaciones graves a) asignando las provisiones excedentes estimadas en la cartera de préstamos según el riesgo económico relativo por municipio, y b)

determinando las pérdidas de mercado derivadas de la exposición a soberanos. Por último, distribuimos las pérdidas en préstamos proporcionalmente entre los bancos con exposiciones en esos municipios y las pérdidas a valor de mercado derivadas de bonos soberanos de acuerdo con la exposición de los bancos a estos títulos. De estos cálculos surge una estimación, por banco, del impacto de los episodios de inundaciones graves. Los cuatro escenarios que investigamos son los siguientes: A) inundaciones ocurridas en 2020 con la gravedad de las provocadas por La Niña en 2010 11; B) inundaciones graves, utilizando un período de retorno de 500 años, basado en estimaciones del riesgo de inundación en 2030 obtenidas de la base de datos de las herramientas Aqueduct del Instituto de Recursos Mundiales; C) inundaciones graves que ocurran en 2080, donde se distingue entre un escenario de cambio climático limitado (RCP 2.6) y otro de cambio climático pronunciado (RCP 8.5), conforme a la publicación de Winsemius y otros (2013), y D) inundaciones graves que ocurran en 2030 (similar al escenario B) al mismo tiempo que una recesión. La recesión se ha calibrado para reflejar las pérdidas por concepto de préstamos registradas durante la crisis bancaria colombiana de 1998-2000.

> > >

GRÁFICO 2.5. - Aspectos generales del modelo de vulnerabilidad a las inundaciones



Fuente: Ilustración elaborada por el personal.

Nota: BM = Banco Mundial; CEPAL = Comisión Económica para América Latina y el Caribe; DANE = Departamento Administrativo Nacional de Estadística; IDEAM = Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; ROA = rentabilidad de los activos; ROE = rentabilidad del patrimonio; SFC = Superintendencia Financiera de Colombia; S&P = Standard & Poor's; WRI = Instituto de Recursos Mundiales.

Nuestro análisis muestra que los escenarios de inundaciones pueden conducir a una caída en la relación de solvencia, que, además, podría coincidir con otros choques (gráfico 2.6). Presentamos resultados generales para dos grupos: nacionales (12 bancos) y extranjeros (8 bancos). Con respecto a los bancos nacionales, la disminución promedio de la RS en los escenarios de inundaciones graves (A a C) oscila entre 0,3 y 1,0 puntos porcentuales. En cuanto a los bancos extranjeros, la caída varía entre 0,3 y 1,2 puntos porcentuales. En el escenario de doble choque (D), la reducción promedio de la RS es de 3,1 y 3,4 puntos porcentuales para los bancos nacionales y extranjeros, respectivamente. En todos los bancos, en el escenario de doble choque, la mayoría de las pérdidas totales (el 76 %) se puede atribuir a la recesión económica, mientras que alrededor de una cuarta parte de las pérdidas se origina en las inundaciones

graves. Por otra parte, encontramos que un escenario pesimista del cambio climático (RCP 8.5) podría sumar entre 0,1 y 0,6 puntos porcentuales adicionales al impacto en la RS —por episodio— en comparación con un escenario de cambio climático limitado (RCP 2.6), dependiendo del banco. Esta variación refleja las diferencias en la exposición de cada banco y, por ende, su vulnerabilidad al cambio climático. Estos resultados se basan en el supuesto de que los bancos no modifican su modelo de negocios ni la distribución de sus activos para responder al cambio climático. Si los bancos ajustaran sus operaciones, los impactos podrían ser más limitados. Como parte de los ajustes, se podrían modificar los procesos de originación y se podrían exigir mejores seguros para los hogares y las empresas que corren un alto riesgo de inundación.

> > >

GRÁFICO 2.6. - Impacto estimado de los escenarios de riesgo físico de diversa gravedad en la relación de solvencia



Fuente: Cálculos del personal.

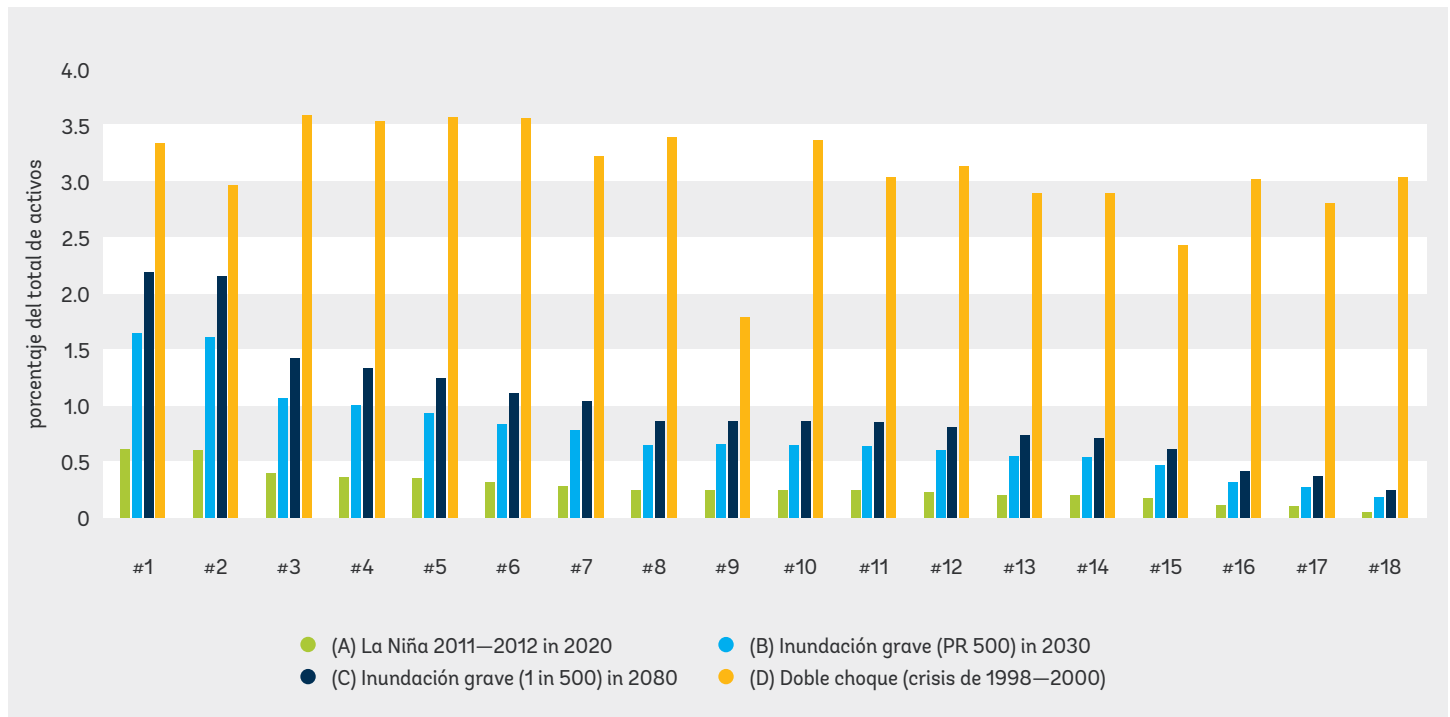
Nota: RS = relación de solvencia; PR = período de retorno. Los resultados se obtienen utilizando un marco contable en el que los bancos registran en la cartera de negociación (y no en la cartera bancaria) las pérdidas a valor de mercado derivadas de la exposición a bonos soberanos. Para escenarios futuros, suponemos que los balances generales son semiestáticos, con un desarrollo socioeconómico acorde con el tamaño de los balances generales del sector bancario, y que la estructura de los préstamos bancarios se mantiene constante. El escenario de doble choque combina el escenario de inundaciones graves (PR 1 en 500 años) en 2030 (escenario B) con un choque de riesgo crediticio que se calibra para reflejar la crisis bancaria colombiana de 1998 2000, utilizando un aumento de los préstamos improductivos en toda la cartera del 14 % del total de préstamos. Calculamos las pérdidas en préstamos aplicando una tasa de constitución de provisiones del 25 % para los préstamos en esta categoría y, al mismo tiempo, realizamos un ajuste teniendo en cuenta una reducción del capital exigido en relación con los préstamos para los cuales se constituyeron provisiones.

La vulnerabilidad de los bancos individuales muestra una elevada heterogeneidad, que denota la exposición en zonas más urbanizadas frente a la registrada en zonas más rurales y la exposición a deudas soberanas. Al analizar el escenario de inundación grave en 2080 (escenario C), las pérdidas agregadas de los bancos colombianos por créditos improductivos oscilan entre el 0,2 % de los activos totales en el caso del banco menos vulnerable y el 2,2 % para los más vulnerables. La diferencia entre los bancos con la vulnerabilidad relativa más baja y aquellos con la más alta es de más de 10 veces, lo que indica que las actividades de supervisión deben dirigirse a los bancos más vulnerables. En los escenarios de doble choque

(escenario D), el impacto es elevado para todos los bancos, y se registran diferencias menos pronunciadas entre ellos. En este caso, la diferencia entre los bancos más afectados y los menos afectados es de aproximadamente el doble (gráfico 2.7). Cabe señalar que, para este análisis, se supone que las exposiciones de los bancos son homogéneas. En realidad, algunos bancos tendrán préstamos más expuestos que otros, por ejemplo, en sectores específicos como la agricultura y la minería. Tales diferencias en la exposición por sectores podrían redundar en estimaciones más altas o más bajas que las proporcionadas en el gráfico 2.7 y requerirían un análisis más detallado de cada banco.

> > >

GRÁFICO 2.7. - Pérdidas contables en los distintos escenarios de inundación, por banco (porcentaje del total de activos)

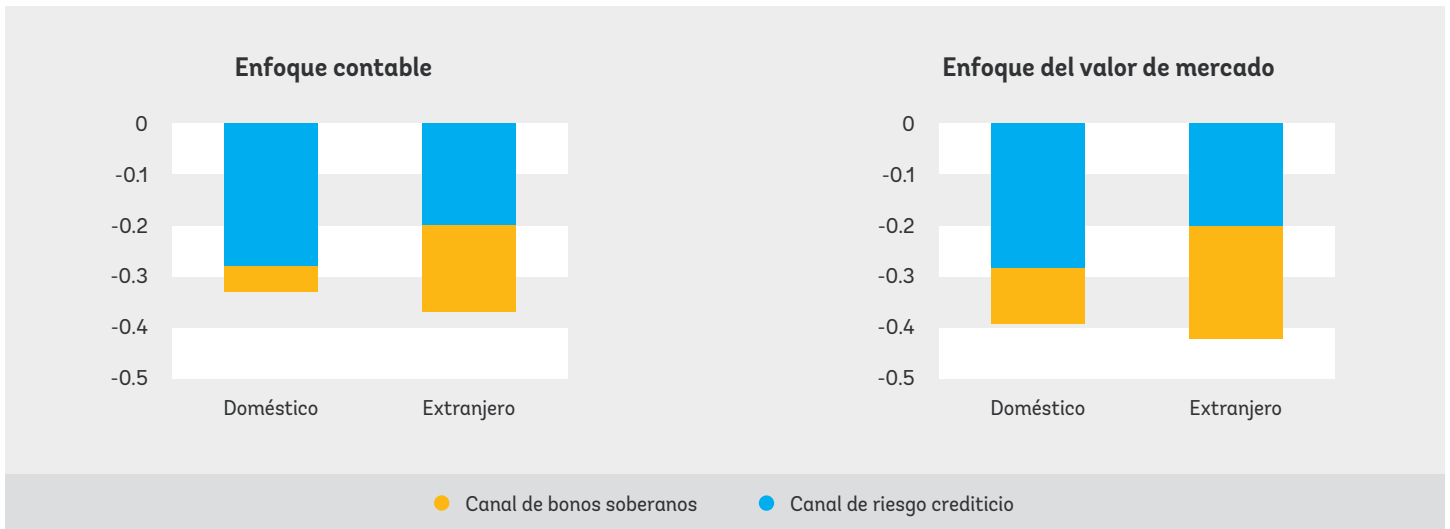


Fuente: Cálculos del personal.

Nota: Las pérdidas basadas en consideraciones contables solo explican los cambios en la valoración de mercado de la parte de la cartera de bonos soberanos que está valorada al precio de mercado. Las pérdidas serían mayores si se utilizara un enfoque basado en el valor de mercado.

Las pérdidas para los bancos originadas en las inundaciones surgen, principalmente, de las pérdidas en préstamos en zonas vulnerables. Según un enfoque contable, las pérdidas crediticias representan el 85 % y el 54 %, respectivamente, de las pérdidas totales de los bancos nacionales y extranjeros. Sin embargo, en especial para los bancos extranjeros, el impacto potencial a través del canal de bonos soberanos también influye en gran medida en las pérdidas totales. El gráfico 2.8 muestra la contribución de los canales de riesgo crediticio y de bonos soberanos a la reducción de puntos porcentuales de la RS en los diferentes grupos de bancos. Además, los resultados obtenidos aplicando el enfoque de la valoración total a precios de mercado muestran que los bancos pueden ser más vulnerables de lo que sugeriría el enfoque contable, debido a que algunas de las tenencias de bonos soberanos no se registran al valor de mercado. Si repetimos el análisis y valoramos toda la deuda soberana a precios de mercado, observamos que las pérdidas aumentan considerablemente a causa de la parte, relativamente grande, que corresponde a la exposición a bonos soberanos en el activo de los bancos. En cuanto a los bancos nacionales, al aplicar un enfoque de valoración total a precios de mercado aumenta el impacto en la RS en un promedio de 0,6 puntos porcentuales en el escenario de La Niña de 2010 11 (escenario A), representado en un incremento de las pérdidas del 113 % a través del canal de bonos soberanos. Para los bancos extranjeros, este aumento es de 0,5 puntos porcentuales y está representado en un incremento del 28 % en las pérdidas por exposición a los bonos soberanos. En consecuencia, la utilización de un enfoque contable podría ocultar una parte de las pérdidas económicas que pueden producirse durante un desastre grave.

GRÁFICO 2.8. - Desglose de las pérdidas a través de diferentes canales (disminución de la RS en puntos porcentuales)



Fuente: Cálculos del personal.

Nota: RS = relación de solvencia; datos basados en el escenario de La Niña de 2010-11 (escenario A).

Nuestras estimaciones de los riesgos de inundaciones fluviales son, probablemente, conservadoras, es decir, a la baja. Esto obedece principalmente a tres razones. Primero, es probable que las estimaciones de las provisiones sean conservadoras por un efecto de aplazamiento (es decir, una constitución inicial de reservas más baja que la necesaria y la posibilidad de establecer reservas adicionales con el tiempo) y por efectos originados en la cadena de suministro (que podrían ocasionar pérdidas fuera de las zonas afectadas, las cuales, por consiguiente, no quedarían comprendidas en nuestra estimación de las pérdidas). Segundo, nuestra atención se centra en los canales de riesgo crediticio y de bonos soberanos. Pueden producirse pérdidas adicionales por otros canales, como las pérdidas simultáneas por desastres incurridas mediante inversiones en filiales bancarias en el extranjero. Y, en tercer lugar, en nuestro análisis suponemos que las pérdidas ocasionadas por las inundaciones crecen de manera lineal con el aumento del peligro de inundación. No obstante, las inundaciones más graves podrían causar pérdidas desproporcionadamente mayores en algunos casos (por ejemplo, si un edificio se derrumba por completo). En general, nuestras estimaciones ofrecen una primera indicación de la vulnerabilidad, pero se debe llevar a cabo un análisis más detallado para entender la exposición de cada banco (que puede depender, por ejemplo, del tipo de exposición por región).

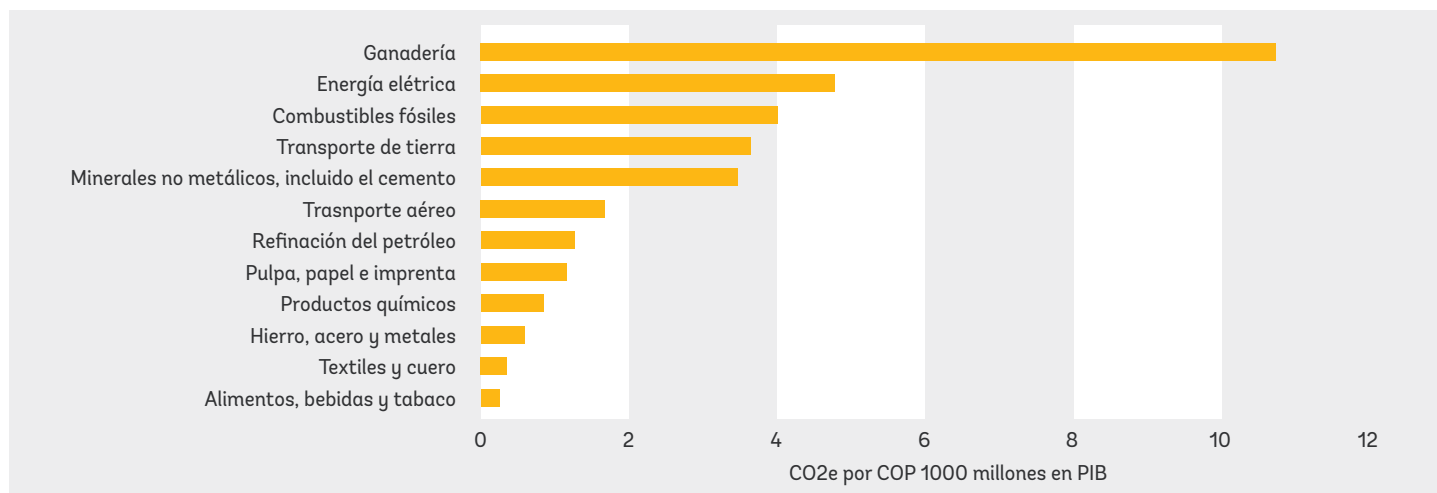


Evaluación de los riesgos de transición

Una amplia variedad de sectores puede correr riesgo cuando la economía se descarboniza. Las empresas de los sectores sensibles a la transición pueden perder una parte considerable de su valor cuando la rentabilidad de sus sectores se modifica debido a nuevas políticas, a la innovación tecnológica o al cambio de preferencias de los consumidores. Entre esos sectores se cuentan aquellos con grandes volúmenes de emisiones directas de GEI como parte de sus procesos comerciales, por ejemplo, los servicios públicos y la agricultura (alcance 1). Sin embargo, una porción mucho más grande de la economía podría verse afectada. En particular, podrían resultar perjudicadas las empresas que forman parte de la cadena de suministro de combustibles fósiles, como las dedicadas a la extracción de combustibles fósiles y a la fabricación de automóviles, o las que utilizan grandes cantidades de calor o electricidad, como la industria pesada (alcances 2 y 3). Con respecto a los sectores individualmente considerados, el impacto económico depende de las emisiones de GEI de cada uno de ellos, pero también de la facilidad con la cual las compañías pueden reducir su huella interna (por ejemplo, mediante inversiones destinadas a disminuir las emisiones) y de la facilidad con la que sus productos puedan reemplazarse por alternativas con bajas emisiones de carbono (por ejemplo, automóviles tradicionales por eléctricos). Actualmente, en Colombia solo se dispone de estimaciones de las emisiones directas (alcance 1) por sector, como se señala en el gráfico 3.1. Hemos abordado esta cuestión trabajando con un modelo macroeconómico que también incluye los efectos del alcance 2 y del alcance 3 en las estimaciones sectoriales.



GRÁFICO 3.1. - Emisiones de GEI directas (alcance 1), por sector, en Colombia (Gt CO₂e por COP 1000 millones en PIB)



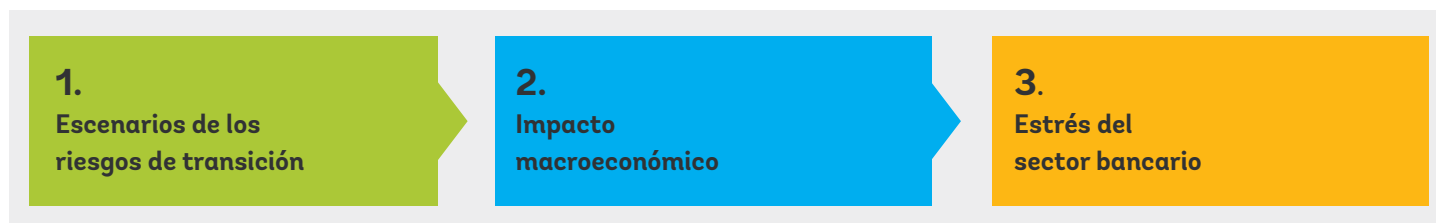
Fuentes: DANE; IDEAM (2014); cálculos del personal.

Nota: COP = peso colombiano; GEI = gases de efecto invernadero; Gt CO₂e = gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente.

El objetivo de este capítulo consiste en investigar el potencial para generar tensiones en el sector bancario en los escenarios de transición postergada, para lo cual hemos seguido los tres pasos que se detallan a continuación. Primero, definimos los escenarios de riesgo de transición que son compatibles con las metas de la NDC de Colombia. A tal fin, nos basamos en un escenario donde se emplea un sistema de comercio de derechos de emisión (SCE) ya disponible en el DNP y, al mismo tiempo, aumentamos la gravedad de los escenarios que investigamos para nuestra prueba de resistencia. En segundo lugar, trazamos un modelo que presenta cuáles pueden ser las consecuencias en estos escenarios para distintos sectores de la economía, analizando el impacto en el valor agregado de cada sector. Para ello, incluimos en nuestros análisis las dependencias entre sectores empleando modelos macroeconómicos²⁷. De este modo, examinamos las emisiones de los alcances 1, 2 y 3. Como tercer paso, llevamos a cabo una prueba de resistencia simplificada para medir el impacto potencial en el sector bancario colombiano. (Véase el gráfico 3.2).

> > >

GRÁFICO 3.2. - Principales elementos de la evaluación de la vulnerabilidad en la transición



Fuente: Ilustración elaborada por el personal.

Escenarios de los riesgos de transición

Definimos cuatro escenarios que son de importancia para Colombia y que varían de acuerdo con la reducción de las emisiones de GEI fijada como meta para 2030 y con los plazos de las diversas políticas sobre el clima. Comenzamos con un escenario ya utilizado por el DNP para investigar el impacto de un SCE²⁸ en la economía colombiana, en el que se supone una etapa de 10 años y la reducción de un 20 % de las emisiones hasta 2030 (escenario A). Luego ampliamos este escenario en dos dimensiones. Con respecto a los períodos de tiempo, definimos escenarios “suavizados”, en los que se introducen políticas climáticas a partir de 2021, y escenarios “de postergación”, donde las políticas se introducen solo desde 2026. En referencia a las metas, definimos escenarios con una meta baja (reducción de las emisiones de GEI del 20 % para 2030) y otros

con una meta elevada (reducción de las emisiones de GEI del 51 % para 2030). Para medir el impacto potencial en el sistema bancario, usamos una combinación de los escenarios de meta elevada y de postergación como escenarios desfavorables, incluyendo un escenario que incorpora las dos dimensiones (escenario D). (Véase un resumen de los escenarios en el cuadro 3.1). Cabe señalar que la meta elevada (51 %) se corresponde con la NDC actual de Colombia. Las metas de reducción de las emisiones de GEI de la NDC colombiana se refieren a reducciones respecto de un escenario sin cambios (*business-as-usual*) que forma parte del modelo del DNP. En comparación con las emisiones de 2020, en el escenario con una meta elevada para 2030 la reducción es del 41 %.

> > >

CUADRO 3.1. - Construcción de escenarios de transición postergada sobre la base del escenario normativo del DNP con un SCE

	Suavizada (a partir de 2021)	Postergada (a partir de 2026)
Antigua meta de la NDC (20 % para 2030)	(A) Suavizada, 20 % (escenario normativo del DNP con un SCE)	(B) Postergada, 20 %
Nueva meta de la NDC (51 % para 2030)	(C) Suavizada, 51 %	(D) Postergada, 51 %

Fuente: Ilustración elaborada por el personal.

Nota: NDC = Nationally Determined Contributions; DNP = Departamento Nacional de Planeación; SCE = sistema de comercio de derechos de emisión.

²⁷ En el modelo de equilibrio general computable, las dependencias entre sectores se modelan utilizando tablas de insumo-producto. Este método proporciona una estimación mucho más acertada, aunque no perfecta, de los efectos económicos generales derivados de las políticas de descarbonización.

²⁸ Los sistemas de derechos de emisiones son instrumentos basados en el mercado que crean incentivos para reducir las emisiones donde son más rentables. En la mayoría de los sistemas comerciales, el gobierno establece un límite de emisiones en sectores, y las entidades que están cubiertas pueden intercambiar permisos de emisiones.

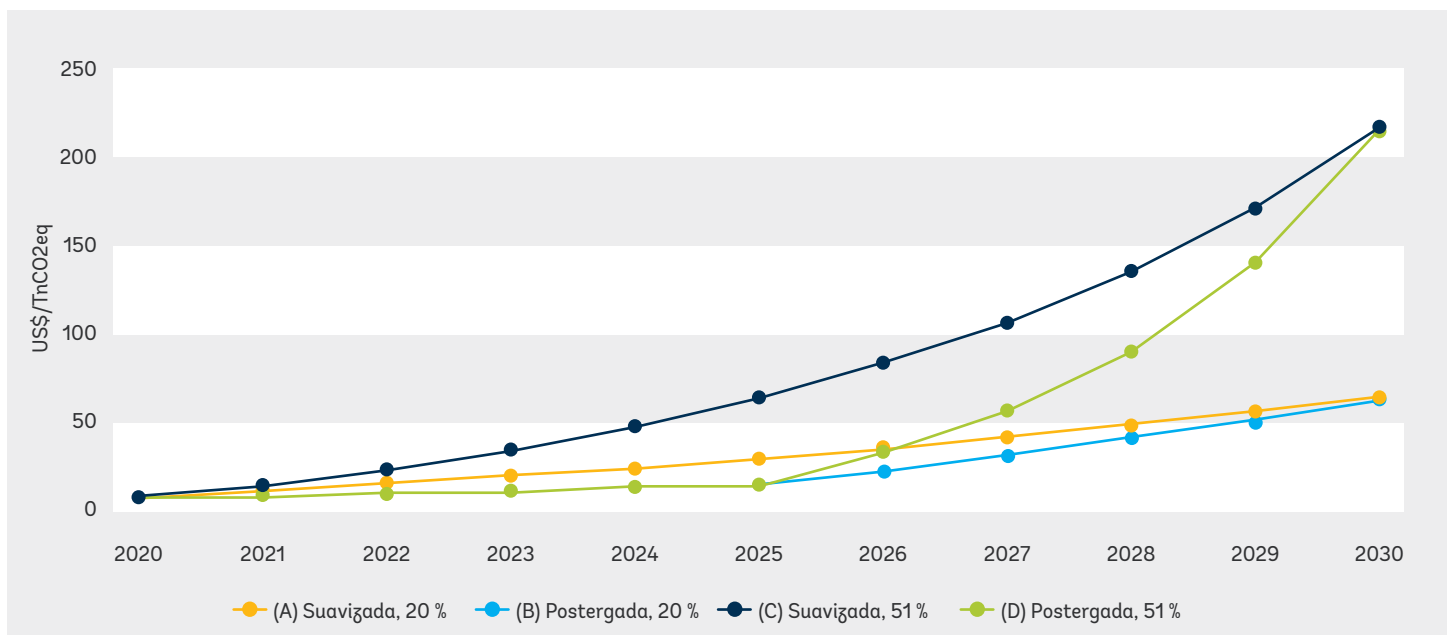


El precio implícito del carbono en Colombia en estos cuatro escenarios aumentará, según se prevé, entre USD 64 y USD 216 para 2030, dependiendo de la meta de reducción. Este precio surge de un modelo macroeconómico utilizado por el DNP que se describe en la próxima sección, y que determina el precio del carbono a partir de una oferta reducida de derechos de emisión a lo largo del tiempo para alcanzar la meta de disminución de las emisiones de GEI para 2030. Se observaría una dinámica de fijación de precios similar si, en lugar de derechos de emisión, el Gobierno gravara las emisiones de GEI a una tasa igual al precio de un derecho de emisión. Por ello, mientras que el modelo del DNP se basa en escenarios de SCE, los resultados en materia de impactos sectoriales son bastante similares a los que se obtienen cuando se consideran otros instru-

mentos de política climática. En general, las estimaciones del precio implícito del carbono son válidas en tanto las emisiones se reduzcan en consonancia con las metas de la NDC, en una variedad similar de sectores (en este caso, la economía en su conjunto) y al costo económico más bajo. Advertimos que las políticas climáticas pueden excluir a algunos sectores o diferenciar entre sectores en función de decisiones políticas. En ese caso, los precios implícitos del carbono podrían variar de un sector a otro. En el gráfico 3.3 se muestra el precio implícito del carbono como parte de los cuatro escenarios y se representa el precio que sería necesario para alcanzar los objetivos de reducción de las emisiones de GEI establecidos en la NDC colombiana.

> > >

GRÁFICO 3.3. - Evolución del precio implícito del carbono en los cuatro escenarios



Fuente: Datos obtenidos del modelo de equilibrio general computable del DNP.

Nota: SCE = sistema de comercio de derechos de emisión; TnCO₂eq = tonelada de dióxido de carbono equivalente.

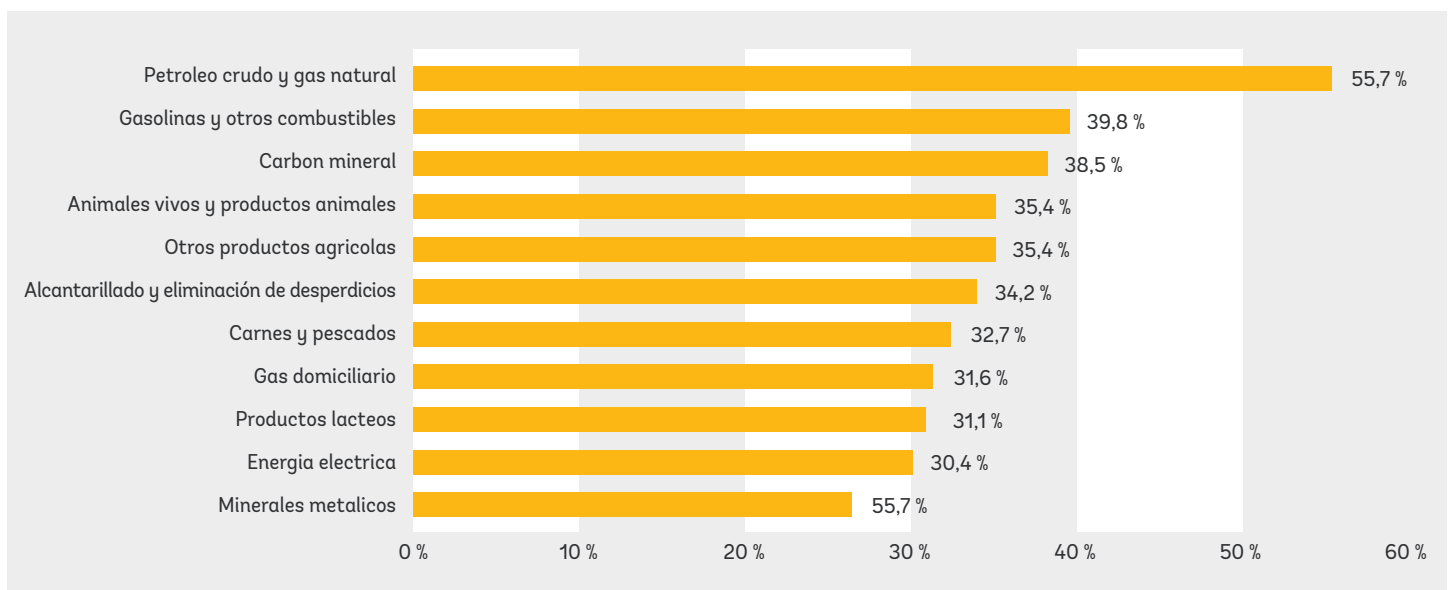
Impacto macroeconómico

Estudiamos el efecto potencial de las políticas climáticas en la economía y en el sector bancario colombiano utilizando un modelo de equilibrio general computable del DNP con base en cuatro escenarios de transición. Este modelo proporciona estimaciones del impacto en el PIB y en el empleo por sector económico de Colombia, a partir de los escenarios en los que se implementa un SCE. Tal análisis indica acertadamente cuáles son los sectores vulnerables, ya que el precio implícito del carbono usado en este modelo se aplica específicamente a aquellas industrias que más contribuyen al calentamiento global y que, por lo tanto, tienen más probabilidades de ser las destinatarias de cualquier tipo de política climática. El modelo del DNP logra disminuir las emisiones de GEI mediante el consumo final, el consumo intermedio y las emisiones de procesos al aumentar el precio implícito del carbono empleando un SCE. El SCE abarca todos los sectores de la economía y también muestra los efectos más amplios en sectores que no están comprendidos dentro de los que son sensibles a la transición. Se supone que el ingreso proveniente del SCE se redistribuirá por medio de una transferencia de suma fija al representante correspondiente y que las empresas son perfectamente competitivas. Por otra parte, el modelo toma en cuenta un impuesto en vigor de USD 5 por tonelada de emisiones de coque, gasolina y otros productos refinados. El aumento del PIB tomado como referencia en el modelo se fija en el 3,5 % anual.

Los resultados de la modelación macroeconómica del DNP indican que las tendencias de descarbonización pueden afectar a una amplia variedad de sectores y pueden ser considerables. En los escenarios con una baja meta de reducción de emisiones de GEI (20 %), el impacto en el aumento del PIB no es suficiente para sumir a la economía en un crecimiento negativo. No obstante, el impacto en el PIB registra fuertes aumentos con metas más elevadas. En los escenarios con una meta elevada de reducción de emisiones de GEI (51 %), se obtienen tasas altas de crecimiento negativo en la segunda mitad de la década, impulsado por fuertes reducciones del producto en sectores con gran intensidad de emisión de GEI y en otros que dependen de estos²⁹. Si bien el impacto en los sectores se limita principalmente al de los combustibles fósiles en los escenarios con metas bajas, encontramos que, en los escenarios con metas elevadas, se ven afectados sectores de toda la economía. Con una meta de reducción de las emisiones de GEI del 51 % y un inicio postergado de la aplicación de políticas climáticas para 2026, mediante el modelo se determina que el valor agregado total disminuye hasta en un 56 % en las industrias más afectadas entre 2028 y 2030 (gráfico 3.4). En el apéndice D se presenta un cuadro resumido del efecto en la variación del valor agregado entre 2028 y 2030 para todos los sectores incluidos en cada uno de los cuatro escenarios.

> > >

GRÁFICO 3.4. - Disminución del valor agregado en los sectores más afectados entre 2028 y 2030 en el escenario de postergación con una reducción de las emisiones de GEI del 51 % (escenario D)



Fuente: Datos obtenidos del modelo de equilibrio general computable del DNP.

Nota: GEI = gases de efecto invernadero; SCE = sistema de comercio de derechos de emisión; PIB = producto interno bruto. Se indican resultados en condiciones adversas, suponiendo que se han producido escasos o nulos cambios tecnológicos en la economía.

²⁹ Ya observamos aquí que estas fuertes reducciones en el producto de sectores con gran intensidad de emisión de GEI pueden mitigarse parcialmente mediante la adaptación de la economía resultante, por ejemplo, del cambio tecnológico. Dado que en el modelo de equilibrio general computable apenas se considera el cambio tecnológico, es probable que las estimaciones sobre el impacto en el PIB se sitúen en el extremo superior (es decir, se supone que no se puede o no se va a producir un gran cambio tecnológico). Este tema se analiza en más detalle al final del capítulo.

Es necesario realizar una salvedad importante con respecto a estos resultados y el enfoque utilizado: el modelo de equilibrio general computable no considera ningún cambio tecnológico en las simulaciones y, por lo tanto, puede sobrestimar los impactos económicos cuando la economía tiene tiempo para ajustarse, de modo que las simulaciones resultan más útiles para analizar impactos en un período corto. El modelo de equilibrio general computable del DNP se basa en tablas de insumo-producto para la economía actual de Colombia, lo cual indica que el modelo no refleja cabalmente los cambios tecnológicos, como la adaptación de las empresas y la electrificación de los usos finales. Por ello, el uso de este modelo implica que nuestras estimaciones sobre el impacto sectorial son más certeras cuando la descarbonización se produce en un período de tiempo muy corto, por ejemplo, en un año, pero que los efectos pueden verse crecientemente sobrestimados cuando se analizan períodos más prolongados. De ahí que este enfoque sobrestima especialmente los resultados en nuestros escenarios suavizados en los que la economía colombiana dispone de 10 años para ajustarse. Por consiguiente, nuestras estimaciones representan un límite superior de pérdidas en condiciones económicas adversas en las que la economía de Colombia tiene poco tiempo para adaptarse. Si se anunciaran y se ejecutaran políticas climáticas sin demora, se podrían reducir considerablemente los impactos que señala nuestro modelo.

Estrés del sector bancario

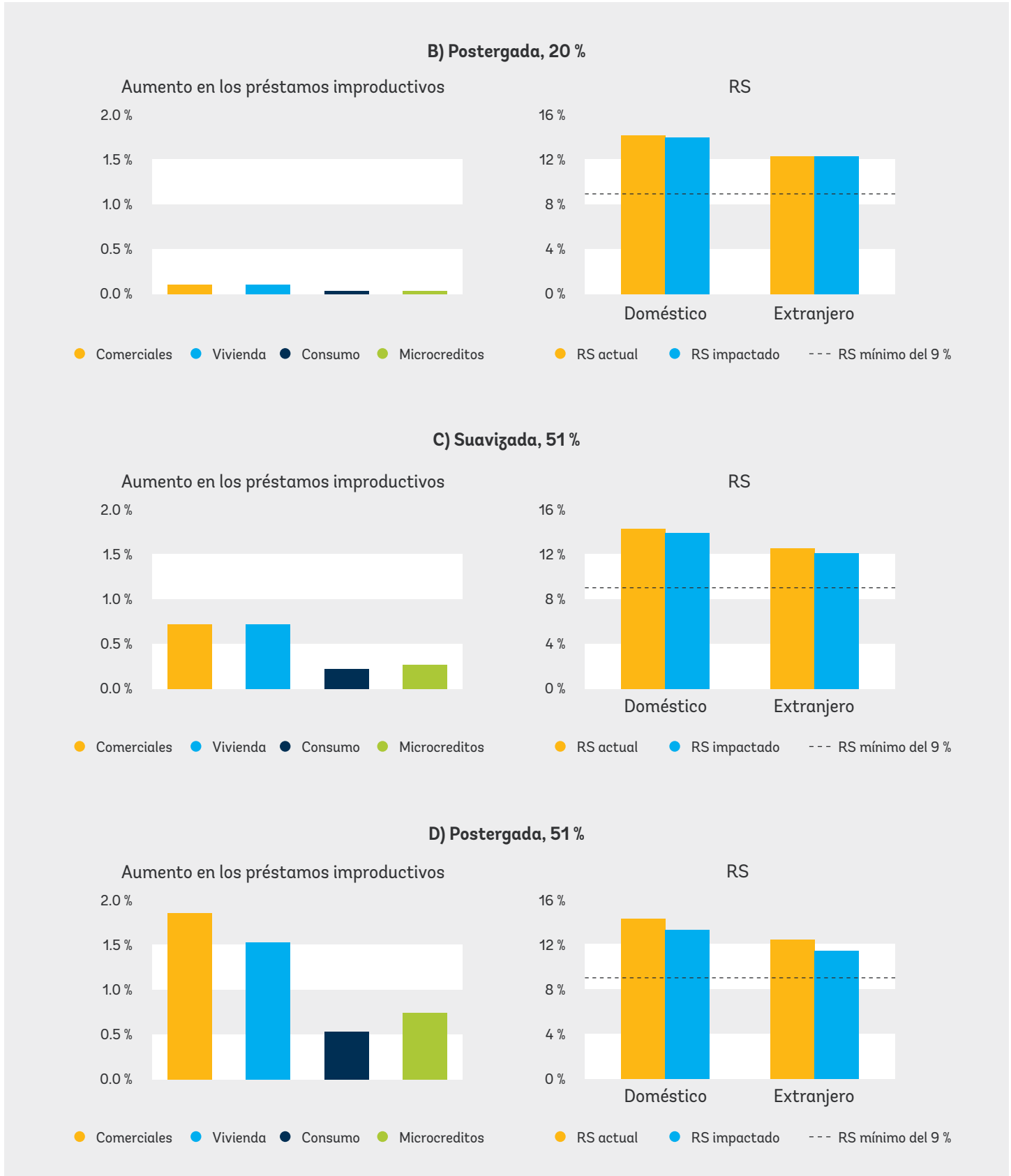
Para investigar el impacto de los escenarios de transición en el sector financiero, extraemos estimaciones del modelo SYSMO del Banco de la República (Gamba y otros, 2017). Este modelo, entre otros, vincula los cambios en el valor agregado y el desempleo con los cambios en los préstamos improductivos en el sector bancario. Estimamos el impacto de nuestros tres escenarios más graves en el sistema bancario colombiano durante un período de choque de dos años que abarca 2028 y 2029, utilizando una desagregación sectorial para los préstamos comerciales³⁰. Los resultados se informan

como diferencias respecto del sector de referencia en el escenario suavizado de reducción del 20 %. Con el modelo SYSMO se estima la cartera improductiva en cuatro categorías de préstamos: préstamos comerciales, hipotecarios, de consumo, y microcréditos. Para el análisis suponemos balances generales constantes, lo que implica que los bancos no modifican significativamente sus exposiciones sectoriales hasta el inicio del período de choque en 2028. Si los bancos, efectivamente, prevén riesgos de transición y ajustan entretanto sus carteras, las exposiciones pueden reducirse y el impacto en el sector bancario puede ser menor.

Hemos observado que especialmente los escenarios de transición con las metas más elevadas pueden afectar negativamente la solvencia de los bancos. Las pérdidas para el sector bancario son muy limitadas en un escenario de postergación con una meta baja de reducción de las emisiones de GEI del 20 %, de modo que no se produce un impacto tangible en los préstamos improductivos y la relación de solvencia de los bancos colombianos (gráfico 3.5, escenario B). La principal razón es que, en este escenario, los únicos sectores gravemente afectados son los de los combustibles fósiles y la gestión de desechos, que prácticamente no están presentes en las carteras de préstamos de las entidades bancarias colombianas. Sin embargo, respecto de los escenarios con una meta de reducción de emisiones de GEI del 51 %, encontramos impactos considerables en la cartera en default y la relación de solvencia de los bancos (gráfico 3.5, escenarios C y D). Los efectos más pronunciados durante los últimos años anteriores a 2030 pueden explicarse por la observación de que muchos más sectores comienzan a verse afectados cuando se han logrado reducciones en el sector de los combustibles fósiles y las reducciones tienen que efectuarse en otros, como las manufacturas y la agricultura. En el escenario más grave (D), vemos que la cartera improductiva puede aumentar entre el 0,5 % y el 1,9 % en las distintas categorías de préstamos, mientras que las RS de los bancos colombianos disminuyen en más de 1 punto porcentual durante el período de choque de dos años, únicamente debido a la crisis crediticia.

30 Armonizamos nuestro análisis con el marco temporal establecido en el modelo SYSMO, que es de dos años. Utilizamos los años 2028 y 2029 porque en ellos se registró el mayor impacto en el crecimiento del PIB en los cuatro escenarios.

GRÁFICO 3.5. - Impacto estimado en los préstamos improductivos y la relación de solvencia en los escenarios de riesgo de transición de diversa gravedad, en comparación con el escenario de transición suavizada con una reducción de las emisiones de GEI del 20 % (escenario A)



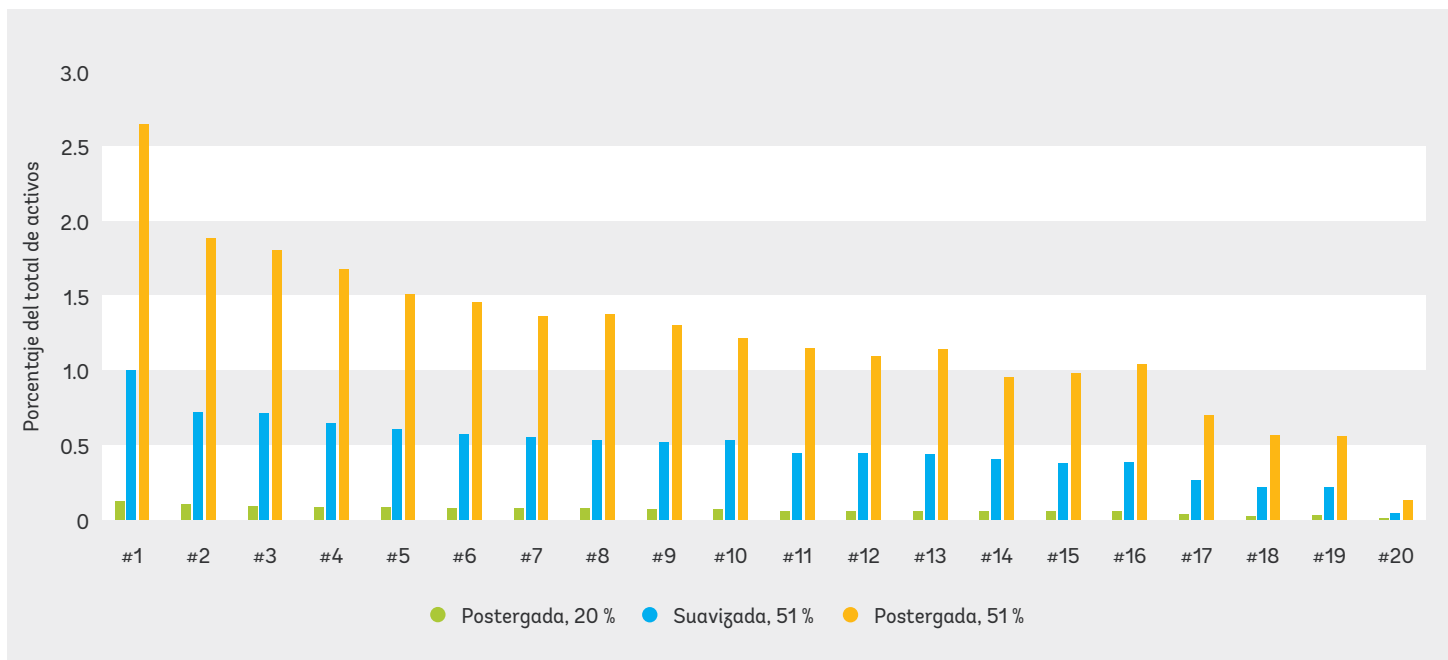
Fuente: Modelo SYSMO del Banco de la República; cálculos del personal.
 Nota: RS = Relación de Solvencia.

Los resultados muestran grandes diferencias en la vulnerabilidad a la descarbonización en las carteras de crédito entre los bancos. Calculamos las pérdidas en préstamos como una fracción del total de activos, basándonos en la exposición total de la cartera de préstamos de cada banco al sector respectivo en un nivel de dos dígitos (83 sectores). Los tres bancos más vulnerables tienen pérdidas crediticias estimadas que oscilan entre el 1,8 % y el 2,7 % del total de activos en el escenario más grave (D), mientras que las pérdidas estimadas de los tres bancos menos vulnerables varían solo entre el 0,1 % y el 0,6 % (gráfico 3.6). Este resultado señala la importancia

de implementar una supervisión basada en riesgos en relación con los riesgos climáticos y de prestar atención específica a los bancos que corren riesgos relativamente altos. Cabe destacar que los bancos muy vulnerables también pueden contribuir en gran medida a incorporar criterios ambientales en la economía colombiana, dado que centran su actividad en industrias importantes para la transición. Podrían hacerlo, por ejemplo, colaborando con sus clientes, modificando sus prácticas de originación u ofreciendo productos verdes (como los diseñados para financiar tecnologías de ahorro energético u otros tipos de tecnologías limpias).

> > >

GRÁFICO 3.6. - Pérdidas crediticias acumuladas en los distintos escenarios de transición, por banco (porcentaje del total de activos)



Fuente: Cálculos del personal.

Los resultados deben interpretarse con cierta cautela. La elaboración de nuestros modelos económicos y financieros se basa en importantes supuestos. En particular, el modelo de equilibrio general computable supone que la capacidad de adaptación de la economía colombiana es limitada, puesto que no considera el cambio tecnológico, tampoco tiene demasiado en cuenta, por ejemplo, el surgimiento de nuevos sectores (de energías renovables). Si la capacidad de adaptación de la economía colombiana es mayor que la prevista en el modelo, tanto el impacto en el PIB como en el sector bancario podrían ser menores. Este efecto de mitigación de la adaptación económica es probablemente el más pronunciado para los escenarios suavizados, donde las políticas abarcan un período más prolongado y, de este modo, dan a la economía y al sector financiero más tiempo para ajustarse. Asimismo, para nuestro modelo suponemos que las emisiones provocadas por la deforestación se reducen en consonancia con las metas de la NDC. Si esto no fuera factible, la carga de alcanzar esas metas se trasladaría a otras actividades. Por otra parte, en el diseño de nuestros modelos financieros modelamos resultados en condiciones adversas; por ejemplo, no se prevé rentabilidad durante el período de pruebas de resistencia. De igual manera, por limitaciones de datos, no incluimos las exposiciones indirectas a sectores sensibles a la transición en el extranjero. Debido a ello, podrían subestimarse los riesgos de transición de los bancos colombianos con exposiciones indirectas considerables. Por último, la diversificación puede favorecer a los bancos con préstamos otorgados en sectores que se benefician de la transición a una economía con bajas emisiones de carbono, como el de las energías renovables y el de los bienes raíces que hacen uso eficiente de la energía. La disminución de las pérdidas derivadas de esas exposiciones puede mitigar algunos de los impactos adversos en la cartera expuesta a los riesgos de transición.



Conclusiones y recomendaciones

Principales riesgos y vulnerabilidades

El sector bancario colombiano es vulnerable a riesgos graduales y más agudos, tanto de transición como físicos. Por un lado, algunos riesgos (I y II) son, sobre todo, graduales, y se espera que se manifiesten durante un tiempo relativamente prolongado. Estos riesgos son relevantes, en particular, desde la perspectiva del modelo de negocios: los bancos que no se ajusten a las circunstancias cambiantes (por ejemplo, en las prácticas de fijación de precios y originación de préstamos) podrían volverse menos rentables con el tiempo. En estos escenarios, es posible que surjan perturbaciones más abruptas si los precios de determinados activos cambian con rapidez debido a una mejor comprensión del mercado (por ejemplo, la rápida caída de los precios de los bienes inmuebles en las zonas costeras). Por otro lado, los riesgos más agudos (III a V) podrían manifestarse en un plazo más breve, como en el caso de los desastres naturales y de un endurecimiento repentino de las políticas climáticas durante la próxima década (hasta 2030). Estos riesgos más agudos son los que pueden generar mayor tensión en el sector bancario en la próxima década (cuadro 4.1).



CUADRO 4.1. - Resumen de los principales riesgos para el sector bancario colombiano relacionados con el clima

Riesgo	Probabilidad	Potencial para generar tensiones en el sector bancario	Canales
I. Incremento gradual del precio del carbono y de las políticas climáticas	Media	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores sensibles a la transición Valor de los inmuebles comerciales
II. Aumento gradual de la temperatura y cambios en los patrones meteorológicos	Alta	Bajo/medio	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores vulnerables (por ejemplo, agricultura)
III. Endurecimiento repentino de las políticas climáticas	Baja/media	Medio/alto	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de las pérdidas en préstamos en sectores sensibles a la transición Valor de los inmuebles comerciales Efectos macroeconómicos
IV. Inundación grave	Media	Medio	<ul style="list-style-type: none"> Inmuebles, empresas, hogares en las zonas afectadas Rebaja de la calificación del crédito soberano
V. Inundación grave más recesión (doble choque)	Baja/media	Alto	<ul style="list-style-type: none"> Inmuebles, empresas, hogares en las zonas afectadas Rebaja de la calificación del crédito soberano Efectos macroeconómicos

Fuente: Personal del Banco Mundial.

De nuestro análisis cuantitativo surge que hay escenarios de riesgos relacionados con el clima que pueden derivar en un estrés considerable para el sector bancario colombiano, aunque únicamente en escenarios adversos (improbables). Hemos investigado los riesgos de inundaciones y los escenarios de transición que son congruentes con las metas de la NDC de Colombia para 2030, con las siguientes conclusiones:

- a. Respecto de los riesgos de inundación, hemos concluido que los escenarios de anegamientos pueden ocasionar una caída en la relación de solvencia, que, además, podría coincidir con otras perturbaciones. Si bien nuestras estimaciones sugieren que la RS de los bancos colombianos puede disminuir notablemente, los escenarios del histórico fenómeno de La Niña y de las inundaciones graves no conducen, por sí solos, a que la RS de los bancos se sitúen por debajo del mínimo del 9 % exigido. En esos escenarios, encontramos una caída promedio de la RS de los bancos colombianos de entre 0,3 y 1,1 puntos porcentuales. En el escenario de doble choque, la disminución promedio de la RS llega a los 3,2 puntos porcentuales. Sin embargo, este escenario combina el choque causado por las inundaciones con una recesión económica genérica y constituye, por consiguiente, el escenario más grave y más improbable (aunque tampoco imposible). Los resultados difieren significativamente de un banco a otro, y las pérdidas en préstamos de los bancos individuales oscilan entre el 0,2 % de los activos totales en el caso del banco menos vulnerable y el 2,2 % para el más vulnerable en el escenario de inundación más grave.
- b. Respecto de los riesgos de transición, observamos que los escenarios de descarbonización pueden materializarse antes de 2030 y acarrear pérdidas considerables para el sector bancario. Estimamos que, en un escenario de postergación con una meta elevada de reducción de GEI, el total de las pérdidas en préstamos de los bancos colombianos oscilan entre el 0,1 % de los activos totales en el caso de los bancos menos vulnerables y el 2,7 % en el de los más vulnerables. Este escenario podría hacerse realidad cuando las políticas climáticas se introduzcan tarde (desde 2025) y apunten a una reducción elevada (del 51 %) de las emisiones de GEI para 2030. Para la creación de este modelo, suponemos que la capacidad de adaptación de la economía colombiana es limitada durante un período corto (dos años). Nuestras estimaciones del impacto de la transición no deben considerarse pronósticos de resultados esperados, sino estimaciones basadas en resultados adversos en la cola de la distribución de probabilidad. También son conservadoras, dado que cubren un período de dos años, con más pérdidas que podrían acumularse antes y después del período de choque. Además, nos centramos únicamente en la cartera de créditos. Las pérdidas de otros activos podrían agravar los resultados.

Los resultados por banco muestran grandes diferencias en las vulnerabilidades relacionadas con el clima de las carteras de crédito de los distintos bancos, lo que indica la importancia de implementar una supervisión basada en riesgos. Unos pocos bancos son considerablemente más vulnerables (entre dos y tres veces más) que la mayoría al peligro de inundación debido a su elevada exposición en zonas más rurales. Asimismo, se observa una heterogeneidad significativa en el grado de exposición de los bancos a los sectores sensibles a las transiciones, que varía entre el 1 % y el 26 % de sus carteras de crédito. Estas observaciones respaldan la aplicación de un enfoque basado en riesgos para abordar los peligros relacionados con el clima en la supervisión de la SFC.

Políticas recomendadas

A partir de estas conclusiones, el Banco Mundial ha identificado varias medidas de corto y de mediano plazo para mejorar la detección y la mitigación del riesgo climático en el sector bancario. En términos generales, la SFC podría adoptar una supervisión basada en riesgos para los impactos relacionados con el clima y mejorar continuamente la divulgación de información (tanto por parte de las empresas no financieras como de las instituciones financieras) y la disponibilidad de datos. Esto último también es importante para analizar la exposición a riesgos por la vía de entidades relacionadas situadas en el extranjero, para lo cual la SFC podría colaborar con los entes de supervisión de los países anfitriones a fin de llevar a cabo una evaluación transnacional de la vulnerabilidad al clima. En lo que respecta a los riesgos físicos, la SFC podría realizar estudios exhaustivos sobre las instituciones más vulnerables, promover el fortalecimiento de la capacidad en todo el sector y fomentar el desarrollo de los mercados de seguros. En cuanto a los riesgos de transición, la SFC puede trabajar con las autoridades del sector bancario y de otros ámbitos pertinentes con el fin de abordar dichos riesgos de manera oportuna y prospectiva. Ello requiere que las partes interesadas del sector público y el privado dialoguen sobre cómo se configurarán las medidas de mitigación y de adaptación al cambio climático, de modo que los bancos puedan abordarlas tempranamente (por ejemplo, en la interacción con sus clientes, en las prácticas de originación y en la determinación de precios). También será necesario fortalecer la capacidad del sector bancario, para lo cual se podrían utilizar nuevas herramientas, como el análisis de escenarios y las pruebas de resistencia ascendentes (bottom-up). Esta medida es particularmente urgente para abordar los riesgos de transición internos, dado que cabe esperar que durante esta década se pongan en marcha esfuerzos significativos para descarbonizar la economía colombiana. Véase el resumen de las recomendaciones en el cuadro 4.2.

CUADRO 4.2. - Recomendaciones del Banco Mundial a la SFC y a otras partes interesadas

Recomendación	Plazo	Organismo
Aspectos generales		
Elaborar guía de buenas prácticas para el sector bancario sobre gobernanza, gestión de riesgos y divulgación de riesgos climáticos.	CP	SFC
Impulsar el desarrollo de herramientas de gestión de riesgos climáticos con visión prospectiva en el sector bancario, que incluya el análisis de escenarios y las pruebas de resistencia ante la materialización de estos riesgos.	CP/MP	SFC
Incorporar en la Supervisión basada en riesgos aspectos que permitan evaluar gestión de los riesgos climáticos en las entidades supervisadas ^a .	MP	SFC
Continuar impulsando la divulgación y reporte por parte de emisores/empresas a divulgar sobre su exposición a riesgo climáticos y apoyar la recolección.	MP	SFC
Llevar a cabo una evaluación transnacional de la vulnerabilidad climática junto con los entes de supervisión de los países anfitriones, lo que incluye mejorar la recopilación de datos sobre exposición geográfica y sectorial a los riesgos a través de entidades relacionadas.	MP	SFC, entes de supervisión de los países anfitriones
Riesgos físicos		
Identificar la información y la fuentes necesarias para adelantar estudios que permitan continuar construyendo conocimiento sobre los riesgos físicos materiales que puedan ser una amenaza potencial para la estabilidad de las entidades ^b .	CP/MP	SFC
Promover el fortalecimiento de la capacidades técnicas o conocimientos del sector bancario sobre los riesgos físicos, incluyendo su identificación y gestión, cubriendo tanto los riesgos de desastres como los cambios graduales en las condiciones climáticas (por ejemplo, a través de una plataforma).	CP/MP	SFC
Promover el diseño e implementación de mecanismos para la mitigación de los riesgos y sus impactos ^b .	MP	SFC, Gobierno
Riesgos de transición		
Promover el fortalecimiento de la capacidades técnicas o conocimientos del sector sobre los riesgos de transición, incluyendo su identificación y gestión, centrándose específicamente en el CP y el MP (es decir, las metas de la NDC para 2030).	CP/MP	SFC
Promover el diálogo entre los responsables de formular las políticas climáticas y el sector financiero, incluidos los bancos, otros inversionistas y las autoridades financieras.	CP/MP	SFC, BR, Gobierno
Brindar al sector bancario orientaciones más detalladas sobre cómo se implementarán las políticas de descarbonización y cuál será el plazo para su aplicación (por ejemplo, elaborar una hoja de ruta hasta 2030 que permita a los bancos alinear más adecuadamente sus carteras).	CP/MP	Gobierno, SFC
Promover la mejora en la recopilación y gestión de datos, de modo que las autoridades y los bancos puedan realizar pruebas de resistencia en el nivel de las empresas. Específicamente, para esto se requerirá contar con datos sobre las emisiones de GEI de las empresas no financieras de Colombia.	CP/MP	SFC

Nota: BR = Banco de la República de Colombia; NDC = Nationally Determined Contributions; CP = corto plazo; MP = mediano plazo; SFC = Superintendencia Financiera de Colombia.

- Esto podría incluir medidas tales como exigir que se incrementen los reportes de supervisión, abordar el riesgo en el proceso interno de adecuación y evaluación del capital de los bancos, y abordar el riesgo en la supervisión in situ (incluso en conversaciones con la Alta Gerencia y la Junta Directiva).
- Observamos que, a veces, la medida de adaptación más eficaz en función de los costos consiste en evitar que se generen nuevos peligros verificando que se tengan en cuenta los riesgos de desastre en la planificación del uso de la tierra y en las regulaciones sobre infraestructura. Los bancos podrían desempeñar un papel de peso en este sentido integrando los riesgos de desastres e inundaciones en su proceso de originación de préstamos (y exigiendo la alineación con los planes de uso de la tierra y las regulaciones referidas a la infraestructura). El desarrollo de los mercados de seguros podría incluir lo siguiente: a) el fortalecimiento del marco jurídico, lo que abarcaría también el uso de seguros paramétricos, y b) la mejora de la disponibilidad de datos sobre seguros contra desastres.



Referencias bibliográficas y lecturas sugeridas

Banco de Inglaterra (2019), *The 2021 Biennial Exploratory Scenario on the Financial Risks from Climate Change*, documento para discusión, Banco de Inglaterra, Londres.

Banco Mundial (2019), *Beyond Stranded Assets — Climate Strategies of Fossil-Fuel Dependent Countries*, informe, World Bank Sovereign ESG Resources, Banco Mundial, Washington, DC.

Banco Nacional de los Países Bajos (DNB) (2017), *Waterproof? An Exploration of Climate-Related Risks for the Dutch Financial Sector*, informe, Banco Nacional de los Países Bajos, Amsterdam.

Battiston, Stefano, Antoine Mandel, Irene Monasterolo, Franziska Schütze y Gabriele Visentin (2017), “A Climate Stress-Test of the Financial System”, *Nature Climate Change* 7 (marzo): 283-288.

Bernal-Ramírez, Joaquín y José Antonio Ocampo (2020), *Cambio climático: políticas para manejar sus efectos macroeconómicos y financieros*, documento de trabajo sobre economía, Banco de la República, Bogotá.

Bolton, Patrick, Morgan Després, Luiz Awazu Pereira da Silva, Frédéric Samama y Romain Svartzman (2020), *The Green Swan: Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change*, Basilea, Banco de Pagos Internacionales.

Burns, Andrew, Calvin Djiofack Zebaze y Dinar Prihardini (2018), *Modeling Macroeconomic Impacts and Global Externalities*, nota sobre buenas prácticas 7, Energy Subsidy Reform Assessment Framework (ES-RAF), Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (ESMAP) y Grupo Banco Mundial, Washington, DC.

Cai, Wenju, Guojian Wang, Agus Santoso, Michael J. McPhaden, Lixin Wu, Fei-Fei Jin y otros (2015), “Increased Frequency of Extreme La Niña Events Under Greenhouse Warming”, *Nature Climate Change* 5 (2): 132-137.

Campiglio, Emanuele, Yannis Dafermos, Pierre Monnin, Josh Ryan-Collins, Guido Schotten y Misa Tanaka (2018), “Climate Change Challenges for Central Banks and Financial Regulators”, *Nature Climate Change* 8 (6): 1-13.

Cardona, Omar Darío, Gabriel Andrés Bernal, Daniela Zuloaga Romero y María Alejandra Escovar Bernal (2017), *Modelación probabilista de inundaciones en La Mojana*, informe técnico.

CDN Colombia (2020), *Actualización de la contribución determinada a nivel nacional de Colombia (NDC)*, Gobierno de Colombia, Bogotá.

- Čihák, Martin (2014), “Stress Tester: A Toolkit for Bank-by-Bank Analysis with Accounting Data”, en *A Guide to IMF Stress Testing*, editado por Li Lian Ong, 17-44, Fondo Monetario Internacional, Washington, DC.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2012), *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*, Misión BID—CEPAL, Bogotá.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (BCBS) (2021), *Climate-Related Financial Risks — Measurement Methodologies*, informe, Banco de Pagos Internacionales, Basilea.
- Consejo de Estabilidad Financiera (FSB) (2020), *The Implications of Climate Change for Financial Stability*, FSB, Basilea.
- Delgado Ricardo, Thomas B. Wild, Ricardo Argüello, Leon Clarke y Germán Romero (2020), “Options for Colombia’s mid-century deep decarbonization strategy”, *Energy Strategy Reviews* 32 (noviembre).
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2018), *Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades*, informe, DNP, Bogotá.
- Feyen, Erik, Robert Utz, Igor Zuccardi Huertas, Olena Bogdan y Jisung Moon (2020), *Macro-Financial Aspects of Climate Change*, documento de trabajo sobre investigaciones relativas a políticas de desarrollo n.o 9109, Banco Mundial, Washington, DC.
- Fondo Monetario Internacional (FMI) (2017), “The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: How Can Low-Income Countries Cope?”, en *World Economic Outlook: Seeking Sustainable Growth — Short Term Recovery, Long-Term Challenges*, FMI, Washington, DC.
- Gamba, Santiago, Oscar Jaulín, Angélica Lizarazo, Juan Carlos Mendoza, Paola Morales, Daniel Osorio y Eduardo Yanquen (2017), *SYSMO I: A Systemic Stress Model for the Colombian Financial System*, documento de trabajo sobre economía, Banco de la República, Bogotá.
- Good, Peter, Jason Lowe, Jeff Ridley, Jonathan L. Bamber, Tony Payne, Brandon Keen, J. C. Stroeve y otros (2014), *An Updated View of Tipping Points and the Relevance for Long-Term Climate Goals*, informe técnico, NERC Senior Knowledge Exchange Fellowship.
- Grippa, Pierpaolo, Jochen Schmittmann y Felix Suntheim (2019), “Climate Change and Financial Risk”, *Finance & Development* 56 (4): 26-29.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2012), *Evaluación, análisis y seguimiento a las afectaciones por inundaciones asociadas al fenómeno de La Niña 2010-2011*, informe técnico, Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2015), *Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100*, IDEAM, Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Cancillería (2017), *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*, IDEAM, Bogotá.
- Klomp, J. (2014), “Financial Fragility and Natural Disasters: An Empirical Analysis”, *Journal of Financial Stability* 13 (2014): 180-192.
- Melo, S. F., L. Riveros, G. Romero, J. C. Farfán, A. Alvarez-Espinoza y C. Díaz (2019), *Estimación de impactos del cambio climático en el sector agricultura y seguridad alimentaria*, Archivos de economía, documento 504, DNP, Bogotá.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2016), *Colombia: Review of the Financial System*, informe, OCDE, París.

Rabatel, Antoine, Jorge Luis Ceballos, Natan Micheletti, Ekkehard Jordan, Michael Braitmeier, Javier González, Nico Mölg y otros (2018), "Toward an Imminent Extinction of Colombian Glaciers?", *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 100 (1): 75-95.

Red para Enverdecer el Sistema Financiero (NGFS) (2020a), *Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions*, documento técnico, NGFS, París.

Red para Enverdecer el Sistema Financiero (NGFS) (2020b), *NGFS Climate Scenarios for Central Banks and Supervisors, informe*, NGFS, París.

Standard & Poor's (2015), "The Heat Is On: How Climate Change Can Impact Sovereign Ratings", 25 de noviembre, S&P Global Ratings.

Standard & Poor's (2019), "Credit Trends: The Cost of a Notch", 16 de marzo, S&P Global Ratings.

Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) (2019), *Riesgos y oportunidades del cambio climático*, Superintendencia Financiera de Colombia, Bogotá.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) (2018), *Atlas de riesgo de Colombia: revelando los desastres latentes*, UNGRD, Bogotá.

Vermeulen, Robert, Edo Schets, Melanie Lohuis, Barbara Kölbl, David-Jan Jansen y Willem Heeringa (2019), *The Heat Is On: A Framework Measuring Financial Stress Under Disruptive Energy Transition Scenarios*, documento de trabajo DNB n.º 625, De Nederlandsche Bank NV, Amsterdam.

Ward, P. J., H. C. Winsemius, S. Kuzma, M. F. P. Bierkens, A. Bouwman, H. de Moel y A. Díaz Loaiza (2020), *Aqueduct Floods Methodology*, nota técnica, Instituto de Recursos Mundiales, Washington, DC: <https://www.wri.org/publication/aqueduct-floods-methodology>.

Winsemius H. C., L. P. H. Van Beek, G. Jongman, P. J. Ward y A. Bouwman (2013), "A Framework for Global River Flood Risk Assessment", *Hydrology and Earth System Sciences* 17 (5): 1871-92.



Apéndices

Apéndice A. Modelo de regresión para inundaciones

Investigamos el impacto de las inundaciones en gran escala en el sector bancario colombiano estudiando episodios anteriores de este tipo de desastres naturales. Para calibrar el choque de riesgo crediticio, utilizamos un modelo de regresión que nos permite estimar el impacto de inundaciones históricas en la constitución de provisiones para respaldar posibles pérdidas. En especial, nos centramos en las inundaciones de 2010-11 relacionadas con el fenómeno de La Niña, que se encuentran entre los desastres más perjudiciales desde el punto de vista económico ocurridos en Colombia en las últimas décadas. Este episodio se produjo dentro del período de muestra analizado, acerca del cual se dispone de datos sobre riesgo crediticio, y comprende 15 años, desde 2005 hasta 2019. Identificamos la magnitud del choque empleando una estrategia de creación de modelos de diferencias en diferencias (DD), que compara las tasas de crecimiento de las provisiones en las regiones afectadas con las de regiones no afectadas. De este modo, neutralizamos los efectos macroeconómicos que son comunes a todo el país. Estimamos cuatro variantes del modelo. Los modelos 1 y 2 utilizan un enfoque tradicional de DD, usado también en ejercicios anteriores. En cambio, los modelos 3 y 4 ponderan los impactos sobre la base de las pérdidas económicas como fracción del PIB. Todos los modelos proporcionan estimaciones significativas y coherentes de las conmociones, e indican que, en las zonas más gravemente afectadas, se han constituido provisiones más elevadas ante los riesgos que en las zonas menos afectadas (o no afectadas en absoluto). Las especificaciones se presentan en el cuadro A.1 y los resultados de la regresión se consignan en el cuadro A.2. La mayor parte de los datos relativos a la exposición y el riesgo de crédito se han obtenido de la SFC, mientras que los referidos al impacto económico provienen de la CEPAL (2012).

> > >

CUADRO A.1. - Especificaciones de la regresión

(1) DID, efectos fijos por tiempo y banco	$\Delta PROVISIONS_{i,t,d} = SHOCK_{d,t} + D_i + D_t$
(2) DID, con efectos fijos por banco*tiempo	$\Delta PROVISIONS_{i,t,d} = SHOCK_{d,t} + D_i + D_{i,t}$
(3) DID, con factor de vulnerabilidad a las inundaciones (FVF)	$\Delta PROVISIONS_{i,t,d} = FVF_d * SHOCK_t + D_i + D_t$
(4) DID, con efectos fijos por banco*tiempo y factor de vulnerabilidad a las inundaciones (FVF)	$\Delta PROVISIONS_{i,t,d} = FVF_d * SHOCK_t + D_{i,t}$

Fuente: Personal del Banco Mundial.

Nota: En estas especificaciones, las provisiones delta (delta provisions) constituyen el aumento de las provisiones en puntos porcentuales como fracción del total de préstamos en el departamento en comparación con el trimestre anterior. El factor de vulnerabilidad a las inundaciones (FVF) se define como "el daño económico como fracción del PIB por departamento", según datos obtenidos de la CEPAL (2012). La variable de perturbación es 1 cuando las inundaciones relacionadas con La Niña afectaron los departamentos específicos durante un período de seis trimestres tras las inundaciones iniciales. Por otra parte, D denota una variable ficticia, mientras que t significa "tiempo" (trimestre), i quiere decir "banco" y d , "departamento".

> > >

CUADRO A.2. - Resultados de la regresión

	Variable de choque binario		Variable de choque ponderada	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Estimación del choque	0.0020*	0.0026**	0.0011*	0.0012**
EF por tiempo	Yes	No	Yes	No
EF por banco	Yes	No	Yes	No
EF por banco*tiempo	No	Yes	No	Yes

Fuente: Personal del Banco Mundial, basado en datos de la SFC.

Nota: EF = efectos fijos; resultados obtenidos usando errores estándar robustos; $p < 10\%$ (*); $p < 5\%$ (**).

Appendix B. Vulnerabilidad a las inundaciones

> > >

CUADRO B.1. - Riesgos de inundaciones fluviales en Colombia con un período de retorno de 50 años



Fuente: Ingeniar, en Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2018).

Apéndice C. Modelo de prueba de resistencia

A fin de estimar la magnitud de los riesgos relacionados con el clima para el sector bancario colombiano, empleamos un modelo básico de prueba de resistencia y lo ampliamos para obtener resultados utilizando datos granulares sectoriales y regionales. El modelo se basa en la herramienta de comprobación de resistencia 3.0 creada por Martin Čihák (2014) y se vale de datos de los balances generales y los estados de ganancias y pérdidas de 21 bancos sobre los que se dispone de información detallada desglosada por sectores y regiones. Los resultados se estiman por banco, por grupo de bancos (estatales, nacionales, extranjeros) y para el sector en su totalidad. Del conjunto de datos se han excluido cinco bancos pequeños sobre los cuales no se dispone de información desglosada por sectores. Los bancos excluidos representan el 1,6 % del total de activos reflejados en el conjunto de datos. Todos los datos corresponden al cierre de 2019. En el cuadro C.1 se presenta un resumen de las características del modelo.

> > >

CUADRO C.1. - Características del modelo de prueba de resistencia climática

Características principales	<ul style="list-style-type: none"> • Sector bancario. • Evaluación descendente del riesgo de insolvencia. • Balances generales de los bancos a nivel individual y global. • Exposición crediticia a nivel geográfico y sectorial, con datos detallados. • El principal producto es la disminución del total del capital y las pérdidas de los bancos como fracción de los activos totales/préstamos totales.
Riesgos evaluados	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas crediticias de las carteras de préstamos de los bancos, excluidos los compromisos de crédito no incorporados en los balances. • Pérdidas contables y a valor de mercado derivadas de los ajustes del margen crediticio de las tenencias de títulos de deuda soberana por los bancos.
Aportes de datos para el modelo	<ul style="list-style-type: none"> • Balance general. • Activos ponderados en función del riesgo. • Datos sobre riesgo crediticio (préstamos improductivos, provisiones, garantías). • Estructura sectorial de los préstamos. • Estructura regional de los préstamos. • Proporción correspondiente a la exposición a bonos soberanos en los portafolios de inversión bancarios.
Principales parámetros	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa promedio de constitución de provisiones para cartera improductiva (25 %). • Duración promedio de los portafolios de bonos soberanos de los bancos (4,2 años). • Calificaciones actuales de la deuda soberana (S&P BBB-).
Principales datos aportados para calibración	<ul style="list-style-type: none"> • Conmociones regionales y sectoriales (% de préstamos que se tornan improductivos o provisiones constituidas). • Variación en el spread crediticio de la deuda soberana.

Source: World Bank staff.

Apéndice D. Resultados del modelo de equilibrio general computable del DNP

> > >

CUADRO D.1. - Variación del valor agregado, por sector, entre 2028 y 2030

	Sua- vizada (NDC: 20 %)	Poster- gada (NDC: 20 %)	Sua- vizada (NDC: 51 %)	Poster- gada (NDC: 51 %)
Productos de café	31.3%	48.9%	15.9%	41.7%
Otros productos agrícolas	-0.4%	-4.2%	-22.1%	-35.4%
Animales vivos y productos animales y productos de la caza	-0.9%	-5.1%	-21.7%	-35.4%
Productos de silvicultura y extracción de madera y actividades conexas	4.1%	2.6%	-9.1%	-16.5%
Productos de la pesca y la acuicultura y servicios relacionados	3.6%	1.8%	-8.9%	-16.8%
Carbon mineral	-5.1%	-11.9%	-22.7%	-38.5%
Petróleo crudo y gas natural y minerales de uranio y torio	-6.7%	-12.7%	-36.3%	-55.7%
Minerales metálicos	2.0%	-0.6%	-15.8%	-26.7%
Minerales no metálicos	3.6%	1.8%	-10.5%	-18.6%
Carnes y pescados	0.4%	-3.1%	-20.0%	-32.7%
Aceites y grasas animales y vegetales	3.0%	0.9%	-13.2%	-22.8%
Productos lácteos	1.2%	-1.8%	-19.2%	-31.1%
Productos de molinería y almidones y sus productos	2.2%	-0.4%	-15.3%	-25.9%
Productos de café y trilla	31.6%	49.7%	15.6%	40.2%
Azúcar y panela	3.1%	1.1%	-13.0%	-22.4%
Cacao y chocolate y productos de confitería	3.2%	1.3%	-14.1%	-23.6%
Productos alimenticios ncp	3.8%	2.2%	-10.7%	-19.0%
Bebidas	4.0%	2.4%	-8.4%	-16.1%
Productos de tabaco	4.5%	3.2%	-6.5%	-13.1%
Fibras textiles naturales e hilazas e hilos y tejidos de fibras textiles e incluso afelpados	5.5%	4.8%	-4.2%	-9.1%
Artículos textiles excepto prendas de vestir	6.2%	5.7%	-3.4%	-7.5%
Tejidos de punto y ganchillo y prendas de vestir	5.2%	4.2%	-4.5%	-9.9%
Curtido y preparado de cueros y productos de cuero y calzado	4.8%	3.6%	-6.6%	-12.7%
Productos de madera y corcho y paja y materiales trenzables	4.1%	2.6%	-8.9%	-16.4%
Productos de papel y cartón y sus productos	4.4%	3.1%	-7.4%	-14.5%
Edición e impresión y artículos análogos	4.4%	3.1%	-7.0%	-13.6%
Coque y semicoque de hulla y de lignito o de turba y carbón de retorta y alquitranes	21.7%	14.4%	11.3%	7.6%
Gasolinas y otros combustibles	-2.1%	-6.9%	-24.7%	-39.8%
Diesel	-5.7%	-12.1%	-29.4%	-47.1%
Otros refinados	-0.6%	-4.5%	-27.7%	-42.4%
Sustancias y productos químicos	4.8%	3.7%	-7.8%	-14.6%
Productos de caucho y de plástico	4.0%	2.5%	-8.4%	-15.9%
Productos minerales no metálicos	5.1%	4.2%	-6.7%	-13.1%
Productos metalúrgicos básicos excepto maquinaria y equipo	2.8%	0.6%	-13.6%	-23.5%
Maquinaria y equipo	4.1%	2.6%	-10.2%	-17.9%
Otra maquinaria y suministro eléctrico	4.8%	3.7%	-10.0%	-15.5%
Equipo de transporte	5.1%	4.1%	-5.9%	-12.6%
Muebles	6.0%	5.6%	0.2%	-8.5%
Otros bienes manufacturados ncp	6.7%	6.7%	7.9%	-3.3%
Energía eléctrica	1.8%	-0.8%	-30.2%	-30.4%
Gas domiciliario	0.1%	-3.8%	-32.8%	-31.6%

Agua	5.0%	4.0%	-1.2%	-9.2%
Trabajos de construccion y construccion y reparacion de edificaciones y servicios de arrendamiento de equipo con operario	3.9%	2.3%	-12.5%	-17.1%
Trabajos de construccion y construccion de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario	3.6%	1.7%	-13.3%	-17.8%
Comercio	3.4%	1.5%	-15.3%	-19.0%
Servicios de reparacion de automotores y de articulos personales y domesticos	4.0%	2.4%	-9.9%	-15.0%
Servicios de alojamiento y suministro de comidas y bebidas	3.9%	2.3%	-14.8%	-18.9%
Servicios de transporte terrestre	5.8%	5.3%	5.1%	-4.8%
Servicios de transporte por via acuatica	9.1%	10.2%	38.2%	16.8%
Servicios de transporte por via aerea	6.5%	6.3%	12.9%	0.5%
Servicios complementarios y auxiliares al transporte	4.4%	3.0%	-6.5%	-12.7%
Servicios de correos y telecomunicaciones	5.1%	4.1%	-0.9%	-9.0%
Servicios de intermediacion financiera y de seguros y servicios conexos	4.2%	2.8%	-6.2%	-12.5%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de vivienda	5.2%	4.2%	0.3%	-8.1%
Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios	4.4%	3.0%	-8.2%	-13.9%
Administracion publica y defensa y direccion y administracion y control del sistema de seguridad social	5.7%	5.1%	2.2%	-6.8%
Servicios de ensenanza de mercado	5.7%	5.0%	2.9%	-6.3%
Servicios de ensenanza de no mercado	5.7%	5.1%	3.1%	-6.1%
Servicios sociales y de salud de mercado	5.2%	4.3%	-1.2%	-9.1%
Servicios de alcantarillado y eliminacion de desperdicios y saneamiento y otros servicios de proteccion del medio ambiente	-2.7%	-8.2%	-37.3%	-34.2%
Servicios de asociaciones y esparcimiento y culturales y deportivos y otros servicios de mercado	5.0%	4.0%	-2.3%	-9.9%
Servicios de asociaciones y esparcimiento y culturales y deportivos y otros servicios de no mercado	5.3%	4.5%	-1.3%	-9.2%
Servicio domestico	5.9%	5.4%	5.9%	-4.2%

Fuente: Datos obtenidos del modelo de equilibrio general computable del DNP.

Nota: NDC =Nationally Determined Contributions; NCP = no clasificados previamente.

