

# Los riesgos climáticos

*“El riesgo físico nos recuerda lo vulnerables que somos, mientras que el riesgo de transición nos muestra lo poderosos que somos para cambiar nuestro destino. Abrazar ambos es crucial para las finanzas del futuro”.*

Antonio Guterres<sup>37</sup>



## Definición de los riesgos físicos y de transición

Los riesgos asociados al cambio climático pueden analizarse tanto desde el punto de vista de su naturaleza, para conocer sus características y evolución, como desde el punto de vista del impacto que pueden tener sobre las organizaciones, las personas y la sociedad en general. En el marco de la elaboración del sexto informe de evaluación (AR6), el propio IPCC abordó el concepto de riesgos asociados al cambio climático y su particular traslación a los sectores financieros y de inversión. En este análisis, el IPCC establece el concepto de riesgo de la siguiente manera:

“Consecuencias adversas potenciales para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos asociados a dichos sistemas. En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden surgir de los impactos potenciales del cambio climático, así como de las respuestas humanas al cambio climático. Las consecuencias adversas pertinentes incluyen las que afectan a las vidas, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los activos y las inversiones económicas, sociales y culturales, las infraestructuras, los servicios (incluidos los servicios ecosistémicos), los ecosistemas y las especies”<sup>38</sup>.

En el sector financiero estos riesgos se han interpretado en términos de los riesgos financieros y no financieros potenciales que pueden derivarse de tales consecuencias adversas. Así, la NGFS, basándose en las definiciones originales del TCFD<sup>39</sup>, clasifica los riesgos climáticos en dos grandes áreas<sup>40,41</sup>:

- ▶ **Riesgos físicos:** riesgos derivados de la aparición de fenómenos meteorológicos y climáticos, como olas de calor, inundaciones, tormentas, etc. (riesgos agudos), o del cambio progresivo de los patrones meteorológicos o climáticos, como el aumento de las temperaturas, la subida del nivel del mar, la desertificación, o la pérdida gradual de ecosistemas y biodiversidad o la escasez de recursos (riesgos crónicos).
- ▶ **Riesgos de transición:** riesgos derivados de los procesos de ajuste hacia economías bajas en carbono y circulares, a través de elementos como cambios en la política y la regulación, la tecnología o cambios en el sentimiento del mercado.

Por tanto, para el sector financiero y asegurador, la gestión de los riesgos asociados al cambio climático requiere la previa cuantificación de los impactos de estos dos riesgos sobre su actividad y, en particular, en su capacidad para amplificar los riesgos tradicionales. Por ejemplo, el riesgo de crédito puede amplificarse debido a, entre otros, los siguientes elementos<sup>42</sup>: (i) la pérdida económica de las inversiones en carteras de crédito o activos financieros de inversión (tanto de la cartera bancaria como de la cartera de negociación), derivada del impacto negativo en el valor de dichas carteras determinado por el

deterioro de los parámetros de crédito; (ii) la pérdida de valor de los activos físicos de las contrapartes; (iii) el aumento potencial de las pérdidas de explotación; (iv) el deterioro de la posición de liquidez de la entidad; (v) el aumento del riesgo de negocio (obtención de rendimientos inferiores a los esperados para una inversión); (vi) las pérdidas asociadas a las pólizas de seguros suscritas; o (vii) las pérdidas potenciales derivadas de un deterioro de la reputación.

Dada la relevancia de los impactos sobre las carteras de crédito e inversión, las metodologías de medición relacionadas con este ámbito se han desarrollado y aplicado con mayor intensidad en el sector financiero y de seguros. En la siguiente sección se presentan diferentes alternativas metodológicas para mostrar cómo se pueden cuantificar los impactos de los riesgos físicos y de transición.

## Medición de los riesgos físicos

En esta sección se examinan distintos aspectos metodológicos para la medición de los riesgos físicos asociados al cambio climático: en primer lugar se describen los escenarios físicos que sirven como punto de partida para el desarrollo de la proyección del impacto de los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos y sus efectos futuros; a continuación, se muestra la metodología que permite evaluar el impacto de los riesgos físicos sobre el valor de los colaterales; posteriormente, se desarrolla el análisis del impacto de estos riesgos sobre las carteras de créditos y activos financieros de inversión, explorando los métodos para cuantificar el riesgo y su posible repercusión en el valor de los activos; finalmente, se examina la metodología para medir los riesgos físicos en las carteras de seguros de daños y de vida.

## Escenarios físicos

Para el análisis de los riesgos físicos hay que considerar diferentes escenarios que recogen proyecciones de las posibles evoluciones futuras de las condiciones climáticas y su impacto sobre la tierra, los océanos y la atmósfera, en diferentes zonas geográficas. En este contexto, el AR6 del IPCC utiliza una

<sup>37</sup>Antonio Manuel de Oliveira Guterres (2021), Secretario General de las Naciones Unidas.

<sup>38</sup>IPCC (2020).

<sup>39</sup>Task Force on Climate-Related Financial Disclosures.

<sup>40</sup>NGFS (2020).

<sup>41</sup>Además, pueden surgir otras pérdidas asociadas a reclamaciones legales, conocidas como "riesgo de responsabilidad".

<sup>42</sup>Para un análisis más detallado, véase BCE (2020). Capítulo 3.

combinación de modelos climáticos y trayectorias socioeconómicas con el fin de comprender los impactos del cambio climático en diferentes escenarios.

Los principales escenarios considerados en el AR6 son las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), que describen posibles futuros socioeconómicos globales, y las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP), que representan diferentes niveles de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos dos conjuntos de trayectorias se combinan para formar escenarios globales que reflejan tanto el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero como los futuros caminos socioeconómicos, proporcionando una visión más completa de cómo podrían evolucionar el clima y la sociedad en distintos contextos.

**Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP):** las SSP prevén 5 formas diferentes en que los agentes socioeconómicos podrían configurar la sociedad futura:

- a) **SSP1 ("Sostenibilidad"):** un mundo que avanza hacia la sostenibilidad, caracterizado por una mayor cooperación internacional y esfuerzos conjuntos para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de manera equitativa entre los países.
- b) **SSP2 ("Middle of the Road"):** un escenario en el que las tendencias siguen su trayectoria histórica, con avances lentos pero constantes hacia los objetivos medioambientales.
- c) **SSP3 ("Rivalidad regional"):** un escenario de creciente nacionalismo y desafíos regionales, que conduce a políticas medioambientales fragmentadas y a una menor cooperación global.
- d) **SSP4 ("Desigualdad"):** un mundo cada vez más desigual. SSP5 ("Desarrollo basado en los combustibles fósiles"): un escenario basado en un crecimiento económico intensivo en combustibles fósiles.

**Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)<sup>43</sup>:**

- a) **RCP1.9:** escenario de bajas emisiones cuyo objetivo es limitar el calentamiento global a 1,5 °C para finales del siglo.
- b) **RCP2.6:** escenario de bajas emisiones en el que se alcanzan reducciones significativas de gases de efecto invernadero (GHG), con el objetivo de limitar el calentamiento global a 1,7 °C para finales del siglo.
- c) **RCP4.5 y RCP6.0:** escenarios de emisiones intermedias a altas, que suponen políticas relativamente ambiciosas para reducir las emisiones en la segunda mitad del siglo. En estos escenarios, el calentamiento global podría alcanzar hasta 2,6 °C y 3,1 °C respectivamente para finales del siglo.
- d) **RCP8.5:** escenario de emisiones elevadas, que representa la ausencia de políticas climáticas y un aumento continuo de las emisiones a lo largo del siglo XXI. En este escenario, el



calentamiento global podría llegar a un máximo de 4,8 °C para finales del siglo.

En su sexto informe de (AR6), el IPCC ha propuesto cuatro combinaciones de escenarios SSP y RCP como escenarios estándares, denominados combinaciones SSPX-Y, que están asociados a diferentes niveles de calentamiento global para finales de siglo, en relación con el nivel preindustrial. Estas combinaciones permiten representar diversas trayectorias de desarrollo y respuesta al cambio climático.

Los escenarios SSPX-Y fusionan las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP) con las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP), basadas en niveles de forzamiento radiativo. El forzamiento radiativo mide el cambio en el balance energético de la Tierra debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que permite clasificar los escenarios en diferentes niveles, como SSP1-1.9 o SSP1-2.6, según el grado de impacto proyectado.

Al combinar proyecciones socioeconómicas con los niveles de concentración de gases de efecto invernadero, estos escenarios proporcionan una visión más coherente del futuro bajo distintas combinaciones de desarrollo socioeconómico y políticas climáticas, permitiendo evaluar los posibles niveles de calentamiento global y sus impactos en el clima a lo largo del siglo.

Estos escenarios permiten proyectar los valores asociados a diferentes variables climáticas (precipitación en milímetros de lluvia, velocidad del viento cerca de la superficie, evaporación incluyendo sublimación y transpiración, temperatura máxima diaria del aire cerca de la superficie, etc.) en cada momento temporal hasta al menos 2100 (con granularidad diaria o mensual, dependiendo del modelo subyacente a la generación de la variable), y para diferentes latitudes y longitudes del

<sup>43</sup>El número asociado a cada RCP representa el nivel de forzamiento radiativo en el año 2100, expresado en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>), resultante de las emisiones acumuladas de gases de efecto invernadero.



globo (generalmente con una cuadrícula de 1° de latitud, aunque existen proyectos de desagregación geográfica para ampliar esta granularidad, como el *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment* o CORDEX<sup>44</sup>).

Sin embargo, aunque la proyección de la evolución de estas variables es el punto de partida para la cuantificación, es necesario caracterizar la aparición de los denominados "peligros". Estos se refieren a la posibilidad de que ocurran eventos climáticos, como inundaciones, tormentas, olas de calor o sequías, que puedan provocar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños materiales en propiedades, infraestructura, medios de subsistencia, servicios, ecosistemas y recursos naturales.

Por ejemplo, el peligro de una inundación puede estimarse considerando variables físicas como la cantidad de precipitación en un período. Si estas variables superan ciertos umbrales, existe una mayor probabilidad de que se produzca una inundación con consecuencias graves.

Estos eventos pueden caracterizarse utilizando métodos simples o aplicando modelos climáticos complejos. Además, es fundamental definir un umbral que indique cuándo podría

<sup>44</sup><https://cordex.org/>.

<sup>45</sup>Con respecto al nivel preindustrial.

Los principales escenarios del SSPX-Y son los siguientes (véase un resumen en el cuadro en la Figura 6):

- i. **SSP1-1.9:** representa una de las trayectorias más ambiciosas en términos de mitigación del cambio climático. Este escenario combina el SSP1, que describe un futuro más sostenible y cooperativo, con un forzamiento radiativo muy bajo de 1,9 vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>) para 2100. Es uno de los escenarios diseñados para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, en línea con el objetivo establecido en el Acuerdo de París sobre cambio climático.
- ii. **SSP1-2.6:** combina el escenario SSP1 con un forzamiento radiativo de 2,6 W/m<sup>2</sup>. Este escenario presupone una actuación rápida y eficaz para mitigar el cambio climático.
- iii. **SSP2-4.5:** combina el SSP2, que supone un progreso en el que ni las preocupaciones medioambientales ni las políticas económicas asumen un papel dominante, con un forzamiento radiativo de 4,5 W/m<sup>2</sup> para 2100. Este escenario refleja un mundo en el que el desarrollo sigue una ruta intermedia, sin un fuerte impulso hacia la sostenibilidad global, pero tampoco hacia un modelo intensivo en el uso de combustibles fósiles.
- iv. **SSP3-7.0:** utiliza el escenario SSP3, que refleja un mundo fragmentado con conflictos regionales y lo combina con un forzamiento de 7,0 W/m<sup>2</sup>. Este escenario muestra una menor cooperación internacional y mayores retos en la mitigación del cambio climático.
- v. **SSP5-8.5:** integra el escenario SSP5, un mundo centrado en el crecimiento económico basado en los combustibles fósiles, con un forzamiento elevado de 8,5 W/m<sup>2</sup>. Representa un escenario de altas emisiones sin acciones significativas para reducir las emisiones de carbono.

Figura 6: resumen de los principales escenarios físicos SSPX-Y del IPCC.

Escenario	Calentamiento global en 2100 <sup>45</sup>	Riesgos físicos
SSP1-RCP1.9 (SSP1-1.9)	1,0 °C - 1,5 °C	Bajo
SSP1-RCP2.6 (SSP1-2.6)	1,0 °C - 1,8 °C	Bajo
SSP2-RCP4.5 (SSP2-4.5)	2,1 °C - 3,5 °C	Moderado
SSP3-RCP7.0 (SSP3-7.0)	2,8 °C - 4,6 °C	Alto
SSP5-RCP8.5 (SSP5-8.5)	3,3 °C - 5,7 °C	Muy alto

Figura 7: ejemplos de umbrales para definir los peligros.

Peligro	Variable	Índice compuesto	Umbrales (ejemplo ilustrativo <sup>46</sup> )	Unidad de medida de la intensidad
Inundación pluvial	Intensidad de las precipitaciones	n/a	20	Milímetros
Tormenta convectiva	Velocidad del viento cerca de la superficie	n/a	Percentil 80	Metros por segundo
Sequía	Precipitación	Proporción de agua	Percentil 80	Sin dimensiones
	Evaporación incluyendo sublimación y transpiración			
Incendio	Precipitación	Índice de incendios	Percentil 80	Sin dimensiones
	Temperatura máxima diaria del aire cerca de la superficie			

materializarse un peligro determinado, considerando una o varias variables físicas. Esto permite gestionar el evento de riesgo físico (peligro) como una variable dicotómica (véanse algunos ejemplos ilustrativos de umbrales en la Figura 7).

A partir de esta caracterización, considerando los valores de las variables climáticas subyacentes obtenidos de los escenarios SSPX-Y, se puede simular la ocurrencia e intensidad de los peligros y, por tanto, estimar una frecuencia de ocurrencia en un horizonte temporal y área geográfica determinados.

La integración y preparación de los datos necesarios para estos escenarios requieren, desde una perspectiva operativa, el manejo de grandes volúmenes de información en formatos específicos. Este proceso presenta desafíos técnicos considerables, especialmente en la ingesta, procesamiento y actualización continua de datos para cada escenario. Para abordar estas complejidades de manera efectiva, es fundamental que los procesos destinados a la medición del riesgo climático estén diseñados para gestionar eficientemente los datos involucrados, garantizando su tratamiento adecuado y oportuno.

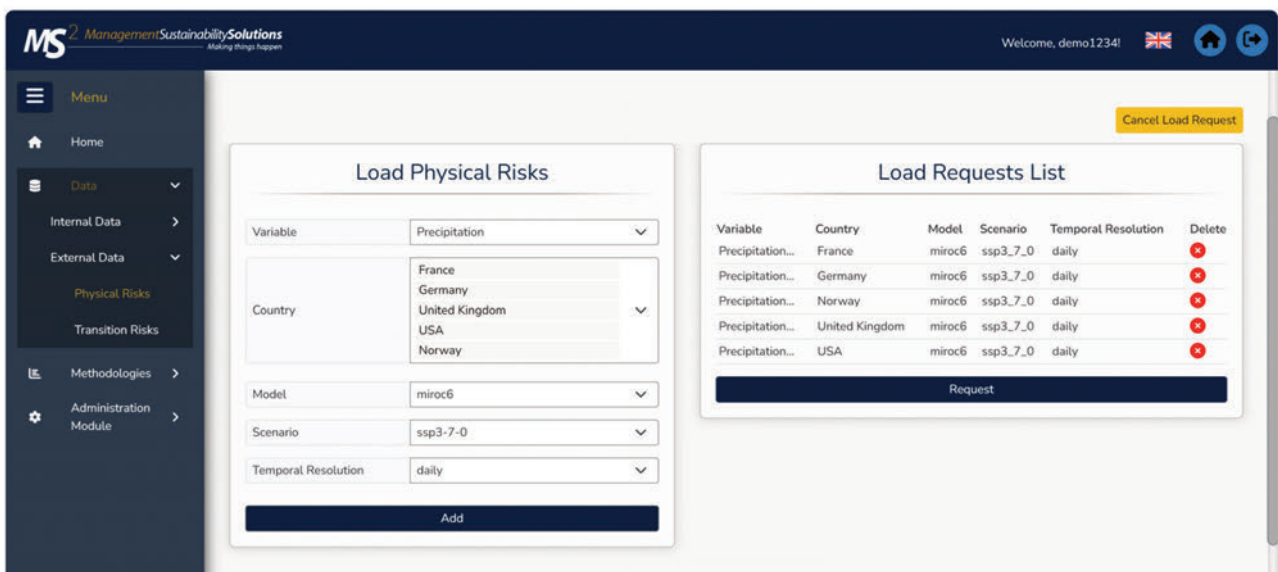
Para abordar estos desafíos, Management Solutions ha desarrollado una herramienta especializada en la medición del

riesgo climático, denominada **Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>)**. Esta solución integra la gestión de estos aspectos, siendo capaz de importar, procesar y almacenar escenarios físicos obtenidos de fuentes como Copernicus<sup>47</sup>, los cuales son utilizados para realizar cálculos cuantitativos. MS<sup>2</sup> ofrece una interfaz intuitiva y fácil de usar, que además integra la infraestructura técnica necesaria para el procesamiento eficiente de los datos para cada escenario (véase la Figura 8).

<sup>46</sup>Basándose en datos históricos, las condiciones específicas de la geografía en estudio y la experiencia de expertos, se establece un umbral que indica cuándo puede materializarse un determinado riesgo físico, considerando una o más variables físicas. Los valores presentados en la tabla son meramente ilustrativos y representan valores iniciales generales que están alineados con el estado actual de la investigación científica pertinente. Estos valores pueden ser ajustados según el contexto específico del caso analizado.

<sup>47</sup>Proyecciones de escenarios climáticos producidos por el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S), <https://climate.copernicus.eu/climate-projections>.

Figura 8: ejemplo de carga de escenarios físicos en la herramienta MS<sup>2</sup>.



## Medición del impacto en una cartera hipotecaria

El análisis de los riesgos físicos en una cartera hipotecaria sigue una metodología alineada con el marco UNEP-FI<sup>48</sup>, diseñado para cumplir las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre Divulgación de Información Financiera relacionada con el Clima (TCFD). Su objetivo principal es evaluar cómo afectan los fenómenos climáticos extremos a la valoración de los activos físicos utilizados como garantía en las carteras inmobiliarias, centrándose en la relación préstamo-valor (LTV).

Esta metodología se basa en el análisis de escenarios y proyecciones de variables de riesgo climático (más detalles en el apartado Escenarios físicos). Determinando la localización geográfica de los colaterales de la cartera es posible estimar la frecuencia e intensidad de los riesgos físicos en esas regiones.

Para el desarrollo de esta metodología, es necesario integrar modelos climáticos que proporcionan información sobre la gravedad y frecuencia de los peligros a lo largo del tiempo, basándose en diferentes escenarios climáticos. Las curvas de daños, o funciones de impacto, convierten estas variables climáticas en impactos económicos, estimando el porcentaje del valor de los activos que podría perderse debido a eventos específicos. Estas curvas son clave para evaluar la vulnerabilidad de los activos a los peligros físicos y sirven de base para calcular las posibles pérdidas económicas.

Para cada riesgo, escenario y año, el impacto económico se determina combinando la frecuencia del riesgo físico (la frecuencia con que se produce), el valor económico de la garantía y la función de impacto, que proporciona el porcentaje de pérdida de valor de los activos en función de la intensidad del riesgo.

A continuación, esta pérdida económica se aplica al valor de la garantía para calcular una pérdida simulada. El efecto sobre la garantía puede evaluarse de dos maneras complementarias: en primer lugar, calculando el impacto anual y utilizándolo para estimar los cambios en la LTV a lo largo del tiempo; y, en segundo

lugar, evaluando el impacto acumulativo sobre la LTV a medida que el valor de la garantía disminuye año tras año. De este modo, se comprende claramente cómo pueden afectar los riesgos a la LTV, lo que ayuda a medir el riesgo a medio y largo plazo.

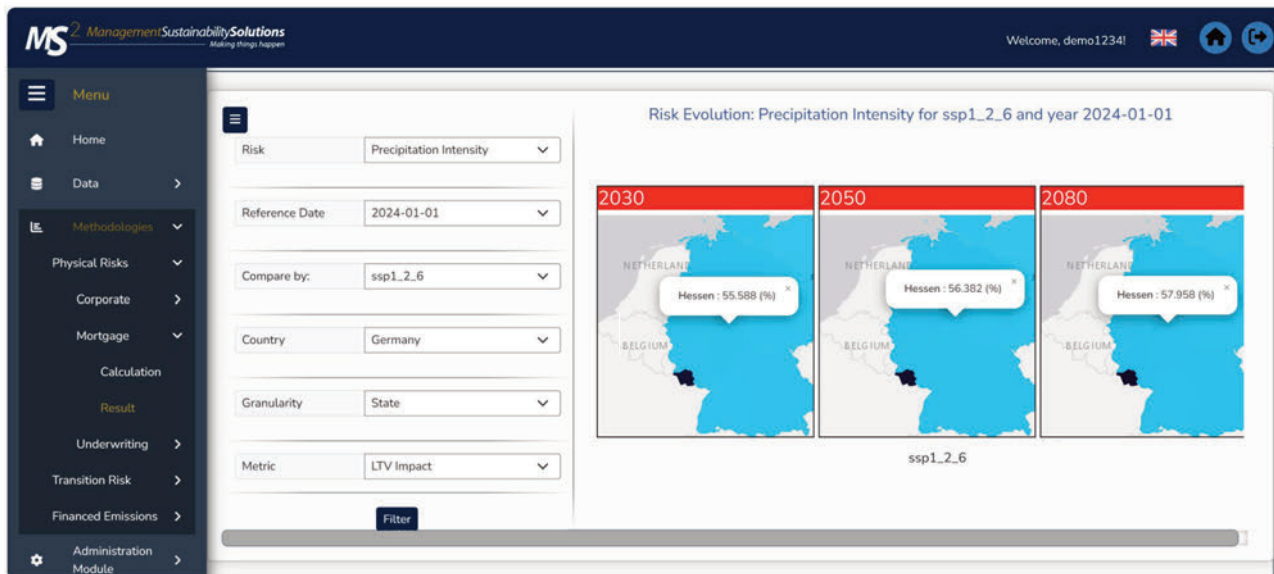
Este LTV es un factor utilizado habitualmente por las instituciones financieras para derivar la pérdida en caso de impago (LGD). Por lo tanto, la nueva LTV ajustada, que refleja los impactos económicos de los riesgos físicos, puede utilizarse para estimar los cambios en la LGD. Otra opción es aplicar un recorte a los valores de las garantías dentro del proceso de estimación de la LGD y recalculer el modelo de LGD. Por consiguiente, los efectos de los riesgos climáticos sobre la LTV influyen directamente en los cambios de la LGD, lo que pone de relieve los riesgos financieros que plantean los fenómenos relacionados con el clima.

Para llevar a cabo un ejercicio de medición utilizando la metodología descrita, es necesario disponer de datos específicos del portafolio de hipotecas en análisis. En particular, para permitir una medición del riesgo de manera granular, son especialmente relevantes las informaciones de geolocalización de los colaterales de las hipotecas, así como las relacionadas con su valor económico. Tener una visión tanto granular como consolidada sobre las principales exposiciones del portafolio también es significativo para analizar las exposiciones más relevantes al riesgo climático.

La metodología descrita en esta sección permite realizar un análisis exhaustivo de los impactos del riesgo climático físico a nivel de cada exposición hipotecaria. Esto facilita la simulación del efecto de la pérdida de valor del colateral debido a daños causados por eventos de riesgo físico, así como su impacto en parámetros significativos como la LTV y el LGD (véase la Figura 9).

<sup>48</sup>UNEP-FI, U. N. (2024).

Figura 9: ejemplo de evolución del impacto sobre la LTV de la cartera hipotecaria en 2030, 2050 y 2080 riesgo físico (inundación) en el escenario SSP1-2.6, en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



## Medición del impacto sobre carteras de créditos y activos financieros de inversión

La evaluación del riesgo físico para una cartera de préstamos a empresas también puede abordarse mediante una técnica cuantitativa, empleando curvas de daños para evaluar el impacto de los peligros físicos sobre los activos de la contraparte (principalmente el inmovilizado material). Integrando la frecuencia y la intensidad de los peligros con estas curvas de daños, se puede estimar la depreciación del valor de los activos y, en consecuencia, la disminución del valor de los activos de la contraparte, lo que influye en última instancia en la solvencia.

El proceso comienza con la identificación de la gama de peligros físicos vinculados al cambio climático que pueden afectar a las empresas de la cartera. Estos peligros pueden incluir incendios forestales, inundaciones, ciclones tropicales, sequías y otros fenómenos extremos. La frecuencia, gravedad y definiciones de estos peligros se basan en datos de proyección de escenarios físicos, como se ha explicado anteriormente.

En los escenarios establecidos, estos eventos físicos afectan a los activos físicos de las empresas, como fábricas, infraestructuras, instalaciones de extracción, campos y cultivos. Estos activos, cuyo valor suele representarse en la cuenta "PP&E" (propiedades, planta y equipo) del balance, representan activos físicos a largo plazo que las empresas utilizan para generar ingresos y beneficios. La metodología requiere acceder a datos sobre el valor total de los activos, el valor de las propiedades, planta y equipo (PP&E), y su distribución geográfica para las contrapartes dentro de la cartera. Además, es recomendable tener en cuenta el impacto diferenciado de los distintos tipos de activos según su relevancia en cada sector.

Con estos datos, combinados con proyecciones de escenarios físicos, se puede estimar la frecuencia e intensidad con las que un

peligro específico afectará a los activos productivos de la empresa a lo largo del tiempo.

Para ello, es fundamental integrar datos relevantes de las contrapartes, como el valor de sus activos y su distribución geográfica. Sin embargo, la información detallada y específica de la ubicación de los sitios operativos de un amplio conjunto de empresas en cartera no suele formar parte de la infraestructura de datos ni de los procesos de recolección de las entidades financieras, por lo que debe recopilarse de manera adicional. Se puede obtener a gran escala utilizando soluciones de datos existentes y el uso de proxies para gestionar los posibles gaps de información. Esto es especialmente relevante al manejar grandes carteras de clientes, donde se requiere compatibilizar la metodología con estimaciones *top-down* para realizar una evaluación del riesgo más completa y precisa.

Al igual que en el caso de la cartera hipotecaria, la traducción de los riesgos físicos en pérdidas económicas puede abordarse mediante curvas de daños o funciones de impacto. Para cada peligro asociado al riesgo climático identificado (véase sección Escenarios físicos para más detalles) que afecte a un determinado tipo de activo, existen curvas de daños específicas que proporcionan el porcentaje de daños esperados por la ocurrencia de dicho riesgo. Estas curvas son la base para cuantificar las pérdidas económicas potenciales mediante la evaluación de la vulnerabilidad de los activos a diversos riesgos físicos.

Agregando las pérdidas totales de valor de todos los PP&E de una empresa debidas a un peligro específico en un escenario y año determinados, puede calcularse la Pérdida Anual por Daños (en adelante YDL, por sus siglas en inglés: *Yearly Damage Loss*). YDL representa el porcentaje de pérdida que experimentan los activos de la contraparte como resultado del riesgo físico, impactando en aquellos activos productivos críticos para la generación de ingresos de la empresa. Se asume que este impacto conllevará tanto una disminución en los ingresos como un aumento de los

Figura 10: ejemplos de impacto en la PD y LGD de la cartera debidas al riesgo físico (inundación) en el escenario SSP5-8.5, en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



costes, ya que será necesario reparar y restablecer el funcionamiento de los activos para asegurar la continuidad operativa. Este shock físico se refleja en la depreciación de los activos y sirve como un indicador del riesgo climático físico para la entidad corporativa, ya sea como contraparte de un préstamo o como emisor de un activo financiero. El último paso, para una cartera de préstamos corporativos, consiste en traducir el YDL en un impacto sobre la Probabilidad de Impago (PD) de las contrapartes, lo que puede hacerse aplicando un modelo de valoración estructural (p. ej. Merton). El marco metodológico supone que el impacto sobre la PP&E de la empresa desplaza la distribución de los valores de los activos, dando lugar a cambios en la PD en un momento determinado. Esta metodología adapta la PD a lo largo del ciclo económico, actuando el YDL como "indicador de calidad del crédito ante el riesgo climático" para el riesgo físico en la cartera de préstamos a empresas.

Si algunos de estos activos son también la garantía de un préstamo específico, esto también afectará directamente a la estimación de la LGD. En cualquier caso, incluso cuando los activos físicos no son garantías, también puede haber un impacto en la LGD. Este impacto podría calcularse aprovechando la correlación PD-LGD, por ejemplo, definiendo la relación entre los cambios en la PD y los correspondientes cambios en la LGD. Analizando tanto la PD como la LGD, puede estimarse el efecto global del riesgo físico sobre las pérdidas crediticias esperadas para cada contraparte y en toda la cartera de créditos.

Para los activos financieros -como las acciones y los bonos- es fundamental, después de estimar el YDL, evaluar cómo afecta este a su Valor Neto de los Activos (en adelante NAV, por sus siglas en inglés: *Net Asset Value*). Este análisis se llevará a cabo mediante la aplicación de distintos modelos de valoración, tanto para las acciones como para los instrumentos de renta fija como los bonos corporativos y gubernamentales. En el caso de las acciones, puede utilizarse un modelo de valoración basado en dividendos o en beneficio por acción para calcular el impacto financiero. Este

modelo evalúa los cambios en el valor de las acciones en función de cómo afecta el choque climático físico al pago de dividendos de la empresa.

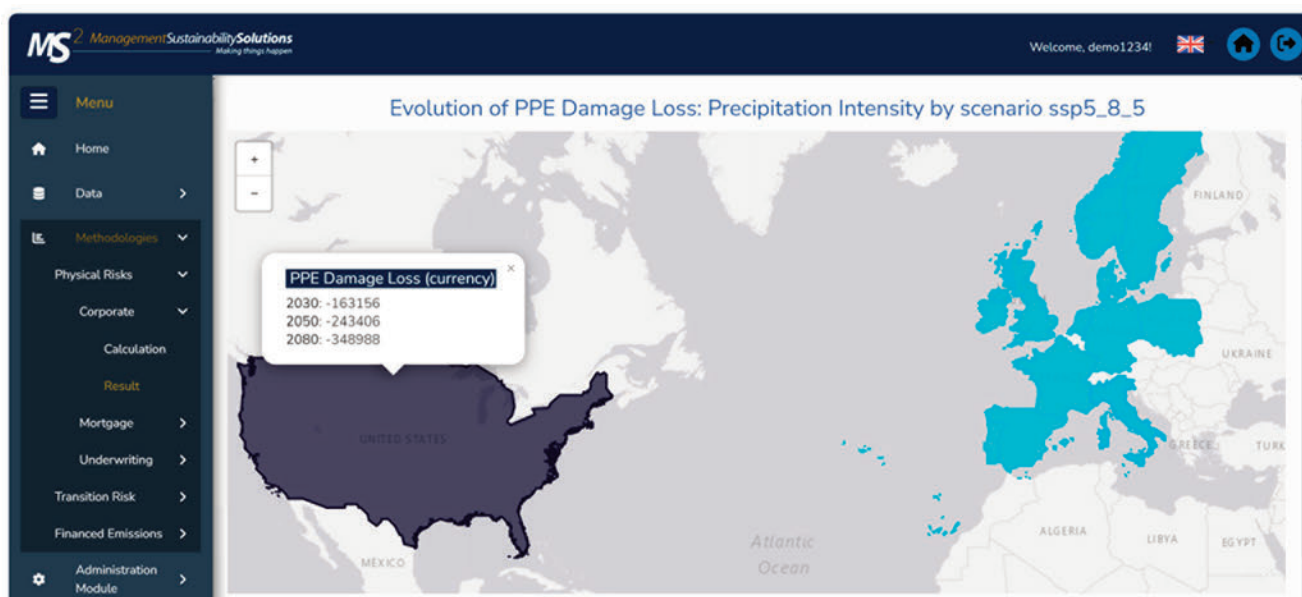
En el caso de los bonos corporativos, puede emplearse también un enfoque basado en un modelo de valoración estructural para evaluar cómo afecta el choque climático físico a la solvencia del emisor. El modelo calcula la probabilidad de impago en función de la situación financiera del emisor. Una vez determinado el impacto sobre la solvencia, se calcula un diferencial relacionado con el clima para estimar los cambios en los precios de los bonos, proporcionando una estimación de cómo fluctuará el valor del bono corporativo debido a los riesgos climáticos físicos.

Para los bonos del Estado, el YDL se calcula sobre la base de los activos productivos del país emisor. Esto requiere una distribución geográfica de estos activos. Aunque podría haber distintas opciones para lograr esta distribución, una de las metodologías utilizadas por Management Solutions e incorporada en MS<sup>2</sup> se ha estimado utilizando datos de la base Litpop<sup>49</sup>. A continuación, el impacto financiero del choque físico se aplica proporcionalmente al tipo del cupón del bono, reflejando los costes y oportunidades previstos a los que se enfrenta el gobierno emisor en el escenario climático. Este ajuste permite estimar cómo podría cambiar el valor del bono gubernamental en respuesta al riesgo físico.

La metodología descrita en esta sección permite llevar a cabo un análisis exhaustivo de los impactos del riesgo climático físico a nivel de cada exposición crediticia y activo financiero. Esto facilita la simulación del impacto en los parámetros de riesgo PD y LGD (véase la Figura 10) y en el valor de los activos financieros (NAV) debido a los daños provocados por eventos de riesgo físico (véase la Figura 11).

<sup>49</sup>Una base de datos que contiene mapas de alta resolución de estimaciones del valor de los activos nacionales, distribuidos proporcionalmente a una combinación de intensidad de luz nocturna y datos de población. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000331316>.

Figura 11: ejemplos de pérdidas de valor de los PP&E de las contrapartes de la cartera debidas al riesgo físico (inundación) en el escenario SSP5-8.5, en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).





## Medición del impacto sobre carteras de suscripción en el sector de los seguros

Del mismo modo que para la cartera de inversión crediticia y activos financieros, también puede aplicarse una metodología cuantitativa para evaluar el impacto de los riesgos climáticos físicos en las carteras de suscripción de seguros de daños, así como en las carteras de seguros de vida.

### Cartera de seguros de daños (P&C - Property and Casualty)

El análisis del riesgo físico para las carteras de suscripción de Daños y Responsabilidad (en adelante P&C, por sus siglas en inglés: *Property and Casualty*) se basa en una estimación del aumento previsto de la siniestralidad. La hipótesis principal de esta metodología es que los ratios de tarificación y reaseguro permanecen inalterados en comparación con el escenario actual. Dependiendo de la granularidad de los datos disponibles, la metodología puede aplicarse tanto a nivel de póliza individual como a un nivel más agregado, como región, provincia o país, así como a través de diferentes líneas de negocio o productos.

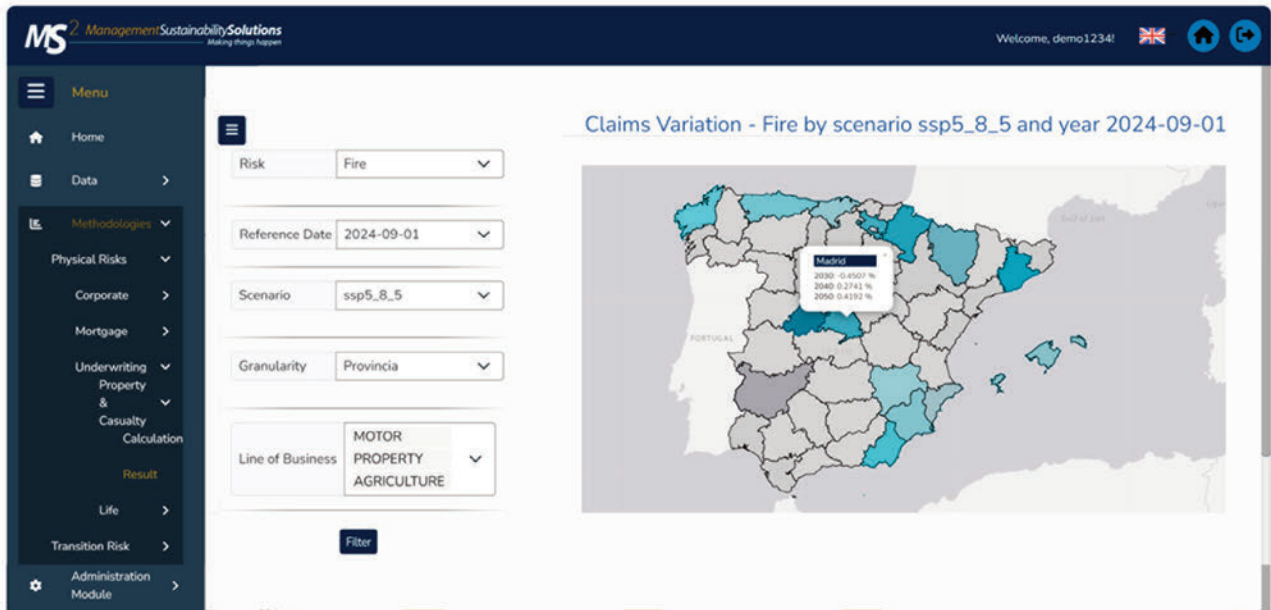
Contar con una visión tanto granular como consolidada de las principales exposiciones del portafolio es fundamental para analizar las exposiciones más relevantes al riesgo climático.

La metodología se desarrolla en varios pasos clave:

- ▶ En primer lugar, la modelización de los fenómenos climáticos implica representar cada fenómeno con variables climáticas proyectadas, que se derivan de escenarios físicos (como se ha descrito anteriormente en este documento). Estas proyecciones reflejan la frecuencia prevista de los distintos riesgos climáticos.
- ▶ En segundo lugar, se estiman las pérdidas actuales relacionadas con el clima. Este cálculo inicial pretende establecer una estimación anual de los costes asociados a cada evento físico, teniendo en cuenta tanto la frecuencia con la que se producen estos eventos como su intensidad. En esta fase, las curvas de daños (también denominadas funciones de impacto) se utilizan para estimar el porcentaje del valor de los activos que podría perderse debido a cada evento específico. Estas curvas son esenciales para comprender el grado de vulnerabilidad de los distintos tipos de bienes a los diversos peligros físicos y proporcionan una base para calcular las pérdidas financieras potenciales.
- ▶ Una vez obtenidas las estimaciones iniciales de pérdidas, estos valores deben ajustarse para tener en cuenta las características específicas de las pólizas de seguros que cubren los activos relacionados. Esto implica agregar las estimaciones de pérdidas de cada producto y aplicar a continuación un factor de corrección que ajuste la pérdida calculada en función de los datos históricos de siniestralidad. Este ajuste garantiza que las pérdidas estimadas reflejen con mayor exactitud la siniestralidad real de la cartera.
- ▶ Tras este ajuste, el siguiente paso consiste en proyectar las pérdidas futuras en función de diversos escenarios climáticos. El proceso es similar a la estimación inicial, aunque utilizando datos proyectados para años futuros como, por ejemplo, 2030 o 2050. En cada caso se recalculan la frecuencia y la intensidad de los fenómenos físicos, y las pérdidas ajustadas se proyectan hacia adelante en el tiempo. A continuación, se comparan las pérdidas futuras con las actuales para evaluar cómo se espera que evolucionen los siniestros a medida que cambie el clima.



Figura 12: proyección de la variación de la siniestralidad de la cartera de P&C debido a incendios forestales relacionados con el riesgo climático, bajo el escenario SSP5-8.5 para 2030, 2040 y 2050 en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).

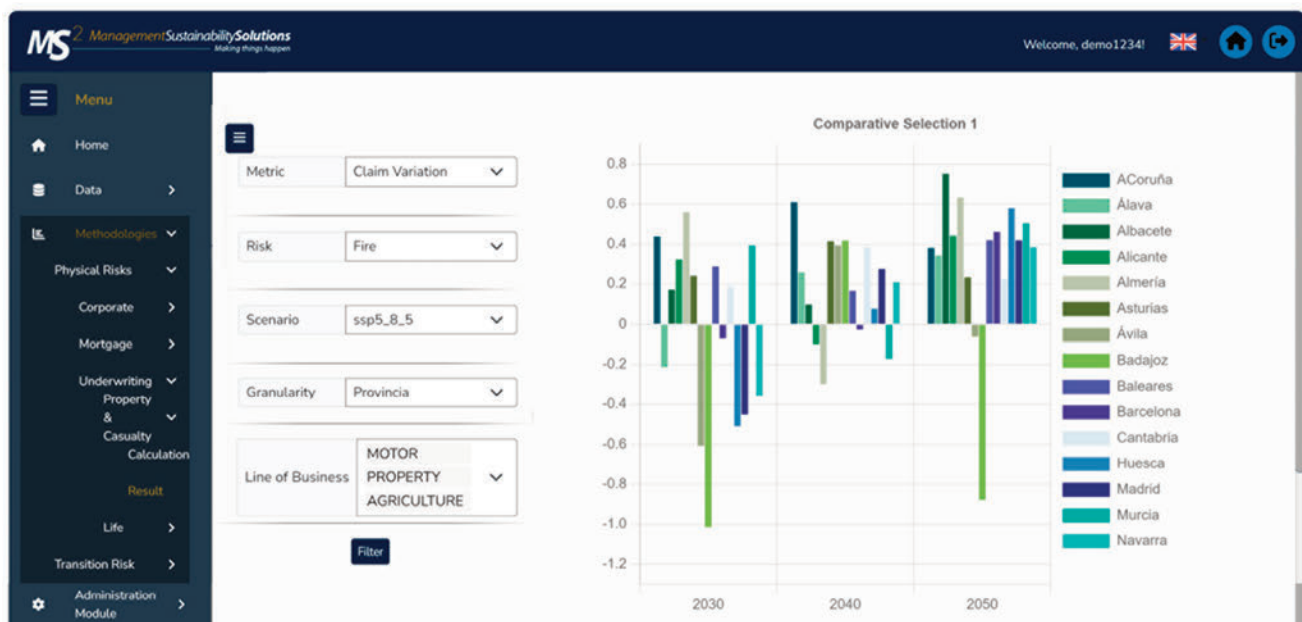


Nota: datos simulados, solo para fines ilustrativos.

- ▶ Por último, para calcular los siniestros netos, se tienen en cuenta los acuerdos de reaseguro y los fondos de compensación de riesgos aplicables. En el caso del reaseguro, se calcula la relación entre los siniestros netos y los siniestros brutos, y esta relación se utiliza para ajustar los costes estimados. Del mismo modo, si existe un consorcio de compensación de riesgos, un porcentaje de la pérdida total se compensa con el consorcio, reduciendo en consecuencia los siniestros netos.

Mediante este enfoque estructurado, es posible ofrecer una visión cuantitativa de cómo se espera que los riesgos climáticos físicos afecten a la siniestralidad de una cartera de suscripción a corto, medio y largo plazo, debido a los daños ocasionados por eventos de riesgo físico (véase la Figura 12), así como realizar

Figura 13: comparación regional del aumento previsto en los costes esperados (ratio de siniestralidad) de la cartera de P&C debido a incendios forestales relacionados con el riesgo climático, bajo el escenario SSP5-8.5 para 2030, 2040 y 2050 en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Nota: datos simulados, solo para fines ilustrativos.

Figura 14: ejemplo ilustrativo de carga de la cartera de suscripción de vida en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



comparaciones a través de distintos ejes (véase la Figura 13).

### Cartera de seguros de vida

Para evaluar el impacto del cambio climático en una cartera de seguros de vida, el siguiente enfoque se centra en el efecto de los cambios relacionados con el clima sobre las tasas de mortalidad<sup>50</sup>. Consiste en modelar cómo el cambio climático, en particular la mayor frecuencia de olas de calor y el acortamiento de las estaciones invernales, afecta a las tasas de mortalidad. Esta evaluación se lleva a cabo a través de un modelo matemático que incorpora varios factores críticos, como la temperatura media anual, el PIB per cápita y datos

estadísticos relacionados con la temperatura y las precipitaciones. El modelo también tiene en cuenta variaciones basadas en parámetros por edad y divisiones administrativas (nivel ADM2<sup>51</sup>), y considera, además, diferencias por país, edad, año y sexo. Además, el modelo aprovecha las estadísticas históricas de mortalidad desglosadas por edad, país y año, para

<sup>50</sup>El planteamiento se basa en la metodología descrita en el documento "Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits" de Carleton, y se ajusta a las conclusiones del estudio "Projections of Temperature-Related Excess Mortality under Climate Change Scenarios" de Gasparrini. La metodología cuenta además con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

<sup>51</sup>La clasificación geográfica ADM2 se refiere al segundo nivel de división administrativa de un país, que puede incluir provincias, distritos, condados o municipios, dependiendo de la organización territorial de cada Estado.

Figura 15: esquema de la metodología de cálculo del shock de mortalidad para la suscripción de la cartera de seguros de vida.

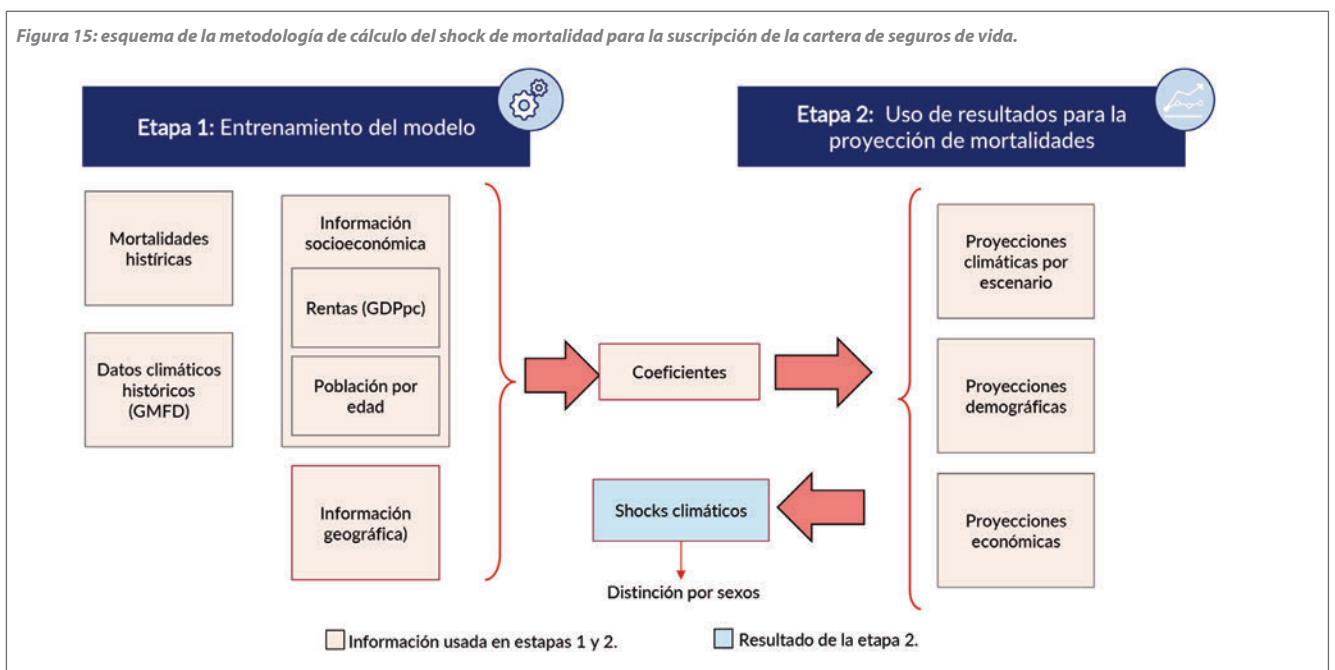
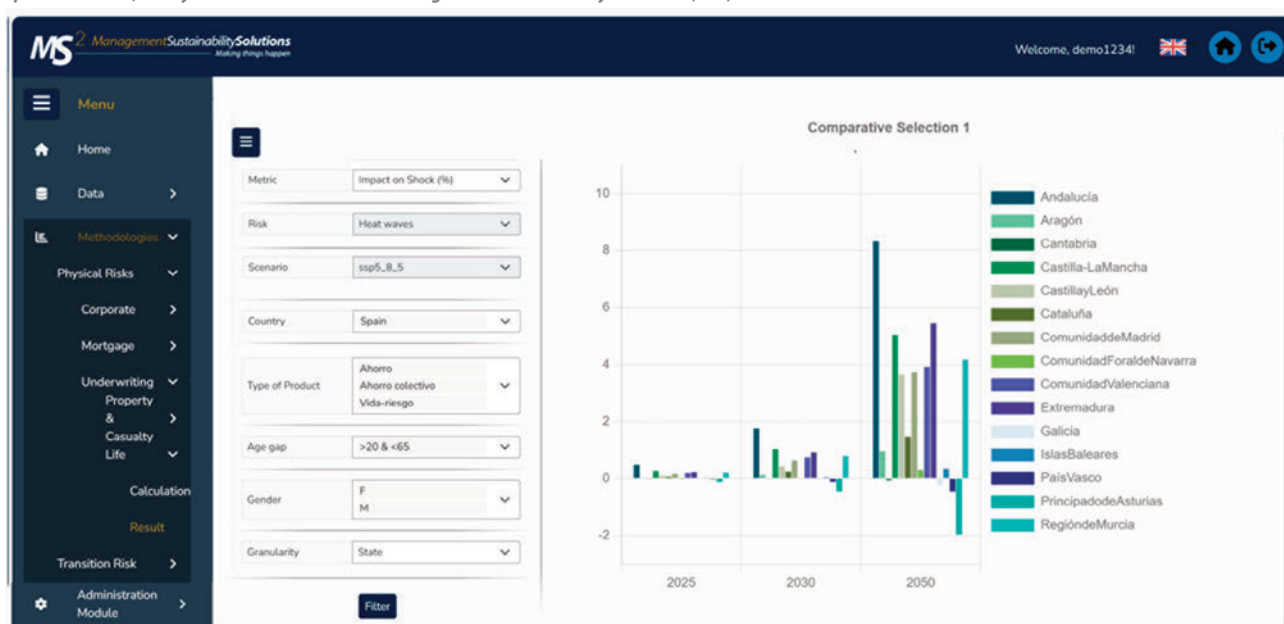


Figura 16: ejemplos de shocks y comparación a escala regional en las tasas de mortalidad de la cartera de vida debidos al riesgo físico (olas de calor) bajo el escenario ssp5-8.5 en 2025,2030 y 2050 en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Nota: datos simulados, solo para fines ilustrativos.

mejorar la precisión de las proyecciones.

Disponer de una visión tanto granular como consolidada de las principales exposiciones y características de la cartera es esencial para analizar las exposiciones más relevantes al riesgo climático (véase Figura 14).

Aplicando proyecciones de escenarios climáticos, en particular los relacionados con el aumento de las temperaturas y la mayor incidencia de olas de calor, el modelo estima los impactos de mortalidad para diferentes horizontes temporales futuros, como 2025, 2030, 2050 y 2100. Estos choques de mortalidad se generan para regiones geográficas específicas y se diferencian según el grupo de edad y el sexo (véase la Figura 15).

Una vez calculado el shock de mortalidad para un año, un escenario climático y una región geográfica concretos, su impacto puede utilizarse para evaluar el efecto sobre las provisiones matemáticas de las pólizas de seguro de vida en el momento de la evaluación. Para las pólizas con cobertura anual, esta información es esencial para determinar los ajustes necesarios de las primas. Sin embargo, la aplicación precisa de estos choques de mortalidad, ya sea sobre las provisiones o sobre las primas, variará en función de la entidad aseguradora y de las condiciones específicas de las pólizas en cuestión.

Este enfoque metodológico permite evaluar cuantitativamente el impacto proyectado de los riesgos climáticos físicos en la tasa de mortalidad de una cartera de suscripción de vida a corto, medio y largo plazo, considerando el aumento de las temperaturas y la creciente incidencia de olas de calor (véase la Figura 16).

## Medición de los riesgos de transición

En este capítulo se exploran las metodologías para medir el impacto de los riesgos de transición en las carteras de inversión y de crédito, utilizando escenarios climáticos que proyectan el impacto de las políticas de descarbonización y otros cambios estructurales en los mercados. En primer lugar, se analizan los posibles caminos hacia una economía baja en carbono, mostrando cómo el calendario y la intensidad de estas políticas afectan sectores específicos. A continuación se describe cómo se evalúa el riesgo de transición en los créditos corporativos, mediante la combinación de factores de riesgo de transición y sensibilidades sectoriales en mapas de calor, para estimar el índice de calidad crediticia climática de cada contraparte en distintos escenarios. Finalmente, se presenta una metodología para evaluar el riesgo de transición en diversas clases de activos financieros, como bonos corporativos, bonos soberanos y acciones, destacando cómo el cambio hacia una economía sostenible puede influir en el valor de estos activos. Este análisis exhaustivo permite simular y consolidar los efectos proyectados en el valor de las carteras, proporcionando una visión integral de la exposición al riesgo de transición.

## Escenarios de transición

Bajo un escenario de ausencia de políticas significativas, los riesgos climáticos físicos aumentarán sustancialmente, especialmente en horizontes temporales más largos. Sin embargo, las políticas climáticas destinadas a mitigar estos riesgos físicos pueden tener efectos económicos significativos en sectores específicos, lo que se traduce en mayores riesgos de transición. El grado de perturbación económica depende del calendario, el rigor y la anticipación de las políticas climáticas.

Desde el punto de vista de la gestión de riesgos, estas políticas representan un compromiso entre los riesgos físicos a largo plazo y los riesgos de transición a corto y medio plazo.

Una de las acciones más relevantes para cumplir los objetivos climáticos es la aplicación de políticas de descarbonización junto con un cambio en las preferencias del mercado hacia opciones más sostenibles. Por un lado, los cambios en el sentimiento del mercado, impulsados por la conciencia de los riesgos climáticos futuros, podrían afectar significativamente a la rentabilidad de los sectores de altas emisiones. Por otro lado, el calendario y la naturaleza de las medidas de los responsables políticos determinarán si se cumplen los objetivos de reducción de emisiones.

En este sentido, la velocidad y el calendario de la transición son cruciales. Una orientación política clara y oportuna aumentará la capacidad de los agentes económicos para planificar la sustitución de la infraestructura existente y permitirá que el progreso tecnológico mantenga unos costes energéticos manejables. Por el contrario, una transición repentina, descoordinada o perturbadora sería más costosa, sobre todo para los sectores y regiones más vulnerables a los cambios estructurales.

Para tener en cuenta los distintos escenarios posibles de transición, la NGFS ha desarrollado un marco que identifica cuatro posibles vías hacia una economía baja en carbono<sup>52</sup>:

- ▶ Los escenarios ordenados suponen que las políticas climáticas se introducen pronto y se hacen gradualmente más estrictas. En la medida en que estas políticas contribuyan a la reducción de las emisiones de forma

medida para cumplir los objetivos climáticos, los riesgos de transición son relativamente moderados.

- ▶ Los escenarios desordenados exploran mayores riesgos de transición debido a que el cambio de políticas se retrasa o es divergente entre países y sectores. Debido a una respuesta repentina e imprevista, es posible que los objetivos de reducción de emisiones de algunos sectores de la economía deban incluso profundizarse para mantener el rumbo hacia la consecución de los objetivos climáticos, dejando a las empresas poco tiempo para adaptarse.
- ▶ Los escenarios del "mundo caliente" suponen que se aplican algunas políticas climáticas en algunas jurisdicciones, pero que a nivel global las emisiones siguen aumentando, en un contexto en que los gobiernos hacen muy poco para evitar los cambios estructurales relacionados con el clima.
- ▶ Los escenarios de "demasiado poco, demasiado tarde" asumen que, en términos generales, los gobiernos y agentes económicos no hacen lo suficiente para cumplir los objetivos climáticos, lo que conduce a cambios climáticos estructurales irreversibles.

En este marco, la NGFS ha desarrollado siete escenarios de transición (NGFS Fase 5<sup>53</sup>, nov. 2024), tal y como se recoge en la Figura 17.

<sup>52</sup>NGFS (2020).

<sup>53</sup><https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-phase-v-2024>.

Figura 17: escenarios de transición desarrollados por la NGFS.

Escenario	Transición	Políticas de descarbonización	Tecnología baja en carbono	Objetivos de reducción de emisiones de GEI	Riesgos de transición
Cero neto 2050	Ordenada	Inmediato y suave	Alta penetración	Cero emisiones netas de CO2 en torno a 2050	Altos
Por debajo de 2 °C	Ordenada	Inmediato y suave	Penetración moderada	Cero emisiones netas de CO2 después de 2070	Moderados
Baja demanda	Ordenada	Inmediato y que requiere una menor demanda de energía y cambios de comportamiento más fuertes	Alta penetración	Cero emisiones netas de CO2 en torno a 2050	Altos
Transición retardada	Desorden	Sin cambios hasta 2030, muy estricto a partir de 2030	Alta penetración a partir de 2030	Cero emisiones netas de CO2 en torno a 2060	Altos
Mundo fragmentado	Demasiado poco y demasiado tarde	No es inmediato y es demasiado débil	Penetración moderada	Disminución limitada de las emisiones de CO2	Altos
Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)	El mundo del hot house	Todas las políticas de descarbonización anunciadas para 2030, sin cambios a partir de ese año	Penetración limitada	Disminución limitada de las emisiones de CO2	Bajos
Políticas actuales	El mundo del hot house	No más políticas climáticas con respecto a hoy	Sin penetración	Las emisiones crecen hasta 2080	Sin riesgo

Nota: también existe un escenario "Red Cero Divergente" pero solo en la versión NGFS Fase 3, a partir de NGFS Fase 4 se descartó (escenario obsoleto).

Los procesos que respaldan los ejercicios de medición del riesgo climático deben garantizar un tratamiento adecuado y eficiente para la ingestión, el procesamiento y la actualización continua de los datos para cada escenario de transición. Para abordar estos desafíos, como se ha mencionado en los párrafos anteriores, Management Solutions ha desarrollado una herramienta especializada en la medición del riesgo climático denominada **Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>)**. Esta solución integra de manera completa la gestión de estos aspectos, permitiendo la importación, el procesamiento y el almacenamiento de datos obtenidos de fuentes como NGFS, que se utilizan para realizar cálculos cuantitativos. Además, MS<sup>2</sup> facilita la visualización de estas proyecciones (véase la Figura 18), lo que contribuye al análisis de los escenarios y a la interpretación de los resultados cuantitativos generados por las metodologías de cálculo.

## Medición del impacto en la cartera de préstamos a empresas

Para evaluar el impacto de los riesgos de transición en una cartera de créditos, la metodología se ajusta al marco desarrollado por el UNEP-FI<sup>54</sup>. Este enfoque aprovecha los mapas de calor cualitativos para cuantificar los riesgos, que se adaptan específicamente a los distintos sectores económicos y regiones geográficas<sup>55</sup>.

Un mapa de calor sirve como herramienta visual que pone de relieve el impacto potencial de los riesgos de transición -como los cambios políticos o los avances tecnológicos- en una organización. Un aspecto fundamental de este proceso es la

segmentación de las industrias por sectores. Al centrarse en sectores específicos, este enfoque garantiza que las empresas de cada segmento experimenten un nivel coherente de exposición a las políticas de transición. Esta segmentación es fundamental para identificar tanto los riesgos como las oportunidades asociadas al cambio hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Dado que los distintos sectores presentan diferentes grados de vulnerabilidad durante esta transición, una segmentación precisa es esencial para una identificación precisa de los riesgos.

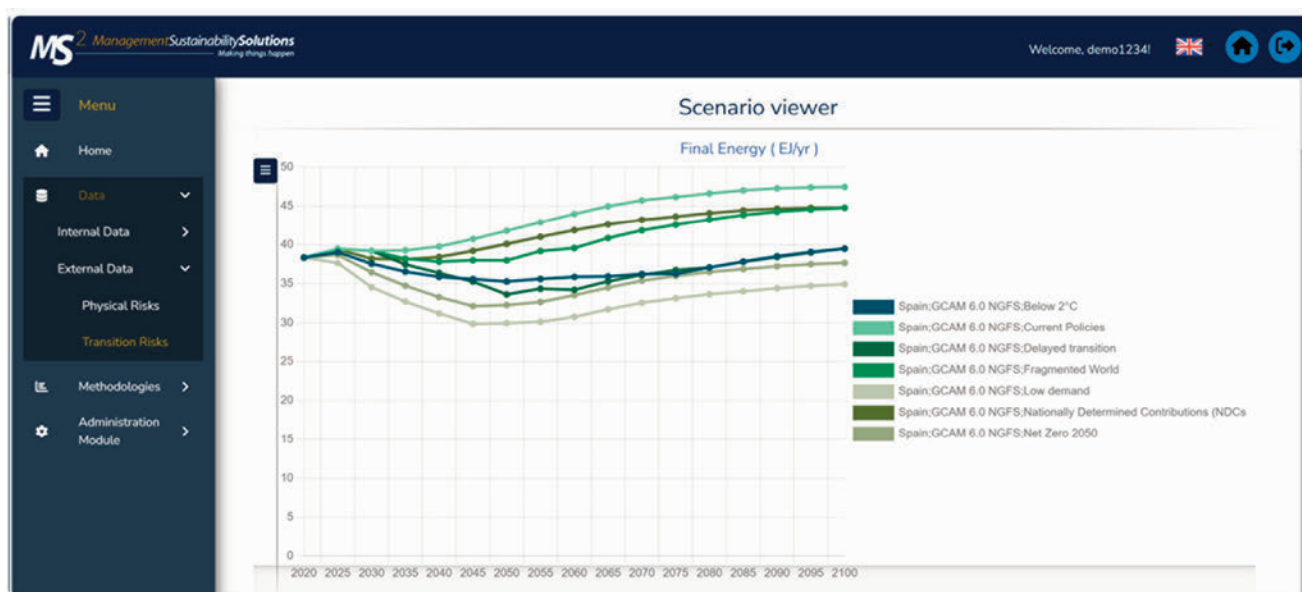
En el contexto de la creciente atención mundial a la sostenibilidad y a la mitigación y adaptación al cambio climático, comprender cómo afecta la transición climática a los distintos sectores dentro de la cartera de créditos corporativos de un banco es clave para una toma de decisiones y una gestión de riesgos informadas. Los mapas de calor ofrecen una evaluación cualitativa de los riesgos de transición que afectan a las trayectorias de los factores de riesgo (RFP) en diversos países, sectores, horizontes temporales y escenarios climáticos.

Las RFP representan los mecanismos a través de los cuales los riesgos de transición -como los cambios políticos, la tarificación del carbono o los avances tecnológicos- afectan a los flujos de caja de una empresa y, por lo tanto, a su capacidad para hacer frente a las obligaciones de deuda.

<sup>54</sup>UNEP Financial Initiative: Extending our horizons.

<sup>55</sup>Para más información sobre la elaboración de mapas térmicos, véase UNEP Financial Initiative: Beyond the Horizon.

Figura 18: escenarios de transición, ejemplo de visualización de la variable "Final Energy" en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



La variable "Final Energy (E/yr)" se refiere a la energía final consumida anualmente, expresada en unidades de energía por año (E/yr). Esta medida representa la energía efectivamente utilizada por los sectores finales de la economía (como transporte, industria, viviendas y servicios), después de las pérdidas asociadas a la generación, transmisión y distribución de la energía. Esta variable es solo un ejemplo de las numerosas disponibles en el modelo, y resulta particularmente relevante en el análisis de escenarios de descarbonización, dado el rol clave del consumo energético en la transición hacia economías bajas en carbono.

Se consideran cuatro RFP clave:

- 1. Costes de emisiones directas:** se calcula multiplicando el precio del carbono por las emisiones directas del sector (alcance 1), lo que refleja el impacto de la tarificación del carbono en los costes de las emisiones del sector.
- 2. Costes indirectos de las emisiones:** captura cómo el aumento de los costes de las emisiones de los sectores anteriores se transmite a través de la cadena de suministro, repercutiendo en los precios de los insumos. Se calcula multiplicando el precio del insumo por el volumen de insumos utilizados en la producción.
- 3. Gastos de capital:** representa las inversiones necesarias para la transición a operaciones más eficientes y con menos emisiones, incluidas las nuevas tecnologías. Este coste viene determinado por el precio del capital y el incremento neto del stock de capital.
- 4. Ingresos:** refleja los impactos potenciales sobre los ingresos del sector debidos a factores como cambios en los precios de los productos, cambios en las preferencias de los consumidores y la aplicación de impuestos o subvenciones. Se calcula multiplicando la producción total del sector por el precio de sus bienes o servicios.

Estas trayectorias tienen en cuenta colectivamente los efectos de los costes directos e indirectos de las emisiones, los cambios en los ingresos y las inversiones necesarias en tecnologías con bajas emisiones de carbono. Los resultados del modelo de escenarios climáticos proporcionan trayectorias detalladas para cada sector económico que pueden perfeccionarse mediante análisis de sensibilidad personalizados. Estas trayectorias son

fundamentales para extrapolar los impactos a nivel de prestatario a toda la cartera<sup>56</sup>.

Es importante señalar que los RFP se evalúan con respecto a un escenario de referencia, que supone que las calificaciones crediticias actuales de los prestatarios reflejan un mundo "sin cambios" en el que no se toman medidas adicionales significativas para hacer frente al cambio climático más allá de las políticas actuales. Este escenario corresponde al escenario de "Políticas actuales" de las NGFS y actúa como escenario de referencia. Cabe señalar que el término "referencia" en este contexto se refiere a proyecciones del entorno macro financiero en ausencia de shocks de transición climática adicionales con el objetivo de proporcionar un punto de comparación razonable para evaluar otros escenarios.

Los factores de riesgo de transición (RFP), calculados a partir de los escenarios de NGFS aportan una estimación cuantitativa del impacto del riesgo de transición según ciertos parámetros económicos y climáticos. Sin embargo, estos cálculos se ajustan mediante un análisis cualitativo proporcionado por los mapas de calor que introducen coeficientes de sensibilidad sectorial. Estos coeficientes permiten adaptar el cálculo cuantitativo de los RFP considerando la exposición esperada al riesgo de transición en cada sector. Así, los mapas de calor ayudan a refinar los resultados de los RFP integrando la vulnerabilidad específica de cada sector, lo que puede amplificar o mitigar el impacto estimado en los distintos escenarios de transición.

<sup>56</sup>Otras metodologías también podrían tener en cuenta elementos adicionales, como el apalancamiento o la posición de capital de las contrapartes.

Figura 19: ejemplos de impacto en la PD y LGD de una cartera de préstamos a empresas, comparación entre dos sectores de la cartera (petróleo y gas frente a generación de energía); en el escenario Net Zero 2050 en 2020,2030,2050 en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



En este ejemplo se observa que, en un escenario de transición ordenada y de descarbonización total de la economía para 2050 (Net Zero 2050), la cartera de ejemplo enfrenta un mayor riesgo (y, por lo tanto, un incremento en la PD y LGD) en los sectores relacionados con el petróleo y gas, en comparación con los de generación de energía. Sin embargo, ambos sectores sufrirían un impacto negativo en este escenario de transición. Nota: datos simulados, solo para fines ilustrativos.

La combinación de los factores de riesgo de transición (RFP) ajustados con las sensibilidades sectoriales derivadas de los mapas de calor permite calcular, para cada contraparte, un “índice de calidad crediticia climática”. Por cada escenario climático desarrollado por la NGFS se puede generar un conjunto de RFP y mapas de calor, ya que cada uno refleja un contexto específico de políticas, evolución económica y transición energética. Esto implica que, para cada escenario, se define un binomio único de RFP y mapa de calor que incorpora las sensibilidades sectoriales y la exposición esperada en ese contexto particular. Así, el “índice de calidad crediticia climática” se calcula de manera específica para cada escenario, lo que permite evaluar cómo varía el riesgo de transición y su impacto en la calidad crediticia bajo distintas proyecciones. Esta modelización proporciona una visión detallada de cómo los diversos escenarios de transición afectan a la vulnerabilidad de las contrapartes a nivel sectorial y regional.

En otras palabras, este índice incorpora de manera ponderada distintos factores de riesgo y las vulnerabilidades específicas de cada sector, reflejando así el impacto de la transición hacia una economía baja en carbono en el valor de los activos de las contrapartes. El riesgo de transición se considera un riesgo sistémico distinto de los factores idiosincráticos y otros factores sistémicos (considerados constantes). Este cambio en la distribución del valor de los activos provoca variaciones en la probabilidad de incumplimiento (PD) en un momento determinado, utilizando un modelo de valoración estructural (p. ej. *Framework Merton*) que correlaciona la PD de una empresa con la posible disminución del valor de sus activos.

Una vez estimada la PD en un escenario de transición climática, el impacto en la LGD podría calcularse aprovechando la correlación PD-LGD.

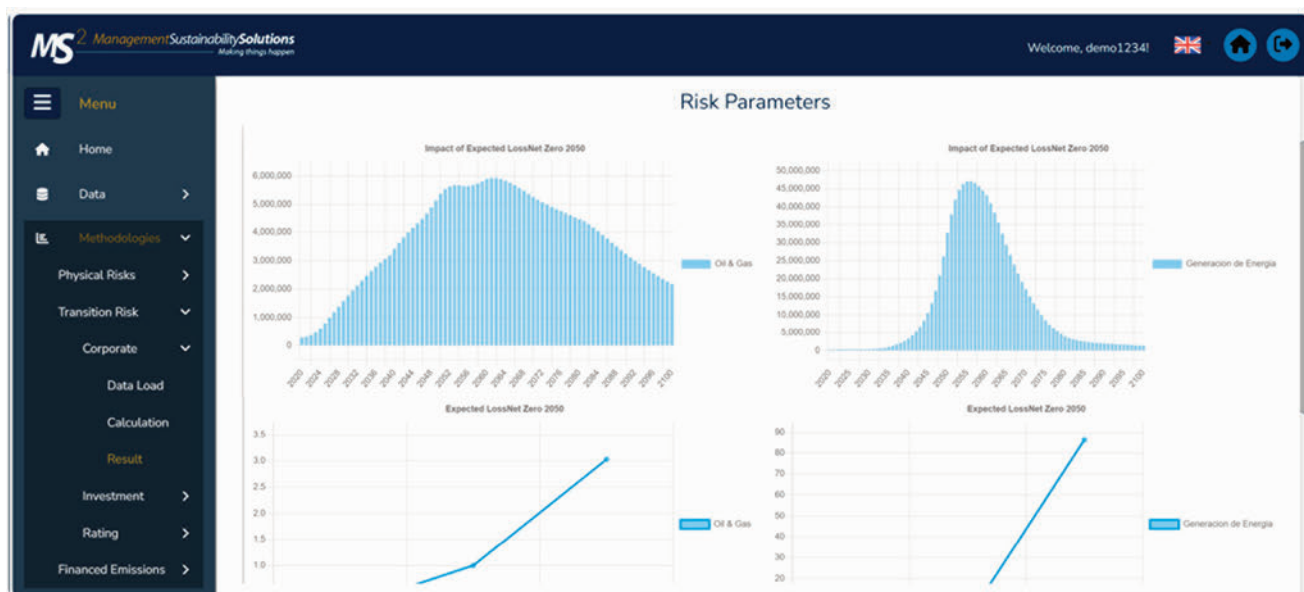
Analizando tanto la PD como la LGD, es posible estimar el impacto global del riesgo de transición sobre las pérdidas crediticias esperadas para cada contraparte y para toda la cartera de créditos.

La metodología descrita en esta sección permite realizar un análisis detallado de los impactos del riesgo climático de transición a nivel de cada exposición y contraparte, facilitando la simulación del efecto de diferentes trayectorias de posibles transiciones climáticas en los parámetros de riesgo crediticio de la cartera (véase la Figura 19) y, por tanto, en la pérdida esperada (véase la Figura 20).

### Medición del impacto en la cartera de inversión de activos financieros

La metodología para evaluar el riesgo de transición climática en las carteras de inversión de bancos, gestores de activos y compañías de seguros, abarca varios tipos de activos financieros, incluidos los bonos corporativos, los bonos soberanos y las acciones. En este contexto, el riesgo de transición se refiere a las fluctuaciones del valor de los activos provocadas por el cambio mundial hacia un modelo económico más sostenible. Estas fluctuaciones se ven influidas en gran medida por las expectativas de los participantes en el mercado sobre los futuros costes y oportunidades para los emisores de activos.

Figura 20: ejemplos de impacto en la pérdida esperada de una cartera de préstamos a empresas, comparación entre dos sectores de la cartera (petróleo y gas frente a generación de energía); en el escenario Net Zero 2050 en 2020,2030,2050 en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Nota: datos simulados, solo para fines ilustrativos.



Estas expectativas se modelizan utilizando proyecciones de políticas climáticas y posibles caminos hacia una economía más sostenible, según los diferentes escenarios climáticos desarrollados por el NGFS. Estos escenarios ayudan a anticipar cómo podrían evolucionar las políticas y regulaciones relacionadas con el cambio climático, así como los impactos económicos y de mercado que dichas políticas podrían tener en los emisores de activos financieros.

En el caso de los bonos corporativos y la renta variable, el enfoque implica analizar cómo se distribuyen los ingresos del emisor entre los distintos sectores económicos y regiones geográficas. En el caso de los bonos soberanos, el análisis se centra en la composición sectorial del Valor Añadido Bruto (VAB) del país. Esto permite comprender claramente dónde se generan los ingresos del emisor y cómo podrían verse afectados por factores relacionados con el clima.

Una vez establecido el desglose de los ingresos, el siguiente paso consiste en evaluar cómo podrían cambiar estos ingresos en distintos escenarios climáticos. Para ello, se examinan las tendencias de las variables específicas relacionadas con el clima que son relevantes para cada sector y región. Por ejemplo, si un emisor opera en un sector muy expuesto a cambios normativos destinados a reducir las emisiones de carbono, sus previsiones de ingresos reflejarían el impacto potencial de tales políticas. El impacto financiero se calcula entonces sobre la base de estos cambios previstos en los ingresos.

Esta metodología se basa en un enfoque ascendente, que analiza individualmente cada activo financiero, identificado por su Número Internacional de Identificación de Valores (ISIN), y realiza un análisis exhaustivo de las fuentes de ingresos vinculadas al emisor. A continuación, los ingresos se asignan a sectores económicos y regiones. La clasificación sectorial puede

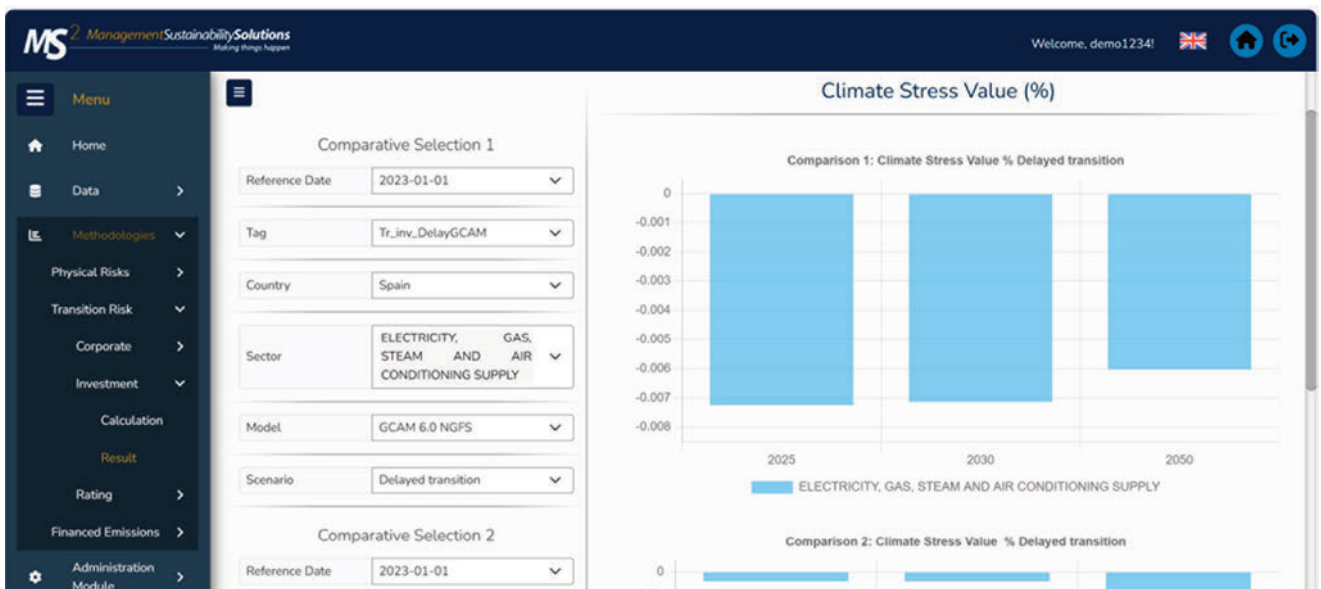
basarse en el marco de los Sectores Relevantes para la Política Climática (CPRS). Esta clasificación es un supuesto clave del modelo, ya que vincula los sectores económicos con variables climáticas específicas que podrían influir en los futuros flujos de ingresos.

Las tendencias observadas en estas variables climáticas -como los precios del carbono, los costes de la energía o los cambios normativos- ayudan a determinar cómo podrían evolucionar los ingresos en diferentes escenarios.

Para evaluar el impacto potencial de los cambios en las políticas climáticas, se asocia cada sector del CPRS a una variable relevante de la NGFS. Esta asociación implica que se presupone una correlación entre el comportamiento del sector CPRS y la evolución de la variable de la NGFS en los diferentes escenarios climáticos. Por lo tanto, los impactos positivos o negativos de las políticas climáticas sobre la variable de la NGFS sirven como un indicador de los efectos esperados en el sector correspondiente.

Por ejemplo, en el caso del sector de los combustibles fósiles (que abarca la extracción, producción, refinamiento y distribución de estos combustibles), se puede suponer que su desempeño está vinculado a la demanda de energía primaria producida a partir de fuentes fósiles. Esta demanda es una variable que se incluye en las proyecciones de los escenarios de la NGFS. En términos generales, definir con precisión los sectores y asociarlos a una o más variables significativas del escenario es un paso esencial en el desarrollo de la metodología, ya que permite evaluar con mayor precisión los posibles impactos de las políticas climáticas en los diferentes sectores económicos.

Figura 21: ejemplo de impacto en el valor neto de los activos en 2050 para el escenario de transición retardada de una cartera de inversión de muestra (acciones, bonos corporativos, bonos del Estado). Ejemplos ilustrativos en la herramienta Management Sustainability Solutions (MS<sup>2</sup>).



Utilizando la evolución de la variable NGFS en el escenario seleccionado en comparación con un escenario base (normalmente se emplea el escenario "Políticas actuales" como escenario base de referencia), es posible derivar un shock de política climática, que indica la magnitud de la perturbación económica. Esto permite evaluar cómo podrían verse afectados los ingresos de cada sector económico y región geográfica vinculados a un emisor específico y, en consecuencia, su impacto en los resultados financieros.

Para llevar a cabo un ejercicio de medición preciso, es esencial disponer de datos específicos sobre las contrapartes emisoras de los activos financieros de la cartera en análisis. En particular, para lograr una evaluación granular del riesgo resultan especialmente relevantes las informaciones sobre los ingresos de las contrapartes, desglosadas por sectores económicos y regiones geográficas. Contar con una visión tanto detallada como consolidada de las principales exposiciones geográficas y sectoriales del portafolio es crucial para analizar y comprender los impactos más significativos en la medición del riesgo climático.

Una vez determinado el shock de política climática, el siguiente paso consiste en calcular su impacto financiero y comprender cómo afecta al valor neto de los activos (*Net Asset Value*). Este cálculo varía en función de si el activo es una acción o un instrumento de renta fija, como bonos corporativos o gubernamentales.

Para la renta variable, el impacto financiero del estrés climático se puede calcular utilizando el modelo de valoración basado en dividendos o en beneficios por acción (p. ej. Gordon-Shapiro, ...). Para los bonos corporativos, el impacto se evalúa estimando

cómo afecta el shock de la política climática a la solvencia del emisor, para la estimación de la probabilidad de impago. Una vez determinado el efecto sobre la solvencia, se calcula un diferencial relacionado con el clima para estimar el cambio en los precios de los bonos debido específicamente al choque de transición.

En el caso de los bonos del Estado, el impacto financiero se aplica proporcionalmente al tipo del cupón del bono. Este ajuste tiene en cuenta los costes y oportunidades previstos para el gobierno emisor en el escenario climático evaluado. Aplicando este ajuste proporcional, se obtiene una estimación de cómo podría verse impactado el valor del bono en respuesta a la transición climática.

La metodología descrita en esta sección permite llevar a cabo un análisis exhaustivo de los impactos del riesgo climático de transición a nivel de cada activo financiero en una cartera de inversión. Esto facilita la simulación del efecto de diferentes trayectorias de posibles transiciones climáticas en el valor neto de los activos (*Net Asset Value*) de los instrumentos financieros (véase la Figura 21).

