

# INVIRTIENDO EN RESILIENCIA CLIMÁTICA

---

**De mapas de riesgos climáticos físicos (*heatmapping*) a oportunidades de inversión en resiliencia: ejemplos de bancos nacionales de desarrollo que actúan en Brasil y en México**

Autores: Gianleo Frisari (BID), Caroline Fouvet (WTW), Laura Mondragón (BID), Álvaro Linares (WTW), Maribel Hernandez (WTW), Aline Yoshida (WTW), Laura Canevari (WTW)



# INVIRTIENDO EN RESILIENCIA CLIMÁTICA

**De mapas de riesgos climáticos físicos (*heatmapping*) a oportunidades de inversión en resiliencia: ejemplos de bancos nacionales de desarrollo que actúan en Brasil y en México**

---

Autores: Gianleo Frisari (BID), Caroline Fouvet (WTW), Laura Mondragón (BID), Álvaro Linares (WTW), Maribel Hernandez (WTW), Aline Yoshida (WTW), Laura Canevari (WTW)

---



**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Invirtiendo en resiliencia climática: de mapas de riesgos climáticos físicos (*heatmapping*) a oportunidades de inversión en resiliencia / Gianleo Frisari, Caroline Fouvet, Laura Mondragón, Álvaro Linares, Maribel Hernandez, Aline Yoshida, Laura Canevari.

p. cm. — (Monografía del BID; 1134)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Development banks-Environmental aspects-Brazil. 2. Development banks-Environmental aspects-Mexico. 3. Climatic changes-Risk management-Brazil. 4. Climatic changes-Risk management-Mexico. 5. Digital mapping. I. Frisari, Giovanni Leo. II. Fouvet, Caroline. III. Mondragón, Laura. IV. Linares, Álvaro. V. Hernández, Maribel. VI. Yoshida, Aline. VII. Canevari, Laura. VIII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. IX. Serie.

IDB-MG-1134

Clasificaciones JEL: F23, F34, F37, G11, G3, G32, Q54

Palabras clave: climate risk disclosure, non-financial reporting, national development banks, development financial institutions, corporate governance

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo  
1300 New York Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20577  
[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.

Colaboradores externos:

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Partners, LLC).

Revisión editorial: Bettina Fallik y Claudia M. Pasquetti.

Diseño y Diagramación: Evi Jurado.

Imágenes: flickr (ciudades sostenibles del BID), adobe stock y Shutterstock.

# CONTENIDOS

---

**RESUMEN EJECUTIVO**

**AUTORES Y PARTES INVOLUCRADAS**

**LISTA DE ACRÓNIMOS**

**I  
V  
VIII**

**1**

**INTRODUCCIÓN**

**1**

**2**

**EL PROYECTO PILOTO SOBRE RIESGOS CLIMÁTICOS CON EL BANCO DE DESARROLLO DE MINAS GERAIS Y FIDEICOMISOS INSTITUIDOS EN RELACIÓN CON LA AGRICULTURA: UN TRABAJO COLABORATIVO**

**7**

**2.1. Evaluación de la cartera: los mapas de riesgos climáticos físicos**

**10**

2.1.1. Mapas de calor de riesgos: HeatMapR©

**10**

2.1.2. Resultados y lecciones aprendidas

**15**

**2.2. Los canales de transmisión: impactos físicos del cambio climático y oportunidades de inversión en resiliencia**

**38**

2.2.1. Selección de los sectores

**39**

2.2.2. De identificación de impactos a oportunidades de inversión resiliente

**45**

2.2.3. Resultados y lecciones aprendidas

**52**

**2.3. Capacitar a los bancos para aprovechar los resultados del análisis**

**61**

**3**

**CONCLUSIONES**

**65**

**4**

**ANEXOS**

**71**

**Anexo 1: Los riesgos climáticos físicos en América Latina: Brasil y México**

**73**

Introducción al concepto de riesgo climático

Panorama: cambio climático histórico y proyecciones

**Anexo 2: Indicadores agrícolas a medida para la cartera de Fideicomisos**

**86**

**Instituidos en Relación con la Agricultura**

**Anexo 3: Impactos sectoriales y geografías**

**89**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**93**





# RESUMEN EJECUTIVO<sup>1</sup>

---

Los bancos nacionales de desarrollo (BND) de América Latina y el Caribe (ALC) tienen un rol crucial en el desarrollo de un mercado financiero sostenible, inclusivo y resiliente a los choques y amenazas, como el impacto del cambio climático. Estas instituciones se encuentran en una posición única para canalizar el financiamiento a la economía real y conseguir avances alineados con los objetivos de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), ya que sus trabajos con bancos de primer y segundo piso crean un efecto multiplicador en el sector financiero.

Esta publicación pretende apoyar y guiar la carrera que afrontan los BND en su transición a un modelo de negocio resiliente al cambio climático y permite identificar algunos de los desafíos que se presentan en su camino para lograr un cambio permanente de sus inversiones, buscando aquellas con alto potencial de beneficios de resiliencia climática y, por ende, con impactos socioeconómicos y ambientales positivos. Los BND requieren nuevos procesos y herramientas para la generación de inversiones y la gestión de carteras y riesgos, así como para el desarrollo de métricas e indicadores para medir y comunicar sus impactos y desempeño en sostenibilidad.

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen a los revisores externos Valentín Pérez Iturria y Gabriel Acuna Csillag, de CMF Chile, y a los colaboradores Alexander Vasa, Karen Pineros, Doris Melissa Barandiaran, del BID; Artemio Vázquez Aguilar, Erick Rodríguez Maldonado, Ariana Pena Sáanchez, de FIRA, y Mariana Paula Pereira, del BDMG.

Entender con precisión qué son los riesgos climáticos físicos y cómo repercuten en la operatividad de una institución es necesario para lograr esta transición. Los riesgos climáticos físicos ya están presentes y afectan a la gran mayoría de las comunidades en la región de ALC. Sequías, inundaciones y eventos climáticos extremos son cotidianos en muchos de estos países y, por ende, para los clientes de los BND. Típicamente, para lograr exitosas inversiones en resiliencia se requiere un proceso de identificación de varios factores. Primero, establecer cuáles son las amenazas climáticas relevantes que afectan a los clientes de los BND en sus contextos geográficos y sectoriales; luego, una comprensión de sus vulnerabilidades e impactos financieros. Finalmente, este análisis permite detectar las soluciones tecnológicas o procesos que apoyan la reducción de los impactos identificados y generan capacidad de adaptación cuando ocurren. Los BND operan frecuentemente en contextos con información muy limitada, especialmente cuando por mandato sirven a pequeñas y medianas empresas (pymes) o a clientes rurales, con quienes establecer estos procesos de análisis e inversión es extremadamente desafiante.

Partiendo de esta consideración inicial, esta publicación provee un resumen metodológico e ilustrado de una iniciativa innovadora que pretende combinar un análisis del riesgo climático físico a nivel de la cartera en el contexto de los BND en América Latina, a través de la generación de opciones de inversiones resilientes que podrían reducir la vulnerabilidad climática de los prestatarios y mejorar el perfil de riesgo de los mismos bancos.

El reporte detalla los pasos y el trabajo colaborativo de un proyecto piloto realizado con la firma consultora WTW, el Banco de Desarrollo de Minas Gerais (BDMG) en Brasil y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en México, que ha permitido validar la metodología, sus elementos clave, la relevancia y el formato de sus resultados, especialmente evaluando la integración de la herramienta de mapas de calor en la operatividad de los bancos.

El proyecto piloto se ha estructurado en cuatro fases de trabajo:

- 1** Un análisis de alto nivel de la cartera de los BND que identificó los sectores más expuestos al riesgo climático (*heatmapping*) hoy y en horizontes temporales futuros (2030 y 2050), con diferentes niveles de emisiones para generar rangos potenciales de vulnerabilidad de la cartera.
- 2** Un estudio detallado de las cadenas de transmisión de estos sectores para entender cómo los impactos físicos se materializan en impactos sobre los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes de los BND, generando efectos financieros para los bancos.
- 3** Un mapeo de las oportunidades de inversión para mitigar los impactos climáticos, tanto a nivel de los clientes como de los bancos, incluyendo productos financieros y asistencia técnica, que los bancos muchas veces ya están ofreciendo a sus clientes.
- 4** Una capacitación de los BND sobre los resultados del piloto, así como los futuros pasos que se pueden dar para aumentar la resiliencia de sus inversiones.

Este trabajo piloto permitió desarrollar lecciones aprendidas que se pueden compartir con otros BND de ALC, especialmente en cuanto a la factibilidad y los desafíos de generar análisis de riesgos a nivel de la cartera y de manejar escenarios climáticos futuros, y respecto a cómo conectar la fase de análisis con la identificación de oportunidades de inversiones resilientes y la integración de los elementos climáticos en los productos financieros de los bancos.

- ✓ El análisis de riesgos climáticos combina bases de datos climáticos que ya están disponibles para la región con niveles de aproximación espacial aceptables (regionales y municipales) y consistentes con la dimensión geográfica de las carteras bancarias. Al mismo tiempo, la calidad y el detalle de la información de la cartera de los bancos pilotos han demostrado ser más que suficientes para el desarrollo de un análisis de riesgos robusto y minucioso.
- ✓ El análisis de riesgos a nivel de la cartera (*heatmapping*) permite generar información útil para el manejo de riesgos agregados, con resultados de vulnerabilidad relativa y no absoluta. Es decir, permite a un banco identificar prácticamente todos los sectores y clientes de su cartera más vulnerables al cambio climático. Todavía no posibilita medir esta vulnerabilidad en términos financieros, lo que seguramente será un punto para mejorar en futuras interacciones del análisis.
- ✓ La identificación de canales de transmisión de los riesgos y de soluciones y prácticas resilientes es un trabajo de análisis oneroso, aunque beneficia significativamente la capacidad de priorización de sectores y clientes vulnerables identificados en la fase de *heatmapping*. Para generar inversiones en resiliencia de los clientes se necesita un conocimiento detallado de las amenazas más relevantes para sus actividades económicas, de las dinámicas económicas del sector, incluyendo los diferentes activos y procesos potencialmente afectados, y de cómo los impactos afectan la rentabilidad y la capacidad de financiamiento de las inversiones.
- ✓ En cuanto a la integración de los elementos de resiliencia en los productos y servicios bancarios, un resultado interesante del piloto fue encontrar muchos instrumentos financieros y servicios de asistencia técnica ya ofrecidos por los bancos, que incluyen temas sostenibles y que podrían ampliarse hacia el apoyo de inversiones en resiliencia climática.
- ✓ También es importante resaltar la oportunidad de generar métricas de clasificación de la cartera (por ejemplo, volumen de financiamiento hacia clientes vulnerables) y de desempeño (como el número de clientes vulnerables beneficiarios de inversiones resilientes) que apoyen el desarrollo de instrumentos de fondeo específicos para financiar esta línea de actividad. Un ejemplo de tales instrumentos son los bonos verdes para la resiliencia climática bajo los nuevos estándares de mercado, como los principios del *Climate Bonds Initiative*.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Los principios de resiliencia climática están disponibles en: <https://www.climatebonds.net/climate-resilience-principles>.



Finalmente, el proyecto piloto se ha desarrollado en estrecha colaboración entre el equipo técnico y los bancos de desarrollo, por lo que es importante resaltar algunos comentarios de los bancos para explicitar su propia perspectiva sobre el proyecto y su utilidad.

## **Banco de Desarrollo de Minas Gerais**

Con el trabajo realizado, el BDMG mejoró su conocimiento sobre los riesgos físicos relacionados con el clima que enfrentan los diferentes sectores, subsectores y regiones del Estado de Minas Gerais, y acerca de cómo estos riesgos pueden evolucionar en el corto, mediano y largo plazo. Sobre la base de los resultados obtenidos, el banco podrá caracterizar su cartera de crédito en relación con estos riesgos y, por tanto, definir algunos límites de exposición, identificar ciertas necesidades de crédito e incluso proponer alguna acción de desarrollo regional para el Estado. Teniendo como guía principal los nuevos requisitos del Banco Central de Brasil, y con la percepción de los resultados obtenidos en este trabajo, el BDMG está desarrollando metodologías para la clasificación de riesgos climáticos de la cartera y de nuevas operaciones. La implementación de estos procedimientos también requerirá de la capacitación de diferentes áreas del banco.

## **Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura**

Gracias a la colaboración con WTW y el BID, FIRA identificó los riesgos climáticos actuales y aquellos que enfrentará su cartera hacia 2030 y 2050, por lo que se ha obtenido información relevante sobre este fenómeno, la cual ayudará al cumplimiento de la misión institucional. De manera inmediata, los resultados de la herramienta HeatMapR© han sido de utilidad para otras iniciativas que emprende FIRA. Por ejemplo, ha robustecido el contexto del financiamiento a la adaptación y la resiliencia al cambio climático. Asimismo, estos resultados serán provechosos para las próximas acciones específicas en materia de adaptación al cambio climático, como la identificación de las áreas de oportunidad en la implementación de las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre las Declaraciones Financieras relacionadas con el Clima (TCFD), entre otras. Sin embargo, la metodología de bandas de colores brinda una visión relativa, mas no absoluta, del riesgo en las inversiones, lo cual dificulta su incorporación en modelos de análisis de riesgo crediticio. Un área de mayor estudio en el futuro sería la obtención del pronóstico de riesgo en términos no relativos para poder hacer las previsiones de riesgos correspondientes a la cartera de crédito. Con la capacitación realizada, FIRA mejoró el conocimiento sobre los riesgos climáticos físicos y, al mismo tiempo, permitirá a las áreas operativas el uso de los resultados obtenidos en el análisis del riesgo climático físico de su cartera.

Finalmente, este estudio proporciona la oportunidad de ampliar el análisis de riesgos climáticos para mejorar la comprensión de los riesgos físicos, así como de diseñar propuestas innovadoras que permitan enfrentar los retos en su identificación, medición y modelación desde la perspectiva de la banca de segundo piso.

# AUTORES Y PARTES INVOLUCRADAS

---

Esta publicación presenta los resultados y las principales lecciones aprendidas de un trabajo de colaboración entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco de Desarrollo de Minas Gerais (BDMG) en Brasil y Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en México, con el apoyo técnico de WTW, sobre el análisis del riesgo climático físico en las carteras de crédito de bancos nacionales de desarrollo (BND) en América Latina y el Caribe (ALC).

La publicación fue revisada independientemente por Valentin Perez y Gabriel Acuña Csillag.



## Banco Interamericano de Desarrollo

El BID es la principal fuente de financiamiento para el desarrollo económico, social e institucional en la región de ALC. Proporciona préstamos, subvenciones, garantías, asesoramiento sobre políticas y asistencia técnica a los sectores público y privado de sus países prestatarios. Para abordar y apoyar a los países miembros en el desarrollo productivo inclusivo y ambientalmente sostenible, la División de Conectividad, Mercados y Finanzas (CMF) ayuda a los países miembros a superar las barreras financieras que limitan su desarrollo productivo. Las áreas de trabajo abarcan inclusión financiera, gestión de riesgos financieros y fiscales, transparencia financiera, financiación de la vivienda, gestión de la deuda pública y finanzas verdes, entre otras.

Es clave canalizar los recursos financieros hacia inversiones bajas en carbono y resilientes al clima a una escala y velocidad mucho más altas de lo que los mercados están haciendo actualmente por sí solos. En este contexto, las instituciones financieras nacionales de desarrollo (IFD) y los instrumentos financieros verdes se reconocen cada vez más como elementos clave para apoyar la recuperación climáticamente inteligente. La asociación de finanzas verdes de la CMF con 40 BND en la región de ALC ha desarrollado soluciones financieras innovadoras para proyectos de infraestructura sostenible con términos adaptados al perfil financiero para inversiones bajas en carbono y resilientes al clima.



## Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

FIRA es una institución de la banca de desarrollo de México que cuenta con 67 años de experiencia y tiene como fin facilitar el acceso al crédito por medio de operaciones de crédito y descuento, así como otorgar garantías de crédito a proyectos relacionados con la agricultura, la ganadería, la pesca, el aprovechamiento forestal y el desarrollo rural.<sup>3</sup>

FIRA tiene la misión de impulsar hasta consolidar un sector agroalimentario y rural incluyente, sostenible y productivo. Esta tarea refleja la preocupación institucional por realizar acciones que contribuyan a mejorar la sostenibilidad del sector objetivo. Para poder cumplirla, FIRA cuenta con un Programa Institucional 2020-2024 que comprende tres objetivos principales, de los cuales uno de ellos es contribuir con el sector agrícola, forestal y pesquero responsable y sostenible. Esta meta pone de manifiesto la preocupación de FIRA no solo por fomentar el desarrollo del sector, sino que este sea sostenible.<sup>4</sup>

FIRA participó como banco piloto en el marco del proyecto.



## Banco de Desarrollo de Minas Gerais

El BDMG es una institución financiera controlada por el gobierno del Estado de Minas Gerais, ubicada en la región sudeste de Brasil. Con 60 años de existencia, tiene como objetivo apoyar el desarrollo socioeconómico de Minas Gerais, especialmente en el contexto de recuperación económica después de la pandemia de la COVID-19.

Además de apoyar el sector productivo de Minas Gerais, la agenda de desarrollo sostenible es central en sus acciones. El BDMG mantiene su estrategia de convertirse en un referente mundial como banco de desarrollo enfocado en el impacto en temas de sostenibilidad y cambio climático. En línea con los principios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés), su estrategia se centra en contribuir con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

El BDMG es el segundo banco piloto del proyecto presentado en esta publicación.

<sup>3</sup> El sector rural se define como aquel conformado por localidades de menos de 50.000 habitantes.

<sup>4</sup> Para más información acerca de las acciones en materia de sostenibilidad, véase el portal ESG de FIRA: <https://www.fira.gob.mx/Nd/ESG.jsp>.



En WTW (NASDAQ: WTW) proporcionamos soluciones analíticas basadas en datos en las áreas de personas, riesgo y capital. Potenciando la visión global y la experiencia local de nuestros profesionales presentes en más de 140 países y mercados, te ayudamos a perfilar tu estrategia, a mejorar tu resiliencia organizacional, a motivar a tu personal y a maximizar tu rendimiento. Trabajando codo a codo contigo, descubrimos oportunidades de éxito sostenible — y aportamos la perspectiva que te impulsa. Conozca más en [wtwco.com](https://www.wtwco.com).

WTW participó en la implementación de esta iniciativa junto con el BID, utilizando su herramienta HeatMapR<sup>®</sup> para la identificación de riesgos climáticos físicos para cada sector o industria de la cartera de los BND, y desarrollando una metodología detallada para emprender un análisis de los canales de transmisión del riesgo climático físico sobre los sectores más expuestos de los BND y de las oportunidades de inversión en resiliencia, así como capacitar a los BND sobre este tema.

---

# LISTA DE ACRÓNIMOS

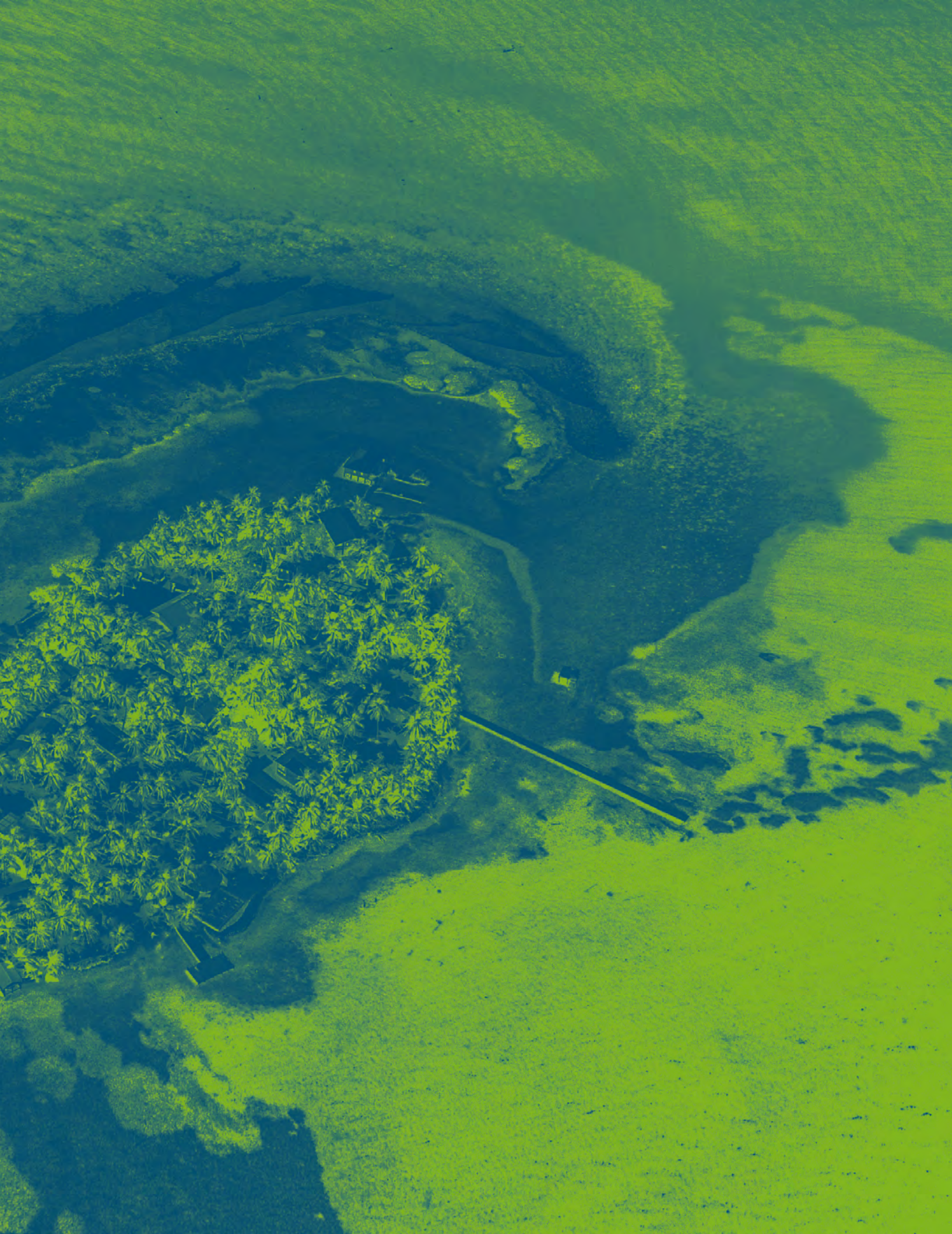
---

<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>BDMG</b>	Banco de Desarrollo de Minas Gerais
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BND</b>	banco nacional de desarrollo
<b>CHU</b>	Unidad de Calentamiento de Maíz
<b>CMIP5</b>	Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados 5
<b>CMUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CRH</b>	Centro de Clima y Resiliencia
<b>DDC</b>	Centro de Distribución de Datos
<b>ECMWF</b>	Centro Europeo para el Pronóstico del Tiempo a Medio Plazo
<b>ESG</b>	ambiental, social y de gobernanza
<b>Febraban</b>	Federación Brasileña de Bancos
<b>FIRA</b>	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
<b>Fonagua</b>	Fondo de Garantías para el Uso Eficiente del Agua
<b>GEI</b>	gases de efecto invernadero
<b>IGCC</b>	Investor Group on Climate Change
<b>IIGCC</b>	Grupo de Inversores Institucionales sobre el Cambio Climático
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático
<b>MasAgro</b>	Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional
<b>NASA</b>	Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio
<b>NOAA</b>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>PIMAF</b>	Programa de Apoyo a Productores de Maíz y Frijol
<b>PROMAC</b>	Programa de Conservación de Maíz Criollo
<b>ProSostenible</b>	Programa de Apoyo a Proyectos Sostenibles
<b>pymes</b>	pequeñas y medianas empresas
<b>RCP</b>	Trayectoria de Concentración Representativa
<b>SARAS</b>	Sistema de Administración de Riesgos Ambientales y Sociales
<b>SbN</b>	Soluciones basadas en la naturaleza
<b>TCFD</b>	Grupo de Trabajo sobre las Declaraciones Financieras relacionadas con el Clima
<b>WRI</b>	Instituto de Recursos Mundiales

**1**

---

# **INTRODUCCIÓN**





El proyecto piloto Mapas de riesgos a inversiones resilientes contribuye al esfuerzo que los bancos nacionales de desarrollo (BND) de la región de América Latina y el Caribe (ALC) vienen haciendo para cumplir con su mandato de apoyar la economía nacional en el contexto del cambio climático y de sus potenciales impactos sobre sectores económicos esenciales para el desarrollo de los países. Entender mejor cómo los impactos del cambio climático pueden afectar sus carteras de crédito es primordial para tomar las medidas adecuadas que aumentan la resiliencia climática de sus inversiones y reducen la vulnerabilidad de sus propios prestatarios.

El trabajo presentado se enfoca en riesgos climáticos físicos, que son aquellos derivados de los riesgos crónicos, producto de los cambios incrementales del clima (como el aumento de la temperatura y las variaciones en los patrones de lluvia) y de los riesgos agudos que resultan del aumento de la frecuencia y la intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, tales como las sequías, las inundaciones o los huracanes (TCFD, 2017). Se diferencian de los llamados riesgos de transición, que son generados por los cambios que conlleva el pasaje de los agentes económicos a una economía descarbonizada o baja en carbono.<sup>5</sup>

El cambio climático en la región de ALC es una realidad hoy en día y seguirá teniendo impactos a lo largo del siglo XXI bajo distintos escenarios climáticos. Brasil (véase el recuadro 1) y México (véase el recuadro 2), en particular, donde se llevó a cabo el proyecto, no constituyen una excepción. Cambios incrementales en temperaturas y patrones de lluvia, así como en eventos extremos, ya se han registrado y deberían seguir las mismas tendencias. Más información sobre el cambio climático en ALC, específicamente en Brasil y en México, está disponible en el anexo 1.

---

<sup>5</sup> El Grupo de Trabajo sobre las Declaraciones Financieras relacionadas con el Clima (TCFD, por sus siglas en inglés) divide los riesgos relacionados con el clima en dos categorías principales: (1) riesgos relacionados con la transición a una economía baja en carbono; (2) riesgos relacionados con los impactos físicos del cambio climático. Como se ha descrito, la publicación se enfoca en esta última.



### Recuadro 1. Cambio climático actual y proyectado en Brasil



**+1°C en temperatura** anual observada (1901-2020).



Tendencia de **aumento medio anual de las precipitaciones desde 1960** (especialmente en la región húmeda tropical).



**Aumento observado de la frecuencia y la intensidad de lluvias intensas.**



**Aumento observado de eventos de escorrentía, inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra.**



**Hasta +4.1 °C en la temperatura anual para 2080-99<sup>a</sup>** (bajo el escenario de altas emisiones de trayectoria de concentración representativa [RCP, por sus siglas en inglés] 8.5).



**Hasta -3.5 mm de precipitación anual para 2080-99** (bajo el escenario de altas emisiones RCP 8.5).

<sup>a</sup> En relación con 1986-2005.

### Recuadro 2. Cambio climático actual y proyectado en México



**+0.85 °C en las temperaturas promedio en los últimos 50 años.**



**230 ciclones tropicales** entre 1970 y 2016.



**Períodos severos de sequía** entre 2000 y 2003, en 2006, entre 2007 y 2008, en 2009 y entre 2010 y 2012.



**Hasta +4.5 °C para el verano climatológico en 2075-98** (bajo un escenario RCP 8.5).<sup>a</sup>



**Hasta <-1.4mm/día en el sur del país para el verano climatológico en 2075-98** (bajo el escenario RCP 8.5).



**Incremento de la intensidad de huracanes y tormentas para finales de siglo.**



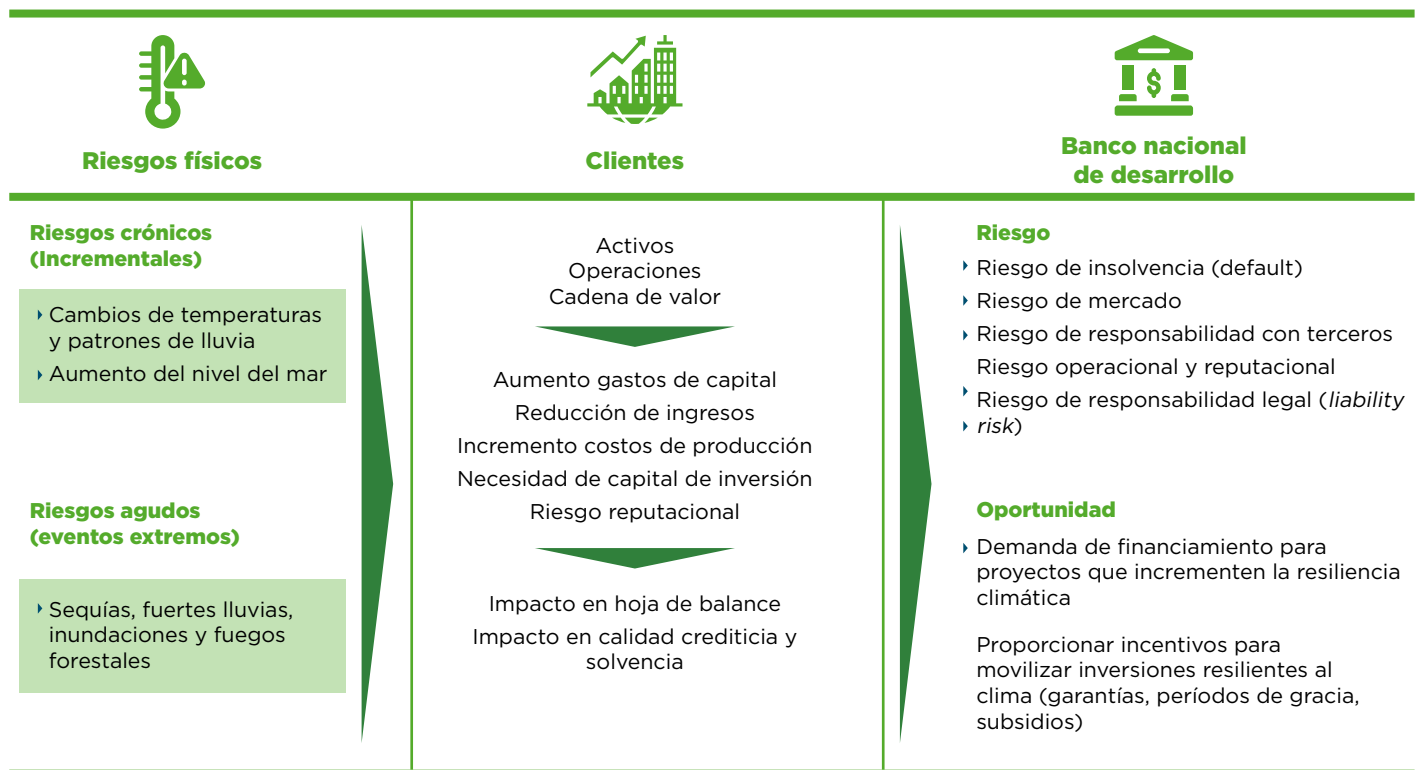
**Aumento en la frecuencia y la intensidad de las sequías y escasez hídrica para finales de siglo.**

<sup>a</sup> Más información acerca de los diferentes escenarios RCP del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC) se encuentra disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/01/SYRAR5-Glossary\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/01/SYRAR5-Glossary_en.pdf).

Los riesgos climáticos físicos pueden transmitirse al sector financiero y generar riesgos para los BND a través de diferentes canales de transmisión, afectando la operatividad, la rentabilidad y la solvencia de las actividades económicas financiadas. Estos riesgos se materializan y conllevan impactos económicos directos e indirectos en sectores productivos esenciales para la economía de los países donde operan los BND, por ejemplo la agricultura, transformándose en riesgos financieros para los mismos bancos.

El gráfico 1 describe los principales canales de transmisión a través de los cuales las amenazas climáticas que afectan las operaciones de los clientes de un banco de desarrollo se transfieren luego como riesgos financieros en forma tanto de riesgos crediticios como operacionales, reputacionales y de responsabilidad legal.

**Gráfico 1. Canales de transmisión de riesgos climáticos a riesgos financieros para un banco nacional de desarrollo**

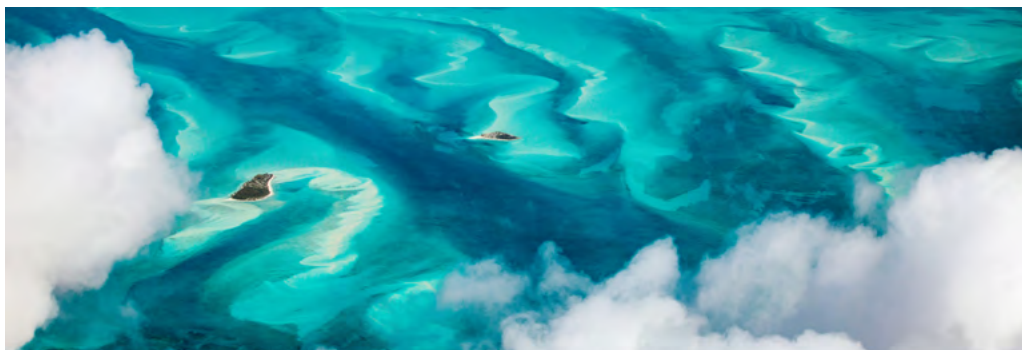


La identificación de clientes vulnerables a riesgos climáticos físicos por parte de los BND permite, al mismo tiempo, detectar oportunidades de inversión en resiliencia, financiando soluciones y tecnologías que reducen la vulnerabilidad de los clientes, y, por esto, mitigan el riesgo percibido por los bancos. Hablar de oportunidades vinculadas al cambio climático físico no debe interpretarse como que el cambio climático puede ser un proceso positivo. Se trata más bien de entender dónde un banco está mejor posicionado para ayudar a sus clientes en la implementación de acciones de adaptación y resiliencia. Proveer las herramientas adecuadas a los BND para identificar y priorizar sus sectores de inversión más expuestos al cambio físico les permite lo siguiente:

- Anticipar una demanda de financiamiento para productos, servicios y proyectos que incrementen la resiliencia climática por parte de sus clientes.
- Proporcionar incentivos (por ejemplo, garantías, períodos de gracia, subsidios) para movilizar las inversiones de sus clientes en resiliencia climática, mitigando la exposición de su cartera a impactos climáticos físicos.

Esta publicación propone, para cada fase del proyecto, una descripción de la metodología aplicada, seguida por la presentación de los resultados obtenidos por cada banco y de sus lecciones aprendidas.

### Recuadro 3. El proyecto piloto



El proyecto piloto sobre riesgos climáticos con el BDMG y FIRA refleja cómo se puede anticipar y analizar el impacto del cambio climático sobre la cartera de un BND en una región particularmente vulnerable. A través de un análisis de alto nivel, se obtuvieron resultados diferenciando el riesgo físico por sector y la geografía de la cartera (*heatmapping*). A continuación, se estudiaron los cuatro sectores más expuestos para cada banco, con la construcción de sus canales de transmisión, con el fin de diferenciar los distintos impactos producto del cambio climático. Para mitigar cada impacto identificado, se mapearon oportunidades de inversión en resiliencia, tanto a nivel de los clientes de los BND como de los mismos bancos. El proyecto concluyó con la capacitación de los equipos de los BND participantes junto con un trabajo de reflexión sobre los próximos pasos de cada banco en su gestión de los riesgos climáticos físicos.

# 2

**EL PROYECTO  
PILOTO SOBRE  
RIESGOS CLIMÁTICOS  
CON EL BANCO  
DE DESARROLLO  
DE MINAS GERAIS  
Y FIDEICOMISOS  
INSTITUIDOS EN  
RELACIÓN CON  
LA AGRICULTURA:  
UN TRABAJO  
COLABORATIVO**





Se puso en marcha una labor colaborativa entre el BID y WTW para emprender un trabajo de apoyo a los BND que operan en ALC para identificar el riesgo climático físico al que están expuestas sus carteras de crédito y analizar la vulnerabilidad de los sectores más propensos al riesgo. Más específicamente, el proyecto aspira a reforzar el conocimiento de los BND de la región sobre las siguientes temáticas:

- Los riesgos físicos relacionados con el clima que enfrentan los diferentes sectores o subsectores y las regiones geográficas donde operan.
- La exposición potencial de sus carteras de crédito a riesgos financieros relacionados con el clima y cómo dichos riesgos podrían evolucionar en el corto, mediano y largo plazo.
- De qué manera el cambio climático puede, a través de los canales de transmisión, afectar el mandato, la posición financiera y el atractivo para inversionistas y financieros de su banco.
- Las opciones posibles para aumentar la resiliencia de sus carteras de crédito (oportunidades de inversión en resiliencia por parte de sus clientes).

Se trata de una evaluación de alto nivel de la cartera de crédito de los BND para identificar sus sectores más expuestos a los riesgos físicos (crónicos y agudos) derivados del cambio climático (*heatmapping*). Esta información constituye una primera etapa esencial para mejorar la toma de decisiones y la gestión de riesgos climáticos de los bancos. Se complementó con una investigación detallada de los canales de transmisión del riesgo físico de los sectores más expuestos. Este análisis incluyó también la identificación de modalidades de mitigación del riesgo climático físico a través de oportunidades de inversión en resiliencia. Dado el enfoque en el reforzamiento de conocimiento y la capacidad de los BND del proyecto, se integró también un componente de formación a través del cual se capacitaron los bancos participantes sobre los resultados del proyecto y se diseñaron los próximos pasos internos que pueden dar.

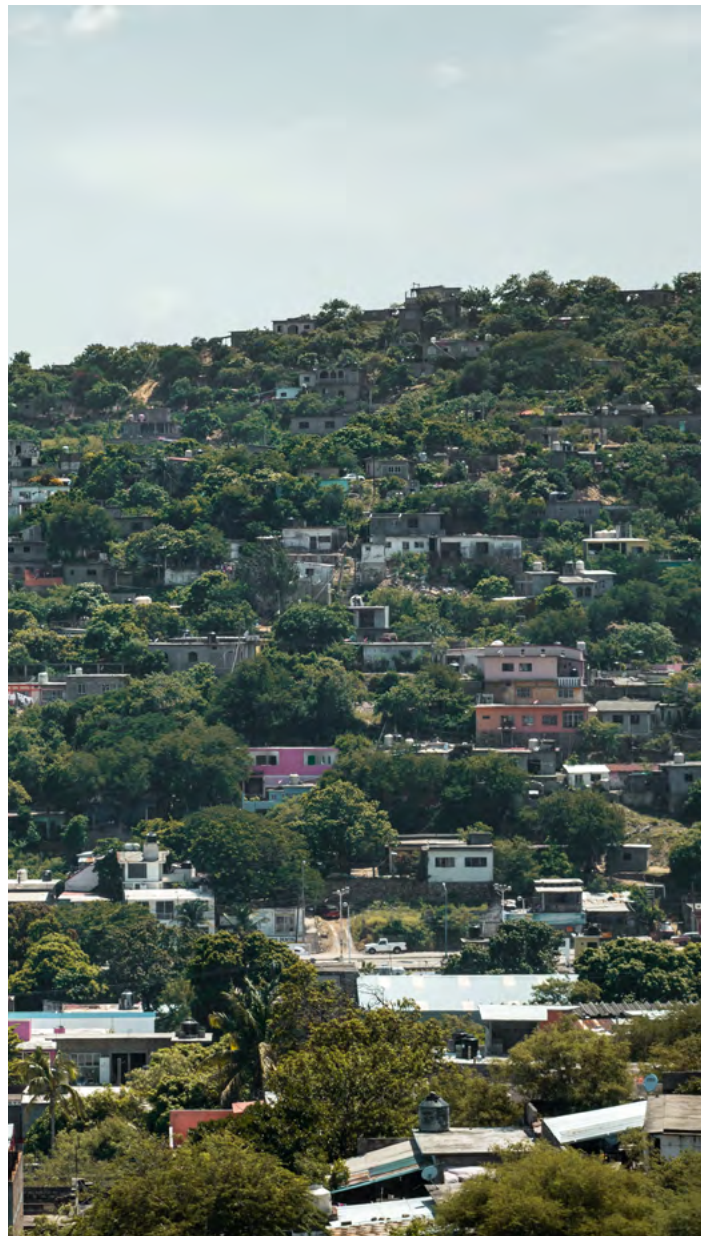
Dos bancos piloto participaron en el proyecto: el BDMG en Brasil y FIRA en México. Se describe a continuación el trabajo colaborativo realizado con ambos BND y los resultados obtenidos, así como su perspectiva acerca de las lecciones aprendidas a través de este ejercicio.

## 2.1. Evaluación de la cartera: los mapas de riesgos climáticos físicos

### 2.1.1. Mapas de calor de riesgos: HeatMapR©

El punto de partida del análisis ha sido el desarrollo de mapas de riesgos climáticos de las carteras de los bancos a través de HeatMapR©. Esta herramienta está diseñada para evaluar el riesgo físico de las inversiones individuales o de las carteras completas, teniendo en cuenta tanto las amenazas climáticas como la vulnerabilidad de las actividades del sector o subsector y la exposición geográfica en las que se realizan las inversiones de una institución financiera. Específicamente, HeatMapR© evalúa el riesgo físico de cada combinación de sector o subsector y geografía, con lo cual previamente se mapean las inversiones, los proyectos o los activos del cliente. La herramienta puede operar una evaluación localizada en la que se conocen las ubicaciones de la inversión o una evaluación agregada desde niveles locales a niveles regionales, lo que brinda una indicación temprana de dónde pueden estar los riesgos climáticos físicos para una sola inversión o en una cartera en las geografías de relevancia para cada banco o inversor.

Aplicado a una cartera, HeatMapR© genera una clasificación de los sectores o subsectores y geografías por riesgo relativo (de riesgo bajo a alto), tanto para el clima actual como para distintos horizontes temporales futuros (por ejemplo, 2030 y 2050) y para una selección de escenarios climáticos escogidos por el banco.



#### Recuadro 4. HeatMapR<sup>©</sup>: descripción de la herramienta

El funcionamiento del HeatMapR<sup>©</sup> se basa en la definición del riesgo climático propuesta por el Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC) y se ilustra en el gráfico R4.1:



**Vulnerabilidad:** la vulnerabilidad de los sectores económicos del banco se evalúa a través de ocho indicadores que consideran dimensiones transversales que pueden reflejar la fragilidad de un sector al cambio climático, como la dependencia en los recursos naturales o en las rutas de transporte seguras. Se asigna a cada subsector un puntaje de ponderación del indicador de vulnerabilidad, de acuerdo con la importancia relativa del indicador para el subsector.



**Amenaza:**<sup>a</sup> los indicadores de vulnerabilidad (por ejemplo, la dependencia de recursos naturales o de un suministro de energía seguro) están vinculados dentro del marco con más de 10 amenazas climáticas incrementales y extremas<sup>b</sup> relevantes para cada indicador. El HeatMapR<sup>©</sup> combina modelos de amenazas de última generación y revisados por la comunidad científica con un conjunto de indicadores de vulnerabilidad que permiten lograr un análisis coherente y sistemático en todos los sectores y subsectores presentes en las geografías relevantes para un banco.



**Exposición:** se trata de la presencia geográfica de cada sector o subsector proporcionada por el banco. El HeatMapR<sup>©</sup> puede proveer resultados de una escala de país, de ciudad o de municipio, según los requisitos del banco.

<sup>a</sup> WTW es escéptico respecto del uso de modelos para la evaluación del posible impacto de amenazas climáticas. Examina y aumenta (con su propio análisis y experiencia) todos los modelos provenientes de la industria y de la comunidad científica relacionados con la modelación de catástrofes naturales y proyecciones climáticas, y siempre proporciona más de una visión de riesgo asociada con cada amenaza.

<sup>b</sup> Se usaron los escenarios climáticos RCP 2.6 y 8.5 para el análisis de proyecciones de las amenazas climáticas. En cuanto a los datos climáticos, las proyecciones se obtienen directamente de los nodos de datos del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados 5 (CMIP5) y de los datos observados de los archivos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos, de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), del Centro Europeo para el Pronóstico del Tiempo a Medio Plazo (ECMWF) y otros conjuntos de datos relacionados con el clima del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés).



### Gráfico R4.1. Funcionamiento de la herramienta HeatMapR©



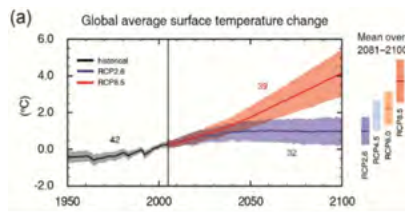
#### Indicadores de vulnerabilidad de los subsectores

Capturan los posibles impactos directos e indirectos de los riesgos físicos



#### Escenarios de amenazas climáticas

- ▶ Cambios crónicos
- ▶ Amenazas agudas



#### Exposición

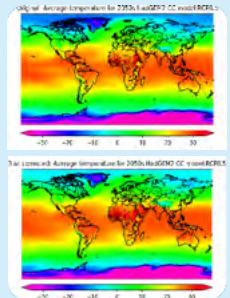
- ▶ Presencia de inversiones en lugares expuestos a peligros

**Información necesaria de los BND**

#### Subsectores

Indicadores de vulnerabilidad	Subsectores		
	Subsector 1	Subsector 2	
	Indicador 1	Red	Yellow
	Indicador 2	Yellow	Red
Indicador 3	Light Orange	Yellow	

#### Anomalía de la temperatura anual, 2050, RCP 8.5







tar	Canada	Colombia	Guatemala	Hong-Kong	Indonesia	Netherlands
duction, support activities						
uction, support activities / improvement						
Installation						
ort - airport						
ing - buildings						
ort & transport via pipelines						
nger land transport						
ortation support activities						

Fuente: WTW.

Los resultados de la herramienta se incluyen dentro de un fichero que contiene todas las combinaciones de geografías indicadas por el banco (por ejemplo, municipalidades) con el sector o subsector asociado hoy y en el futuro (por ejemplo, 2050), bajo varios escenarios de emisiones (tal como el RCP 8.5). Se computa para cada dupla sector/geografía el nivel de riesgo relativo (de menor a mayor riesgo) por horizonte temporal, a fin de identificar áreas de la cartera más vulnerables a las amenazas climáticas consideradas.

La herramienta permite una clasificación relativa de la exposición de los sectores dentro de la cartera, entre riesgo bajo, medio-bajo, medio, medio-alto y alto, materializada por diferentes colores (véase el gráfico 2). Es importante resaltar que HeatMapR© no realiza una clasificación absoluta del riesgo, dado que su objetivo es identificar los mayores riesgos dentro de la cartera del cliente.

**Gráfico 2. Los resultados del HeatMapR©**

		País 1	País 2	País 3	Total
	<b>Sector inmobiliario</b>	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	Light Blue
	<b>Servicios de electricidad, gas, agua y gestión de residuos</b>	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue
	Suministro de electricidad	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Dark Blue
	Transmisión de electricidad	Dark Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
	<b>Minería</b>	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
	Minería de carbón	Light Blue	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue
	Extracción de petróleo y gas	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
	<b>Capital</b>	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue	Dark Blue
	<b>Otros</b>	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Blue
	<b>Total</b>	Dark Blue	Light Blue	Dark Blue	Dark Blue

Fuente: WTW.

Nota: Las filas representan los sectores de un banco ficticio; las columnas, las geografías de inversión de cada sector.



## Piloto con los bancos

La herramienta fue adaptada a la cartera de BDMG y FIRA para poder emprender un análisis a medida que corresponda a los sectores o subsectores y a las geografías de los bancos. Se consideró un enfoque geográfico muy específico para el BDMG y un enfoque sectorial para FIRA.

Al recibir los sectores o subsectores de los bancos piloto, según su propia clasificación interna, se realizó un trabajo de mapeo y reclasificación de las carteras con la colaboración de ellos. La herramienta incluye una lista de sectores y subsectores predeterminada e incorporada, basada en códigos de clasificación de industrias estandarizadas. Al utilizar los BND una clasificación alternativa, se hizo primero un mapeo de sus sectores y subsectores. Luego, se analizaron 24 sectores y 105 subsectores para el BDMG, y 16 sectores para la cartera de FIRA (correspondientes a cadenas agropecuarias, forestales y pesqueras) dentro de cuatro tipos de actividad (primaria, industrial, comercial y de servicios).

En el caso de FIRA, al financiar los sectores agrícola, ganadero, forestal, pesquero y rural, se requirió una adaptación del marco metodológico de la herramienta. Además de las amenazas climáticas incorporadas en el HeatMapR®, se definieron indicadores de vulnerabilidad a medida, centrados únicamente en los posibles impactos directos e indirectos del cambio climático en los sectores y las cadenas que financia. Por ejemplo, en el caso del maíz, se utilizó el indicador de sus unidades de calentamiento (CHU, por sus siglas en inglés) para representar de manera precisa el posible impacto de los cambios de temperatura en el crecimiento del cultivo. La lista completa de los indicadores a medida utilizados para el análisis de la cartera de FIRA por el HeatMapR® está disponible en el anexo 2.

En términos de geografía, el BDMG y FIRA indicaron la escala que les parecía más adecuada y precisa para la ubicación de sus inversiones. El análisis del HeatMapR® se aplicó, en el caso del banco brasileño, a 12 mesoregiones dentro del Estado de Minas Gerais, así como a cinco Estados adicionales y a la ciudad de Brasilia, donde BDMG tiene inversiones. Para FIRA, el análisis se centró en los municipios donde realiza operaciones (el 53% de los 2.471 municipios de México).

Los bancos también proveyeron el importe financiero invertido en cada sector, con el objetivo de identificar a los sectores expuestos con mayor inversión financiera. Finalmente, se determinaron los escenarios climáticos más adecuados y se acordaron tres horizontes temporales para los cuales realizar el análisis: condiciones actuales, futuro cercano centrado en 2030 y futuro lejano centrado en 2050.

En cuanto a los escenarios climáticos, se utilizaron las trayectorias de concentración representativa (RCP, por sus siglas en inglés) de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del IPCC. Los RCP son escenarios que describen posibles cambios futuros en estas emisiones y sus concentraciones a lo largo del tiempo (IPCC, 2014). Asimismo, permiten establecer tendencias, formando la base para las proyecciones de cuatro vías diferentes de emisiones, cambios en el uso de la tierra y en la contaminación del aire. Las cuatro trayectorias incluyen un escenario de mitigación estricto (RCP 2.6), dos intermedios (RCP 6.0 y RCP 4.5) y uno con altas emisiones (RCP 8.5). Para el análisis del HeatMapR®, el equipo recomendó los dos escenarios más extremos (RCP 2.6 y RCP 8.5), a fin de diseñar un rango de casos futuros. El escenario RCP 2.6 representa reducciones en las emisiones mundiales alineadas con el Acuerdo de París para reducir a la mitad las emisiones y limitar el aumento de temperatura por debajo de 2 °C (con el objetivo de alcanzar 1 °C). El RCP 8.5 representa el escenario extremo, en el que no se producen reducciones en las emisiones. Aunque ambos escenarios parecen muy difíciles de alcanzar, dado los niveles actuales de emisiones y los esfuerzos políticos globales por reducirlos, su uso permite obtener un rango de resultados comprendidos entre un escenario “ideal” de reducción de las emisiones de GEI, que conducen a impactos climáticos físicos de menos amplitud, y un “peor escenario”, con impactos climáticos físicos más sustanciales (Centro de Distribución de Datos, 2021).

## 2.1.2. Resultados y lecciones aprendidas

El análisis de riesgos de la cartera del BDMG permite obtener una visión panorámica a nivel de la cartera del aumento del riesgo climático físico a futuro. El análisis de distribución de los rangos de riesgo entre hoy en día y 2050 evidencia una subida significativa de la cartera con riesgo más elevado (alto y medio-alto): de un 10% de la cartera en esta época a, potencialmente, el 19% en el escenario de bajas emisiones, y hasta un 28% de la cartera total del BDMG en 2050, bajo el escenario climático más pesimista.



**Recuadro 5.  
Banco de  
Desarrollo de  
Minas Gerais:  
relevancia de  
los riesgos  
climáticos**



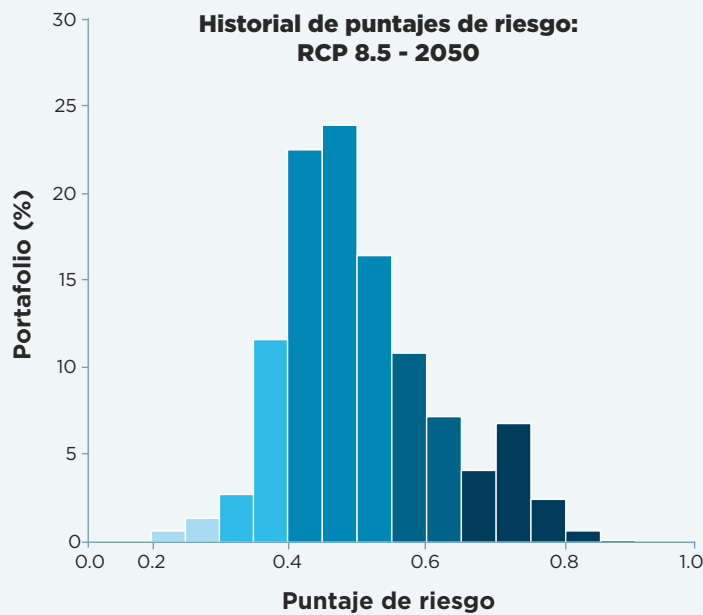
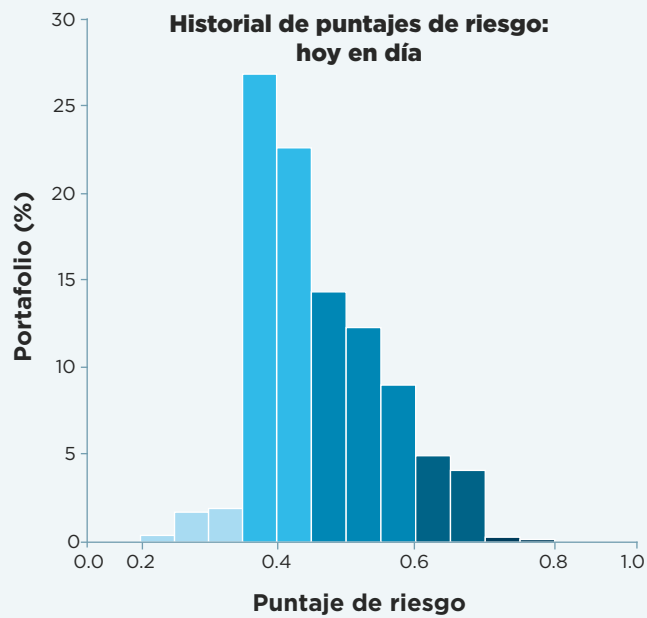
Minas Gerais es un Estado representativo de Brasil, que abarca una enorme variedad climática y ambiental, con tres importantes biomas: Mata Atlántica, Cerrado y Caatinga. Entre otros importantes sectores económicos, se destacan los relacionados con la agricultura y las energías renovables.

Los eventos climáticos adversos ocurridos en Minas Gerais en los últimos años, como heladas, inundaciones y sequías, impactaron en el precio de los alimentos, la energía y otros productos, y generaron efectos negativos en la economía del Estado. Para el BDMG es importante definir criterios relacionados con la sostenibilidad, aplicables a las concesiones de crédito, que permitan evaluar las operaciones desde un punto de vista social, ambiental y climático.

El BDMG considera el riesgo socioambiental en su análisis, y la aplicación de la herramienta HeatMapR© ha permitido evaluar el riesgo climático de su cartera de crédito. Con los resultados obtenidos, fue posible verificar las regiones y los sectores con mayores riesgos. Además, fue posible conocer las diferentes amenazas climáticas en el Estado de Minas Gerais. Esta información permitirá incluir los aspectos climáticos en el análisis de las operaciones y apoyará la definición de estrategias y la búsqueda de oportunidades enfocadas en este tema.

**Gráfico 3. Distribución del riesgo en la cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais, según el análisis del HeatMapR<sup>©</sup> para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5**

	2030	2050
RCP 2.6	16%	19%
RCP 8.5	21%	28%



**Clasificaciones de riesgo**

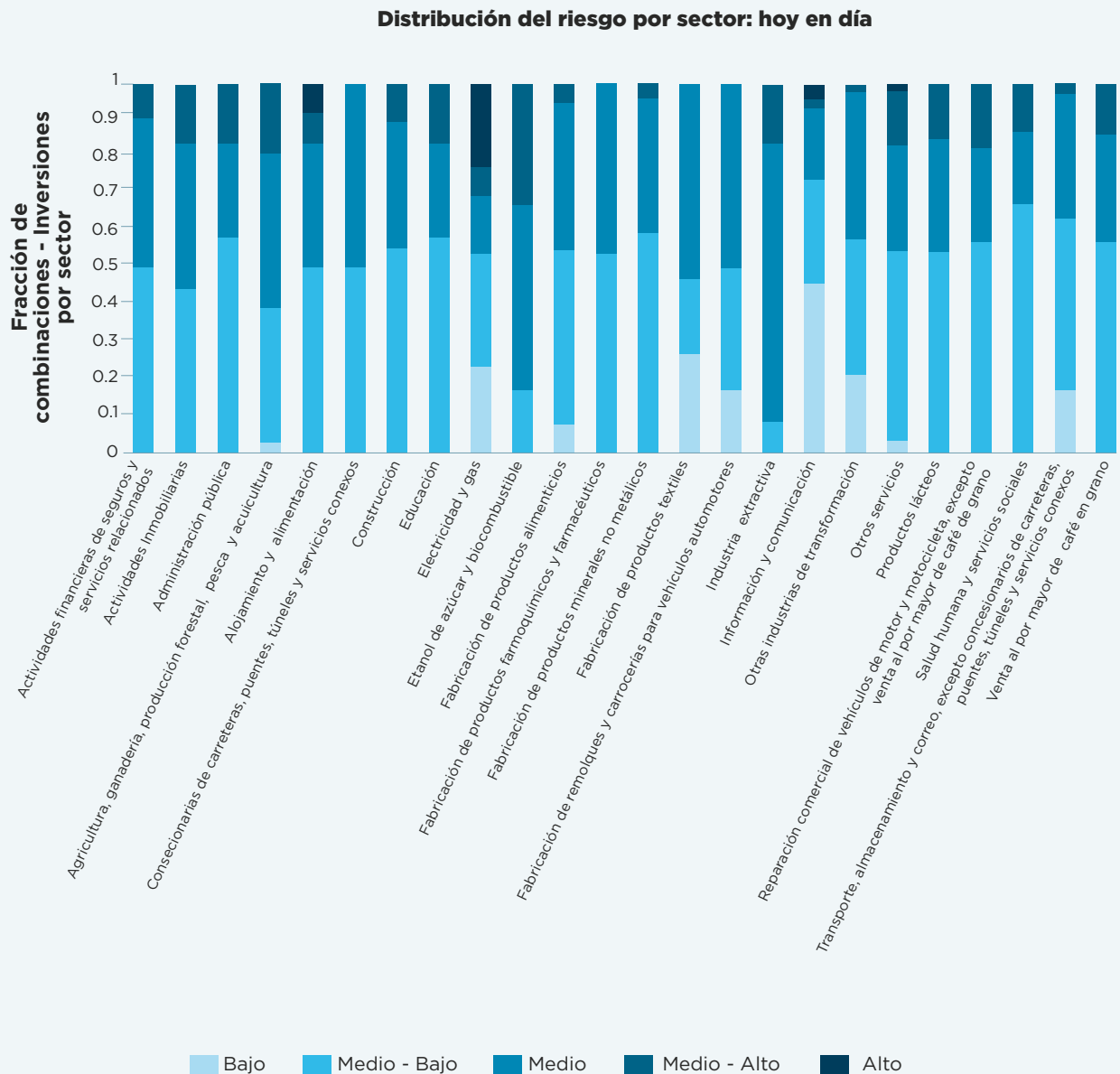
- Alto
- Medio - Alto
- Medio
- Medio - Bajo
- Bajo



El incremento del nivel de riesgo de la cartera frente a los escenarios futuros no parece uniforme en los sectores de la cartera, con aumentos significativos del riesgo en aquellos que hoy no parecen muy expuestos. Para identificar los sectores más expuestos, se analizó en cada uno la distribución proporcional del riesgo y el número de inversiones, es decir, la presencia de una inversión en una geografía. Esta segunda dimensión permite ir más allá de la distribución del riesgo dentro de un sector y tomar en cuenta su relevancia para el banco (cuanta más presencia en varias geografías, más importante es el sector) (véase el gráfico 4).

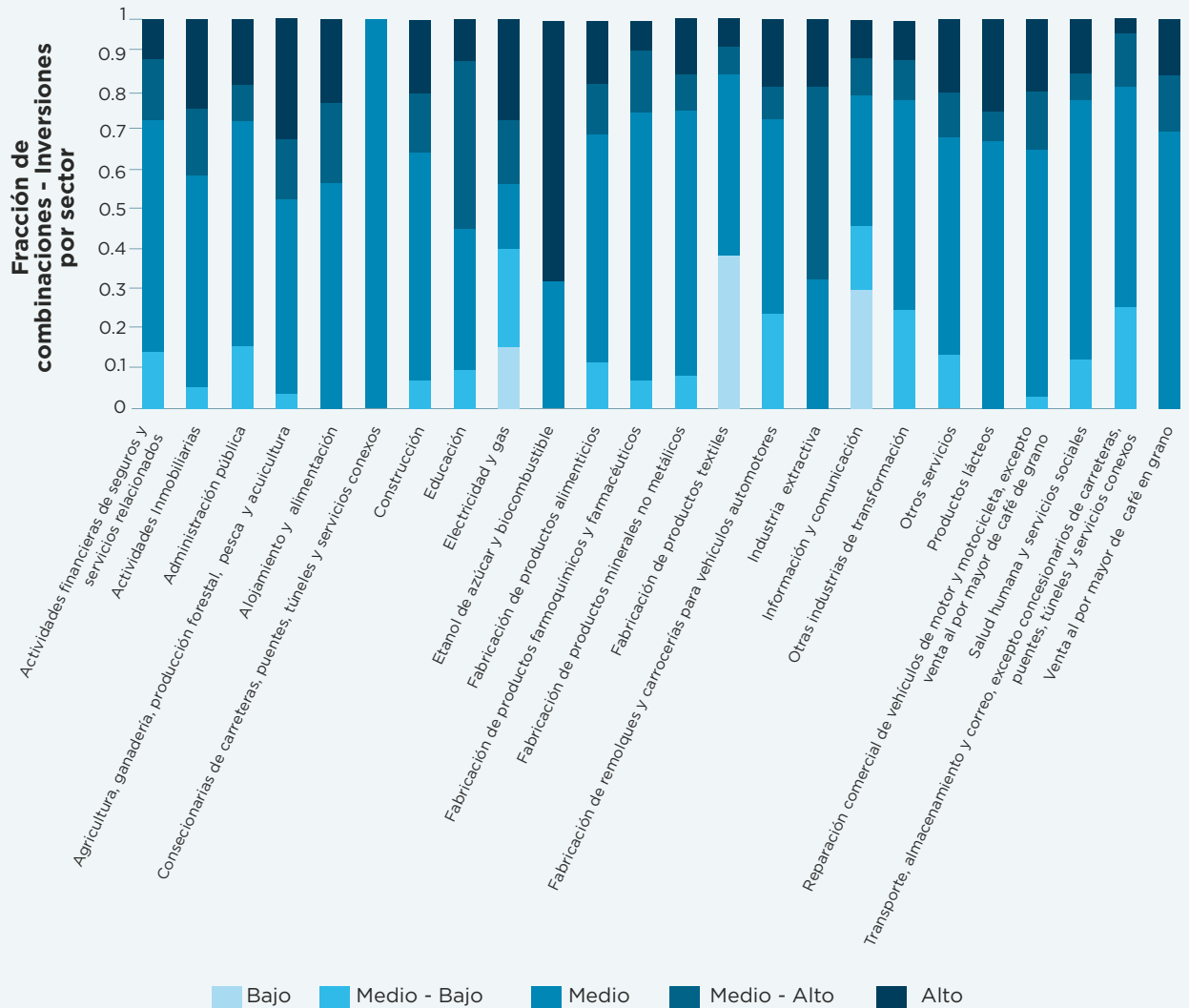
Hoy en día, los sectores expuestos a riesgo alto son: electricidad y gas (con un 23% del sector dentro de este rango), vivienda y alimentación (8%) e información y comunicación (5%). Para 2050, se observan aumentos sustanciales de exposición al riesgo físico alto, incluso para sectores que actualmente no están expuestos a esta categoría de riesgo. Por ejemplo, los sectores de azúcar, etanol y biocombustible, que no tienen exposición al riesgo alto hoy, encabezan a los demás en esta escala (con un 67%) en 2050, bajo el RCP 8.5. Otros sectores con un incremento importante de su exposición al riesgo climático físico alto y que no tienen exposición a este rango hoy son los de agricultura, ganadería, producción forestal, pesca y acuicultura, con un 30% de riesgo en esta categoría para la misma época, bajo el escenario RCP 8.5.

**Gráfico 4. Distribución del riesgo por sector en la cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais, según el análisis del HeatMapR© para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5**





### Distribución del riesgo por sector: RCP 8.5 - 2050

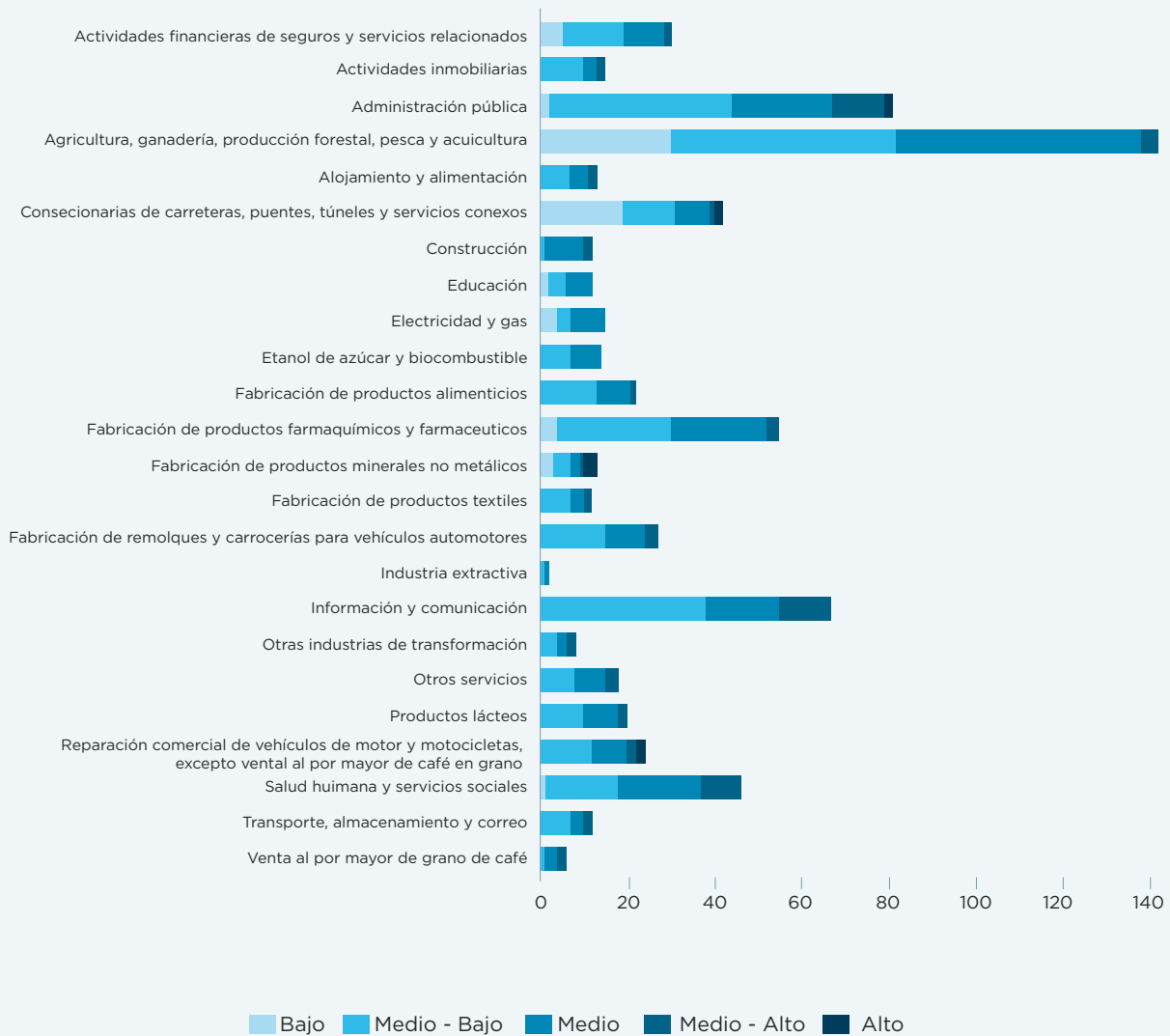


Nota: Hoy en día, parte superior del gráfico; 2050, parte inferior del gráfico.

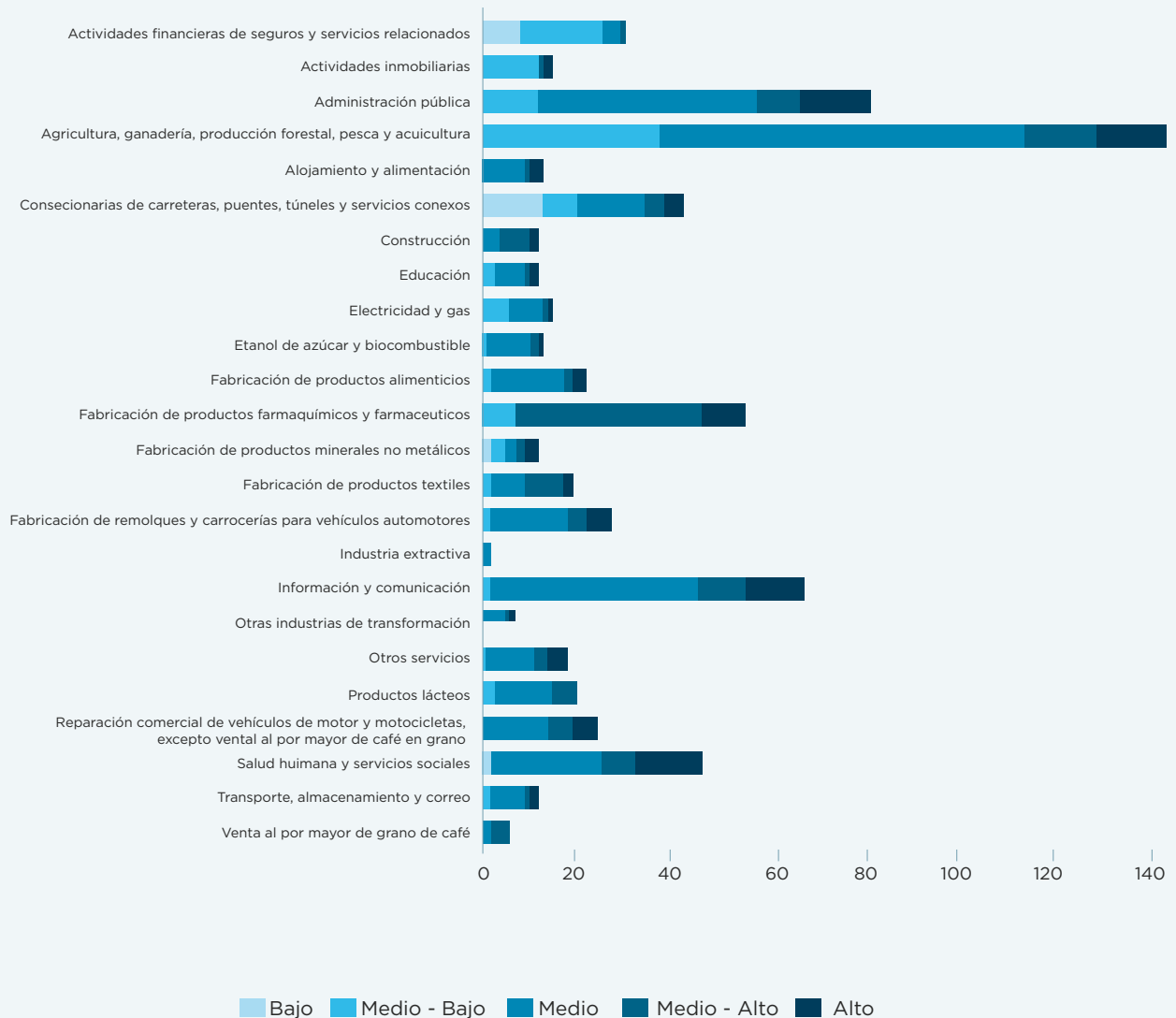
Como la vulnerabilidad de la cartera del banco depende también de la concentración financiera en los diferentes sectores, se ha analizado, además, la distribución de los rangos de riesgo por número de inversiones dentro de un sector, esto es, por la presencia de una inversión sectorial en una geografía (véase el gráfico 5). Se puede apreciar que hoy, si bien sectores categorizados como otras industrias manufactureras tienen un número importante de inversiones (o de combinaciones geografía-subsector), no presentan exposición a niveles altos de riesgo (5% al riesgo medio-alto y ninguno al riesgo alto). Debajo de esta dimensión de análisis, nuevamente electricidad y gas tienen la exposición más alta al nivel de riesgo alto (23%), con tan solo una presencia en menos de 20 geografías. Para 2050, se nota que todos los sectores, con la excepción de los de concesionaria de caminos, puentes, túneles y servicios conexos tienen una exposición de sus inversiones sectoriales al riesgo alto, bajo el escenario RCP 8.5.

**Gráfico 5. Distribución del riesgo por número de combinaciones indicando la presencia de un sector en la geografía donde se hizo la inversión, para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, según la cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais**

**Distribución del riesgo por número de inversiones por sector: hoy en día**



### Distribución del riesgo por número de inversiones por sector: RCP 8.5 - 2050



Nota: Hoy en día, parte superior del gráfico; 2050, parte inferior del gráfico.

El gráfico 6 ilustra los resultados al día de hoy del análisis de HeatMapR© aplicado a la cartera de BDMG, que presenta las condiciones climáticas para el período 2001-20. Se pueden ver los sectores en la primera columna, los subsectores en la segunda y, luego, los resultados de riesgo relativo por geografía. El riesgo se gradúa con diferentes colores, desde el verde claro (riesgo bajo) hasta el naranja oscuro (riesgo alto). El color gris indica la ausencia de inversiones del banco por subsector en una geografía.

Se puede observar, por ejemplo, que las regiones del noroeste y norte de Minas son las que más subsectores tienen en niveles de riesgo medio-alto y alto. En términos de subsectores, el de alojamiento y alimentación y el de electricidad y gas son los que actualmente ya están expuestos al riesgo alto en ciertas geografías.

**Gráfico 6. Resultados del análisis del HeatMapR® aplicado a la cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais**



Bajo
  Medio - Bajo
  Medio
  Medio - Alto
  Alto

Sector	Detalle del sector	Región de Minas Gerais														
		Campo das Vertentes	Central Mineira	Jequitinhonha	Metropolitana de Belo Horizonte	Noroeste de Minas	Norte de Minas	Oeste de Minas	Sur y sudoeste de Minas	Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba	Valle del Mucuri	Valle del Rio Doce	Zona de Mata	San Pablo	Brasília	Río de Janeiro
Actividades inmobiliarias	Gestión y explotación de centros comerciales															
Actividades inmobiliarias	Alojamiento y alimentación															
Venta al por mayor de café en grano	Café en grano al por mayor															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Comercio al por mayor de plaguicidas agrícolas, fertilizantes y enmiendas del suelo															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Venta y reparación de vehículos a motor y motocicletas															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Comercio al por mayor, excepto vehículos, café y fertilizantes															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Comercio al por menor - crédito															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Comercio al por menor - ingresos															
Reparación comercial de vehículos de motor y motocicletas, excepto venta al por mayor de café en grano	Mercados, supermercados, hipermercados															
Concesionarias de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos	Concesionarias de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos															
Construcción	Fabricación de cemento y construcción de edificios															
Construcción	Obras de infraestructura															
Construcción	Servicios especializados para la construcción															
Educación	Educación															
Electricidad y gas	Electricidad, gas y otros servicios públicos															
Electricidad y gas	Generación de energía solar															
Electricidad y gas	Pequeñas centrales hidroeléctricas															
Fabricación de productos alimenticios	Sacrificio y elaboración de productos cárnicos															
Fabricación de productos alimenticios	Fabricación de bebidas															
Fabricación de productos alimenticios	Fabricación de conservas															
Fabricación de productos alimenticios	Fabricación de otros productos alimenticios															
Fabricación de productos alimenticios	Fabricación de pastas															

Bajo
  Medio - Bajo
  Medio
  Medio - Alto
  Alto

Sector	Detalle del sector	Estado de actividad por región														
		Campo das Vertentes	Central Mineira	Jequitinhonha	Metropolitana de Belo Horizonte	Noroeste de Minas	Norte de Minas	Oeste de Minas	Sur y sudoeste de Minas	Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba	Valle del Mucuri	Valle del Rio Doce	Zona de Mata	San Pablo	Brasilia	Río de Janeiro
Fabricación de productos alimenticios	Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales															
Fabricación de productos alimenticios	Elaboración de productos derivados del cacao, chocolates y confitería															
Fabricación de productos alimenticios	Molienda y fabricación de productos de almidón y alimentación animal															
Fabricación de productos alimenticios	Conservación de pescado y elaboración de productos pesqueros															
Fabricación de productos minerales no metálicos	Aparejos de piedra y fabricación de otros productos minerales no metálicos															
Fabricación de productos minerales no metálicos	Fabricación de otros productos minerales no metálicos															
Fabricación de productos minerales no metálicos	Fabricación de vidrio y productos de vidrio															
Fabricación de productos farmoquímicos y farmacéuticos	Fabricación de productos farmoquímicos y farmacéuticos															
Fabricación de productos farmoquímicos y farmacéuticos	Fabricación de productos químicos															
Fabricación de productos textiles	Acabado en hilos tejidos y artefactos textiles															
Fabricación de productos textiles	Fabricación de artefactos textiles, excepto prendas de vestir															
Fabricación de productos textiles	Fabricación de tejidos de punto															
Fabricación de productos textiles	Preparación e hilatura de fibras textiles															
Fabricación de productos textiles	Tejido, excepto malla															
Fabricación de remolques y carrocerías para vehículos automotores	Fabricación de furgonetas y vehículos utilitarios, incluidas motocicletas															
Fabricación de remolques y carrocerías para vehículos automotores	Fabricación de partes y accesorios para vehículos automotores															
Industria extractiva	Extracción de minerales metálicos															
Industria extractiva	Extracción de minerales no metálicos															
Información y comunicación	Actividades cinematográficas, producción de video y televisión, grabación de sonido y edición musical															
Información y comunicación	Actividades de prestación de servicios de información															
Información y comunicación	Actividades de servicios de tecnologías de la información															

Bajo
  Medio - Bajo
  Medio
  Medio - Alto
  Alto

Sector	Detalle del sector	Campo das Vertentes	Central Mineira	Jequitinhonha	Metropolitana de Belo Horizonte	Noroeste de Minas	Norte de Minas	Oeste de Minas	Sur y sudoeste de Minas	Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba	Valle del Mucuri	Valle del Rio Doce	Zona de Mata	San Pablo	Brasília	Río de Janeiro
Información y comunicación	Edición y edición con impresión integrada		Medio		Medio		Medio		Medio	Medio						
Información y comunicación	Telecomunicaciones															
Productos lácteos	Fabricación de productos lácteos	Medio	Medio			Medio	Medio		Medio							
Otras industrias de transformación	Fabricación de pasta de celulosa y productos de papel				Medio		Medio		Medio	Medio				Medio		
Otras industrias de transformación	Fabricación de electrodomésticos								Medio							
Otras industrias de transformación	Fabricación de embalajes de papel, cartón y cartón corrugado				Medio				Medio	Medio				Medio		
Otras industrias de transformación	Fabricación de maquinaria y equipamiento			Medio	Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de materiales e instrumentos médicos		Medio						Medio				Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de material eléctrico								Medio	Medio						
Otras industrias de transformación	Fabricación de muebles				Medio				Medio	Medio				Medio		
Otras industrias de transformación	Fabricación de otros equipos de transporte, excepto vehículos a motor								Medio							
Otras industrias de transformación	Fabricación de productos de madera			Medio	Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de productos de material plástico		Medio		Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de productos de metal, excepto máquinas y equipamiento			Medio	Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de productos metálicos distintos de maquinaria y equipo, y de productos minerales no metálicos	Medio		Medio	Medio	Medio	Medio		Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Fabricación de prendas de vestir				Medio				Medio	Medio						
Otras industrias de transformación	Fabricación de productos varios		Medio		Medio	Medio	Medio		Medio	Medio				Medio		
Otras industrias de transformación	Fabricación de camiones pesados y autobuses				Medio				Medio	Medio						
Otras industrias de transformación	Fabricación, reparación y mantenimiento de equipos informáticos, productos electrónicos y ópticos, y objetos personales				Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Arrabio		Medio		Medio				Medio	Medio						
Otras industrias de transformación	Impresión y reproducción de grabaciones		Medio		Medio	Medio	Medio		Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Mantenimiento, reparación e instalación de maquinarias y equipos				Medio				Medio	Medio			Medio			
Otras industrias de transformación	Metalurgia				Medio				Medio	Medio						

Bajo
  Medio - Bajo
  Medio
  Medio - Alto
  Alto

Sector	Detalle del sector	Campo das Vertentes	Central Mineira	Jequitinhonha	Metropolitana de Belo Horizonte	Noroeste de Minas	Norte de Minas	Oeste de Minas	Sur y sudoeste de Minas	Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba	Valle del Mucuri	Valle del Rio Doce	Zona de Mata	San Pablo	Brasilia	Río de Janeiro
		Otras industrias de transformación	Preparación del cuero y fabricación de artículos y prendas de vestir de cuero													
Otras industrias de transformación	Siderurgia															
Otros servicios	Alquiler de maquinaria y equipamiento															
Otros servicios	Arte, cultura, deporte y recreación															
Otros servicios	Actividades administrativas y servicios complementarios															
Otros servicios	Actividades de organización asociativa															
Otros servicios	Actividades profesionales, científicas y técnicas															
Otros servicios	Captación, tratamiento y distribución de agua															
Otros servicios	Actividades de descontaminación y gestión de residuos cloacales															
Otros servicios	Otras actividades de servicios personales															
Otros servicios	Servicios de ingeniería, arquitectura y estudios técnicos															
Salud humana y servicios sociales	Actividades de atención a la salud humana															
Salud humana y servicios sociales	Actividades de atención a la salud humana integradas con la asistencia social brindada en residencias colectivas y particulares															
Transporte, almacenamiento y correo, excepto concesionarios de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos	Actividades auxiliares de almacenamiento y transporte															
Transporte, almacenamiento y correo, excepto concesionarios de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos	Correo y otras actividades de entrega															
Transporte, almacenamiento y correo, excepto concesionarios de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos	Transporte aéreo															
Transporte, almacenamiento y correo, excepto concesionarios de carreteras, puentes, túneles y servicios conexos	Transporte terrestre															

Bajo
  Medio - Bajo
  Medio
  Medio - Alto
  Alto





El análisis del HeatMapR© permite también tener una visualización espacial de la concentración de los niveles de riesgo por geografía, considerando el número de combinaciones geografía-subsector (o inversiones) expuestas a niveles de riesgo medio-alto y alto.

Como muestra el gráfico 7, hoy en día el norte y el noroeste de Minas (36 y 31 inversiones, respectivamente) son las dos regiones con mayor exposición al riesgo físico medio-alto y alto. Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba solamente tiene tres inversiones en estos rangos. Sin embargo, para 2050, bajo el RCP 8.5, esta mesorregión se convierte en la geografía con el mayor número de inversiones (68) expuestas al riesgo medio-alto y alto. El cuadro 1 provee un resumen de las tasas de aumento de inversiones expuestas a tales niveles de riesgo entre hoy y 2050.

**Gráfico 7. Distribución del riesgo por geografía para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, cartera del Banco de Desarrollo de Minas**



#### Distribución del riesgo por geografía



Norte de Minas y noroeste de Minas **son las 2 mesoregiones con mayor exposición al riesgo físico:**



En 2050, Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba, el noroeste de Minas y el norte de Minas son las **3 mesoregiones con mayor exposición al riesgo físico:**



Nota: Hoy en día, parte superior del gráfico; 2050, parte inferior del gráfico.

**Cuadro 1. Cambios en la exposición geográfica a niveles de riesgo alto y medio-alto, desde hoy en día hasta 2050, bajo el escenario RCP 8.5, cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais**

Geografía	Aumento en 2050 de altas emisiones (comparado con hoy)
Campo das Vertentes	-
Central Mineira	x18
Jequitinhonha	x2
Metropolitana de Belo Horizonte	x2
Noroeste de Minas	x1.2
Norte de Minas	x1.5
Oeste de Minas	-
Sur y sudoeste de Minas	x2
Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba	x22.7
Valle del Mucuri	-
Valle del Río Doce	x5
Zona da Mata	x2
San Pablo	-
Brasilia	-
Río de Janeiro	x2
Espírito Santo	-
Paraná	-

Finalmente, al analizar las amenazas climáticas entre los varios horizontes temporales, se advierte que la inundación pluvial se mantiene como la amenaza principal para las inversiones del BDMG, e incluso nuevas amenazas empiezan a tomar importancia a futuro, como las olas de calor y los grados día de enfriamiento (véase el cuadro 2).

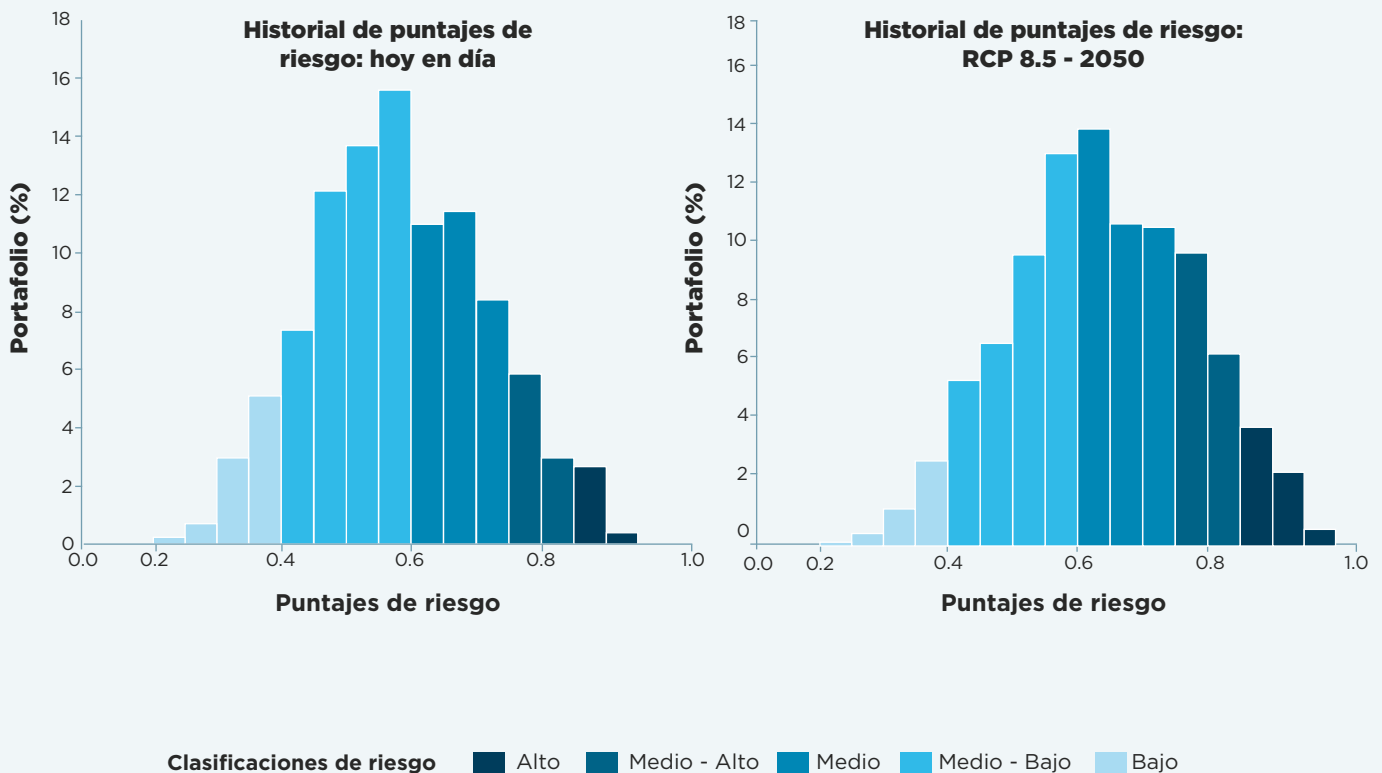
**Cuadro 2. Clasificación de las principales amenazas climáticas para la cartera del Banco de Desarrollo de Minas Gerais, bajo tres horizontes temporales y un escenario climático (RCP 8.5)**

Clasificación	Presente	2030 (RCP 8.5)	2050 (RCP 8.5)
1	 Inundación pluvial	 Inundación pluvial	 Inundación pluvial
2	 Sequía	 Sequía	 Grados día de enfriamiento
3	 Deslizamiento de tierra	 Deslizamiento de tierra	 Sequía
4	 Condiciones favorables para incendios	 Ola de calor	 Ola de calor

## Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

La cartera de FIRA muestra una evolución similar en la distribución del riesgo, con un incremento significativo de la porción que se categoriza como riesgo medio-alto a futuro, especialmente en el escenario de altas emisiones. Inicialmente, el 1% de la cartera se clasifica bajo riesgo alto para la actualidad, y el 10% como de riesgo medio-alto y alto. Bajo el escenario RCP 8.5, el porcentaje de inversiones en estos dos niveles más altos de riesgo alcanza el 21% en 2050, lo que representa un incremento del +110% respecto al riesgo actual (véase el gráfico 8).

**Gráfico 8. Distribución del riesgo en la cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, según el análisis del HeatMapR<sup>©</sup> para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5**



**Recuadro 6.  
Fideicomisos  
Instituidos  
en Relación  
con la  
Agricultura:  
relevancia de  
los riesgos  
climáticos  
físicos**



Para FIRA es relevante contar con información climática que permita orientar los esfuerzos de financiamiento y la atención a los clientes. A través del estudio, se identificaron los sectores, las cadenas y las geografías con mayor potencial de riesgo físico en el presente y ante escenarios climáticos futuros (2030 y 2050). De manera particular, se determinaron los Estados del país que presentan mayor exposición al riesgo físico, los sectores expuestos a mayor riesgo, los peligros con mayor impacto en el perfil de riesgo de las inversiones y la distribución del riesgo físico por porcentaje de exposición financiera, que, a través de las proyecciones de altas y bajas emisiones, han visibilizado la necesidad de aplicar medidas de adaptación y resiliencia al cambio climático. Con los resultados obtenidos se busca vincular iniciativas institucionales en materia de identificación y gestión de riesgos climáticos, así como para la adaptación y resiliencia al cambio climático.

Al igual que para el BDMG, se analizó luego para FIRA la distribución proporcional del riesgo por sector y por número de inversiones dentro de un sector, que se refiere a la presencia de una inversión en una geografía.

La distribución de los niveles de riesgo por sector (véase el gráfico 9) exhibe el mayor porcentaje relativo de inversiones expuestas a niveles de riesgo medio-alto y alto hoy: algodón (38%), sorgo (22%), trigo (19%), jitomate (17%), chile (16%), papa (16%) y frijol (14%). Para 2050, bajo el RCP 8.5, los resultados sugieren que el algodón y el sorgo se mantendrán como los dos principales sectores con mayor porcentaje relativo de inversiones expuestas a niveles de riesgo medio-alto y alto, y el jitomate podría convertirse en el tercero. Para la mayoría de las cadenas, el aumento en el porcentaje de inversiones en estos niveles de riesgo más altos tiende a oscilar, aproximadamente, entre +10% y +20%.

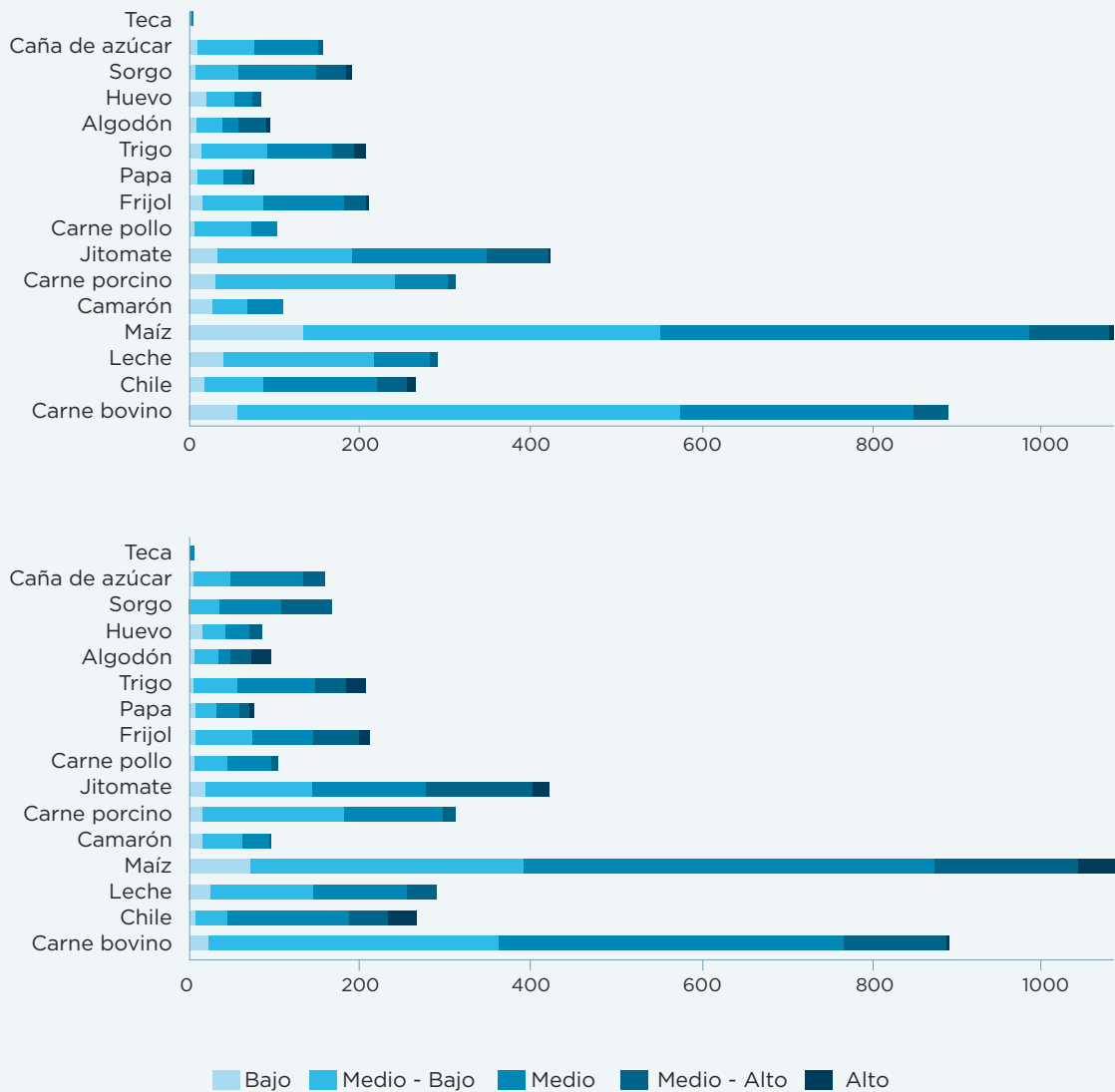
**Gráfico 9. Distribución del riesgo por sector en la cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, según el análisis del HeatMapR® para hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5**



Nota: Hoy en día, parte superior del gráfico; 2050, parte inferior del gráfico.

En cuanto a la distribución del riesgo sectorial, tomando en cuenta el número de inversiones (véase el gráfico 10), se observa que hoy los sectores de maíz, carne bovina y jitomate son los que cuentan con un mayor número de inversiones en los rangos de riesgo alto y medio-alto. En 2050, bajo el escenario de emisiones más altas, siguen encabezando la lista de los sectores con mayor exposición a los dos niveles de riesgo físico más altos. El maíz pasa de 99 inversiones hoy a 210 en este rango a futuro, seguido por la carne bovina (39 a 122) y el jitomate (75 a 145). En el gráfico se refleja un aumento general de los dos niveles de riesgo más altos para 2050 en todos los sectores.

**Gráfico 10. Distribución del riesgo por número de combinaciones, indicando la presencia de un sector en la geografía donde se hizo la inversión, para el día de hoy y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura**



En el gráfico 11 se detallan los resultados obtenidos para la cartera de FIRA en la actualidad. Se advierte que la presentación es diferente a la del BDMG, debido a la estructura de la cartera del banco mexicano.

Las geografías figuran en la primera columna del gráfico, por lo que los resultados que muestra se enfocan en Aguascalientes. Distintas cadenas repartidas en los municipios de este Estado aparecen asociadas con la clasificación interna que utiliza FIRA para caracterizarlas (clave SCIAN). La última columna señala el puntaje de riesgo obtenido por cadena o subsector. Se observa que más de la mitad de ellos se encuentra en riesgo medio, bajo las condiciones climáticas actuales, según el HeatMapR®.

**Gráfico 11. Resultados del análisis del HeatMapR®, aplicado a la cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura**

Entidad	Municipio	Cadena	Clave SCIAN	Puntaje de riesgo: hoy en día
1 Aguascalientes	12 Cosío	Carne bovino	Explotación de bovinos para la producción de carne	
1 Aguascalientes	12 Cosío	Chile	Cultivo de chile	
1 Aguascalientes	12 Cosío	Leche	Explotación de bovinos para la producción de leche	
1 Aguascalientes	12 Cosío	Maíz	Cultivo de maíz grano	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Camarón	Comercio al por mayor de pescados y mariscos	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Carne bovino	Explotación de bovinos para la producción de carne	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Carne porcino	Explotación de porcinos en granja	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Chile	Deshidratación de frutas y verduras	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Leche	Explotación de bovinos para la producción de leche	
1 Aguascalientes	15 Jesús María	Maíz	Cultivo de maíz grano	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Carne bovino	Explotación de bovinos para la producción de carne	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Jitomate	Cultivo de productos alimenticios en invernaderos	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Leche	Elaboración de leche líquida	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Leche	Explotación de bovinos para la producción de leche	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Leche	Explotación de gallinas para la producción de huevo para plato	
1 Aguascalientes	17 Pabellón de Arteaga	Maíz	Cultivo de maíz grano	
1 Aguascalientes	18 Rincón de Romos	Carne bovino	Explotación de bovinos para la producción de carne	
1 Aguascalientes	18 Rincón de Romos	Chile	Cultivo de chile	



En términos de visualización de la concentración de los niveles de riesgo por geografía<sup>6</sup> en la cartera de FIRA, hoy en día los Estados de Sonora, Chihuahua, y Sinaloa son los tres con mayor exposición al riesgo físico, con el siguiente número de inversiones: 126, 79 y 66, respectivamente (véase el gráfico 12). En 2050, bajo el RCP 8.5, siguen siendo los Estados más comprometidos, con aumentos de inversiones expuestas de +31% en Sonora, +62% en Chihuahua y +44% en Sinaloa. Cabe resaltar también que Zacatecas se enfrenta a un aumento de +270% entre hoy y 2050, con inversiones expuestas a mayor riesgo físico, que pasan de 20 a 74. El cuadro 3 provee un resumen de las tasas de aumento de inversiones expuestas a tales niveles de riesgo entre la época actual y 2050.

**Gráfico 12. Distribución del riesgo por geografía hoy en día y para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura**

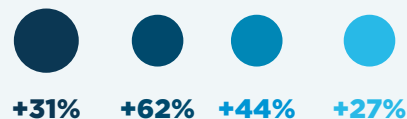
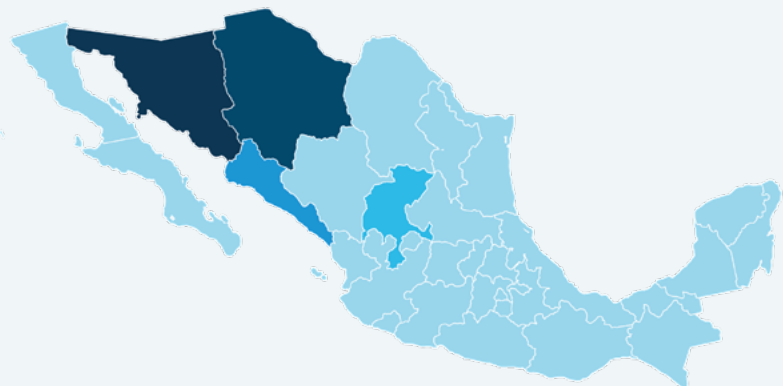
**Distribución del riesgo por geografía**



Sonora, Chihuahua y Sinaloa son los 3 Estados con mayor exposición al riesgo físico:



En 2050, estos 4 Estados continúan congregando el mayor riesgo:



Nota: Hoy en día, parte superior del gráfico; 2050, parte inferior del gráfico.


<sup>6</sup> Igual que para el BDMG, se considera aquí el número de combinaciones geografía-subsector (o inversiones) expuestas a niveles de riesgo medio-alto y alto.

**Cuadro 3. Cambios en la exposición geográfica a niveles de riesgo alto y medio-alto para los Estados más expuestos, desde hoy en día hasta 2050, bajo el RCP 8.5, cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura**

Geografía	Aumento en 2050 de altas emisiones (comparado con hoy)
Sonora	<b>+31%</b>
Chihuahua	<b>+62%</b>
Sinaloa	<b>+44%</b>
Zacatecas	<b>+270%</b>

Finalmente, considerando la clasificación de las amenazas climáticas principales para la cartera de FIRA (véase el cuadro 4), la sequía se destaca como la más relevante entre varios horizontes temporales. El estrés hídrico, que considera la sequía y la competencia por el agua, aparece como la segunda amenaza principal hoy en día y en 2030. Los índices agrícolas,<sup>7</sup> que congregan todas las amenazas basadas en la temperatura, y las olas de calor probablemente se volverán más relevantes en el futuro, bajo ambos horizontes temporales, a medida que aumenta la temperatura.

**Cuadro 4. Clasificación de las principales amenazas climáticas para la cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, bajo tres horizontes temporales y un escenario climático (RCP 8.5)**

Clasificación	Presente	2030 (RCP 8.5)	2050 (RCP 8.5)
1	 Sequía	 Sequía	 Sequía
2	 Estrés hídrico	 Estrés hídrico	 Índice agrícola
3	 Índice agrícola	 Índice agrícola	 Estrés hídrico
4	 Inundación pluvial	 Ola de calor	 Ola de calor

<sup>7</sup> Como se indica en la sección 1.1 acerca de la utilización del HeatMapR®, esta herramienta se adaptó para incorporar índices agrícolas de vulnerabilidad a medida para los sectores de FIRA, con el fin de medir el impacto de las amenazas climáticas sobre los cultivos y el ganado sobre la base de umbrales de tolerancia, por ejemplo, un umbral de temperatura, que, cuando se excede, un cultivo ya no encuentra condiciones adecuadas para su crecimiento. La lista completa de los indicadores a medida utilizados para el análisis de la cartera de FIRA por el HeatMapR® está disponible en el anexo 2.



## 2.2. Los canales de transmisión: impactos físicos del cambio climático y oportunidades de inversión en resiliencia

La primera fase del análisis con los mapas de riesgos permite a los bancos tener un panorama de la distribución del riesgo climático físico en su cartera entre hoy y 2050, tomando en cuenta dos escenarios climáticos, y cómo este riesgo se reparte por geografía y qué sectores se ven más afectados.

Al tener esta perspectiva, se requiere una primera priorización de los *hot-spots* de la cartera para que el banco pueda emprender un análisis de vulnerabilidad sectorial más detallado e investigar sus canales de transmisión del riesgo climático, así como las oportunidades de inversión en resiliencia para reducirlo. Tener una lista corta de *hot-spots* para analizar le permite al banco enfocarse en los sectores que se ven y en los que, en un futuro, podrían tener mayor exposición al cambio climático. Esto requiere un análisis de los impactos físicos y de lo que estos significan para los clientes del sector, así como un estudio de las opciones de adaptación para mitigarlos.

Este es el propósito de la segunda fase del proyecto piloto, que se describe a continuación.

### Recuadro 7. Inversiones en resiliencia en la cartera de los bancos nacionales de desarrollo

Se trata de inversiones que permitan a los clientes de los BND, y por ende a los mismos bancos, fortalecer su capacidad de resistir a los impactos físicos del cambio climático. Conllevan la necesidad de implementar acciones de adaptación climática a las amenazas climáticas específicas, un concepto que abarca las decisiones, los cambios en los procesos y las acciones que se toman para gestionar los impactos climáticos (IGCC, 2018).

## 2.2.1. Selección de los sectores

Los resultados del análisis del HeatMapR© permiten clasificar los sectores con criterios de riesgo distintos, según el interés del banco. Para la identificación de los *hot-spots* de vulnerabilidad, se proponen los siguientes, con el fin de priorizar y escoger un número limitado de sectores:

### Criterio A

Los sectores con el mayor porcentaje de riesgo identificado en los niveles más altos de riesgo.

### Criterio B

Los sectores con el mayor número de combinaciones geografía/sector en los niveles más altos de riesgo.

### Criterio C

Los sectores con el mayor porcentaje de inversión financiera<sup>8</sup> en los niveles más altos de riesgo.

Estas pautas se utilizaron para guiar la elección de los sectores que tienen una exposición alta y media-alta en la cartera. Por ejemplo, mientras el criterio A permite determinar los sectores con mayor porcentaje de inversiones (o geografías) con mayor riesgo, el criterio B posibilita identificar el número absoluto de geografías con mayor riesgo para cada sector.



## Piloto con los bancos

Los bancos escogieron los sectores para un análisis detallado sobre la base de sus prioridades de negocio y de la relevancia que presentan para sus respectivas carteras. Para este proceso, se les sugirió a los BND considerar lo siguiente: su concentración crediticia en los sectores con riesgo alto y medio-alto, la sensibilidad climática estimada del sector en el país, según su experiencia y el vínculo de los sectores con las prioridades estratégicas actuales y el mandato del banco.

El BDMG escogió priorizar los sectores de producción y comercialización de café, azúcar, pequeñas centrales hidroeléctricas y de saneamiento. FIRA decidió centrarse en los sectores de maíz, sorgo, trigo y carne de bovino.

<sup>8</sup> Se dividió el monto invertido en cada sector por el monto total de la inversión.

**Recuadro 8.  
Banco de  
Desarrollo de  
Minas Gerais:  
vulnerabilidad  
climática del  
sector de café**



En Minas Gerais, se registraron heladas severas en julio de 2021. En esa oportunidad, el BDMG buscó identificar los posibles impactos para los negocios en el sector productor de café, ya que el financiamiento de la comercialización de este grano es muy relevante en la cartera del banco.

Las pérdidas en la producción de café, como consecuencia de las heladas, pueden llevar años, ya que la planta tarda en responder a los daños y, además, existe el riesgo de que ocurran eventos climáticos similares en los próximos años. La pérdida financiera inmediata puede no ser tan representativa, considerando el ciclo de producción del café y los diferentes grados de severidad en la región productora de Minas Gerais, pero el evento climático y sus recurrencias pueden generar impactos en la gestión de la cultura del café y en su producción en los años siguientes y, en consecuencia, provocar grandes variaciones en los precios, en la cantidad producida y en la rentabilidad del negocio, así como en la necesidad de recursos financieros y capacidad de repago.

De esta forma, la cuantificación y la calificación del riesgo climático se vuelve fundamental para fijar los precios de las pérdidas e identificar nuevas oportunidades de negocio, y, por lo tanto, contribuye a mantener el equilibrio financiero, la sostenibilidad del banco y la recuperación económica del Estado.

Una vez seleccionados los cuatro sectores por bancos, y antes de armar un diagnóstico detallado de los canales de transmisión, se analizaron también: 1) el tipo de clientes en el sector, 2) las herramientas financieras que ofrece el BND y 3) el trabajo ya realizado por el BND sobre el cambio climático. Estas concertaciones permitieron formular recomendaciones a medida en el piloto, en el marco del análisis sectorial detallado.

# 1

## Clientes

Al ser el impacto climático diferente según el tipo de cliente, se investigó quiénes eran los clientes típicos de los BND en los sectores escogidos, por ejemplo, pequeñas y medianas empresas (pymes), empresas grandes o municipalidades. Conocer el cliente típico permite también identificar de manera más precisa sus operaciones, sus activos y sus cadenas de valor, y entender mejor cómo el cambio climático le puede generar un impacto físico. El BDMG apoya al sector público y privado ofreciendo crédito a empresas de todos los tamaños, municipios y concesionarios de servicios públicos municipales. Además, es estructurador oficial del Estado en operaciones de concesión común y en modelos de alianzas público-privadas. FIRA, en cambio, al ser un banco de segundo piso, trabaja con bancos, almacenadoras, Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (Sofomes), uniones de crédito, sociedades cooperativas, Sociedades Financieras Populares (Sofipos) y el Organismo Descentralizado de la Administración Pública Federal (ODAPF).

# 2

## Herramientas financieras

Los bancos indicaron el tipo de productos financieros que proponen en los sectores seleccionados para el análisis. Se investigó, en particular, la existencia de líneas de apoyo a la recuperación económica posdesastres, incluyendo respuestas a desastres causados por amenazas climáticas (sequías, tormentas, inundaciones). Se consultó acerca de la existencia de productos verdes e innovadores que podrían permitir la financiación de inversiones en resiliencia climática, por ejemplo, seguros paramétricos asociados al crédito. Se preguntó también si los BND pensaban ofrecer nuevos productos financieros para considerar en las recomendaciones del análisis.

Para el sector público, el BDMG ofrece crédito en línea a través de su plataforma digital. También lanzó un nuevo aviso de financiamiento (*edital*) por medio de cuatro líneas de crédito para infraestructura urbana, energía limpia y modernización de edificios públicos, saneamiento y maquinaria y equipo. Mediante un aviso público, el banco dispuso recursos para la sostenibilidad relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para inversiones que prevengan los daños causados por fuertes lluvias o sequías, de emergencia por estado de calamidad municipal, para la pavimentación de caminos secundarios y municipales. En el financiamiento al sector privado, el BDMG trabaja con líneas de crédito para proyectos y capital de trabajo con recursos propios y représtamos, incluso en alianza con instituciones multilaterales para empresas. El BDMG fue el primer banco público brasileño en difundir un marco con criterios de elegibilidad y en emitir bonos sostenibles para financiar proyectos ambientales y sociales.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Esta emisión se realizó en la Bolsa de Valores de Nueva York por un monto de US\$50 millones, con el objetivo de posibilitar el financiamiento de proyectos con enfoque ambiental o social por parte de empresas y municipios del Estado (de eficiencia energética, energías renovables o gestión de residuos, de saneamiento, urbanización, salud y educación).

FIRA ofrece crédito y garantías, y brinda capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología con el propósito lograr una mayor inclusión financiera de los productores, buscando facilitar su acceso al financiamiento formal y fomentar el incremento en la productividad, la eficiencia y la rentabilidad de sus empresas, y propiciar el desarrollo responsable y sostenible de los sectores agropecuario, forestal, pesquero, alimentario y rural. Como entidad de fomento y como parte de su modelo de negocio, FIRA promueve proyectos de financiamiento que contribuyen a la sostenibilidad del sector agroalimentario y al cuidado del ambiente y los recursos naturales. Entre los programas y productos de financiamiento, se destacan los siguientes:



### 3

#### Trabajo realizado para comprender el cambio climático e integrarlo en sus operaciones, para apoyar la identificación de oportunidades

Se hicieron preguntas acerca de potenciales cambios que haya notado el banco en la demanda de sus clientes en estos sectores en los últimos cinco o diez años, con el fin de identificar potenciales impactos climáticos recientes. Además, se recopiló el trabajo ya hecho por los BND con sus clientes para entender los impactos del cambio climático sobre estos sectores, tanto para detectar riesgos climáticos físicos como oportunidades de inversión. Por último, se buscó entender cómo este análisis podría apoyar el proceso de divulgaciones financieras relacionadas con el clima, en el marco del Grupo de Trabajo sobre las Declaraciones Financieras relacionadas con el Clima (TCFD, por sus siglas en inglés). En el caso de Brasil, por ejemplo, la Federación Brasileña de Bancos (Febraban) lanzó en 2018 una hoja de ruta para la alineación de los bancos con las recomendaciones del TCFD. Una de las acciones propuestas incluye el seguimiento de la exposición de la cartera de crédito empresarial a sectores críticos y oportunidades climáticas, lo que constituye un punto de entrada para los resultados del análisis en el proceso de divulgación (Febraban, 2021).

En el caso de México, en 2021 se integró el consorcio del TCFD, un esfuerzo liderado por el sector financiero, empresarial y académico, en coordinación con la cooperación internacional, que tiene la finalidad de impulsar la adopción y la integración de las recomendaciones del TCFD.

**Recuadro 9.  
Fideicomisos  
Instituidos en  
Relación con  
la Agricultura:  
integración  
de temas  
climáticos en  
el Sistema de  
Administración  
de Riesgos  
Ambientales  
y Sociales y  
cartera de  
financiamiento**



El banco ya trabaja en varias iniciativas para integrar la adaptación al cambio climático en sus operaciones. FIRA incluyó en el proceso de crédito el Sistema de Administración de Riesgos Ambientales y Sociales (SARAS),<sup>a</sup> con el fin de identificar los riesgos socioambientales generados por las actividades del acreditado final. Se aplica a todos los créditos que requieren autorización en los comités de FIRA (normalmente 30 millones de Unidades de Inversión [UDIS] en adelante).<sup>b</sup> El SARAS hace una revisión de los impactos que ha sufrido la empresa o el proyecto en los últimos dos años en algunas cuestiones climáticas, en particular en lo que se refiere a desastres naturales, al indagar si el cliente ha observado inundaciones, heladas o algún otro fenómeno asociado al clima.

Puntualmente, el SARAS pide que se especifique si el proyecto se encuentra cerca de fuentes hídricas o de reservas naturales, y si se ha detectado en los últimos dos años alguna helada, sequía, inundación, deslizamiento de tierra, vendavales, desbordamiento de fuentes hídricas, fallas geológicas u otros eventos.



FIRA lanzó también el Programa de Apoyo a Proyectos Sostenibles (ProSostenible) para facilitar el acceso al crédito a proyectos de inversión en los sectores agropecuario, forestal y pesquero que se desarrollen en el medio rural y que generen beneficios ambientales o que mejoren la capacidad de mitigación o adaptación al cambio climático. Actualmente, FIRA, en colaboración con la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), implementa un programa de financiamiento a la adaptación al cambio climático, el cual está enfocado en los municipios vulnerables establecidos en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y cuenta con una taxonomía para la adaptación al cambio climático que considera la elegibilidad técnica de 88 conceptos de inversión que colaboran en, por lo menos, uno de los enfoques de las acciones de adaptación ante el cambio climático implementados por el INECC: 1) adaptación basada en ecosistemas (AbE); 2) adaptación basada en comunidades (AbC); 3) adaptación basada en reducción de riesgos de desastres (AbRRD).

Recientemente, FIRA se adhirió a la iniciativa de *Good Food Finance Network* (GFFN) para promover soluciones financieras que logren sistemas alimentarios sostenibles y se ha comprometido, entre 2023 y 2025, a incrementar el financiamiento para adaptación en un 5% anual comparado con el promedio de los últimos tres años, lo que totaliza \$Mex 24.000 millones, que representan US\$1.200 millones. Para 2030, financiará un total de \$Mex 73.000 millones, que equivalen a US\$3,6 billones para el período 2023-30, es decir que asume el mismo incremento anual del 5%.

---

<sup>a</sup> El SARAS está alineado a las siguientes directrices internacionales: 1) Principios del Ecuador (conjunto de normas generales para guiar a las instituciones financieras en la determinación, evaluación y gestión de riesgos ambientales y sociales) y 2) Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial.

<sup>b</sup> Al 10 de junio de 2020: 1 UDIS = \$Mex 6,43 (US\$1 = \$Mex 22,00); 30 millones UDIS = \$Mex 192,9 millones = US\$8,7 millones.


## 2.2.2. De identificación de impactos a oportunidades de inversión resiliente

Una vez identificados los sectores más críticos para una institución, es necesario capturar los canales de transmisión del riesgo climático. Es decir, desarrollar una metodología que consiste en un mapeo detallado que conecta los flujos de información, desde las amenazas climáticas relevantes para la zona geográfica estudiada hasta los impactos sobre los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes. Cabe resaltar que, a esta altura, se trata de un análisis cualitativo que no pretende aportar una evaluación financiera del impacto climático sobre los clientes de los BND o los mismos bancos. El mapeo de impactos del clima en los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes implica que se generan luego impactos financieros, que se podrían investigar en el contexto de un análisis posterior.

Al mismo tiempo, los impactos climáticos físicos se pueden mitigar con la ayuda de inversiones en resiliencia climática. La mitigación de estos impactos puede permitir un ahorro sustancial, considerando que la resiliencia y la prevención del riesgo de desastres generan beneficios de alrededor de cuatro a siete veces el costo, en términos de pérdidas evitadas y reducidas (MMC, 2005); (Moench et al., 2007); (EIRD, 2011); (Kull et al., 2013); (Micheler, 2015). En este contexto, se mapearon dos tipos de oportunidades: por un lado, las tecnologías, las prácticas y los servicios, incluyendo las soluciones basadas en la naturaleza (SbN),<sup>10</sup> en los que los clientes del banco podrían invertir para disminuir el impacto climático físico en sus activos, operaciones y cadenas de valor, y –por otro lado– los productos financieros y las herramientas que puede utilizar el BND para financiar aquellos productos y servicios.

El cuadro 5 recapitula las diferentes dimensiones del análisis para un ejemplo representativo. Se proveen a continuación detalles sobre la investigación realizada para cada dimensión.

**Cuadro 5. Marco metodológico utilizado para el análisis sectorial detallado**

	Amenaza climática y zona geográfica	Impactos potenciales	Impacto a nivel de los clientes	Oportunidad de inversión en resiliencia (cliente)	Oportunidad de ofrecer productos y servicios (banco)
 <p>Sector: agricultura</p>	Sequía	Pérdida de cultivos	Sobre activos: pérdida de cultivos que resultan en pérdida de ingresos	Sistemas de riego por goteo	Préstamos preferenciales
			Sobre operaciones		Asistencia técnica
			Sobre cadenas de valor		Seguros paramétricos

Fuente: WTW.

<sup>10</sup> Las SbN constituyen medidas de adaptación a riesgos incrementales y de mitigación y prevención de riesgos climáticos agudos, como los desastres naturales. Además, ciertas SbN pueden también contribuir a atenuar las emisiones de GEI.

## Riesgos climáticos físicos, impactos y transmisión al sector económico

Las amenazas incrementales y extremas se investigaron por zona geográfica relevante para el sector del banco sobre la base de la vulnerabilidad climática del sector, por ejemplo, la dependencia al agua. Se utilizaron los resultados del HeatMapR<sup>©</sup> para seleccionar, dentro de cada sector estudiado, las zonas geográficas (municipios en México y mesoregiones en Brasil), donde se indicaba un riesgo medio, medio-alto y alto para 2050, bajo el escenario de emisiones más altas para enfocar la búsqueda de información en estas áreas (véanse los gráficos 13 y 14 para FIRA y BDMG, respectivamente). Se incluyeron también ejemplos de tales amenazas que impactaron en el sector en Brasil y en México en el pasado, así como sus proyecciones bajo el escenario RCP 8.5,<sup>11</sup> y un análisis detallado que se presenta en el anexo 1.

Los impactos potenciales fueron mapeados gracias a la consulta de los principales resultados de la investigación del sector académico aplicada a Brasil y México. Otras fuentes de información útiles para tal análisis incluyen informes de bancos multilaterales de desarrollo o estudios sectoriales realizados por entidades de investigación enfocados en el cambio climático, como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés).

Los impactos sobre los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes provinieron de los informes mencionados, así como de experiencias previas en la realización de análisis de riesgos y vulnerabilidad climática sobre aquellos sectores.



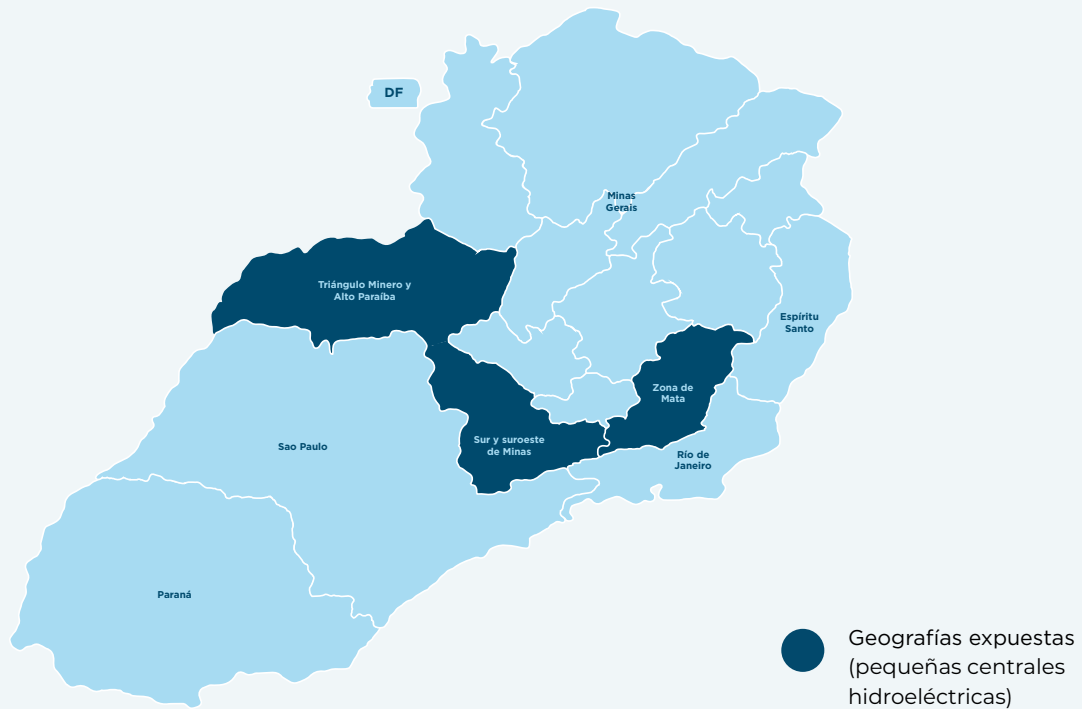
<sup>11</sup> Documentos regionales y nacionales sobre el cambio climático, como las comunicaciones nacionales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), constituyen una fuente útil de información con respecto a las amenazas climáticas históricas y proyectadas que afectan a los sectores analizados.

**Gráfico 13. Los estados mexicanos más expuestos al riesgo climático físico para la cadena de trigo para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, según el análisis del HeatMapR©**



Fuente: WTW.

**Gráfico 14. Las mesorregiones de Minas Gerais más expuestas al riesgo climático físico para el sector de pequeñas centrales hidroeléctricas para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, según el análisis del HeatMapR©**



Fuente: WTW.

## Oportunidades de inversión en resiliencia

- ✓ Los informes recopilados sobre los impactos del cambio climático también proveyeron datos sobre las medidas que permiten la adaptación y la resiliencia de los sectores estudiados. El análisis se enfocó en aquellas que se podrían implementar a corto y mediano plazo.
- ✓ Para las oportunidades de inversión de los clientes, se investigó cómo cada banco podría movilizar productos financieros que ya utiliza y, potencialmente, productos innovadores para ofrecer instrumentos de financiación y un apoyo técnico que facilite las inversiones en resiliencia de sus clientes. La información recopilada previamente sobre los instrumentos financieros de los BND en el sector constituyó una fuente clave de información.

Este marco se resume de manera ilustrativa en forma de diagramas de pajarita para cada sector, para presentar de manera visual los resultados del análisis sectorial detallado (véase el gráfico 15).

Gráfico 15. Diagrama de pajarita ilustrativo



Fuente: WTW.

Nota: Los riesgos climáticos físicos se presentan en azul; las oportunidades, en amarillo.

En general, las listas de amenazas relacionadas con el clima, los impactos físicos, los impactos en los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes que generan impactos financieros, junto con las oportunidades de inversión relacionadas con el cliente y el banco, no constituyen una lista exhaustiva de todos los riesgos y oportunidades por sector. Este análisis tiene como principal objetivo sensibilizar a los bancos sobre los canales de transmisión del riesgo climático físico y las oportunidades de inversión en resiliencia climática. Su segundo propósito es fomentar análisis posteriores más detallados, que potencialmente incluyan la cuantificación de los impactos climáticos físicos, así como las posibles oportunidades de inversión en resiliencia climática.



## Piloto con los bancos

Los resultados del análisis se entregaron a los bancos con el fin de subrayar las lecciones aprendidas y fortalecer la integración del riesgo climático físico dentro de sus procesos de toma de decisión (véase el gráfico 16).

**Gráfico 16. Resumen de las lecciones aprendidas a través del análisis sectorial**





- El enfoque del análisis sectorial en ciertas zonas subnacionales (municipios para FIRA) o subregionales (mesoregiones para BDMG) tiene como propósito ayudarlos a priorizar las intervenciones y la comunicación con sus clientes acerca de los impactos del cambio climático físico en estas zonas. Cabe resaltar que, en cuanto a la observación o las proyecciones de amenazas climáticas, muchas fuentes de información se refieren a Brasil y México, o a regiones como Minas Gerais, pero no suelen ir más allá de estas escalas. Sin embargo, un monitoreo más enfocado de los impactos físicos sobre los sectores analizados en estas áreas podría ayudar los BND a priorizar e implementar las medidas de resiliencia más adecuadas para los clientes localizados en estas geografías.
- Ya existe información cualitativa relevante para ayudar a las instituciones financieras a anticipar los impactos climáticos sobre sus sectores de inversión. Se recomienda que los bancos fortalezcan sus vínculos con el sector académico y use los resultados de los proyectos de desarrollo bilaterales o multilaterales orientados al cambio climático en su país. Numerosos documentos regionales y nacionales sobre el cambio climático, como las comunicaciones nacionales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o los planes de adaptación, permiten anticipar cuáles son las amenazas climáticas relevantes y sus impactos sobre los sectores de inversión de los BND. Además, el sector académico ya examina científicamente cómo el cambio climático puede afectar los sectores económicos, los bancos multilaterales de desarrollo, las agencias de apoyo al desarrollo y las entidades de investigación que se focalizan en el cambio climático. Los BND podrían aprovechar sus vínculos con los organismos gubernamentales de su país para estar informados sobre la existencia de iniciativas financiadas por el país o por donantes internacionales, cuyos resultados podrían apoyar su entendimiento de los impactos climáticos físicos sobre sus inversiones.

- Aunque las oportunidades de inversión en resiliencia varían bastante entre los sectores, se resalta que se requieren cambios importantes en las prácticas de los clientes de los bancos a través de la adopción de nuevas tecnologías, prácticas e infraestructura resiliente al cambio climático. En particular, se destaca la importancia de las SbN, que frecuentemente son opciones rentables en el contexto de los subsectores analizados y pueden incrementar la resiliencia de la infraestructura para así reducir interrupciones en las cadenas de valor de los sectores. Un ejemplo en el proyecto piloto es la utilidad de las SbN que permiten aumentar la resiliencia de la infraestructura de transporte frente a eventos climáticos extremos, para evitar interrupciones en la cadena de suministro. Las SbN incluyen la gestión de la vegetación de laderas y de llanuras aluviales o la restauración de bosques.
- La asistencia técnica de los BND hacia sus clientes es indispensable para fomentar el empleo de nuevas tecnologías, productos y servicios. Por una parte, los clientes de los BND deben de ser sensibilizados acerca de la necesidad de tomar en cuenta los impactos del cambio climático sobre sus sectores y mitigarlos. Por otra parte, los clientes necesitan capacitación sobre las tecnologías, productos y servicios que los ayudaron a mantener un negocio rentable a pesar de un clima cambiante. Como los BND ya proveen asistencia técnica, están bien dotados para ofrecer la formación requerida y beneficiar la demanda de los clientes en sus sectores de inversión.
- Los BND pueden aumentar sus recursos destinados a financiar opciones de adaptación a través de la inclusión de criterios de resiliencia en el marco del financiamiento mixto con fondos climáticos internacionales. Fondos dedicados a financiar proyectos climáticos, como el Fondo Verde para el Clima (FVC), que ya ha asignado US\$10.100 millones para tales proyectos, constituyen una fuente de financiación adicional que puede apoyar a los BND para el desarrollo de productos financieros climáticos. Países como Brasil y México pueden acceder al FVC a través de entidades acreditadas a nivel internacional (por ejemplo, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]), regional (el BID) y también nacional (como el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social [BNDES] en Brasil o Nacional Financiera [NAFIN] en México).
- Se recomienda la integración de criterios de resiliencia climática en los instrumentos financieros dentro de los sectores analizados y el desarrollo de una taxonomía que permita identificar cuáles serían las inversiones resilientes. Todas las recomendaciones propuestas para la financiación de las medidas de resiliencia por parte de los clientes de los BND necesitan la integración de consideraciones climáticas sectoriales dentro de los instrumentos financieros ya existentes y una definición clara de las opciones de inversión que se consideran resilientes. Por ejemplo, las líneas de crédito concesional se podrían adaptar para proveer una financiación más favorable a los clientes que escogen tecnologías, productos o servicios que incrementan la resiliencia climática de su negocio. La financiación de contingencia sectorial podría también considerar los riesgos climáticos extremos como condición para su otorgamiento, para que los clientes tengan acceso a la liquidez que requieren a corto plazo en el caso de enfrentarse a un desastre provocado por el clima. Además, existen productos financieros novedosos que toman en cuenta el riesgo climático físico, como los seguros paramétricos.

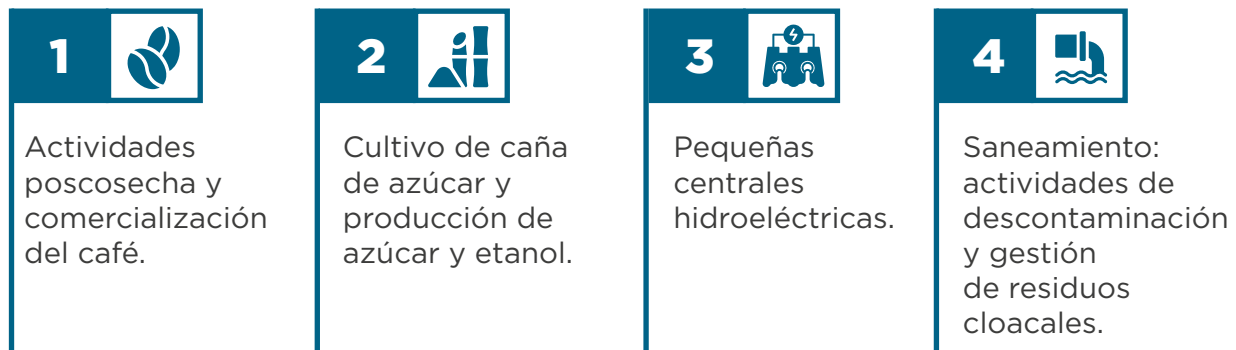




### 2.2.3. Resultados Y lecciones aprendidas

#### Banco de Desarrollo de Minas Gerais

El proyecto piloto desarrolló un diagnóstico completo de los canales de transmisión e inversión resilientes para cuatro actividades críticas seleccionadas por el BDMG:



El gráfico 17 presenta el diagrama obtenido para el sector de actividades poscosecha y de comercialización del café.

El lado izquierdo relaciona los impactos climáticos en el sector del café con las actividades más relevantes para los clientes del BMDG (distribución y comercialización) y con sus impactos económicos para la cadena de valor. Si se observan las amenazas que dañan la infraestructura vial para el transporte tempestivo de la cosecha, como las inundaciones, y las altas temperaturas

que reducen la capacidad de conservación del producto, se identifican canales de transmisión que afectan la posibilidad de los proveedores de enfrentar sus obligaciones en la cadena de valor (riesgos de cumplimiento comercial y reputacionales), suben los costos de producción y, por lo tanto, la rentabilidad del negocio. Además, repercuten en la cantidad y la calidad del producto final y en la capacidad de generar ingresos y repagos de los créditos por parte de los emprendedores del sector (véase la parte central del gráfico 17).

**Gráfico 17. Diagrama de pajarita desarrollado para el sector del café para el Banco de Desarrollo de Minas Gerais**



Fuente: WTW.

Nota: Los riesgos climáticos físicos se presentan en azul; las oportunidades, en amarillo.

La vulnerabilidad de los clientes del sector del café se podría reducir con inversiones en tecnologías, prácticas y servicios enfocados en los canales de transmisión identificados, a través de productos de inversión o de asistencia técnica ofrecidos por el BDMG . La mayoría de las inversiones podrían ser financiadas con líneas de créditos combinadas con asistencia técnica y fuentes de fondeo concesionales (líneas de capital mixto) para incentivar la adopción de tecnologías con costos de inversión más altos. Estas incluyen:



Aumentar la capacidad de almacenamiento y adquirir suministros con suficiente anticipación para mitigar los impactos de las fluctuaciones de precios debido al cambio climático.



Sumar plantas de almacenamiento bien ventiladas y con clima controlado para reducir la pérdida de producto por el calor y la humedad luego de la cosecha.



Contar con instalaciones poscosecha resistentes a las inundaciones (por ejemplo, el traslado a una elevación más alta, la implementación de salvaguardias y el almacenamiento del producto por encima del nivel del suelo).

El BDMG podría también financiar infraestructura pública (estatal y municipal) para fortalecer la red vial y apoyar la planificación de rutas alternativas de transporte, en caso de que las rutas existentes se bloqueen o sufran daños después de un evento extremo.



### Recuadro 10. Regulación de riesgos ambientales, sociales y climáticos del Banco Central de Brasil

En 2021, el Banco Central de Brasil publicó nuevos requisitos relacionados con los riesgos sociales, ambientales y climáticos: la Política de Responsabilidad Social, Ambiental y Climática y la divulgación de información sobre riesgos y oportunidades relacionados con estos temas.<sup>a</sup> Todas las instituciones financieras deben cumplirlos para fines de 2022. El BDMG entiende que el Banco Central, al fortalecer las normas asociadas a los temas sociales, ambientales y climáticos, desea mantener el equilibrio, la confiabilidad y la solidez de las instituciones financieras, además de crear las condiciones para el desarrollo de finanzas sostenibles y mayor disponibilidad de recursos para empresas sostenibles. En cuanto a los riesgos climáticos, la resolución destaca los riesgos físicos provenientes de eventos como sequías, inundaciones, aluviones, tormentas, heladas e incendios forestales, además de los riesgos de transición a una economía baja en carbono y los posibles impactos en los negocios. El BDMG está trabajando para desarrollar metodologías para evaluar estos riesgos. Con la colaboración del BID y WTW, el banco pudo conocer los riesgos climáticos físicos asociados a su cartera de crédito, a través de la herramienta HeatMapR©. Los resultados de este trabajo pueden ayudar al BDMG a evaluar los riesgos relevantes e identificar nuevas oportunidades.



<sup>a</sup> Para más información, véase la nueva regulación sobre riesgos sociales, ambientales y climáticos del Banco Central de Brasil, disponible en: [https://www.bcb.gov.br/content/about/legislation\\_norms\\_docs/BCB\\_Disclosure-GRSAC-Report.pdf](https://www.bcb.gov.br/content/about/legislation_norms_docs/BCB_Disclosure-GRSAC-Report.pdf).

## Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

A partir del análisis de las 16 cadenas principales de la actividad primaria que atiende FIRA, se identificaron los riesgos climáticos que enfrentarán hacia 2050 y se reconocieron los siguientes hallazgos:



**Actualmente, las cadenas más expuestas son:** chile, frijol, papa, trigo, algodón y sorgo. Sin embargo, en 2050, ante el escenario de altas emisiones, el maíz es la cadena más expuesta a los riesgos físicos.

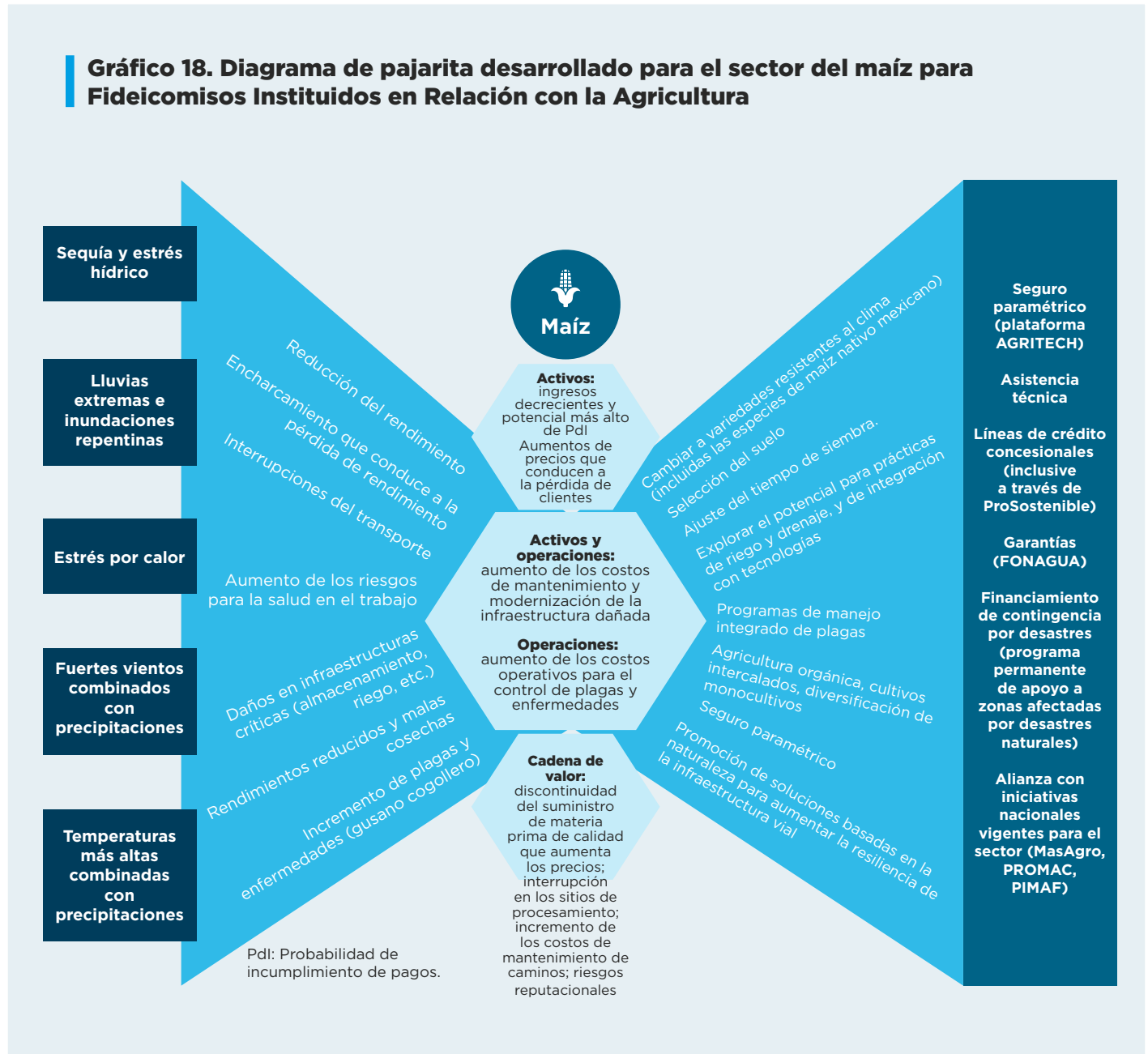


**Los principales peligros son:** sequía, estrés hídrico, inundaciones pluviales, ola de calor.



**Los estados con mayor riesgo son:** Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas.

El gráfico 18 contiene un diagrama de pajarita desarrollado para el sector del maíz, así como un ejemplo más detallado de un canal de transmisión e identificación relevante para la cadena.



El cuadro 6 provee un resumen más específico de un canal de transmisión del sector del maíz, analizado para FIRA. Partiendo de una amenaza climática relevante (lluvias extremas e inundaciones repentinas), se mapearon los impactos físicos específicos: el anegamiento de los suelos, los cambios químicos en el suelo, la proliferación de plagas y enfermedades del cultivo y la perturbación de las rutas de transporte.



Para ayudar a los productores a enfrentarse a estos impactos, se han identificado las siguientes opciones de inversión (tecnologías, servicios, técnicas) en resiliencia climática:

- ✓ Utilizar especies de maíz nativo resilientes al clima. Ciertos tipos de maíz nativo mexicano muestran mayor tolerancia al estrés por calor y soportan temperaturas de hasta 40 °C. El proyecto global de maíz criollo de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad ha identificado 64 tipos de maíz en México, de los cuales 59 son variedades de maíz criollo.
- ✓ Seleccionar el suelo (cuando es posible). La condición del suelo puede afectar la capacidad del maíz para tolerar el estrés hídrico o absorber nutrientes.
- ✓ Mejorar la identificación del momento óptimo de siembra (antes o durante la temporada de lluvias), incluso para hacer frente a los encharcamientos, puede afectar los rendimientos hasta cuatro veces en México (Cohen, et al., 2014); (Murray-Tortarolo, Jaramillo y Larsen, 2018).
- ✓ Perfeccionar las prácticas de drenaje (anegamiento). Por ejemplo, la instalación del drenaje subterráneo de baldosas, una práctica que coloca tubos de drenaje ranurados debajo de la superficie del suelo, por debajo de la profundidad de labranza, lo que ayuda a reducir el nivel freático de los campos mal drenados.
- ✓ Poner en marcha programas de manejo integrado de plagas. Esta práctica optimiza los insumos de pesticidas y previene su uso excesivo a través de métodos como la exploración con un enfoque de “uso según sea necesario”, dictado por una variedad de parámetros, entre ellos, umbrales económicos, acumulaciones de unidades de calor y datos históricos. Este procedimiento prioriza el tratamiento solo cuando las plagas están presentes en niveles dañinos.
- ✓ Aumentar la resiliencia de la infraestructura vial de transporte incorporando el uso de soluciones basadas en la naturaleza (SbN). Por ejemplo, gestión de la vegetación de laderas y de llanuras aluviales, y restauración de bosques.

Estas opciones de inversión en resiliencia podrían ser financiadas por FIRA a través de los siguientes instrumentos, la mayoría ya ofrecidos por el banco:

- ✓ El programa ProSostenible, que FIRA está implementando actualmente con el apoyo de la Unión Europea (UE) y de la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD), ofrece a las pymes tres niveles de incentivos financieros en función del cumplimiento con los criterios de elegibilidad técnica relacionados con las prácticas de producción sostenible.<sup>12</sup>
- ✓ FIRA está desarrollando la plataforma Agritech, alimentada con el centro de información, conocimiento y acceso a servicios financieros, como créditos, seguros, pagos de apoyos y coberturas de precios. Se podría utilizar esta plataforma para integrar el otorgamiento de seguros paramétricos.
- ✓ El Fondo de Garantías para el Uso Eficiente del Agua (Fonagua) es una combinación de recursos entre FIRA y la Comisión Nacional del Agua (Conagua) para la administración de riesgos en los proyectos para modernizar la infraestructura o la tecnificación del riego. A través de Fonagua, se respaldan los financiamientos en proyectos de infraestructura hidroagrícola. Se podría explorar la integración de garantías para inversiones de adaptación vinculadas con la gestión del agua (por ejemplo, el drenaje).
- ✓ El programa permanente de apoyo a zonas afectadas por desastres naturales del banco constituye también un instrumento útil para apoyar a los productores después de un evento extremo, como las lluvias excesivas.
- ✓ La asistencia técnica, en particular para el uso de tecnologías o técnicas nuevas, es esencial para apoyar las inversiones de los productores en estos sectores.
- ✓ El gobierno mexicano ha lanzado varias iniciativas nacionales de apoyo al sector del maíz, como el Programa de Conservación de Maíz Criollo (PROMAC), que promueve la conservación y la recuperación de razas y variedades de maíz criollo, que suele ser más resiliente a los impactos climáticos. Vincular a los productores con tales iniciativas, cuando es posible y relevante, podría también contribuir a mitigar los impactos sobre sus cultivos.

---

<sup>12</sup> FIRA cuenta con una taxonomía de sostenibilidad que identifica 55 conceptos de inversión que han sido definidos a través de una evaluación exhaustiva basada en la metodología de análisis llamada mecanismo de análisis y opinión, sobre las dimensiones del desarrollo sostenible de la AFD y los ODS. Dicha taxonomía presenta los conceptos de inversión elegibles (CIE), que favorecen la agricultura ambientalmente sostenible, la eficiencia energética, las energías renovables y el uso eficiente del agua, que contribuyen a la sostenibilidad.

**Cuadro 6. Canal de transmisión aplicado al sector del maíz e identificación de oportunidades para mitigar los impactos climáticos**

Amenaza climática y zona geográfica	Impactos potenciales	Impacto en los clientes	Oportunidad de inversión en resiliencia (cliente)	Oportunidad de ofrecer productos y servicios (banco)
Lluvias extremas e inundaciones repentinas (amenaza extrema).	Suelos anegados, cambios químicos en el suelo y pérdida de rendimiento.	Activos: pérdida de ingresos del productor.	<p>Ajuste del tiempo de siembra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de prácticas de drenaje.</li> <li>Seguro paramétrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Líneas de crédito con tasa preferencial (Programa ProSostenible).</li> <li>Seguro paramétrico (plataforma Agritech).</li> <li>Garantías (Fonagua).</li> <li>Programa permanente de apoyo a zonas afectadas por desastres naturales.</li> <li>Asistencia técnica.</li> <li>Alianza con iniciativas nacionales vigentes para el sector:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro).</li> <li>Programa de Conservación de Maíz Criollo (PROMAC).</li> <li>Programa de Apoyo a Productores de Maíz y Frijol (PIMAF).</li> </ul> </li> </ul>
	Combinada con temperaturas altas: proliferación de plagas y enfermedades del cultivo.	Operaciones: aumento de costos operativos para el control de plagas y enfermedades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variedades mejoradas (tolerantes a plagas).</li> <li>Agricultura orgánica, cultivos intercalados, diversificación de monocultivos.</li> <li>Manejo integrado de plagas.</li> </ul>	
	Rutas de transporte afectadas.	Cadenas de valor: disrupción de las cadenas de suministro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>SbN: gestión de la vegetación de laderas, restauración de bosques, gestión de llanuras aluviales.</li> </ul>	





**Recuadro 11.  
Fideicomisos  
Instituidos en  
Relación con  
la Agricultura:  
integración  
de mapas de  
calor en los  
procesos de  
manejo de  
riesgos del  
banco**

En este contexto, los resultados son un apoyo para explorar la posibilidad de establecer otras acciones relacionadas con el manejo de riesgos ambientales y climáticos:

- > **Implementación de las recomendaciones del TCFD.** FIRA ha iniciado un proceso de identificación del nivel de desarrollo actual de las sugerencias del TCFD con miras a la definición de una hoja de ruta.
- > **Fortalecimiento del proceso de análisis del SARAS.** Los resultados del análisis son relevantes para la observación ambiental. Por ejemplo, a partir de la ubicación de los proyectos se podrían identificar los peligros y los riesgos relacionados con el cambio climático y, a su vez, determinar acciones o medidas para mitigarlos.
- > **Toma de decisiones a futuro relacionadas con el clima.** FIRA tiene como misión impulsar hasta consolidar un sector agroalimentario y rural incluyente, sostenible y productivo, por lo que contar con información precisa y de calidad puede contribuir a la toma de decisiones.
- > **Complementariedad de esfuerzos institucionales en materia de adaptación y resiliencia al cambio climático.** FIRA desarrolla una serie de iniciativas que tienen como objetivo impulsar el financiamiento para la adaptación y resiliencia al cambio climático. En este sentido, los resultados del análisis permitirán reconocer de manera más detallada el impacto del cambio climático en la cartera y, a la vez, complementar y fortalecer esfuerzos en la materia.
- > **Difusión de los resultados.** Desde 2008, FIRA publica anualmente el documento denominado [Memorias de Sostenibilidad](#), el cual integra los logros más relevantes alcanzados en materia económica, social y ambiental. También cuenta con el [portal ESG](#), que presenta la información sobre las acciones ambientales, sociales y de gobernanza. Mediante estos canales de comunicación se podría dar a conocer la información obtenida en el estudio.



## 2.3. Capacitar a los bancos para aprovechar los resultados del análisis

El proyecto piloto con el BDMG y FIRA cierra con un programa de capacitación a medida que tiene un doble objetivo: 1) proveer la formación adecuada para que los BND puedan utilizar los resultados generados por el trabajo realizado y 2) ayudarlos a empezar a planificar los próximos pasos del banco. Esta capacitación se lleva a cabo a través de un evento en línea de dos horas de duración.

Es importante que el público que acude a la formación esté compuesto por personal del banco que trabaja en distintas áreas, cuya labor conjunta es complementaria e indispensable para una consideración integral del riesgo climático. En este contexto, se invitó a los responsables de las áreas de riesgo (de crédito y de mercado), y de sostenibilidad. Independientemente de su dominio de pericia, se convoca a quienes estuvieron involucrados en el trabajo piloto y también a los que no participaron. Esto permite implicar a un público más amplio dentro del banco y apoyar la difusión interna de los resultados del trabajo.

El programa contiene cuatro módulos que se ilustran en el gráfico 19 y se describen a continuación.

### Gráfico 19. Programa de capacitación para bancos piloto



Fuente: WTW.



### Introducción

El cambio climático físico en el país del banco: el primer módulo se enfoca en el cambio climático histórico y proyectado en el país del BND, y abarca amenazas climáticas incrementales y extremas. En este contexto, se recapitula la relevancia del riesgo climático físico para instituciones financieras de desarrollo.



### HeatMapR©

Resultados y sugerencias: este módulo resume los resultados obtenidos por HeatMapR©, a nivel de la cartera, los sectores y las geografías, para el clima presente y los futuros escenarios climáticos analizados. Además, se complementa con un video explicativo del uso del Excel generado por la herramienta, que detalla cómo el BND puede utilizarla para interrogar y analizar los resultados (por ejemplo, para obtener los riesgos de los sectores en una geografía en particular). Asimismo, el módulo abarca sugerencias acerca de los próximos pasos que el banco puede dar internamente en cuanto al uso de los resultados para la toma de decisiones. Finalmente, se esbozan las etapas potenciales para los BND que quisieran emprender un análisis cuantitativo del riesgo físico sobre su cartera.



### Análisis sectorial

El tercer módulo resume también los resultados del análisis sectorial, incluyendo la metodología utilizada para construir los canales de transmisión por sector, así como el mapeo de las oportunidades de inversión en resiliencia. Esta unidad incluye también una sugerencia de los próximos pasos para la identificación de oportunidades de inversión para el banco, a partir de las recomendaciones provistas en el análisis para cada sector. Se trata de capacitar a los BND sobre el uso de un marco metodológico de identificación de oportunidades<sup>13</sup> que propone al banco: 1) enfocarse en una de las oportunidades identificadas en el mapeo (tecnología o servicio que el cliente podría implementar, y la herramienta financiera que podría proveer el banco; 2) analizar el potencial de mercado de cierta tecnología o servicio; 3) analizar el posicionamiento y la capacidad institucional del BND para responder a la demanda en el sector de la tecnología o del servicio; 4) revisar los resultados de la aplicación del marco bajo las dimensiones mencionadas previamente para decidir si el banco debe proseguir o no la oportunidad analizada.



### Ejercicio de *brainstorming*

El último módulo consta de discusiones en subgrupos de los participantes de la formación, con el fin de generar un debate interno sobre el uso de los resultados piloto y los próximos pasos a seguir por el banco. Este ejercicio se detalla a continuación.

<sup>13</sup> Se diseñó este marco en el contexto de un proyecto con la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP FI, por sus siglas en inglés), realizado en colaboración con 16 bancos comerciales internacionales, con el fin de apoyar la implementación de las guías del TCFD. Los resultados de este proyecto están disponibles en: <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2018/07/NAVIGATING-A-NEW-CLIMATE.pdf>.



## Piloto con los bancos

En las salas virtuales del evento, se solicitó a los participantes de cada banco que reflexionaran sobre cómo los resultados del HeatMapR© y del análisis sectorial se podrían aprovechar para reforzar la tarea de administración del riesgo climático físico del BND. Se aprovechó que los participantes pertenecieran a diferentes áreas del banco para obtener perspectivas complementarias sobre los próximos pasos potenciales. El resultado de este *brainstorming* es una hoja de ruta por parte de cada grupo de trabajo.

Durante la labor con los equipos del BDMG y FIRA, se les pidió su apreciación sobre cómo los resultados del proyecto piloto se podrían incorporar en términos de:

**Estrategia.** Los bancos que ya tienen estrategias vinculadas al cambio climático o de gestión de riesgo generales hicieron un *brainstorming* sobre los potenciales puntos de entrada de los resultados. En cuanto a los resultados del HeatMapR©, los bancos analizaron cómo se podrían priorizar los recursos para análisis posteriores más detallados que evalúen la materialidad del riesgo climático en geografías y subsectores identificados con alto riesgo por esta herramienta. Los resultados del análisis sectorial se podrían incluir en estrategias de mercado para los sectores analizados. Los BND también podrían evaluar la posibilidad de desarrollar nuevas tácticas tomando en cuenta el riesgo climático físico en particular.

**Procesos.** El riesgo físico analizado a través de los resultados del proyecto se podría también incorporar dentro de los procesos generales de administración de riesgos del banco y de toma de decisiones. En el marco de la administración de riesgos del banco, se podría aumentar el peso de los riesgos físicos producto del cambio climático en las resoluciones crediticias, priorizando, por ejemplo, los sectores identificados con riesgo alto por el HeatMapR©. El SARAS es otro de los procesos que podría abarcar los resultados del análisis del HeatMapR© o sectorial.

**Comunicación y sensibilización sobre los resultados.** Finalmente, es importante que los equipos involucrados en el proyecto piloto comuniquen adecuadamente los resultados del trabajo dentro y fuera del BND. La junta ejecutiva tiene que estar informada, así como los responsables de las diferentes áreas y sus clientes. Aprovechando el análisis sectorial en particular, se podría dar comienzo a un diálogo con los clientes de los sectores analizados, a través del desarrollo de cuestionarios que permitan conversar con prestatarios e intermediarios, y así evaluar su grado de preparación ante los impactos del cambio climático mapeados y la inversión en oportunidades de resiliencia climáticas (tecnología o servicios) identificadas.



Los bancos reflexionaron sobre cómo los tres temas mencionados arriba se vinculaban con las prioridades actuales de su BND respecto a la administración de riesgos y el aprovechamiento de oportunidades, qué actividades y pasos concretos se podrían implementar a corto, mediano y largo plazo, y quién(es) sería(n) el(los) departamento(s) responsable(s) para cada actividad identificada.

# 3

## CONCLUSIONES





Típicamente, las inversiones en resiliencia necesitan una identificación puntual de las amenazas climáticas relevantes para los actores en sus contextos geográficos y sectoriales, una comprensión precisa de los impactos económicos y de las vulnerabilidades financieras, y, en función de esto, se desarrollan soluciones tecnológicas o procesos para reducir los impactos detectados y se genera la capacidad de adaptación a su implementación. Los BND operan frecuentemente en contextos de información muy limitada, especialmente cuando por mandato sirven a las pymes o a clientes rurales, de manera que establecer estos procesos de análisis e inversión es extremadamente desafiante.



Partiendo de esta consideración inicial, esta publicación provee un resumen metodológico e ilustrado de una iniciativa innovadora que pretende combinar un análisis del riesgo climático físico a nivel de la cartera en el contexto de BND en América Latina con la generación de opciones de inversiones resilientes que podrían reducir la vulnerabilidad climática de los prestatarios y mejorar el perfil de riesgo de los mismos bancos. El reporte detalla los pasos y el trabajo colaborativo en un proyecto piloto realizado con el BDMG de Brasil y FIRA de México, que ha permitido validar la metodología, sus elementos claves, la relevancia y el formato de sus resultados, especialmente evaluando la integración del HeatMapR© con la operatividad de los bancos.



El proyecto piloto se ha estructurado en cuatro fases de trabajo y se llevó a cabo en estrecha colaboración entre el equipo técnico y los bancos de desarrollo:

- 1** Un análisis de alto nivel de la cartera de los BND que permite la identificación de los sectores más expuestos al riesgo climático (*heatmapping*) hoy en día y en escenarios futuros (2030 y 2050), con diferentes niveles de emisiones para generar potenciales rangos de vulnerabilidad de la cartera.
- 2** Una investigación detallada de las cadenas de transmisión de estos sectores para entender cómo los impactos físicos se materializan en impactos sobre los activos, las operaciones y las cadenas de valor de los clientes de los BND, generando efectos financieros para los bancos.
- 3** Un mapeo de las oportunidades de inversión para mitigar los impactos climáticos, tanto para los clientes como para los bancos, incluyendo productos financieros y asistencia técnica que los bancos muchas veces ya están ofreciendo a sus clientes.
- 4** Una capacitación a los BND sobre los resultados del piloto, así como acerca de los futuros pasos que se pueden dar para aumentar la resiliencia de sus inversiones.

El trabajo piloto permitió generar lecciones aprendidas que se pueden compartir con otros BND de la región de ALC, especialmente en cuanto a la factibilidad y a los desafíos de desarrollar análisis de riesgos a nivel de la cartera y respecto de cómo manejar escenarios climáticos futuros y cómo conectar la fase de análisis con la identificación de oportunidades de inversiones resilientes y la integración de los elementos climáticos en los productos financieros de los bancos.

-  El análisis de riesgos climáticos combina bases de datos climáticos que ya están disponibles para la región con niveles de aproximación espacial aceptable (regional y municipal) y son consistentes con la dimensión geográfica de las carteras bancarias. Al mismo tiempo, la calidad y el detalle de la información de la cartera de los bancos del proyecto piloto ha demostrado ser más que suficiente para el desarrollo de un análisis de riesgos robusto y minucioso.
-  El análisis de riesgos a nivel de la cartera (*heatmapping*) permite generar información útil para el manejo de riesgos agregados, aun, como en este caso, haya producido resultados de vulnerabilidad relativa y no absoluta. Es decir, permite a un banco identificar sus clientes más vulnerables al cambio climático, aunque no proporciona todavía la posibilidad de medir esta exposición en términos financieros, lo que seguramente mejorará en futuras interacciones del análisis.

- ✓ La identificación de los canales de transmisión de los riesgos y de soluciones tecnológicas, y de prácticas para generar resiliencia en los clientes, necesita un conocimiento detallado de las amenazas más relevantes y de las dinámicas económicas del sector, incluyendo los diferentes activos y procesos potencialmente afectados. Es un trabajo de análisis importante y, posiblemente, oneroso, que beneficia significativamente la capacidad de priorización de los segmentos de clientes identificados como más vulnerables y relevantes en la fase de *heatmapping*.
- ✓ En cuanto a la integración de los elementos de resiliencia en los productos y servicios bancarios, un resultado interesante del piloto fue encontrar muchos instrumentos financieros y servicios de asistencia técnica que ya ofrecen los bancos, que contemplan temas sostenibles y que podrían ampliarse hacia inversiones en resiliencia climática.
- ✓ También es importante resaltar la oportunidad de utilizar los resultados del análisis de riesgos y de inversiones resilientes para generar métricas de clasificación de la cartera (por ejemplo, el volumen de financiamiento hacia clientes vulnerables) y de desempeño (como el número de clientes vulnerables beneficiarios de inversiones resilientes), que podrían apoyar instrumentos de fondeo específicos para financiar esta línea de actividad, entre ellos, los bonos verdes para resiliencia climática bajo los nuevos estándares de mercado, tales como los principios del *Climate Bonds Initiative*.

Por último, se agregan algunos comentarios conclusivos por parte de los bancos que han colaborado en este piloto para explicitar su propia perspectiva sobre el proyecto y su utilidad.

## **Banco de Desarrollo de Minas Gerais**

Con el trabajo realizado, el BDMG mejoró su conocimiento sobre los riesgos físicos relacionados con el clima que enfrentan los diferentes sectores, subsectores y regiones del Estado de Minas Gerais, y cómo estos riesgos pueden evolucionar en el corto, mediano y largo plazo. Sobre la base de los resultados obtenidos, el banco podrá caracterizar su cartera de crédito de acuerdo con estos riesgos y, por tanto, definir algunos límites de exposición, identificar ciertas necesidades de crédito e, incluso, proponer alguna acción de desarrollo regional para el Estado. Tomando como guía principal los nuevos requisitos del Banco Central de Brasil, y con la percepción de los resultados obtenidos en este trabajo, el BDMG está desarrollando metodologías para la clasificación de riesgos climáticos de la cartera y de nuevas operaciones. La implementación de estas nuevas metodologías también requerirá la capacitación de diferentes áreas del banco.

## Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

Gracias a la colaboración con WTW y el BID, FIRA identificó los riesgos climáticos actuales y aquellos que enfrentará su cartera hacia 2030 y 2050, por lo que se ha obtenido información relevante sobre este fenómeno, lo cual ayudará al cumplimiento de la misión institucional.

De manera inmediata, los resultados de la herramienta HeatMapR® han sido de utilidad para otras iniciativas que emprende FIRA. Por ejemplo, ha robustecido el contexto del financiamiento a la adaptación y la resiliencia al cambio climático. Asimismo, estos resultados serán útiles para las próximas acciones específicas en materia de adaptación al cambio climático, como la identificación de las áreas de oportunidad en la implementación de las recomendaciones del TCFD, entre otras. Sin embargo, la metodología de bandas de colores brinda una visión relativa, mas no absoluta, del riesgo en las inversiones, lo cual dificulta su incorporación en modelos de análisis de riesgo crediticio. Un área de mayor estudio en el futuro sería la obtención del pronóstico de riesgo en términos no relativos para poder hacer las previsiones de riesgos correspondientes a la cartera de crédito.

Con la capacitación realizada, FIRA mejoró el conocimiento sobre los riesgos climáticos físicos y, al mismo tiempo, permitirá a las áreas operativas el uso de los resultados obtenidos en el análisis del riesgo climático físico de su cartera.

Finalmente, este estudio proporciona la oportunidad de ampliar el análisis de riesgos climáticos para mejorar la comprensión de los riesgos físicos, así como incrementar el diseño de propuestas innovadoras que permitan enfrentar los retos que conlleva su identificación, medición y modelación desde la perspectiva de la banca de segundo piso.



# 4

---

# ANEXOS



# Anexo 1. Los riesgos climáticos físicos en América Latina: enfoque en Brasil y en México

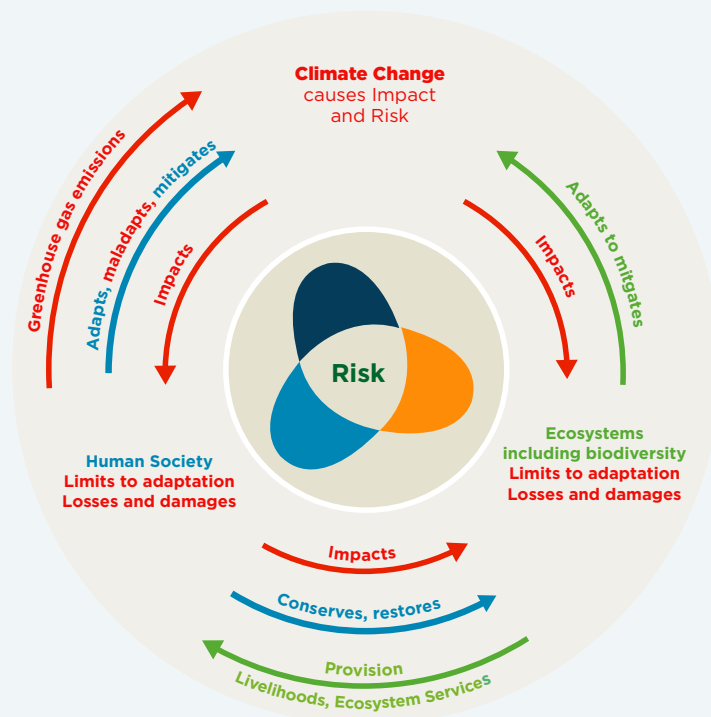
## 1.1. Introducción al concepto de riesgo climático

Es innegable que, en las últimas décadas, el cambio climático ha causado, a nivel global, impactos sustanciales, tanto en los ecosistemas naturales como en los sistemas socioeconómicos humanos.

Como se ilustra en el gráfico A1.1, el nivel de riesgo de los impactos conexos al clima se define, generalmente, en función de la interacción entre las siguientes situaciones (IPCC, 2022a):

- ▶ Las amenazas climáticas.
- ▶ La exposición de los sistemas humanos y naturales a esas amenazas.
- ▶ La vulnerabilidad (inherente) de dichos sistemas, generalmente entendida en función de la susceptibilidad al impacto de estos y de su capacidad de adaptación.

**Gráfico A1.1. Conceptos básicos de la contribución del equipo de trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático al Sexto Informe de Evaluación (AR6)**



The risk propeller shows that risk emerges from the overlap of:

- Climate hazard(s)
- Vulnerability
- Exposure

...of human systems, ecosystems and their biodiversity

Fuente: IPCC (2022a).

Nota: Este gráfico se presenta con fines ilustrativos; por eso, se ha conservado el texto en inglés que contiene el original.

El riesgo climático físico se podría entonces explicar como la probabilidad de sufrir daños y pérdidas debido a eventos climáticos extremos (riesgos agudos) o a la evolución paulatina de ciertas variables climáticas (por ejemplo, un aumento progresivo de la temperatura o cambios en los patrones de precipitación) a los que está expuesto un sistema. Los daños y las pérdidas podrían exacerbarse por las características intrínsecas del sistema (su fuerte dependencia del recurso hídrico, la existencia de umbrales climáticos críticos de operación,<sup>14</sup> etc.), que harían que un mismo impacto pudiera sentirse con mayor o menor intensidad (riesgo crónico). En las siguientes secciones, se explica cómo está cambiando el clima en la región y cuáles son las proyecciones que muestran los modelos climáticos.

## 1.2. Panorama: cambio climático histórico y proyecciones

La siguiente panorámica permite entender el alcance del cambio climático actual y el proyectado en América Latina y, de manera particular, en los países donde se realizó el proyecto piloto: Brasil y México.

### América Latina

#### *Cambio climático histórico*

El continente latinoamericano ya se ve afectado por un clima cambiante. A pesar de ser un contribuidor mínimo a las emisiones mundiales de gas de efecto invernadero (GEI), los países que lo conforman son particularmente vulnerables al cambio climático. Si bien se estima que hasta 2016 la región de América Latina y el Caribe (ALC) aportó tan solo el 8,3% de las emisiones mundiales de GEI (Gütschow et al., 2016), ya se está viendo severamente afectada por el cambio climático. En términos de amenazas actuales, se identificaron las siguientes tendencias (IPCC, 2022a); (IPCC, 2022b):

- ▶ Las temperaturas medias han aumentado en todas las subregiones de ALC.
- ▶ En comparación con el nivel medio mundial del mar durante las últimas tres décadas, el nivel relativo del mar ha aumentado a un ritmo mayor que el nivel medio global en el Atlántico Sur y en el Atlántico Norte subtropical, y a una tasa más baja en el Pacífico Este.

<sup>14</sup> El umbral crítico puede ser ambiental, social, económico, financiero, reglamentario o jurídico, por ejemplo, las normas específicas de riesgo de inundaciones, los requisitos de agua para refrigeración o los rangos de temperatura para un funcionamiento eficiente. En el diseño de activos físicos, los umbrales críticos son rutinariamente identificados y representan los límites entre lo que es un nivel de riesgo tolerable e intolerable. En el contexto de un clima cambiante, estos umbrales se pueden exceder con más frecuencia y con mayor intensidad, lo que lleva a niveles intolerables de riesgo que no se habían tenido en cuenta cuando se fijó el precio del activo. Estos umbrales deben identificarse durante las evaluaciones del impacto climático y aplicarse en el transcurso del análisis de impactos (IIGCC, 2020).

En las subregiones, estas tendencias también se han identificado (IPCC, 2022b):

- ▶ En América del Sur y en Centroamérica, la aridez y la sequía agrícola y ecológica son fenómenos crecientes.
- ▶ En el norte de América del Sur existe un nivel de confianza alto en un aumento dominante del número de días secos y la frecuencia de la sequía.
- ▶ En el noreste de América del Sur hay también un nivel de confianza alto en un aumento dominante de duración de la sequía.
- ▶ En el sureste de América del Sur se observan aumentos en la precipitación media y extrema desde la década de 1960 (nivel de confianza alto).

## Proyecciones climáticas

El cuadro A1.1 ofrece un resumen de las principales tendencias proyectadas por subregión.

**Cuadro A1.1. Proyecciones de cambio climático para América del Sur y Centroamérica**



**América del Sur y Centroamérica:** aumento de aridez y sequía, y de probabilidad de fuegos forestales.

**Noroeste de América del Sur:** reducción de nieve y hielo con aumento de inundación pluvial. Pérdida de glaciares y deshielo de permafrost, y reducción de flujos en ríos.

**Norte de América del Sur:** incremento de lluvias extremas e inundaciones pluviales, del número de días secos y de la frecuencia de sequías.

**Noreste de América del Sur:** mayor intensidad y frecuencia de lluvias extremas bajo un escenario de aumento de la temperatura por encima de 2 °C, y un incremento dominante en la duración de sequías.

**Sudoeste de América del Sur:** expansión de áreas sujetas a un incremento de la severidad y la frecuencia de sequías y un mayor riesgo de fuegos forestales. Reducción de glaciares y deshielo de permafrost.

**Sudoeste de América del Sur:** expansión de áreas sujetas a un incremento de la severidad y la frecuencia de sequías y un mayor riesgo de fuegos forestales. Reducción de glaciares y deshielo de permafrost.

**Región monzónica de América del Sur:** mayor intensidad y frecuencia de lluvias extremas e inundaciones pluviales bajo un escenario de aumento de la temperatura por encima de 2 °C, y retraso del monzón en América del Sur. Incremento de sequías y, en el caso del Amazonas, de días con temperaturas por encima de los 35 °C (hasta 150 días) bajo un escenario RCP 8.5 para fin de siglo.

**Sudeste de América del Sur:** aumento en intensidad y frecuencia de lluvias extremas e inundaciones pluviales bajo un escenario de aumento de la temperatura por encima de 2 °C.

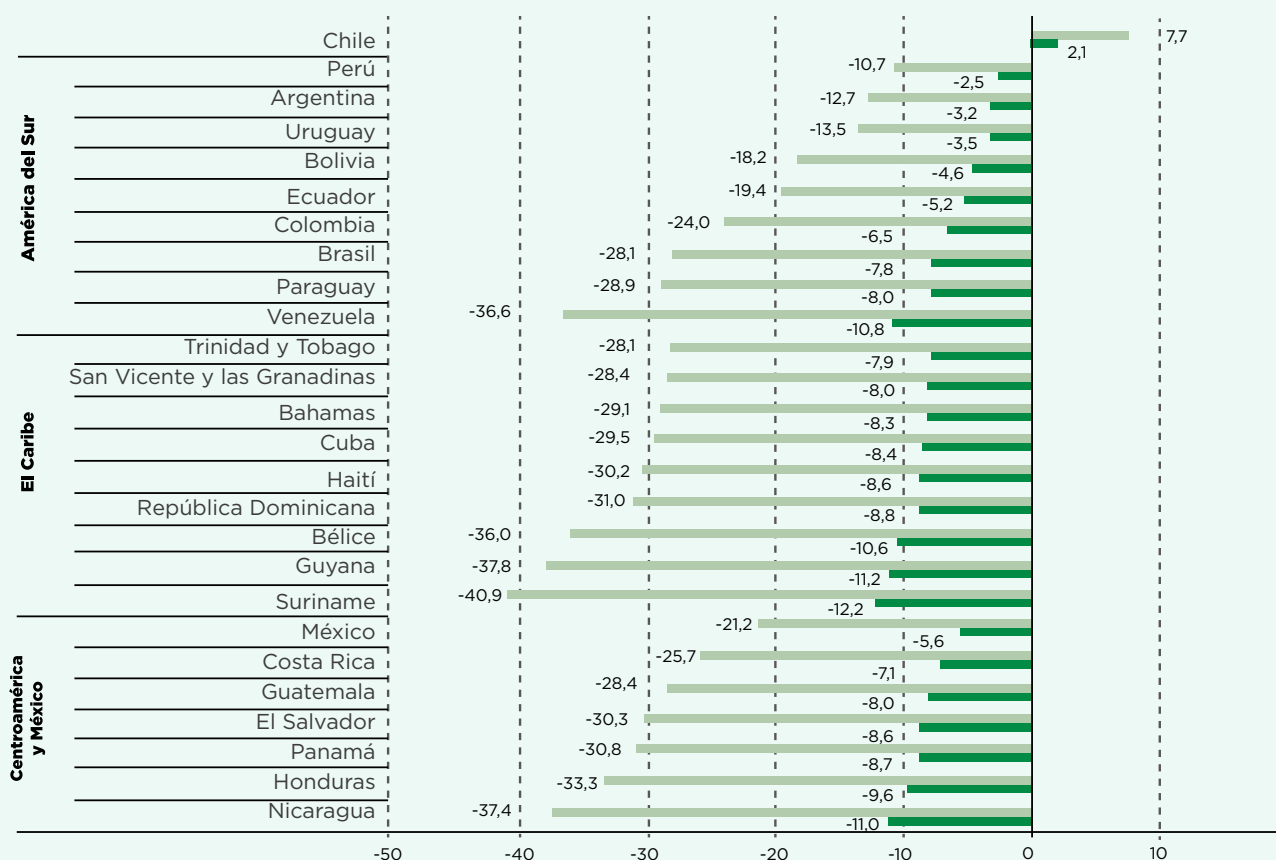
**Sur de América del Sur:** aumento en intensidad y frecuencia de lluvias extremas e inundaciones pluviales, e incremento de sequías bajo un escenario de elevación de la temperatura por encima de 2 °C.

Fuente: IPCC (2022b).



La región de ALC es particularmente vulnerable a las amenazas físicas del cambio climático, dadas sus características tanto geográficas y climáticas como demográficas y socioeconómicas (CEPAL, 2015). Para 2050, el costo económico de los impactos climáticos en la región podría ser de entre el 1,5% y el 5% del producto interno bruto (PIB) regional actual, por la suma de pérdidas agrícolas e hidroeléctricas, el incremento de las enfermedades de transmisión vectorial y los daños ocasionados a la infraestructura crítica por eventos extremos, entre otros factores. Ciertamente, se esperan diferencias en las distintas subregiones y países de América Latina, como se muestra en el gráfico A1.2. Pero la tendencia general para la región se materializa en porcentajes de PIB per cápita inferiores a los que tendrían los países sin cambio climático.

**Gráfico A1.2. América Latina y el Caribe (26 países): proyección de la variación del PIB**



Fuente: Burke, Hsiang y Miguel (2020).

Nota: El gráfico refleja la diferencia porcentual entre el producto interno bruto (PIB) per cápita sin cambio climático y el PIB per cápita en el escenario pesimista de aumento de la temperatura.

Las diferencias que se evidencian entre los países son el producto de su exposición a distintas amenazas climáticas, así como de la vulnerabilidad intrínseca de cada uno. Estas tendencias de variables climáticas pueden tener efectos significativos en los sectores de la economía de las naciones latinoamericanas y también incidir en los niveles de pobreza, tal como se resume en el cuadro A1.2, desarrollado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Bárcena et al., 2020).

**Cuadro A1.2. Impactos potenciales y riesgos del cambio climático**

Sector	Riesgos claves	Impulsores climáticos
 <b>Agricultura</b>	Disminución de la producción, la calidad de los alimentos y los ingresos; alza de los precios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Temperaturas en aumento y episodios extremos.</li> <li>▶ Precipitación errática, fuera del rango biológico, y episodios extremos.</li> <li>▶ Fertilización por aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>
 <b>Agua</b>	Menor disponibilidad de agua en regiones semiáridas y dependientes del derretimiento de los glaciares; inundaciones en áreas rurales y urbanas relacionadas con precipitaciones extremas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tendencia al aumento de la temperatura y a la sequía.</li> <li>▶ Cubierta de nieve.</li> <li>▶ Aumento de las precipitaciones.</li> </ul>
 <b>Biodiversidad y bosques</b>	Desaparición de bosques, blanqueamiento de corales y pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aumento de la deforestación.</li> <li>▶ Fertilización por aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>.</li> <li>▶ Tendencia al aumento de la temperatura.</li> <li>▶ Acidificación de los océanos.</li> </ul>
 <b>Salud</b>	Propagación de enfermedades transmitidas por vectores a mayores altitudes y latitudes que en su distribución original.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aumento de la temperatura.</li> <li>▶ Incremento de las precipitaciones.</li> </ul>
 <b>Turismo</b>	Pérdida de infraestructura, alza del nivel del mar, aparición de especies invasoras y fenómenos extremos en zonas costeras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Alza del nivel del mar.</li> <li>▶ Temperaturas extremas.</li> <li>▶ Precipitaciones extremas e inundaciones.</li> </ul>
 <b>Pobreza</b>	Disminución de los ingresos de la población vulnerable, principalmente la agrícola, y aumento de la desigualdad de los ingresos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aumento de la temperatura y de los episodios extremos.</li> <li>▶ Tendencia a la sequía.</li> <li>▶ Precipitación errática o fuera del parámetro de la fisiología de los cultivos.</li> </ul>

Fuente: Burke, Hsiang y Miguel (2020), sobre la base del IPCC (2014).

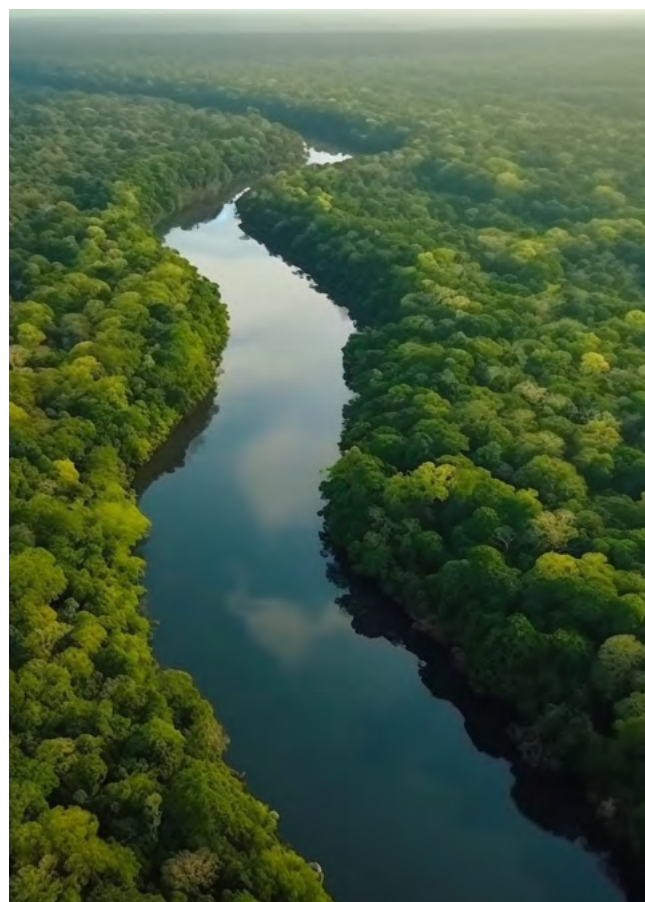
Los siguientes párrafos se enfocan en el cambio climático histórico y proyectado en Brasil y México, donde se implementaron los dos pilotos en el marco del proyecto.

## Brasil

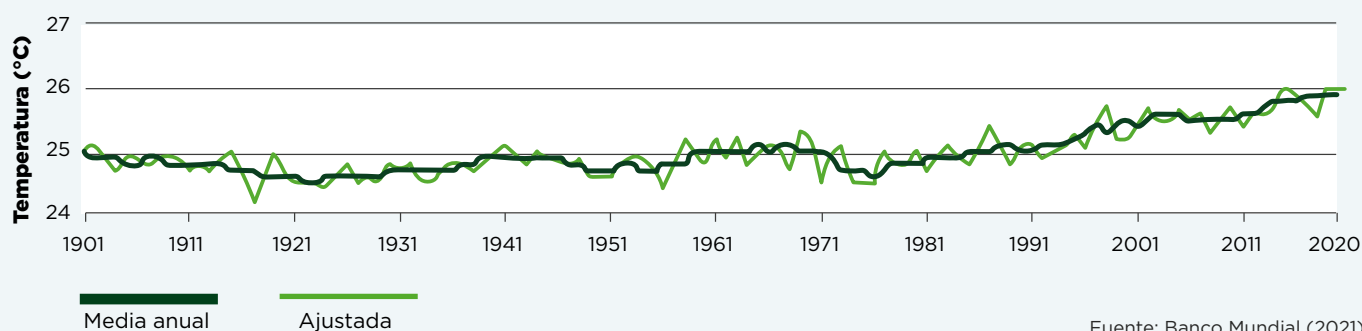
### Cambio climático histórico

#### *Cambios incrementales*

De acuerdo con el Banco Mundial (2021), las temperaturas en la cuenca del Amazonas han aumentado 0,5 °C desde 1980, y se observan mayores tasas de calentamiento durante la estación seca (de agosto a noviembre). Las temperaturas invernales son más elevadas, mientras que la frecuencia de las noches frescas en todo el país ha disminuido. En este contexto (véase el gráfico A1.3), la cantidad de días y noches cálidos se ha incrementado, particularmente durante la estación seca. Dada la alta humedad del país, el aumento de las temperaturas también ha acrecentado los valores para los índices de calor críticos, sobre todo en las zonas bajas y en las regiones del norte y centro-oeste, que son las más húmedas. También se han observado temperaturas extremadamente bajas en las zonas del sur de Brasil durante el último medio siglo, pero a un ritmo menos frecuente.



**Gráfico A1.3. Temperatura anual observada en Brasil entre 1901 y 2020**



Dado el tamaño y la diversa topografía de Brasil, los patrones de precipitación son muy variables. El país recibe una precipitación mensual promedio más alta de enero a marzo, y la menor cantidad de precipitación promedio de julio a septiembre. Históricamente, la precipitación anual promedio disminuye de norte a sur, sin embargo, este patrón continúa viéndose afectado, en gran medida, por el régimen monzónico del país. La variabilidad interanual del clima juega un papel vital que repercute en el ciclo estacional de la precipitación.






Durante los eventos de El Niño, la región norte recibe menos lluvia de lo normal en verano, mientras que en la región sur llueve más; lo contrario ocurre durante los eventos de La Niña. Desde 1960, se ha observado una tendencia de aumento medio anual de las precipitaciones. Especialmente la región húmeda tropical, que cubre la mayor parte de la Amazonía, ha experimentado un incremento del 5% en las precipitaciones en los últimos 30 años (Banco Mundial, 2021).

### Cambios en eventos extremos

Debido a su ubicación en una región tropical, con temperaturas elevadas y alto potencial de evapotranspiración, Brasil es un país en gran manera expuesto a eventos climáticos extremos, en particular, lluvias torrenciales. En las últimas tres décadas, el aumento de la frecuencia y la intensidad de lluvias fuertes y abundantes ha resultado en un mayor número de eventos de escorrentía, inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra, debido también, en parte, a un aumento en la degradación ambiental.

Como se refleja en el cuadro A1.3, hay una incidencia asidua tanto de sequías como de lluvias extremas, que tienden a generar una frecuencia alta de inundaciones y deslizamientos, con impactos disruptivos, especialmente en zonas urbanas. Se estima que el 65% de todos los desastres naturales del país son producto de las fuertes lluvias, que, a su vez, generan inundaciones repentinas y deslizamientos, y fueron la causa de cerca del 74% de las muertes relacionadas con desastres naturales entre 1991 y 2010 (Debortoli et al., 2017).

**Cuadro A1.3. Desastres naturales en Brasil entre 1900 y 2020**

Amenaza natural	Subcategoría	Número de eventos	Número de fatalidades	Número total de afectados	Daño total ('000 US\$)	
	<b>Sequía</b>	Sequia	18	20	78.812.000	111.831.100
	<b>Temperaturas extremas</b>	Ola de frío	5	154	600	1.075.000
		Ola de calor	3	201	0	0
	<b>Inundaciones</b>	Inundación repentina	11	658	325.931	275.770
		Inundación fluvial	69	3.106	11.418.683	6.158.670
	<b>Deslizamiento de tierra</b>	Deslizamiento de tierra	15	1.262	4.004.045	27
		Avalancha de lodo	10	483	234.569	183.000
	<b>Tormenta</b>	Tormenta convectiva	10	70	36.257	183.000
		Tormenta extratropical	1	3	1.600	350.000
		Ciclón tropical	1	4	150.060	350.000
	<b>Fuego forestal</b>	Fuego forestal	2	2	12.000	2
		Incendio terrestre (matorral, pastizal).	2	1		36.000

Fuente: Banco Mundial (2021).

La alta susceptibilidad a eventos extremos resulta, por lo general, en pérdidas económicas y sociales significativas. De acuerdo con el Banco Mundial (2014), solo en 2011, inundaciones, deslizamientos y deslaves fueron la causa de la muerte de aproximadamente 1.000 personas en Río de Janeiro, con un impacto económico del 1,35% en el PIB del país. Entre 2009 y 2014, casi toda municipalidad altamente poblada fue afectada por inundaciones, y cerca de 50.000 residencias de bajos recursos fueron destruidas. La situación se ve empeorada por la rápida y no planificada urbanización de muchas zonas (y la construcción en áreas poco seguras y propensas a ser afectadas), lo cual ha incrementado la vulnerabilidad de sectores habitados.

## Proyecciones climáticas

### Cambios incrementales

Como se ilustra en el cuadro A1.4, bajo un escenario alto de emisiones de GEI (escenario RCP 8.5),<sup>15</sup> se proyectan incrementos promedios de las temperaturas de hasta +2.0 °C para las décadas de 2040 y 2060, y de hasta +4.1 °C para finales de siglo. En lo que respecta a variaciones en los patrones de lluvia, se estima un cambio promedio negativo (-), aunque hay grandes divergencias en máximos y mínimos, según la región del país abarcada (véase el gráfico A1.4).

**Cuadro A1.4. Cambios estimados del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados 5 (32 General Circulation Models) en la temperatura anual y en la precipitación anual para 2040-2059 y 2080-2099, en relación con 1986-2005, línea de base bajo el escenario RCP 8.5**

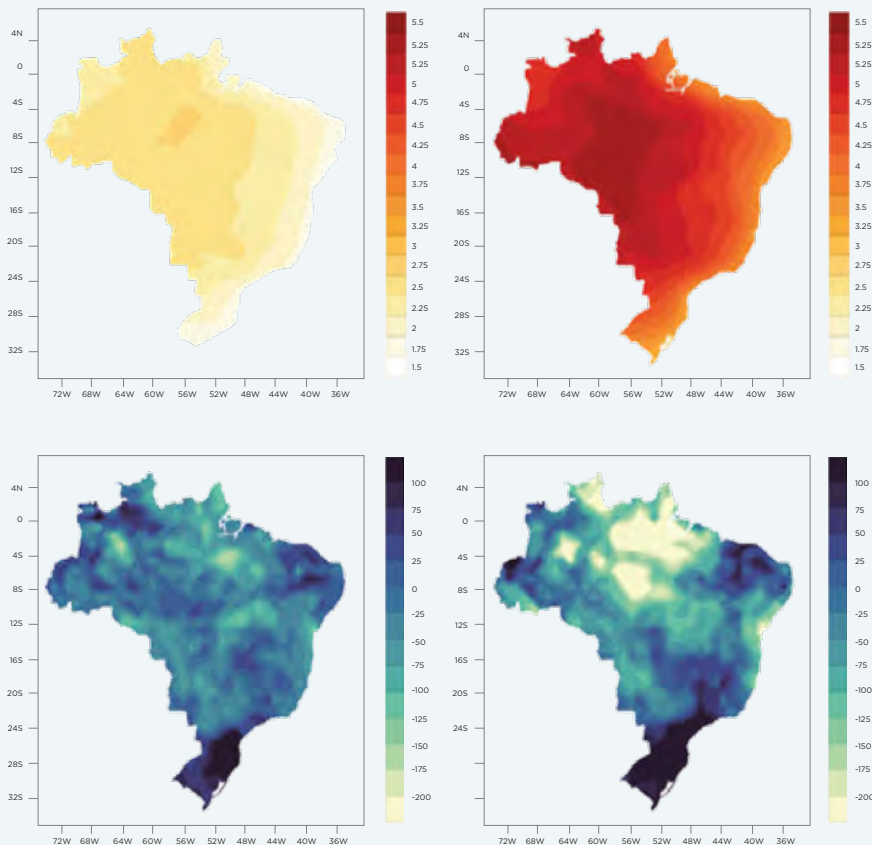
Proyecciones del conjunto de datos del CMIP5	2020-2039	2040-2059	2060-2079	2080-2099
Anomalía de temperatura anual (°C)	+0.6°C a +2.0°C (+1.1°C)	+1.3°C a +3.2°C (+2.0°C)	+2.1°C a +4.7°C (+3.1°C)	+2.9°C a +6.4°C (+4.1°C)
Anomalía de precipitación anual (mm)	-25.6 a +23.0 (-1.2 mm)	-30.1 a +28.1 (-1.5 mm)	-39.1 a +34.3 (-1.5 mm)	-47.4 a +40.4 (-3.5 mm)

Fuente: Banco Mundial (2021).

CMIP5: Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados 5.

<sup>15</sup> El Banco Mundial usa como fuente para las proyecciones del cambio climático a futuro el conjunto de datos globales de modelos climáticos basados en el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados 5 (CMIP5) del IPCC. Estos modelos hacen uso de cuatro escenarios representativos de niveles de forzamiento radiactivo, asociados a niveles de concentración de GEI en la atmósfera: el escenario RCP 2.6 (más bajos niveles de emisión, alineado con un marco de desarrollo verde, bajo en carbono), el RCP 4.5 y el RCP 6.0 (niveles intermedios), y el RCP 8.5 (el más alto, con mayores emisiones de GEI, que asume una trayectoria de *business as usual* en el modelo de desarrollo económico). Para simplificar: escenario de emisiones bajo (RCP 2.6), medio (RCP 4.5) y alto (RCP 8.5). Acá se presentan las proyecciones para el más alto, pues este infiere de manera más significativa en la materialización de riesgos físicos generados por el cambio climático.

### Gráfico A1.4. Proyecciones climáticas para Brasil acordes al escenario alto (RCP 8.5) de emisiones de gases de efecto invernadero, en temperatura y precipitaciones



Fuente: Banco Mundial (2021).

Nota: Las temperaturas se registran en los gráficos superiores y las precipitaciones, en los inferiores.

### Cambios en eventos extremos

A futuro, se proyecta un incremento en el riesgo y en la intensidad de la escasez hídrica y de la sequía a nivel nacional, a excepción del centro y el sur de Brasil (desde el sur de San Pablo), donde se proyecta un incremento de las precipitaciones y, por ende, mayores impactos generados por inundaciones, anegamiento de campos cultivados y erosión de los suelos (Banco Mundial, 2021). Un aumento en la intensidad de inundaciones en ciudades como San Pablo conlleva también a incrementos de daños en infraestructura, particularmente en las zonas residenciales más pobres de la región (Haddad y Teixeira, 2015).

Las sequías en Brasil han afectado, en los últimos años, hasta a 80 millones de personas en el país y han generado pérdidas de hasta US\$11.200 millones. La probabilidad de sequías podría incrementarse hasta un 20%, afectando, en particular, el noreste y sudeste del país, con consecuencias significativamente adversas para aquellos sectores en extremo dependientes de los recursos hídricos, en especial la agricultura.

## México

### Cambio climático histórico

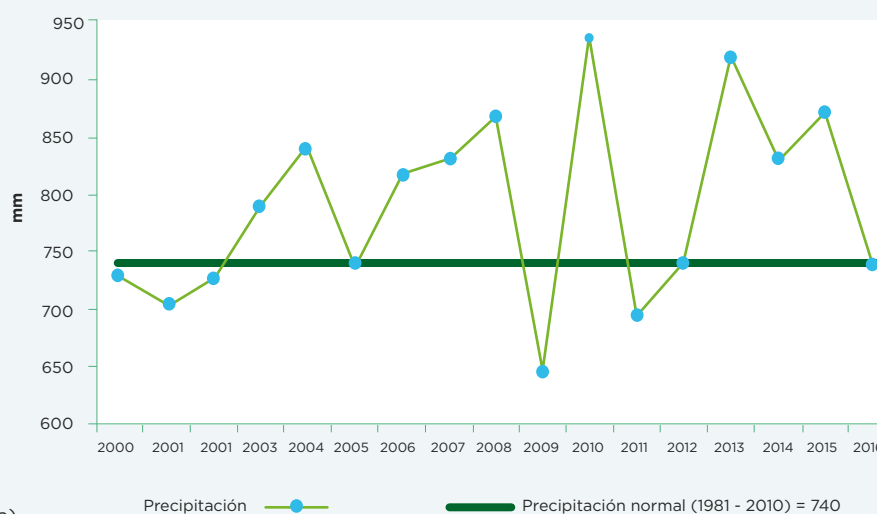
#### Cambios incrementales

En lo que respecta a las tendencias y a los cambios en los riesgos incrementales registrados en las últimas décadas en el país, se advierte que en los últimos 50 años el aumento de las temperaturas promedio fue de aproximadamente  $+0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con mayores incrementos en las temperaturas máximas que en las mínimas (INEEC y Semarnat, 2018).

Asimismo, como se ilustra en el gráfico A1.5, se han observado cambios en los patrones de lluvia y en la cantidad de precipitación. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (Conagua), en 2013 y en 2015 se registró un 24% y un 15% más de precipitación, respectivamente, en relación con la normal de 740 mm anuales calculados para el período 1981-2010. Además, en 2016 se alcanzaron 744 mm de precipitación anual, un 0,5% superior a la normal de dicho período (Conagua, 2017a). Se debe tomar en cuenta, sin embargo, que el lapso observado en el gráfico cubre solamente 16 años, por lo que serían necesarios datos adicionales para confirmar si se trata de un período de variabilidad climática existente dentro de uno mucho más largo de reducción de las precipitaciones o si refleja un cambio climático de largo plazo de aumento de lluvias.



**Gráfico A1.5. Precipitación anual en México entre 2000 y 2016**



Fuente: Conagua (2017a).

## Cambios en eventos extremos

En cuanto a los eventos extremos, en el caso de México prevalecen condiciones de alta vulnerabilidad y exposición al cambio climático (dadas sus características geográficas, como su latitud, relieve y localización entre dos océanos), ya que recibe el impacto de diferentes fenómenos hidrometeorológicos.

Los huracanes, las sequías, las temperaturas extremas y las lluvias torrenciales han ocasionado en el país pérdidas humanas y altos costos económicos y sociales. Estos eventos ponen en riesgo la vida de la población, su bienestar y patrimonio; comprometen la conservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios que estos proveen, y también limitan las oportunidades de desarrollo en el corto y mediano plazo. Por ejemplo, entre 1970 y 2016, 230 ciclones tropicales afectaron a México (Conagua, 2017b) (véase el cuadro A1.5), generando efectos económicos y sociales muy significativos y con mayor incidencia que los desastres de origen geológico. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred, 2015), el impacto acumulado de los huracanes Emily, Stan y Wilma en 2005 fue de US\$64.262,4 millones y, en 2013, los huracanes Ingrid y Manuel generaron un costo de US\$61.519,7 millones.

**Cuadro A1.5. Ciclones tropicales que han impactado en México entre 1970 y 2016**

Océano	Depresiones tropicales	Tormentas tropicales	Huracanes moderados (H1 y H2)	Huracanes intensos (H3 y H5)	Total
Atlántico	27	33	15	12	87
Pacífico	33	50	47	13	143
<b>Total</b>	60	83	62	25	230

Fuente: Conagua (2017b).

En el caso de las sequías, generalmente se inician en noviembre y concluyen entre mayo y junio, cuando comienza la temporada de lluvias. En las últimas décadas, se han presentado períodos severos de sequía: entre 2000 y 2003, en 2006, entre 2007 y 2008, en 2009 y entre 2010 y 2012. Entre 2010 y 2015, el 45% del territorio sufrió al menos dos años de sequías, principalmente en la mitad del norte del país y casi en la totalidad de la Península de Yucatán (Semarnat, 2016).

## Proyecciones climáticas

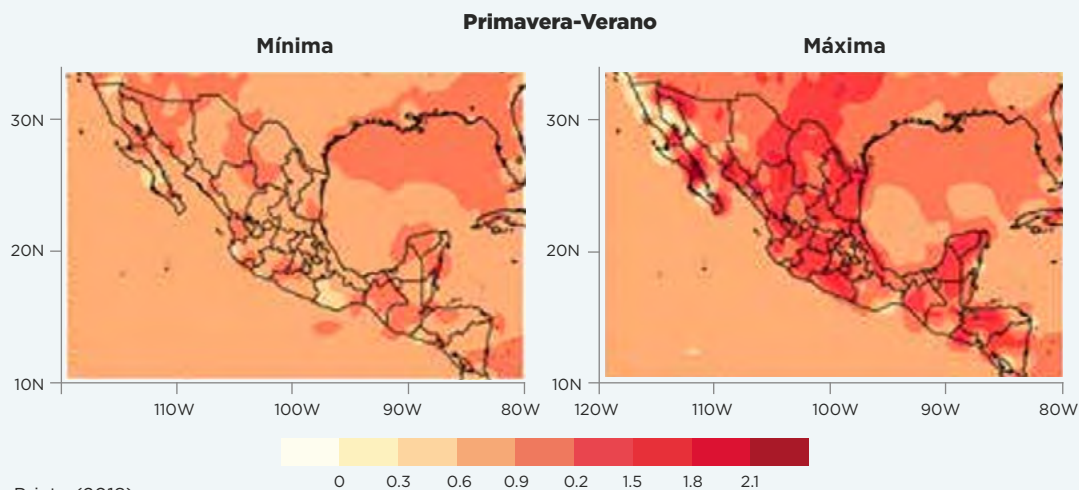
### Cambios incrementales

En el período 2015-39, se esperan anomalías<sup>16</sup> en las temperaturas anuales mayores a 2 °C en el norte del país, y, en la mayoría del territorio, entre 1 °C y 1,5 °C (gráfico A1.6). En lo que respecta a futuras desviaciones de la temperatura, para un escenario de emisiones altas en el verano climatológico, se proyectan irregularidades mayores a 4,5 °C para finales de siglo, entre 2075 y 2098 (véase el gráfico A1.7).

<sup>16</sup> Una anomalía climática es una desviación del valor de un elemento del clima respecto a su valor norma.

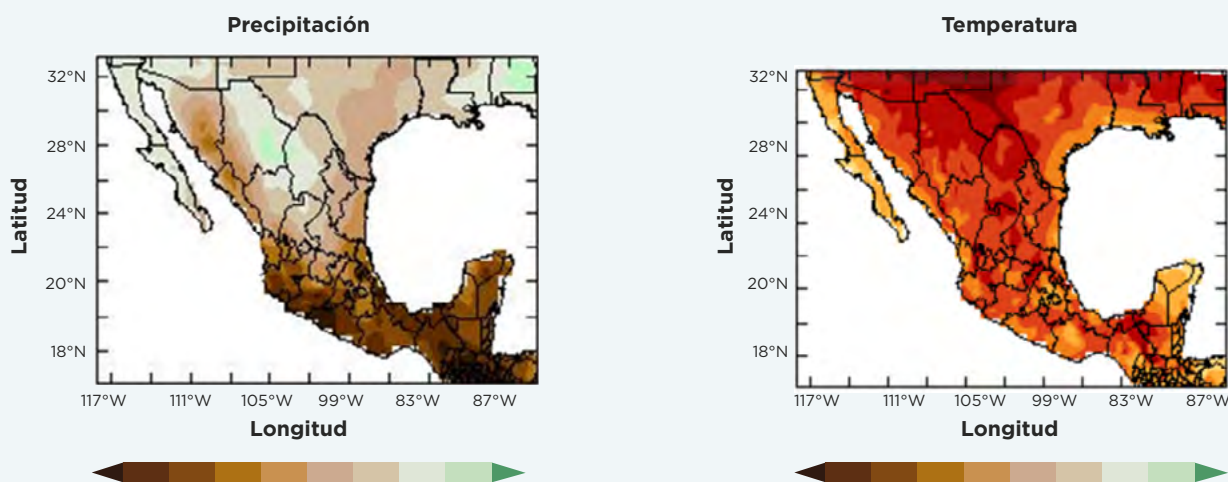


**Gráfico A1.6. Anomalías de temperaturas máximas y mínimas durante la primavera y el verano para el futuro cercano (2015-39) respecto del período histórico (1980-2004)**



Fuente: Salinas Prieto (2018).

**Gráfico A1.7. Proyecciones de precipitación y anomalías de temperatura para el verano climatológico 2075-98, bajo el escenario RCP 8.5**



Fuente: INECC (2014).

En lo que respecta a alteraciones en los patrones de lluvia, se proyectan cambios relativamente pequeños (entre 0 y -0,2 mm/día) en la Península de Baja California y en la meseta central del país. Sin embargo, se estiman anomalías mucho más grandes (<-1,4mm/día) para el sur del país, bajo un escenario RCP 8.5 de emisiones altas (INECC, 2014) (véase el gráfico A1.8).

## Cambios en eventos extremos

A futuro se proyecta, asimismo, un incremento de la intensidad de huracanes y tormentas, y un aumento en la frecuencia y la magnitud de las sequías y la escasez hídrica, que vendrían a convertirse en el “estado normal” en el sur de México para 2100. De acuerdo con la Sexta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), un escenario de inacción ante el cambio climático puede provocar reducciones drásticas en la capacidad agrícola del país, generando una disminución de entre el 5% y el 20% en las próximas décadas en la producción de los cultivos principales (maíz, caña de azúcar, sorgo, trigo, arroz y soya), y de hasta el 80% para finales de siglo (INECC y Semarnat, 2018).

Los impactos del cambio climático se distribuirán de manera heterogénea, dependiendo de las características de las diferentes zonas bioclimáticas, la infraestructura instalada, los recursos naturales disponibles, la demografía y el desarrollo económico (INECC, 2019), como se observa en el gráfico A1.8.

**Gráfico A1.8. Impactos proyectados del cambio climático en México**



















\* Nivel de confianza

Adaptado del Programa Especial de Cambio Climático (PECC, 2014).

Fuente: INECC (2019).

## Anexo 2. Indicadores agrícolas a medida para la cartera de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

Cadenas de valor	Índices agrícolas	Fuente
 Frijol	GDD (grados día de crecimiento) 10/27	1 a 8
 Maíz	CHU (unidades de calentamiento de maíz)	1-2, 9-11
 Sorgo	GDD15/35	1-2, 12-13
 Trigo	GDD15	1-2, 15
 Chile	GDD15	1-2, 14
 Tomate	GDD15/25	1 a 2
 Patata	GCC10/30	1 a 2
 Algodón	GDD15/40	1 a 2
 Caña de azúcar	GDD10/38	1 a 2
 Leche	Umbral de estrés por calor por debajo de 25 o 35 (dependiendo del tipo de ganado)	16-17
 Huevo	Temperatura crítica más alta (HCT) 24	18-19
 Pollo	Temperatura crítica más alta (HCT) 24	18-19
 Bovino	Umbral de estrés por calor por debajo de 25 o 35 (dependiendo del tipo de ganado)	16-17
 Cerdo	Umbral de estrés por calor por debajo de 25	20
 Camarón	Datos insuficientes sobre la temperatura del agua del estuario para las proyecciones climáticas	21-23
 Teca	GDD15/39	24

## Términos clave

**Grados día de crecimiento (GDD):** este índice se basa en la temperatura e indica la cantidad de calor disponible para el crecimiento y la maduración de plantas e insectos. Las temperaturas base generalmente incluyen de 5 °C y 10 °C a 15 °C, capturando las variaciones de los requisitos de calor entre los organismos. Los GDD son útiles para determinar si un clima es lo suficientemente cálido como para sustentar el crecimiento de los cultivos. En general, los GDD de 5 °C se utilizan para evaluar el crecimiento de los cultivos de canola y forraje, y los GDD de 10 °C evalúan el crecimiento del maíz y los frijoles.

Fuente: (2).

**Unidades de calentamiento de maíz (CHU):** es un índice basado en la temperatura que se emplea para estimar si el clima es adecuado para el cultivo de maíz. En general, para la maduración de la mayoría de las variedades de maíz se requiere un mínimo de 2200 CHU. Este índice no tiene en cuenta la disponibilidad de agua para este cultivo. Los CHU diarios se derivan de las temperaturas máximas y mínimas por día, teniendo en cuenta las temperaturas óptimas para el crecimiento del maíz. La fecha de inicio de la acumulación anual de CHU se estima como el último día de tres días consecutivos con una temperatura media diaria superior o igual a 12,8 °C; la fecha final para la acumulación de CHU es la primera fecha con una temperatura mínima inferior o igual a -2,0 °C.

Fuente: (2).

**Temperatura crítica más alta (HCT):** la zona termoneutral es aquella en la que las aves pueden mantener una temperatura corporal constante. Esta zona de temperatura depende del nivel de alimentación y de las condiciones de alojamiento de las aves, entre otros factores. Si la temperatura sube por encima de HCT, las aves ya no pueden disipar su calor, lo que significa que consumirán menos alimento y se reducirá la producción.

Fuente: (18).

**Umbral de estrés por calor:** para animales individuales, especifica la sensibilidad a las condiciones de calor. La definición operativa actual del umbral de estrés por calor se centra en la relación entre la temperatura corporal y la temperatura del aire. El estrés por calor tiene un impacto negativo en el rendimiento productivo y la supervivencia de los animales agrícolas. Los umbrales de estrés por calor evalúan las capacidades de disipación de calor, la tasa de crecimiento y la eficiencia de la alimentación, y son útiles para comparar técnicas de manejo de este problema.

Fuente: (16).

## Fuentes del cuadro

### Generales

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Land and Water. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/en/> [Consultado el 15 de agosto de 2021].
2. Atlas del clima. 2021. Atlas del clima de Canadá. Disponible en: <https://climateatlas.ca/> [Consultado el 19 de julio de 2021].

### **Frijoles**

3. Nemeskeri, E. 2003. Influencia de los factores de crecimiento en el rendimiento y la calidad de los frijoles secos. *Acta Agronomica Hungarica*, 51(3): 307-314.
4. Semillas reales. 2021. Consejos y sugerencias de germinación. Disponible en: <https://www.realseeds.co.uk/germination.html#:~:text=While%20seeds%20will%20germinate%20in,damping%20off%20and%20other%20ills.&text=So%2C%20you%20can%20see%20that,between%2016%2D30C%20is%20ideal> [Consultado el 5 de julio de 2021].
5. Loucks, J. 2021. How Weather Affects Bean Plants. *Week&*, 7 de agosto. Disponible en: <https://homeguides.sfgate.com/weather-affects-bean-plants-56711.html>.
6. Van Schoonhoven, A. y O. Voysest. 1989. Common Beans in Latin America and their Constraints. En: *Bean Production Problems in the Tropics*, capítulo 3. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/132690768.pdf> [Consultado el 4 de julio de 2021].
7. Labuda H. et al. 2007. La influencia de los factores ambientales en la floración del frijol francés. *Acta Agrobotánica*, 60(2): 153-159.

### **Maíz**

8. Ennen, R. y M. Jeschke. 2021. Soil Temperature and Corn Emergence. Disponible en: [https://www.pioneer.com/us/agronomy/soil\\_temp\\_corn\\_emergence.html](https://www.pioneer.com/us/agronomy/soil_temp_corn_emergence.html) [Consultado el 14 de julio de 2021].
9. Prasad, R., S. K. Gunn, C. A. Rotz et al. 2018. Projected climate and agronomic implications for corn production in the Northeastern United States. *PLoS ONE*, 13(6). Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0198623>.
10. Eisele, H. 1938. Influence of environmental factors on the growth of the corn plant under field condition. *Digital Repository*, 20(229). Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/128978093.pdf>.

### **Sorgo**

11. Mundia, C., S. Secchi, K. Akamani y G. Wang. 2019. A Regional Comparison of Factors Affecting Global Sorghum Production: The Case of North America, Asia and Africa's Sahel Sustainability, 11(7): 2135.
12. Tack, J., J. Lingenfelser y S. V. K. Jagadish. 2017. Disaggregating sorghum yield reductions under warming scenarios exposes narrow genetic diversity in US breeding programs. *PNAS*, 114(35): 9296-9310.

### **Chile**

13. Greenhouse Sensation. 2021. How to Grow Chillies. Disponible en: <https://www.greenhousesensation.co.uk/advice/how-to-grow-chillies/#:~:text=Chillies%20require%20an%20optimum%20temperature,late%20March%20or%20early%20April> [Consultado el 6 de agosto de 2021].

### **Trigo**

14. Asseng, S., J. R. Guarin, M. Raman y P. P. G. Gauthier. 2020. Wheat yield potential in controlled-environment vertical farms. *PNAS*, 117(32): 19131-35.

### **Leche y bovino**

15. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2021. Animal Environmental Requirements. Roma: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/s1250e/s1250e10.htm> [Consultado el 6 de agosto de 2021].

16. Parkhurst, A. M., N. E. Lincoln, D. Spiers, T. Mader y L. Hahn. 2002. What is the definition of heat stress threshold? Disponible en: [https://ams.confex.com/ams/15BioAero/techprogram/paper\\_49402.htm](https://ams.confex.com/ams/15BioAero/techprogram/paper_49402.htm) [Consultado el 3 de agosto de 2021].

### **Huevo y aves de corral**

17. The Poultry Site. 2008. Heat Stress. Disponible en: <https://www.thepoultrysite.com/articles/heat-stress> [Consultado el 6 de agosto de 2021].

18. Poultry Hub Australia. 2021. Climate in Poultry Houses. Disponible en: <https://www.poultryhub.org/all-about-poultry/husbandry-management/climate-in-poultry-houses> [Consultado el 4 de agosto de 2021].

### **Cerdo**

19. Lammers, P. J., D. R. Stender y M. S. Honeyman. 2007. Environmental Needs of the Pig. Disponible en: <https://www.ipic.iastate.edu/publications/210.environmentalpigneeds.pdf> [Consultado el 16 de agosto de 2021].

### **Camarón**

20. Viet Linh. 2021. Water Temperature of Shrimp Pond. Disponible en: <http://www.vietlinh.us/technology/aquaculture/water-temperature.asp> [Consultado el 16 de agosto de 2021].

21. Goodwin-Nguyen, S. 2019. How to Star Fresh Water Shrimp Farming. Sciencing, 22 de noviembre. Disponible en: <https://sciencing.com/start-freshwater-shrimp-farming-5856410.html> [Consultado el 16 de agosto de 2021].

22. TNAU Agritech Portal. 2021. Shrimp Culture. Disponible en: [https://agritech.tnau.ac.in/fishery/fish\\_shrimps.html](https://agritech.tnau.ac.in/fishery/fish_shrimps.html) [Consultado el 16 de agosto de 2021].

### **Teca**

23. Agricultura agrícola. 2021. Madera de teca.

## **Anexo 3. Impactos sectoriales y geografías**

Se describen a continuación las geografías identificadas como expuestas a niveles de riesgo climático medio, medio-alto y alto, según el análisis del HeatMapR© para 2050, bajo el escenario RCP 8.5, para los sectores analizados. Además, se especifican los impactos climáticos físicos registrados para cada sector.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Cabe resaltar que no se trata de una lista exhaustiva.

# 1. México



## Maíz

### Geografías

Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán, Zacatecas.

### Impactos climáticos físicos

- ▶ Reducción de rendimiento.
- ▶ Anegamiento que conduce a la pérdida de rendimiento.
- ▶ Interrupciones del transporte.
- ▶ Aumento de los riesgos para la salud en el trabajo por las olas de calor.
- ▶ Daños en infraestructuras críticas (almacenamiento, riego, etc.).
- ▶ Pérdida de cosechas.
- ▶ Incremento de plagas y enfermedades (gusano cogollero).



## Carne de bovino

### Geografías

Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Zacatecas.

### Impactos climáticos físicos

- ▶ Disminución de las fuentes y la calidad del agua y el alimento para el ganado.
- ▶ Reducción del crecimiento del ganado y de su reproducción.
- ▶ Aumento de la morbilidad y la mortalidad del ganado.
- ▶ Daños a la infraestructura e interrupciones del transporte.
- ▶ Disminución de la calidad y la cantidad de la carne, y deterioro de la salud del animal.
- ▶ Aumento de los riesgos para la salud en el trabajo por las olas de calor.
- ▶ Daños en los pastos y restricciones en el acceso de animales a estos.
- ▶ Deterioro de la infraestructura de la granja.



## Trigo

### Geografías

Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

### Impactos climáticos físicos

- ▶ Pérdida y reducción del rendimiento y la calidad de las cosechas.
- ▶ Aumento de los riesgos para la salud en el trabajo.
- ▶ Anegamiento.
- ▶ Interrupción del transporte.
- ▶ Encamado del cultivo.
- ▶ Incremento de plagas y enfermedades.



## Sorgo

### Geografías

### Impactos climáticos físicos

- |  |  |
|--|--|
| <p>Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Disminución de la calidad y la cantidad de los rendimientos.</li> <li>▶ Incremento de plagas y enfermedades.</li> <li>▶ Aumento de los riesgos para la salud en el trabajo.</li> <li>▶ Interrupción del transporte.</li> <li>▶ Daños a la infraestructura crítica.</li> </ul> |
|--|--|

## 2. Brasil



## Café

### Geografías

### Impactos climáticos físicos

- |   |  |
|---|--|
| <p>Metropolitana de Belo Horizonte, sur y sudoeste de Minas, San Pablo.</p> | <p><b>Producción:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Disminución de la longevidad, la calidad y el rendimiento del cultivo, incluso debido al impacto sobre el ciclo fenológico.</li> <li>▶ Mayor incidencia de plagas y enfermedades (roya de la hoja) que causan la pérdida de rendimiento.</li> <li>▶ La producción en altitudes más bajas puede ya no ser viable.</li> </ul> <p><b>Postcosecha y comercialización:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Daños en las carreteras, que conducen a interrupciones del transporte.</li> <li>▶ Averías en las instalaciones de almacenamiento y de posprocesamiento en áreas bajas. Pérdida de cultivos e interrupción de las operaciones.</li> <li>▶ Deterioro del producto en el área de almacenamiento.</li> </ul> |
|---|--|



## Cultivo de caña de azúcar y producción de etanol y biocombustibles

### Geografías

### Impactos climáticos físicos

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>Cultivo de la caña de azúcar:</b><br/>Metropolitana de Belo Horizonte, noreste de Minas, Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba.</p> <p><b>Producción de etanol y biocombustibles:</b><br/>Noroeste de Minas, sur y sudoeste de Minas, Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Alteración del ciclo de crecimiento y la longevidad de la planta, pérdida de rendimiento y calidad.</li> <li>▶ Mayor incidencia de plagas y enfermedades (roya anaranjada).</li> <li>▶ Aumento del consumo de energía durante el proceso de fermentación para la producción de etanol y biocombustibles.</li> <li>▶ Anegamiento.</li> <li>▶ Daños a los activos.</li> <li>▶ Deterioro de la infraestructura del transporte.</li> </ul> |
|--|---|





## Pequeñas centrales hidroeléctricas

### Geografías

Sur y sudoeste de Minas, Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba, Zona de Mata.

- ▶ Menor capacidad de generación de la central hidroeléctrica.
- ▶ Derrame de micropresas.
- ▶ Daños a la infraestructura.
- ▶ Interrupción del transporte.
- ▶ Sedimentación en embalses *in situ* y mayor necesidad de dragado.



## Gestión de residuos cloacales y actividades de descontaminación

### Geografías

Metropolitana de Belo Horizonte, oeste de Minas, sur y sudoeste de Minas, Triángulo Mineiro y Alto Paranaíba, Valle de Río Doce, Zona de Mata, Espírito Santo.

- ▶ Incremento de vertidos incontrolados y deterioro de la calidad del agua.
- ▶ Mayores flujos de entrada que conducen a desvíos más frecuentes.
- ▶ Rendimiento de remojo reducido de aguas residuales *in situ*.
- ▶ Flotación de cámaras subterráneas.
- ▶ Cambios ecológicos en los campos de absorción.
- ▶ Variaciones en el comportamiento de los usuarios, lo que provoca bloqueos en las estaciones de bombeo.
- ▶ Corrosión, problemas de olores y bloqueos.
- ▶ Tasas más bajas de recarga del acuífero que reducen la dilución de los contaminantes, lo que aumenta la probabilidad de contaminación del acuífero.
- ▶ Deposición de sólidos y descomposición anaeróbica más extensa, que genera producción de compuestos malolientes.
- ▶ Mayor fuerza del afluente, que conlleva el riesgo de romper los niveles de toxicidad en las plantas de tratamiento.

#### Actividades de descontaminación:

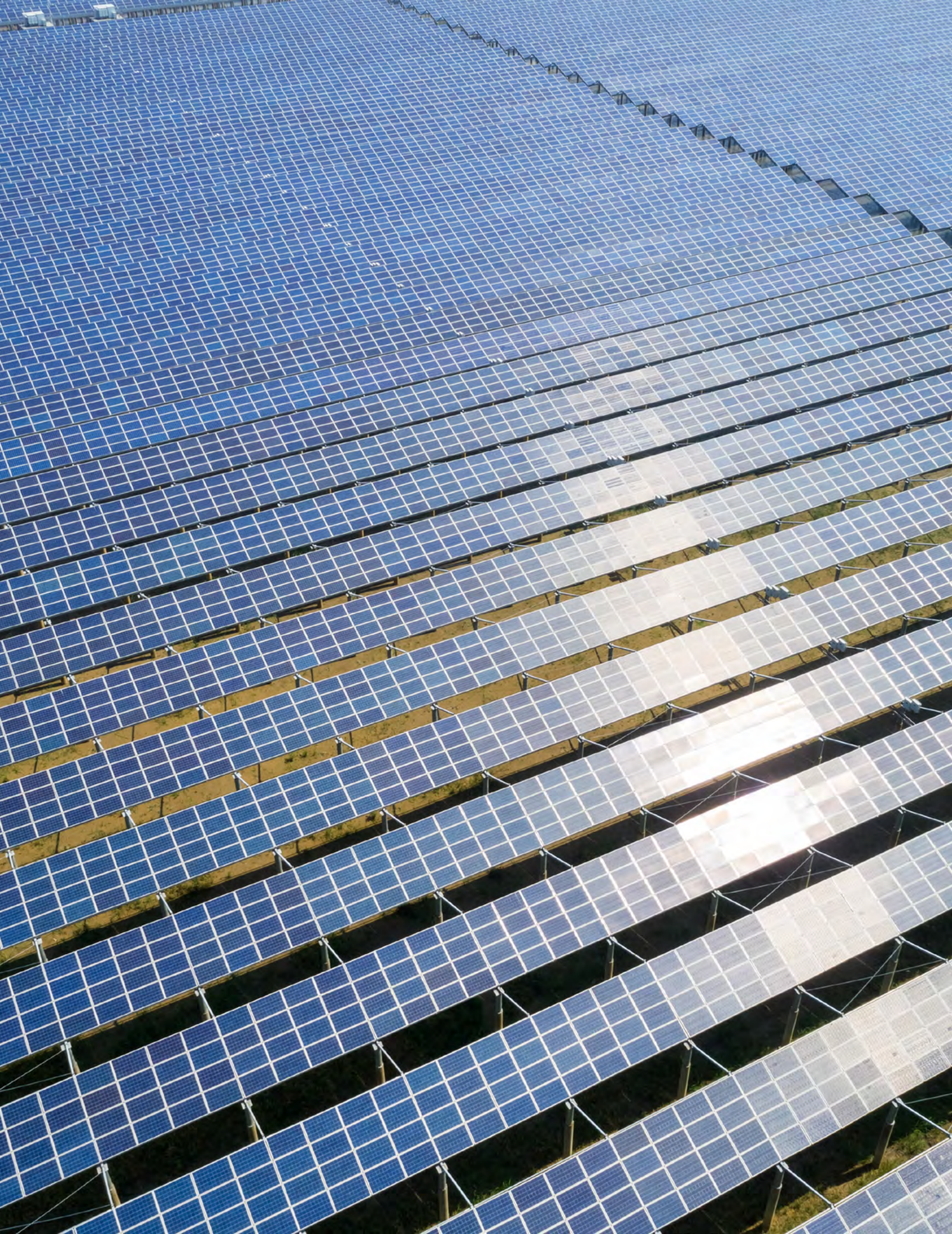
- ▶ Variación de sistemas biológicos, lagunas de oxidación y gestión de lodos.
- ▶ Incremento del olor y la actividad de plagas, que requiere una recolección de desechos más frecuente.
- ▶ Capacidad de refrigeración adicional necesaria para los vehículos de recogida frente al sobrecalentamiento.
- ▶ Sobrecalentamiento del equipo de clasificación y separación de residuos.
- ▶ Mayor exposición de los trabajadores a las moscas y las enfermedades asociadas.
- ▶ Dificultades para acceder a rutas de recolección y vertederos.
- ▶ Mayor necesidad de instalaciones de clasificación y separación cerradas o cubiertas.



# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Banco Mundial. 2014. Coping with Loss: Options for Disaster Risk Financing in Brazil. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en: <https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/Options-for-Disaster-Risk-Financing-in-Brazil-English.pdf>.
- . 2021. Climate Risk Country Profile: Brazil. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en: [https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-07/15915-WB\\_Brazil%20Country%20Profile-WEB.pdf](https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-07/15915-WB_Brazil%20Country%20Profile-WEB.pdf).
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2018. What is Sustainable Infrastructure: A Framework to Guide Sustainability Across the Project Cycle. Washington, D.C.: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/what-sustainable-infrastructure-framework-guide-sustainability-across-project-cycle>.
- Bárcena Ibarra, A., J. Samaniego, W. Peres y J. E. Alatorre. 2020. La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? Santiago de Chile: CEPAL.
- Burke, M., S. Hsiang y E. Miguel. 2015. Global non-linear effect of temperature on economic production, *Nature*, 527. Berlín: Springer.
- Cenapred (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2015. Impacto de los desastres en México y afectaciones a la infraestructura pública. Ciudad de México: Cenapred.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2015. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37310-la-economia-cambio-climatico-america-latina-caribe-paradojas-desafios-desarrollo>.
- Cohen, I. S., G. E. Arriaga, M. A. V. Valle, M. A. I. Ibarra, A. M. Villalobos y P. B. Hurtado. 2014. Climate based risk assessment for maize producing areas in rainfed agriculture in Mexico, *Water Resources*, 1228.
- Conagua (Comisión Nacional del Agua). 2017a. Estadísticas del agua en México. Edición 2017. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Conagua. Disponible en: [https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf).
- . 2017b. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Ciudad de México: Conagua. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>.
- DDC (Centro de Distribución de Datos). 2021. Definition of Terms Used Within the DDC Pages. Obtenido del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible en: [https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary\\_r.html](https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary_r.html).
- Debortoli, N., P. Camarinha, J. Marengo y R. Rodrigues. 2017. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. *Natural Hazards*, 86, 557-582. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-016-2705-2>.
- Febraban (Federación Brasileña de Bancos). 2021. Roadmap Progress Report 2020 - The implementation of TCFD recommendations by the Brazilian banking sector. San Pablo: Febraban. Disponible en: [https://cmsarquivos.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Roadmap%202020%20Executive%20summary\\_20200825.pdf](https://cmsarquivos.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Roadmap%202020%20Executive%20summary_20200825.pdf).
- Gütschow, J., J. L. Jeffery, R. Gieseke, R. Gebel, D. Stevens, M. Krapp y M. Rocha. 2016. The PRIMAP-hist national historical emissions time series. *Earth System Science Data*, 8(2). Göttingen: Copernicus Publications. Disponible en: <https://essd.copernicus.org/articles/8/571/2016/>.
- Haddad, E. y E. Teixeira. 2015. Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. *Habitat International*, 45(2), 106-113. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.06.023>.
- IGCC (Grupo de Inversores sobre el Cambio Climático). 2018. Investing in resilience. Tools and Frameworks for managing physical climate risk. Disponible en: [https://igcc.org.au/wp-content/uploads/2020/06/IGCC-Investing-in-Resilience-report\\_FINAL.pdf](https://igcc.org.au/wp-content/uploads/2020/06/IGCC-Investing-in-Resilience-report_FINAL.pdf).
- IIGCC (Grupo de Inversores Institucionales sobre el Cambio Climático). 2020. Understanding physical climate risks and opportunities. Disponible en: <https://www.iigcc.org/download/understanding-physical-climate-risks-and-opportunities-a-guide-for-investors/?wpdmdl=3388&masterkey=5ec7bf8e65a02>.

- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2014. Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de cambio climático aplicados a México para fortalecer las capacidades nacionales. Ciudad de México: INECC.
- . 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Ciudad de México: INECC. Disponible en: [https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC\\_LibroDigital.pdf](https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf).
- INECC y Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018. Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Ciudad de México: INECC y Semarnat. Disponible en: <https://cambioclimatico.gob.mx/sexta-comunicacion/introduccion.php>.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Evaluación y gestión de los riesgos del cambio climático. Ginebra: IPCC. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5\\_SPM\\_Top\\_Level\\_Findings\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5_SPM_Top_Level_Findings_es-1.pdf).
- . 2022a. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers. Ginebra: IPCC. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- . 2022b. Regional fact sheet. Central and South America. Working Group I: The Physical Science Basis. Ginebra: IPCC. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Regional\\_Fact\\_Sheet\\_Central\\_and\\_South\\_America.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Central_and_South_America.pdf).
- Murray-Tortarolo, G., V. Jaramillo y J. Larsen. 2018. Food security and climate change: the case of rainfed maize production in Mexico. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124-131.
- Negreiros, P. 2020. How national development banks can drive climate-smart solutions in cities during COVID-19 and beyond. Disponible en: <https://www.preventionweb.net/news/how-national-development-banks-can-drive-climate-smart-solutions-cities-during-covid-19-and>.
- Salinas Prieto, J.A. 2018. Análisis de la reproducción de procesos atmosféricos que afectan el clima mexicano mediante simulaciones regionales del clima. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Disponible en: <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2153>.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Edición 2015. Ciudad de México: Semarnat.
- TCFD (Grupo de Trabajo sobre las Declaraciones Financieras Relacionadas con el Clima). 2017. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Disponible en: <https://www.fsb-tcfd.org/>.





**wtw**

