



Medición del riesgo de transición en fondos de inversión

Ricardo Crisóstomo

Documentos de Trabajo
N.º 81



Medición del riesgo de transición en fondos de inversión

Ricardo Crisóstomo^a

Resumen

Este trabajo propone una metodología global para medir el impacto de la transición ecológica en las carteras de inversión. El análisis se enriquece incluyendo datos geográficos y sectoriales, información individual de empresas y medidas de riesgo financiero para cada instrumento de la cartera. Se obtiene que los fondos de inversión sufren una pérdida moderada del 5,7 % en un escenario de alto riesgo de transición. Sin embargo, la distribución del riesgo está significativamente sesgada a la izquierda, con el 1 % de los peores fondos experimentando una pérdida media del 21,3 %. En cuanto a clases de activos, la renta variable es la que peor se comportan (-12,7 %), seguida de los bonos corporativos (-5,6 %) y los bonos del Estado (-4,8 %). La pérdida obtenida para cada instrumento financiero se calcula teniendo en cuenta la huella de carbono de cada contraparte y la calificación crediticia, duración, convexidad y volatilidad de las exposiciones individuales. También se obtiene que los fondos sostenibles están menos expuestos al riesgo de transición y obtienen mejores resultados que el sector de fondos en la transición climática, respaldando su elección como inversiones verdes.

Palabras clave: Cambio climático. Transición a una economía baja en carbono. Fondos de inversión. Escenarios NGFS.

Clasificación JEL: G11; G12; G17; G32; Q54.

Documento de Trabajo

N.º 81

Noviembre, 2022

^a Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV), Edison 4, 28006 Madrid, España. Las opiniones expresadas en este artículo pertenecen exclusivamente a su autor y no reflejan necesariamente las de la CNMV.

Correo electrónico: rcayala@cnmv.es

La Comisión Nacional del Mercado de Valores publica este Documento de Trabajo con el objetivo de facilitar la difusión de estudios que contribuyan al mejor conocimiento de los mercados de valores y su regulación.

Las opiniones expresadas en este Documento de Trabajo reflejan exclusivamente el criterio de los autores y no deben ser atribuidas a la Comisión Nacional del Mercado de Valores.

Esta publicación, como la mayoría de las elaboradas por la Comisión Nacional del Mercado de Valores, está disponible en el sitio web www.cnmv.es.

© CNMV. Se autoriza la reproducción de los contenidos de esta publicación siempre que se mencione su procedencia.

ISSN (edición electrónica): 1988-2025

Edición y maquetación: Cálamo y Cran

Índice

1	Introducción	7
2	Medición del riesgo de transición en carteras de inversión	11
2.1	Renta variable	12
2.2	Bonos corporativos	13
2.3	Deuda soberana	14
2.4	Participaciones en otros fondos	15
2.5	Efectivo y equivalentes de efectivo	16
3	Datos y calibración	17
3.1	Datos individuales para cada exposición	17
3.2	Escenario de riesgo climático	18
3.3	Reducción a exposiciones individuales	22
4	Resultados empíricos	27
4.1	Pérdidas por riesgo de transición en cada clase de activo	27
4.2	Pérdidas derivadas del riesgo de transición en los fondos de inversión españoles	29
4.3	Fondos sostenibles	31
4.4	Análisis de robustez: Alessi y Battiston (2022)	33
5	Conclusión	35
	Referencias	37

1 Introducción

La transición hacia una economía baja en carbono podría generar riesgos para la estabilidad financiera derivados de la materialización de escenarios de transición que no hayan sido previstos por los agentes económicos. Cambios en las preferencias de los inversores, interrupciones tecnológicas y la implantación abrupta de políticas climáticas suponen una incertidumbre futura que puede provocar un descenso repentino del precio de los activos financieros. Se espera que la transición ecológica aumente los costes de las empresas con altas emisiones de carbono y reduzca la demanda de sus productos. Estos cambios podrían provocar activos varados, deterioro de la calidad crediticia, caída de las valoraciones de empresas y mayores costes de financiación, lo que generaría pérdidas en los instrumentos financieros emitidos por las empresas vulnerables a la transición.

El análisis de los vínculos entre los fondos de inversión y las empresas con altas emisiones de carbono puede proporcionar indicadores de alerta temprana sobre el riesgo sistémico derivado de la transición ecológica. Una mayor conciencia climática y la divulgación de nueva información medioambiental podrían hacer que los inversores reduzcan o rechacen las inversiones con altas emisiones de carbono, produciéndose un efecto de contagio a las exposiciones superpuestas y un riesgo de huida de los activos marrones (Jondeau *et al.*, 2021a; Jondeau *et al.*, 2021b¹). Más allá del efecto directo sobre los activos marrones, las entidades financieras y los inversores que posean acciones y deuda de las empresas con altas emisiones de carbono también podrían verse afectados por la transición debido a un mayor riesgo de crédito y mercado en sus carteras.

Este documento propone un marco global para medir el impacto de la transición climática en las carteras de inversión. La vulnerabilidad de las contrapartes financieras frente a la transición climática se deriva de un análisis de su intensidad de carbono y de su sector económico. Además, las métricas de riesgo crediticio y de mercado se obtienen específicamente para cada exposición de la cartera con objeto de considerar el riesgo específico de cada instrumento financiero y clase de activo. Esta metodología nos permite cuantificar la pérdida de valor que podría sufrir cada exposición individual y, por tanto, la cartera correspondiente, en caso de producirse un escenario de riesgo de transición.

Hay dos documentos que emplean un enfoque relacionado para tratar el riesgo climático en los fondos de inversión. Amzallag (2021) estudia el riesgo climático de los fondos de inversión a través de su huella de carbono y muestra que la exposición de

1 El contagio puede producirse cuando un fondo que vende su cartera causa pérdidas a otros participantes en el mercado con exposiciones superpuestas (Poledna *et al.*, 2021).

los fondos de inversión a la transición climática es heterogénea, mostrando los fondos que invierten en empresas altamente contaminantes una mayor interconexión que los fondos que invierten en actividades sostenibles. Gourdel y Sydow (2021) analiza el impacto de los riesgos físicos y de transición en los fondos europeos teniendo en cuenta *shocks* de reembolsos, pérdidas por la revaluación de precios, ventas forzadas y efectos de segunda ronda. Su resultado muestra un mejor rendimiento de los fondos verdes en la transición climática pero pérdidas generalizadas en caso de *shock* físico.

En comparación con la literatura, hacemos una triple contribución:

- Presentamos una metodología a nivel ISIN que se puede utilizar para cuantificar el riesgo climático de cualquier cartera de inversión. Nuestro enfoque aplica métricas de riesgo climático y financiero para medir el riesgo de transición.
- Realizamos la primera descripción climática del universo de fondos de inversión españoles. De este análisis extraemos las principales características de las carteras de fondos españoles, incluyendo i) una comparación con sus equivalentes europeos y ii) un análisis de cómo se comportan los fondos sostenibles en la transición climática.
- Nuestros análisis consideran datos sectoriales, geográficos, de empresas e ISIN. En comparación con los modelos sectoriales, hemos observado que la combinación de productos, la dependencia energética y la cartera tecnológica de determinadas empresas pueden influir significativamente en su perfil de riesgo climático.

Nuestros análisis ponen de manifiesto que los fondos de inversión sufren pérdidas moderadas en caso de materialización de un escenario de alto riesgo de transición. En general, la pérdida de valor (*mark-to market*, en adelante MtM por sus siglas en inglés) media en el sector de los fondos de inversión es del 5,69 %. Sin embargo, la distribución de las pérdidas por riesgo de transición está significativamente sesgada a la izquierda, con el 1 % de los fondos con peor rendimiento soportando una pérdida media de MtM del 21,34 %. Si bien muchos fondos responden con resiliencia a la transición hacia la economía baja en carbono, los fondos que invierten en acciones de empresas altamente contaminantes sufren las mayores pérdidas. Estas cifras deben interpretarse como una estimación de baja severidad de las pérdidas potenciales de los fondos, ya que solo tienen en cuenta los efectos directos de la cartera. Factores amplificadores como la relación entre pérdidas y reembolsos, el impacto de las ventas en los precios de mercado, el contagio indirecto u otros factores sistémicos podrían desencadenar efectos en cascada y no lineales que aumentan la pérdida final².

También se observa que los fondos sostenibles superan al sector general de fondos en la transición climática. Por lo que se refiere al riesgo de cola, aunque los fondos sostenibles tienen una mayor participación en las inversiones de capital, los instrumentos del peor 1 % y 5 % sufren una pérdida limitada del 14,65 % y del

2 Véanse, por ejemplo, Clerc *et al.* (2016), Peralta y Crisóstomo (2016), Cont y Schaanning (2017), Battiston *et al.* (2017), Ojea-Ferreiro (2020), Roncoroni *et al.* (2021) o Alessi *et al.* (2022).

11,00 % (frente al 21,34 % y 15,47 % en el sector de fondos). Del mismo modo, la pérdida MtM observada en todos los fondos sostenibles es del 5,70 %, inferior al 5,92 % atribuido a la cartera comparable en términos de clases de activos. Estas cifras indican que los fondos sostenibles están menos expuestos al riesgo de transición e invierten en activos financieros que superan a sus equivalentes sectoriales en la transición a la economía baja en carbono.

Por último, mostramos que los fondos españoles presentan un menor riesgo de transición que sus equivalentes europeos. Utilizando el marco desarrollado por Alessi y Battiston (2022), el Coeficiente de Exposición al Riesgo de Transición (TEC) de los fondos españoles es del 4,37 % frente al 6,11 % de los fondos de la Unión Europea (UE). Considerando la cuota de cartera que se incluye en el cálculo, el TEC ajustado de los fondos españoles aumenta hasta el 12,91 % (frente al 29,2 % de los fondos de la UE). Además, las carteras de fondos sostenibles presentan un TEC y un TEC ajustado significativamente más bajos que los fondos españoles y de la UE, lo que refuerza su elección como inversiones verdes.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta la metodología utilizada para evaluar el riesgo de transición en las carteras de inversión. En la sección 3 se presentan los datos empleados y el escenario climático considerado. En la sección 4 se muestran los resultados de nuestros análisis de riesgo de transición. En la sección 5 se recogen las conclusiones del documento.

2 Medición del riesgo de transición en carteras de inversión

Este trabajo desarrolla un marco global para evaluar la vulnerabilidad de las carteras de inversión a la transición hacia una economía baja en carbono. Desde el punto de vista analítico, se consideran tanto indicadores climáticos como medidas tradicionales del riesgo crediticio y de mercado. En el gráfico 1 se muestra una descripción esquemática de los pasos y factores de riesgo empleados para cuantificar el riesgo de transición.

Pasos y factores de riesgo utilizados para cuantificar el riesgo de transición GRÁFICO 1



Nuestra evaluación del riesgo climático comienza con la composición a nivel de código ISIN de las carteras financieras. La vulnerabilidad de cada contraparte a la transición climática se deriva de su intensidad de carbono y de su sector económico. Las empresas que operan con una elevada huella de carbono se verán más afectadas por la transición ecológica, ya que el mayor precio del carbono, cambios en las preferencias de los inversores, disrupciones tecnológicas y políticas climáticas reducirán previsiblemente la demanda de productos con altas emisiones de carbono

y aumentarán los costes de producción. En consecuencia, se espera que la transición ecológica genere activos varados, caídas en el valor de las empresas y un mayor riesgo crediticio, lo que conllevará pérdidas en los instrumentos financieros emitidos por empresas con altas emisiones de carbono.

Las características de los sectores económicos constituyen un factor de riesgo relevante para evaluar el coste y las oportunidades que surgen de la transición climática. Los sectores económicos con niveles más altos de emisiones de GEI, como los servicios públicos, el transporte, la minería y el petróleo, corren un riesgo mayor de sufrir pérdidas relacionadas con el clima, ya que las políticas destinadas a reducir las emisiones y facilitar la transición ecológica crean riesgos significativos para los sectores intensivos en carbono (véanse UNEP FI, 2019; BCBS, 2021; Dunz *et al.*, 2021 y Semieniuk *et al.*, 2021).

Sin embargo, incluso dentro de un sector determinado, el riesgo climático suele afectar a las empresas de manera heterogénea. Factores específicos de la empresa, como su combinación de productos, la dependencia de diferentes fuentes de energía o la cartera tecnológica, pueden influir significativamente en el perfil de riesgo climático de cada empresa. Por ello, además de los agregados sectoriales, empleamos datos a nivel de empresa para realizar comparaciones intersectoriales y discriminar entre los mejores y los peor situados en cada sector económico (véanse The CO-Firm y Kepler Cheuvreux, 2018 y NGFS, 2020).

Asimismo, incluso para una empresa determinada, el rendimiento de mercado de los instrumentos financieros será normalmente diferente según la clase de activo considerada y las características de riesgo de las exposiciones concretas. Para los instrumentos de crédito, el riesgo de pérdida puede variar según la calidad crediticia, las garantías, la duración y la convexidad de cada exposición. Del mismo modo, el riesgo de pérdida de los instrumentos de renta variable también varía en función de factores de riesgo de mercado como la volatilidad de cada activo subyacente.

Sobre esta base, desarrollamos una metodología de cartera que evalúa de manera exhaustiva el riesgo climático de cinco clases de activos interrelacionados: i) renta variable; ii) bonos corporativos, iii) deuda soberana; iv) participaciones en otros fondos; y v) efectivo y equivalentes de efectivo.

2.1 Renta variable

La vulnerabilidad climática de las exposiciones de renta variable se deriva del sector económico y de la intensidad de carbono de cada contraparte. Para los instrumentos de renta variable, primero evaluamos la intensidad de carbono de empresas concretas en relación con su sector como:

$$CI_{i,j}^m = 2q_j(CI_i) \quad (1)$$

donde $CI_{i,j}^m$ representa el multiplicador de intensidad de carbono de la exposición i, j y $q_j(CI_i)$ es el cuantil que ocupa el emisor de i en la distribución de intensidad de carbono del sector j . Para cada contraparte, $CI_{i,j}^m$ oscila entre 0 y 2, diferenciando efectivamente entre las empresas que se desvían de la mediana de la intensidad de carbono de su sector económico.

A continuación obtenemos el multiplicador de riesgo de mercado de las inversiones en renta variable comparando la volatilidad de cada exposición σ_i con la volatilidad media de su sector económico $\bar{\sigma}_j$:

$$\sigma_{i,j}^m = \frac{\sigma_i}{\bar{\sigma}_j} \quad (2)$$

Después de evaluar la vulnerabilidad climática y el riesgo de mercado, la pérdida de valor en la posición de renta variable i, j se obtiene como

$$\Delta EQ_{i,j}(k) = CI_{i,j}^m \sigma_{i,j}^m \Delta_j^{EQ}(k) \quad (3)$$

donde Δ_j^{EQ} representa la pérdida de capital media en el sector j al materializarse el escenario de transición k .

2.2 Bonos corporativos

De manera similar a la renta variable, la vulnerabilidad climática de la deuda corporativa se deriva del sector económico y de la intensidad de carbono de cada contraparte. El multiplicador de intensidad de carbono del bono corporativo i perteneciente al sector j es

$$CI_{i,j}^m = 2q_j(CI_i) \quad (4)$$

donde $q_j(CI_i)$ es el cuantil que ocupa el deudor i en la distribución de intensidad de carbono del sector j . A continuación, obtenemos el multiplicador de riesgo de crédito a través del Nivel de Calidad Crediticia (CQS) de cada exposición individual. El CQS proporciona un mapeo estandarizado de calificaciones crediticias que tiene en cuenta los factores de riesgo tanto del deudor (p. ej., probabilidad de incumplimiento) como de la exposición (p. ej., subordinación, recuperación esperada, existencia de garantías o avales, etc.³). Para cada deuda corporativa, calculamos el multiplicador CQS como:

$$CQS_{i,j}^m = \frac{CQS_i}{\overline{CQS}_j} \quad (5)$$

donde CQS_i es el nivel de calidad crediticia de la deuda i , y \overline{CQS}_j es el NCC medio del sector económico j . En el cuadro 1 se ilustra la correlación entre el NCC y las calificaciones crediticias de las principales agencias.

3 El CQS es un indicador normalizado del riesgo de crédito derivado del Reglamento sobre los requisitos prudenciales de las entidades de crédito y las empresas de inversión (véase el Reglamento (UE) n.º 575/2013 y el Reglamento de Ejecución (UE) 2016/1799). Consideramos que las métricas prospectivas (por ejemplo: diferencial de crédito y volatilidades implícitas) son preferibles a las medidas basadas en datos históricos (véanse, por ejemplo, Crisóstomo y Couso, 2018 y Wei *et al.*, 2022). Sin embargo, dado que los parámetros prospectivos solo se encuentran disponibles para un pequeño subconjunto de instrumentos financieros, la utilización de los diferenciales de crédito reduciría significativamente la disponibilidad de los datos.

CQS	Calificaciones de Fitch	Calificaciones de Moody's	Calificaciones de S&P
1	de AAA a AA-	de Aaa a Aa3	de AAA a AA-
2	de A+ a A-	de A1 a A3	de A+ a A-
3	de BBB+ a BBB-	de Baa1 a Baa3	de BBB+ a BBB-
4	de BB+ a BB-	de Ba1 a Ba3	de BB+ a BB-
5	de B+ a B-	de B1 a B3	de B+ a B-
6	CCC+ e inferior	Caa1 e inferior	CCC+ e inferior

Después de evaluar el riesgo de crédito y la vulnerabilidad climática, el cambio en el diferencial de crédito de la deuda corporativa i, j se obtiene como

$$\Delta CS_{i,j}(k) = CI_{i,j}^m CQS_{i,j}^m \Delta_j^{CS}(k) \tag{6}$$

donde $\Delta_j^{CS}(k)$ es la variación media del diferencial de crédito del sector j debido al escenario de transición k . Por último, la pérdida de valor de cada bono corporativo se obtiene como:

$$\Delta CB_{i,j}(k) = \Delta CS_{i,j}(k) SD_i + 0,5 \Delta CS_{i,j}(k)^2 C_i \tag{7}$$

donde SD_i y C_i representan la duración del diferencial de crédito y la convexidad del bono i , respectivamente.

2.3 Deuda soberana

La vulnerabilidad climática de la deuda soberana se estima por separado para cada país. Para los países que están incluidos expresamente en la ruta de transición k , el cambio en el valor de la deuda soberana i del país h se obtiene como

$$\Delta GB_{i,h,T}(k) = \Delta y_{h,T}(k) D_i + 0.5 \Delta y_{h,T}^2(k) C_i \tag{8}$$

donde $\Delta y_{h,T}(k)$ representa el cambio de rendimiento en la deuda del país h y vencimiento T , mientras que D_i y C_i son la duración modificada y la convexidad de la deuda soberana i , respectivamente.

Para los países que no están incluidos en la ruta de transición k , estimamos la vulnerabilidad del país h a partir de su multiplicador de intensidad de carbono

$$CI_{i,h}^m = 2q^{GB}(CI_i) \tag{9}$$

donde $q^{GB}(CI_i)$ representa el cuantil de la distribución de la deuda soberana en el que se encuentra el país h . A continuación, se obtiene el multiplicador de riesgo de crédito a través del CQS de la deuda pública i en comparación con el NCC medio de las exposiciones de bonos soberanos

$$CQS_{i,h}^m = \frac{CQS_i}{\overline{CQS}^{GB}} \tag{10}$$

Y el cambio de rendimiento en la exposición i del país h está determinada, por lo tanto, por

$$\Delta y_{i,h,T}(k) = CI_{i,h}^m CQS_{i,h}^m \Delta y_T(k) \quad (11)$$

donde $\Delta y_T(k)$ representan el cambio de rendimiento medio de la deuda soberana con vencimiento T . Por último, el cambio en el valor de la exposición soberana i , h , T es entonces

$$\Delta GB_{i,h,T}(k) = \Delta y_{i,h}(k) D_i + 0.5 \Delta y_{h,T}^2(k) C_i \quad (12)$$

2.4 Participaciones en otros fondos

El riesgo de transición de otros vehículos de fondos se deriva de la intensidad de carbono y de la composición de la cartera de cada fondo. Al igual que con otras clases de activos, primero comparamos la intensidad de carbono del fondo i con la distribución de la intensidad de carbono del sector de otros fondos como

$$CI_i^m = q^{IF}(CI_i) \quad (13)$$

donde $q^{IF}(CI_i)$ representa el cuartil de la distribución en el que se encuentra el fondo i . Si no se dispone de información sobre los códigos ISIN, la composición de la cartera de otros vehículos de fondos se deriva del estilo de inversión de cada fondo, como se muestra en el cuadro 2.

A continuación, el cambio de valor en el fondo i del estilo de inversión s se obtiene como

$$\Delta IF_{i,s}(k) = CI_i^m [w_s^{EQ} \overline{\Delta EQ}(k) + w_s^{CB} \overline{\Delta CB}(k) + w_s^{GB} \overline{\Delta GB}(k)] \quad (14)$$

donde w_s^{EQ} , w_s^{CB} y w_s^{GB} son la cuota de la cartera que cada fondo tiene en acciones, bonos corporativos y deuda soberana respectivamente, mientras que $\overline{\Delta EQ}(k)$, $\overline{\Delta CB}(k)$ y $\overline{\Delta GB}(k)$ representan el cambio medio en el valor de las acciones, bonos corporativos y deuda soberana en el escenario de transición k .

Composición de las participaciones en otros fondos o estilo de inversión CUADRO 2

%

Estilo de inversión	Acciones	Deuda corporativa	Deuda soberana	Efectivo y equivalentes de efectivo
Renta variable	85	5	5	5
Renta variable mixta	65	15	15	5
Renta fija mixtos	25	35	35	5
Renta fija	0	75	20	5
Deuda del Estado	0	20	75	5
Otros	25	35	35	5

2.5 Efectivo y equivalentes de efectivo

El efectivo y los equivalentes de efectivo se consideran activos seguros y, por lo tanto, no se prevé que pierdan valor de mercado en un escenario climático adverso. Por consiguiente, los fondos de inversión con mayores inversiones en efectivo presentarán, *ceteris paribus*, menores pérdidas si se materializa un escenario adverso de riesgo de transición.

3 Datos y calibración

Los datos de cada fondo se obtienen de la cartera posición por posición (es decir: por códigos ISIN) comunicada por los fondos de inversión a la CNMV. Tomamos como referencia la composición de la cartera de todos los fondos en junio de 2021. Nuestra base de datos está compuesta por 1.629 fondos de inversión con 88.631 posiciones individuales. Las exposiciones de los fondos se clasifican en cinco clases de activos que, en su conjunto, representan más del 99 % de los activos gestionados (AG) de los fondos de inversión españoles⁴: i) renta variable; ii) bonos corporativos; iii) deuda soberana; iv) inversión en otros vehículos de fondos, y v) efectivo y equivalentes de efectivo⁷. El total de activos gestionados en nuestra base de datos es de 307.400 millones de euros. En el cuadro 3 se muestra la composición de las carteras de los fondos de inversión por clase de activos.

Cartera de fondos de inversión por clase de activos

CUADRO 3

Clase de activo	Cuota de inversión (% de activos gestionados)	N.º de posiciones	Único ISIN
Renta variable	15,46	31.834	4.196
Bonos corporativos	19,68	28.274	5.598
Deuda soberana	20,97	8.532	1.462
Otros vehículos de fondos	34,42	12.877	3.802
Efectivo y equivalentes de efectivo	8,81	6.191	-
No clasificado	0,65	923	-

3.1 Datos individuales para cada exposición

Nuestra metodología de riesgo de transición evalúa la vulnerabilidad de todas las exposiciones de los fondos a la transición a una economía baja en carbono. La sensibilidad climática se evalúa a nivel de contraparte, mientras que los indicadores de riesgo de crédito y de mercado se tienen en cuenta para cada código ISIN. En el cuadro 4 se resumen los datos climáticos y financieros obtenidos para cada clase de activo, la cobertura de activos gestionados y las fuentes de los datos.

Para obtener los datos climáticos y financieros, partimos de la información disponible del código ISIN de cada posición. Las métricas de riesgo crediticio y de mercado (es decir: CQS, duración, convexidad, volatilidad y estilo de inversión)

4 El resto representa las posiciones individuales que no pudieron clasificarse por falta de datos en la cartera. Las posiciones en derivados no se incluyen en nuestra evaluación, pero se abordarán en evaluaciones futuras. A efectos del recuento, los compartimentos de fondos con una cartera y una estrategia de inversión separadas (es decir, subfondos) se consideran fondos individuales.

se obtienen para cada código ISIN, mientras que las métricas relacionadas con el clima (es decir, intensidad de carbono, sector económico y país) se obtienen del deudor de cada exposición. Cuando una métrica de riesgo climático no está disponible en relación con un deudor, obtenemos la información de la empresa matriz o de la empresa matriz última. Este procedimiento arroja una cobertura de activos gestionados del 97,1 % de media, que oscila entre el 91,2 % y el 100 % según el campo de datos. Para el pequeño número de exposiciones en las que no se han podido obtener los datos de intensidad de carbono, NCC o volatilidad, empleamos un valor de relleno neutral con respecto al sector⁵.

Métricas de riesgo climático y financiero por clase de activos

CUADRO 4

Clase de activo	Métricas de riesgo climático			Métricas de riesgo financiero				
	Intensidad de carbono	Sector económico	País	Calidad crediticia	Duración	Convexidad	Volatilidad	Estilo de inversión
Bonos corporativos	√	√	-	√	√	√	-	-
Deuda soberana	√	-	√	√	√	√	-	-
Acciones	√	√	-	-	-	-	√	-
Otros fondos	√	-	-	-	-	-	-	√
Cobertura de activos gestionados (%)	91,8	100	100	93,5	100	100	91,2	100
Fuentes de datos	Refinitiv, Bloomberg, MSCI, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP	Refinitiv, CP MSCI, CP

Notas. CP: cálculos propios.

3.2 Escenario de riesgo climático

Para garantizar una evaluación de riesgos consistente entre sectores económicos, áreas geográficas, clases de activos y exposiciones individuales, empleamos un enfoque de modelización *top-down*. El análisis parte de un escenario climático global que genera proyecciones macroeconómicas y medioambientales con desglose sectorial y geográfico. A continuación, para hacer operativo este escenario, empleamos un modelo de reducción de escala aplicando métricas de riesgo financiero y climático para obtener una evaluación de riesgo integral para diferentes clases de activos, contrapartes e instrumentos financieros individuales.

En el sector financiero, los escenarios desarrollados por la Network for Greening the Financial System (NGFS) constituyen un marco de referencia común para analizar los riesgos climáticos para la economía y el sistema financiero. En cuanto al riesgo de transición, uno de los escenarios de la NGFS considera una transición

5 Por consiguiente, cuando no se dispone de datos relativos a la intensidad de carbono, el CQS o la volatilidad, nuestro método de relleno da lugar a un multiplicador neutro de intensidad de carbono, CQS o volatilidad de 1.

retrasada en la que las políticas climáticas no se introducirían hasta 2030. Por consiguiente, se requerirá una implantación abrupta (desordenada) en 2030 para limitar el calentamiento global, concentrando los efectos de la transición climática en un período corto. El escenario de transición retrasada provoca un rápido incremento de los precios del carbono que genera *shocks* geográficos y sectoriales que afectan la economía en general (véase NGFS, 2021).

Las proyecciones macroeconómicas y medioambientales acordes con la transición retrasada NGFS se obtienen de los modelos NiGEM y REMING-MagPIE⁶. Usando estas proyecciones, la JERS y el ECB proporcionan *shocks* relacionados con el clima para diferentes clases de activos que son representativos de la transición retrasada. En el cuadro 5 se muestran los *shocks* en la renta variable y los diferenciales de crédito por sector económico, mientras que en el cuadro 6 se muestran los *shocks* en los rendimientos de la deuda soberana por país. Estas cifras concentran el impacto en los precios de los activos que se espera durante un período de 3 años (2030-33) y se han empleado en los test de estrés de 2022 para los fondos de pensiones de la UE (véanse ESRB, 2022 y EIOPA, 2022). El desglose sectorial recogido en el cuadro 5 también se utiliza en el estrés climático del BCE de 2022 para los bancos (ECB, 2022).

6 NiGEM es un modelo macroeconómico de ámbito mundial revisado por expertos, cuyo desarrollo y mantenimiento está a cargo del Instituto Nacional de Investigación Económica y Social (véase PNUMA FI, 2022). El marco REMIND-MAGPIE combina el modelo de economía energética REMIND y el modelo de producción agrícola MAGPIE, y su desarrollo y mantenimiento le corresponde al Instituto de Potsdam para la investigación del impacto climático (véase Hilaire y Bertram, 2020).

Shocks en los precios de las acciones y los diferenciales de los bonos corporativos

CUADRO 5

Códigos NACE	Precios de las acciones (% de cambio)	Diferenciales de los bonos corporativos (cambio en puntos básicos)	Descripción del sector
A01	-11,50 %	143	Cultivos, ganadería, caza y servicios relacionados
A02-A03	-11,80 %	146	Silvicultura, explotación forestal, pesca y acuicultura
B05-B09	-37,80 %	467	Minas y canteras
C10-C12	-12,30 %	152	Fabricación de productos alimenticios, bebidas y tabaco
C13-C18	-10,90 %	134	Fabricación de textiles, prendas de vestir, cuero, papel y productos relacionados
C19	-32,20 %	397	Fabricación de coque y productos refinados del petróleo
C20	-12,70 %	157	Fabricación de sustancias químicas y productos químicos
C21-C22	-11,10 %	137	Fabricación de productos y preparados farmacéuticos, productos de caucho y plástico
C23	-20,40 %	252	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
C24-C25	-15,30 %	189	Fabricación de productos básicos y elaborados de metal, excepto maquinaria y equipos
C26-C28	-11,10 %	138	Fabricación de equipos y maquinaria informática, electrónica, óptica, eléctrica
C29-C30	-11,20 %	139	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques y otros equipos de transporte
C31-C33	-9,80 %	121	Fabricación de muebles y otros. Reparación e instalación de maquinaria y equipos
D35	-23,00 %	284	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
E36-E39	-13,10 %	162	Suministro de agua; alcantarillado; actividades de descontaminación y gestión de residuos
F41-F43	-11,50 %	143	Construcción
G45-G47	-13,40 %	165	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas
H49	-22,60 %	279	Transporte terrestre y transporte por tubería
H50	-12,70 %	157	Transporte aéreo
H51	-14,20 %	176	Transporte de agua
H52-H53	-10,80 %	133	Almacenamiento y actividades anexas al transporte; Actividades postales y de mensajería
L68	-12,00 %	148	Actividades inmobiliarias
Otro	-14,30 %	177	Otras actividades

Fuente: ESRB (2022) y EIOPA (2022).

Shocks en los rendimientos de la deuda soberana

CUADRO 6

País	Rendimientos de los bonos soberanos (cambio en puntos básicos)									
	1 año	2 años	3 años	4 años	5 años	6 años	7 años	8 años	9 años	+ 10 años
Austria	-7,8	6,2	20,2	34,2	48,2	62,2	76,2	90,1	104,1	118,1
Bélgica	85,7	89,7	93,6	97,6	101,6	105,6	109,6	113,6	117,6	121,6
Bulgaria	111,9	112,2	112,5	112,8	113,1	113,4	113,8	114,1	114,4	114,7
China	-63,2	-45,6	-27,9	-10,3	7,4	25,1	42,7	60,4	78,0	95,7
Croacia	316,2	289,9	263,6	237,3	211,1	184,8	158,5	132,2	106,0	79,7
Chipre	78,5	80,1	81,8	83,4	85,0	86,6	88,3	89,9	91,5	93,1
República Checa	20,9	12,5	4,2	-4,2	-12,6	-21,0	-29,4	-37,8	-46,1	-54,5
Dinamarca	93,4	95,8	98,2	100,6	103,0	105,4	107,8	110,2	112,6	115,0
Estonia	78,4	82,5	86,5	90,6	94,6	98,7	102,7	106,8	110,9	114,9
Finlandia	89,0	92,4	95,8	99,2	102,7	106,1	109,5	112,9	116,3	119,8
Francia	91,1	94,4	97,7	101,0	104,3	107,6	110,9	114,2	117,5	120,8
Alemania	80,5	84,9	89,3	93,7	98,1	102,5	106,9	111,3	115,7	120,0
Grecia	61,1	64,6	68,2	71,7	75,3	78,8	82,4	85,9	89,5	93,0
Hungría	74,8	54,7	34,5	14,4	-5,7	-25,9	-46,0	-66,2	-86,3	-106,4
Islandia	-6,3	-2,4	1,5	5,5	9,4	13,3	17,3	21,2	25,1	29,0
Irlanda	69,5	72,0	74,4	76,8	79,2	81,7	84,1	86,5	89,0	91,4
Italia	84,7	85,9	87,0	88,1	89,2	90,3	91,4	92,6	93,7	94,8
Japón	59,3	63,5	67,6	71,8	75,9	80,0	84,2	88,3	92,5	96,6
Letonia	46,8	53,5	60,2	66,9	73,6	80,3	87,0	93,7	100,4	107,1
Liechtenstein	72,6	76,6	80,6	84,6	88,6	92,6	96,6	100,6	104,6	108,6
Lituania	90,2	91,7	93,2	94,8	96,3	97,8	99,4	100,9	102,4	104,0
Luxemburgo	74,8	74,1	73,3	72,6	71,8	71,1	70,4	69,6	68,9	68,1
Malta	52,0	57,6	63,1	68,7	74,3	79,9	85,5	91,0	96,6	102,2
Países Bajos	89,2	93,0	96,8	100,6	104,4	108,3	112,1	115,9	119,7	123,5
Noruega	89,1	91,7	94,4	97,1	99,8	102,5	105,1	107,8	110,5	113,2
Polonia	-24,9	-33,2	-41,6	-49,9	-58,3	-66,6	-75,0	-83,3	-91,6	-100,0
Portugal	98,1	100,9	103,7	106,5	109,3	112,1	115,0	117,8	120,6	123,4
Rumanía	-187,2	-179,7	-172,2	-164,6	-157,1	-149,5	-142,0	-134,4	-126,9	-119,4
Eslovaquia	137,8	135,8	133,8	131,8	129,8	127,8	125,8	123,8	121,8	119,8
Eslovenia	106,4	106,1	105,9	105,7	105,4	105,2	104,9	104,7	104,5	104,2
España	92,7	95,8	99,0	102,1	105,3	108,5	111,6	114,8	117,9	121,1
Suecia	92,7	92,0	91,3	90,6	89,9	89,2	88,5	87,8	87,0	86,3
Suiza	72,6	76,6	80,6	84,6	88,6	92,6	96,6	100,6	104,6	108,6
Reino Unido	120,3	113,1	105,8	98,6	91,3	84,1	76,9	69,6	62,4	55,1
Estados Unidos	149,1	134,7	120,3	106,0	91,6	77,2	62,8	48,4	34,0	19,6

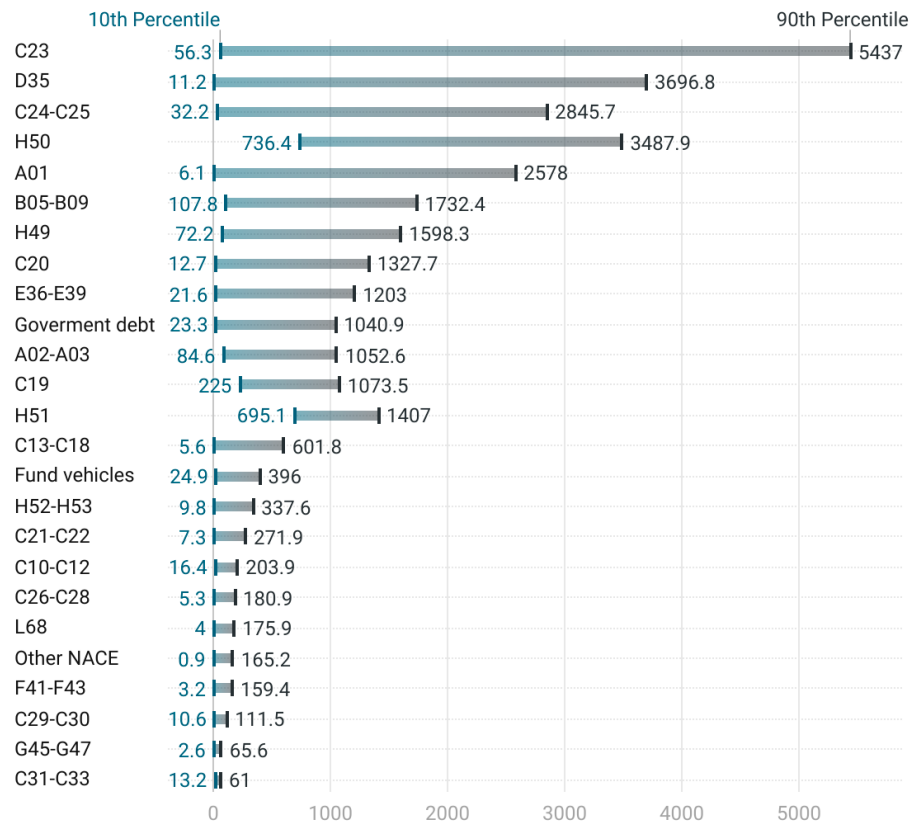
Fuente: ESRB (2022) y EIOPA (2022).

3.3 Reducción a exposiciones individuales

Para mejorar la granularidad de los análisis de riesgo, consideramos la vulnerabilidad climática de las contrapartes individuales y las métricas de riesgo financiero obtenidas específicamente para cada exposición por código ISIN. En cuanto a las contrapartes, en el gráfico 2 se resumen los datos de intensidad de carbono de los 25 segmentos económicos considerados en nuestro estudio⁷.

Intensidad de CO₂ por segmento económico

GRÁFICO 2



Nota: La intensidad de carbono se calcula como las emisiones equivalentes de CO₂ directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2) totales en toneladas normalizadas por ventas netas o ingresos en millones de dólares estadounidenses.

El gráfico 2 muestra que la intensidad de carbono varía sustancialmente entre los sectores económicos. La mayor intensidad de carbono se observa en los sectores C23 (fabricación de otros productos no metálicos), D35 (suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado) y H50 (transporte de agua). En cambio, las tecnologías

7 Los datos de intensidad de carbono se definen como el total de emisiones equivalentes de CO₂ directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2) en toneladas normalizadas respecto de las ventas netas o ingresos en millones de dólares estadounidenses (tCO₂e/m\$). En lo que respecta a la deuda soberana, los datos de intensidad de carbono se obtienen en tCO₂e/PIB. A efectos comparativos, la intensidad de carbono de los países soberanos se muestra en la escala tCO₂e/m\$ mediante un mapeo del cuantil que cada país ocupa en la distribución para emisores soberanos con el cuantil correspondiente en la distribución global en tCO₂e/m\$.

de la información y los servicios profesionales, científicos y técnicos (ambos incluidos en otros NACE) se encuentran entre los emisores más bajos. Además, la dispersión intersectorial de las emisiones de GEI en muchos segmentos económicos es considerablemente alta. Por ejemplo, los cuantiles 10.^o a 90.^o del subsector C23 van de 56,3 a 5.437 tCO₂eq/m\$, mientras que en el subsector D35 varían de 11,2 a 3.696,8.

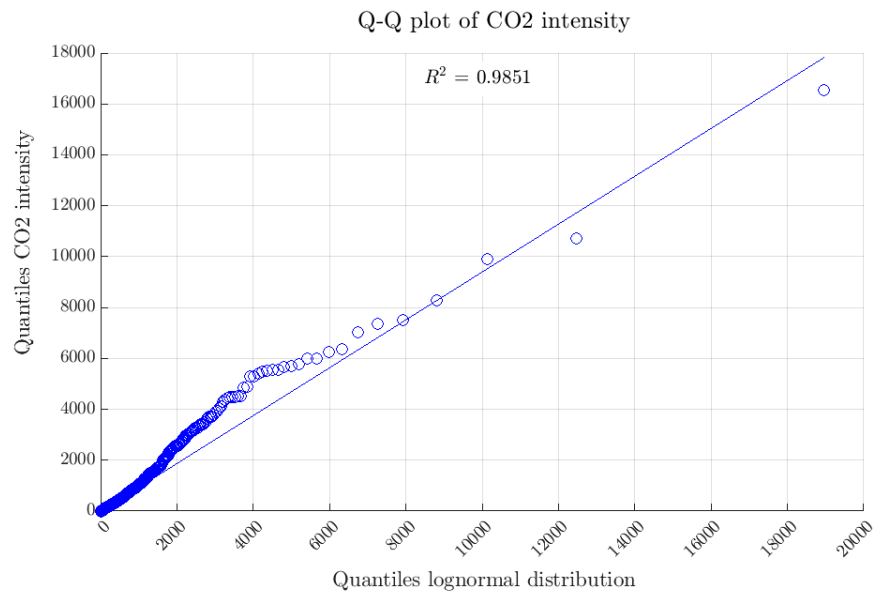
Para reflejar la dispersión intersectorial de GEI, empleamos datos a nivel de empresa para diferenciar entre los mejor y los peor situados en cada sector económico. En el subsector C23, la intensidad de carbono media es de 891,8 tCO₂e/m\$, pero hay empresas con una intensidad de carbono inferior a 100, mientras que otras registran cifras superiores a 5.000. La variabilidad de los GEI puede explicarse por las diferentes tecnologías y fuentes de energía que utiliza cada empresa para fabricar productos no metálicos. El NACE C23 incluye a todos los fabricantes de productos de cemento, vidrio, arcilla y cerámica, independientemente de que su proceso de fabricación utilice tecnologías basadas en energías renovables o métodos tradicionales que queman combustibles fósiles. En consecuencia, la mediana del sector puede subestimar o sobrestimar significativamente la intensidad de carbono de las empresas, lo que genera sesgos en la evaluación del riesgo de transición. La relevancia de los datos a nivel de empresa se observa incluso cuando se emplean códigos NACE granulares de 4 dígitos, como se explica en el epígrafe 4.4.

Para discriminar entre las diferentes empresas, empleamos una distribución lognormal para modelizar la intensidad de carbono de los sectores económicos. La distribución lognormal es apropiada para describir los datos de intensidad de carbono ya que: i) Se puede suponer que las emisiones de GEI están limitadas por cero⁸ y ii) los emisores con alto contenido de carbono suelen mostrar huellas de carbono mucho más altas que sus comparables sectoriales, lo que genera distribuciones sesgadas a la derecha⁹. Además, la distribución lognormal proporciona un ajuste cada vez mejor a los datos de intensidad del carbono a medida que aumenta el número de observaciones, como resulta esperable en un modelo bien especificado. En el gráfico 3 se recoge el gráfico Q-Q de la intensidad de CO₂ para nuestro conjunto de 4.621 contrapartes, mostrando que un modelo lognormal describe de forma apropiada los datos de intensidad de carbono ($R^2 = 0,9851^{10}$).

8 La compensación de carbono puede generar una intensidad de carbono negativa. Sin embargo, desde el punto de vista del riesgo, las compensaciones de carbono no disminuyen necesariamente la exposición de las contrapartes al riesgo de transición.

9 Los datos de intensidad de carbono muestran una asimetría positiva en 24 de nuestros 25 segmentos económicos.

10 Véase Filliben (1975).



En cuanto a los sectores económicos, el cuadro 7 muestra la media y la desviación estándar de la intensidad de carbono de los 25 segmentos económicos considerados en nuestro estudio. Calculamos la media de la intensidad bruta de carbono m_j y varianza v_j de las empresas únicas en cada segmento económico mientras que los parámetros lognormales calibrados μ y σ se obtienen como:

$$\mu = \ln\left(\frac{m^2}{\sqrt{v+m^2}}\right) \text{ y } \sigma = \sqrt{\log\left(\frac{v}{m^2} + 1\right)} \quad (15)$$

El R^2 medio de nuestros gráficos Q-Q sectoriales es 0,920, con un rango de 0,665 a 0,995. La estadística R^2 se correlaciona positivamente con el número de observaciones, lo que indica que la precisión del ajuste mejora con el tamaño de la muestra. Estas distribuciones sectoriales se emplean para distinguir entre los mejores y los peores en cada sector económico, como se explica en la sección 2.

Código NACE / Clase de activo	N.º de empresas	Intensidad de CO ₂		Distribución de CO ₂ (lognormal)		R ²
		Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	
A01	10	806,6	1.066,1	6,19	1,01	0,7542
A02-A03	3	431,0	539,5	5,59	0,97	0,6651
B05-B09	141	804,2	1.063,4	6,18	1,01	0,9720
C10-C12	107	98,5	122,4	4,12	0,97	0,9800
C13-C18	70	237,3	344,4	4,90	1,06	0,9713
C19	29	581,6	421,0	6,16	0,65	0,9741
C20	96	478,2	743,7	5,56	1,11	0,9859
C21-C22	91	88,7	135,9	3,88	1,10	0,9878
C23	32	1.943,8	2.128,5	7,18	0,89	0,8684
C24-C25	65	1.023,0	1.301,9	6,45	0,98	0,9376
C26-C28	304	108,1	423,6	3,28	1,67	0,9420
C29-C30	98	51,7	70,2	3,42	1,02	0,9665
C31-C33	5	33,4	22,2	3,32	0,61	0,7622
D35	126	1.431,7	2.405,5	6,60	1,16	0,9856
E36-E39	21	519,6	480,3	5,94	0,79	0,7509
F41-F43	84	88,1	264,6	3,33	1,52	0,9330
G45-G47	164	53,4	135,9	2,97	1,42	0,9228
H49	35	673,8	1.013,3	5,92	1,09	0,9718
H50	24	2.000,8	1.445,6	7,39	0,65	0,9496
H51	14	1.096,1	253,6	6,97	0,23	0,9237
H52-H53	42	177,8	410,8	4,26	1,36	0,9278
L68	124	85,9	135,3	3,83	1,12	0,9673
Otro	819	101,4	454,5	3,10	1,70	0,9774
Deuda soberana	30	351,0	456,9	5,40	1,00	0,9253
Otros vehículos de fondos	2087	193,8	268,3	4,70	1,03	0,9946
Todos los emisores	4621	257,6	691,1	4,50	1,45	0,9851

Notas. El número de empresas indica las contrapartes únicas en cada segmento económico con datos de intensidad de carbono disponibles. El estadístico R^2 mide la precisión de ajuste (véase Filliben, 1975). La intensidad de carbono se mide como el total de emisiones equivalentes de CO₂ de alcance 1 y alcance 2 en toneladas normalizadas por ventas netas o ingresos en millones de dólares estadounidenses.

Asimismo, en el cuadro 8 se muestran las estadísticas resumidas de las métricas de riesgo de crédito y de mercado obtenidas en nuestros 25 segmentos económicos. Al igual que en la intensidad de carbono, las métricas de riesgo crediticio y de mercado muestran una variabilidad intersectorial sustancial, lo que motiva el uso de datos a nivel de código ISIN para complementar los análisis sectoriales. Estas métricas de riesgo de crédito y de mercado se emplean para estimar la pérdida potencial que pueden experimentar los instrumentos financieros con diferentes calificaciones crediticias, duración, convexidad o volatilidad de precios si se produce un escenario de riesgo de transición¹¹.

11 Habida cuenta de nuestro gran conjunto de datos heterogéneos (con 7060 bonos únicos), calculamos la duración y la convexidad mediante fórmulas aproximativas que pueden aplicarse tanto a las exposiciones a tipo fijo como a las de tipo variable. En concreto, estimamos la duración como $T / (1+c)(T/2)$, donde T es el tiempo hasta el vencimiento en años y c es el cupón del bono, mientras que la convexidad se aproxima como $[T^*(T+1)] / (1+c)^2$. En lo que respecta a la convexidad, se emplea un límite superior de 40 veces la duración para evitar valores poco razonables en exposiciones a muy largo plazo.

Métricas de riesgo de mercado y de crédito por segmento económico

CUADRO 8

Código NACE / Clase de activo	ISIN únicos	Volatilidad de la renta variable				CQS				Duración del diferencial			
		p10	mediana	media	p90	p10	mediana	media	p90	p10	mediana	media	p90
A01	26	16,0	29,9	31,9	51,3	2,00	2,50	2,50	3,00	0,06	1,80	2,51	6,44
A02-A03	6	32,3	36,7	36,7	41,2	2,00	2,50	2,50	3,00	0,18	2,20	2,43	5,12
B05-B09	258	27,9	43,7	48,1	67,5	2,00	2,00	2,53	4,00	1,36	3,50	4,48	8,57
C10-C12	277	16,0	24,1	25,7	39,1	2,00	2,00	2,40	3,00	0,93	3,80	5,17	10,41
C13-C18	137	21,7	30,5	33,1	47,0	2,00	2,00	2,51	3,00	0,60	3,70	4,04	7,56
C19	93	22,7	30,3	32,4	46,3	2,00	2,00	2,33	3,00	0,82	4,40	6,75	19,26
C20	192	19,2	27,8	41,9	45,0	2,00	2,00	2,35	3,00	0,57	3,90	5,78	15,72
C21-C22	298	19,0	32,1	40,6	63,5	2,00	2,00	2,39	3,00	0,98	4,00	5,66	9,99
C23	74	20,9	29,6	33,7	55,5	2,00	2,00	2,59	4,00	0,26	3,00	3,08	6,38
C24-C25	128	24,2	33,7	37,3	53,3	2,00	2,00	2,39	3,00	0,22	2,10	2,39	5,32
C26-C28	642	22,6	33,8	41,3	60,5	2,00	2,00	2,36	3,00	0,73	3,70	4,12	7,65
C29-C30	288	22,9	32,1	36,6	56,2	2,00	2,00	2,47	3,00	0,37	3,40	3,71	7,51
C31-C33	10	23,7	30,7	32,3	45,7	3,00	3,00	3,00	3,00	2,13	2,10	2,13	2,13
D35	458	17,1	26,5	29,8	46,5	2,00	2,00	2,31	3,00	0,62	4,20	7,04	17,26
E36-E39	56	16,1	27,6	27,4	41,5	2,00	2,00	2,42	3,00	0,08	1,30	3,35	7,20
F41-F43	232	21,1	27,7	30,5	42,2	2,00	2,00	2,45	3,00	0,21	1,50	2,40	6,58
G45-G47	417	20,8	32,1	36,5	56,4	2,00	2,00	2,42	3,00	0,57	3,60	3,85	7,57
H49	102	19,4	27,5	29,2	40,8	2,00	2,00	2,43	3,00	0,50	3,40	4,29	9,93
H50	56	32,2	48,3	48,3	61,7	2,00	2,00	2,76	4,80	0,73	2,50	3,48	7,72
H51	48	32,2	39,1	43,0	47,9	2,00	2,00	2,98	6,00	1,42	3,70	4,29	6,70
H52-H53	103	20,8	26,8	31,8	39,9	2,00	2,00	2,61	4,00	1,14	4,10	4,42	7,66
L68	467	17,6	24,2	28,0	40,6	2,00	2,00	2,39	3,00	0,83	4,30	5,62	12,89
Otros NACE	5.387	19,7	30,6	38,3	57,0	2,00	2,00	2,33	3,00	0,66	3,60	5,14	11,80
Deuda soberana	1.413	-	-	-	-	1,00	2,00	1,92	3,00	0,46	4,30	5,56	11,93

Notas. El número de ISIN indica los instrumentos financieros únicos en cada segmento económico con al menos un campo de datos disponible (es decir, volatilidad, CQS o duración).

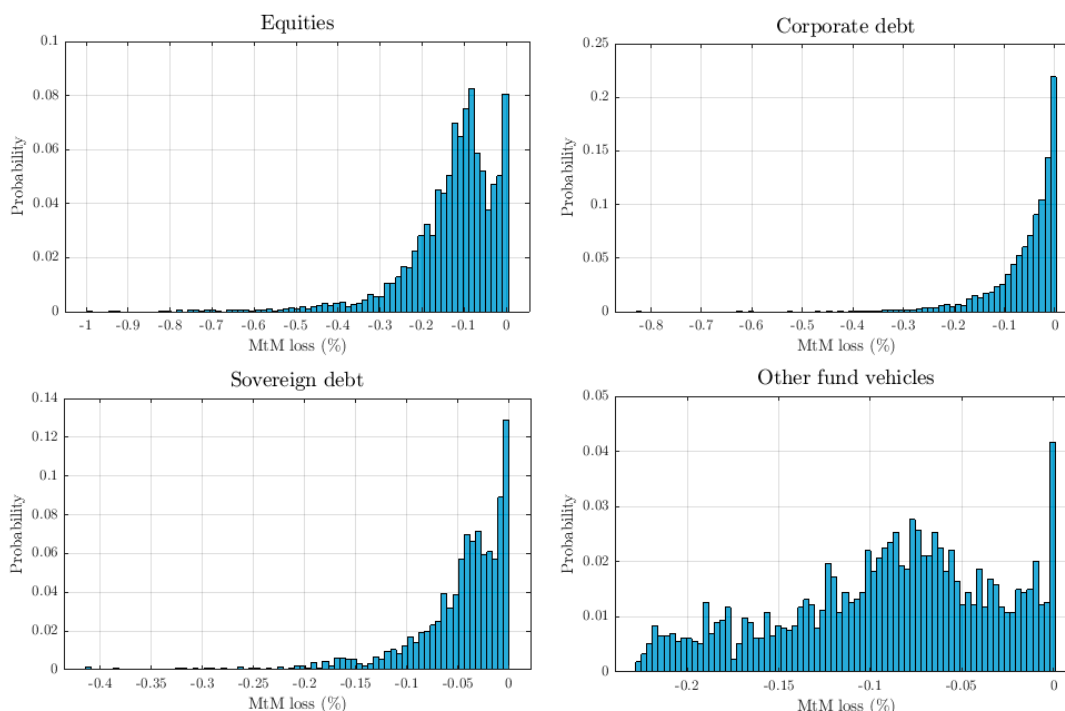
4 Resultados empíricos

Esta sección presenta los resultados de nuestros análisis de riesgo de transición. Primero examinamos la distribución del riesgo de transición para diferentes clases de activos. A continuación, consideramos la distribución de pérdidas MtM en las carteras de fondos de inversión, analizando qué vehículos sufren las mayores y menores pérdidas. También estudiamos el comportamiento de los fondos sostenibles en la transición hacia la economía baja en carbono. Por último, presentamos los resultados de una medida de riesgo alternativa que está diseñada para abordar los problemas de comparabilidad que generalmente se observan en la medición de las emisiones de GEI.

4.1 Pérdidas por riesgo de transición en cada clase de activo

En el gráfico 4 se muestra la distribución de las pérdidas por riesgo de transición en cada clase de activo. Las mayores pérdidas se observan en la renta variable (-12,71 % de media), seguidas de los bonos corporativos (-5,61 %) y la deuda soberana (-4,77 %). Sin embargo, existe una variabilidad sustancial entre los instrumentos financieros incluidos en cada clase de activo. El cuadro 9 muestra la caracterización de los peores y mejores instrumentos en cada clase de activo. La renta variable del peor 1 % sufre una pérdida media del 70,96 % y se caracteriza por empresas con una alta huella de carbono (1.812,3 tCO₂e/m\$ de media) que operan en sectores muy contaminantes (p. ej.: códigos NACE B, C19 y D35). Por otro lado, las acciones emitidas por empresas con emisiones de carbono cercanas a cero se encuentran entre las más resistentes en nuestros análisis de riesgo de transición.

En la deuda corporativa, destaca que un elevado porcentaje de los bonos sufren pérdidas reducidas. Además de los bonos emitidos por empresas con bajas emisiones de carbono, casi la mitad de la deuda corporativa de nuestra base de datos presenta un vencimiento corto (menos de 3 años), soportando pequeñas pérdidas en un escenario de ampliación del diferencial de crédito. Por el contrario, los bonos corporativos emitidos por empresas que con emisiones elevadas (755.24 tCO₂e/m\$) y vencimientos residuales largos (duración media de 24,01) sufren las mayores pérdidas.



La distribución del riesgo de transición para la deuda soberana también muestra una alta proporción de bonos con bajas pérdidas. Al igual que en el caso de la deuda corporativa, la resiliencia de estos instrumentos se deriva del efecto combinado de empresas con bajas emisiones de carbono y bonos con vencimientos a corto plazo. En general, dos tercios de los bonos soberanos de nuestra base de datos sufren una pérdida MtM inferior al 5 %, comportándose mejor que otras clases de activos. Sin embargo, se observan pérdidas considerables en los bonos soberanos a muy largo plazo (duración 32,5) emitidos por los países que están especialmente expuestos a la transición climática.

Para comprender los resultados de la deuda soberana, hay que tener en cuenta que el escenario macroeconómico calibrado por el BCE y la JERS determina el incremento del tipo de interés soberano para los principales países emisores (véase el cuadro 6). Los mayores aumentos se observan en los bonos a largo plazo de varios países europeos. Por lo tanto, los bonos emitidos por algunos países de la UE se encuentran entre los que presentan peores resultados a pesar de tener buenas calificaciones crediticias y una intensidad de carbono relativamente baja. Por el contrario, el escenario calibrado asigna *shocks* negativos al tipo de interés de la deuda pública emitida de Polonia, Rumanía y varios tramos de vencimiento en China y Hungría. En consecuencia, las exposiciones crediticias que experimentan una bajada de tipos de interés tienen mejor comportamiento a pesar de ser emitidas, particularmente en el caso de China, por un país que es el mayor emisor de CO₂ del mundo.

Por último, la diversificación de la cartera y el uso de participaciones representativas hacen que la distribución de pérdidas para las participaciones en otros fondos esté más concentrada que en el resto de clases de activos. Sin embargo, la distribución sigue proporcionando una discriminación notable entre diferentes carteras. Los vehículos con peor rendimiento son los fondos de renta variable pura que invierten en empresas con una huella de carbono elevada (1.127,28 tCO₂e/m\$ de media). Por el contrario, los fondos que invierten en bonos corporativos y soberanos

emitidos por emisores con bajas emisiones de GEI se encuentran entre los que obtienen mejores resultados.

Caracterización de los peores y mejores instrumentos financieros por clase de activos

CUADRO 9

Clase de activo	Pérdida MtM (%)	Vulnerabilidad climática		Riesgo de crédito y de mercado			
		Intensidad de carbono (tCO ₂ e/m\$)	Código NACE/ país	Duración CQS (años)	Volatilidad (%)	Estilo de inversión	
Acciones (peor 1 %)	-70,96	1.812,3	B05-09; C19; D35	-	-	66,33	-
Bonos corporativos (peor 1 %)	-37,22	755,24	D35, otros	2,72	24,01	-	-
Deuda soberana (peor 1 %)	-31,03	59,54	BE, DE, FR, ES	1,23	32,54	-	-
Otros fondos (peor 1 %)	-22,20	1.127,28	-	-	-	-	Acciones
Acciones (mejor 1 %)	<-0,01	5,89	A01; C21,22,24-28; L68	-	-	34,94	-
Bonos corporativos (mejor 1 %)	<-0,01	7,88	C13-18; C23-25	2,09	3,72	-	-
Deuda soberana (mejor 1 %)	<-0,01	116,83	PO, RO, HU, CH	1,82	0,12	-	-
Otros fondos (mejor 1 %)	<-0,01	2,46	-	-	-	-	Bonos corporativos y del Estado
Acciones (todas)	-12,71	271,79	-	-	-	37,06	-
Bonos corporativos (todos)	-5,61	190,73	-	2,27	4,52	-	-
Deuda soberana (todas)	-4,77	351,0	-	1,92	5,31	-	-
Otros fondos (todos)	-9,07	193,8	-	-	-	-	-

Notas: Las cifras de pérdida MtM, intensidad de carbono, NCC, duración y volatilidad se expresan como la media ponderada de todos los instrumentos financieros incluidos en el subconjunto correspondiente.

4.2 Pérdidas derivadas del riesgo de transición en los fondos de inversión españoles

En el gráfico 5 se muestra la distribución de las pérdidas debidas al riesgo de transición en los fondos españoles. La pérdida media en el sector de fondos de inversión es del 5,69 %, lo que supone una pérdida total MtM de 17.500 millones de euros¹². Esta pérdida solo tiene en cuenta los efectos directos de primera ronda de la transición climática. Factores amplificadores como la relación entre pérdidas y reembolsos, el

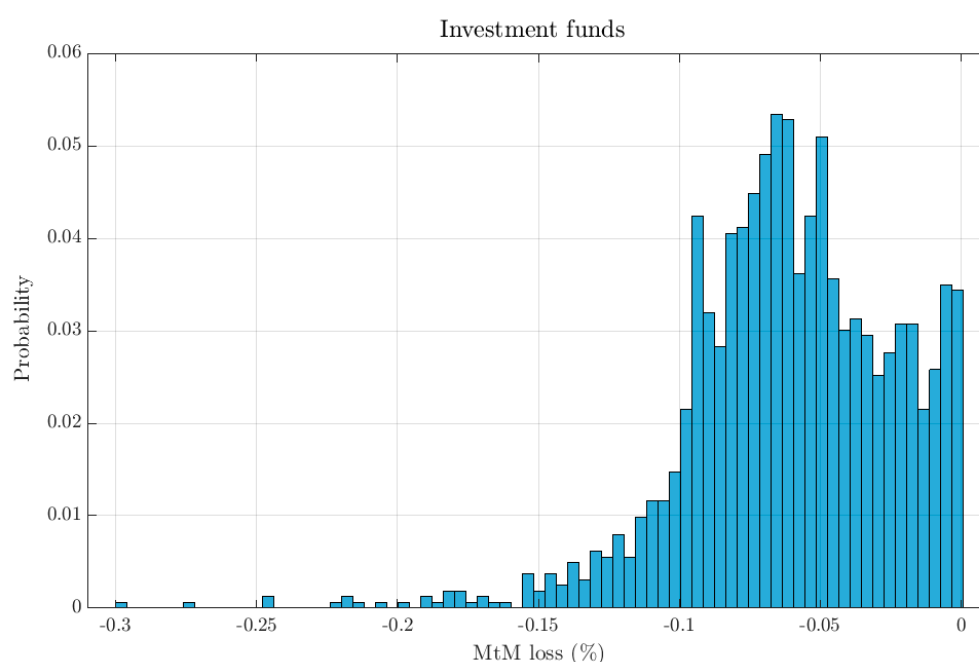
12 La pérdida MtM aumenta a 820.500 millones de euros si se extrapola al sector europeo de fondos.

impacto de las ventas en los precios de mercado, el contagio indirecto u otros factores sistémicos podrían desencadenar efectos en cascada y no lineales que aumentarían significativamente la pérdida final¹³.

La distribución del riesgo de transición para los fondos de inversión está significativamente sesgada hacia la izquierda (-0,97 de asimetría), mostrando una elevada dispersión entre las carteras de inversión. En un escenario de transición desordenada, los fondos del peor 1 % sufren una pérdida del 21,33 % de media, mientras que los fondos del mejor 1 % no experimentan ninguna pérdida. La composición detallada por código ISIN de cada fondo de inversión permite analizar los determinantes del riesgo de transición y caracterizar las carteras que sufren las pérdidas mayores y menores pérdidas.

Distribución del riesgo de transición del sector de fondos de inversión

GRÁFICO 5



Los fondos que invierten en acciones de empresas altamente contaminantes sufren el comportamiento más negativo en la transición climática. En concreto, los fondos del peor 1 % invierten el 94,8 % de su cartera en renta variable y muestran una intensidad de carbono ponderada por activos gestionados de 998,9 tCO₂e/m\$¹⁴. En cambio, el sector de fondos solo invierte un 15,46 % en renta variable y muestra una intensidad de carbono de 137,2. En el gráfico 6 se presenta el desglose sectorial de los 10 fondos de inversión que registran la mayor pérdida. Los 10 fondos con peor rendimiento invierten el 64,6 % de su cartera en los Sectores Relevantes para la Política Climática (CRPS) que se espera que tengan peores resultados en la transición a la

13 En el cálculo, no se incluyen las comisiones de gestión, las comisiones de depósito y otros gastos, ya que no están relacionados con la transición climática. Estos costes aumentarán las pérdidas experimentadas por los inversores del fondo. Además, el comportamiento dinámico de los gestores de fondos en respuesta al riesgo de transición también podría aumentar o reducir la pérdida MtM.

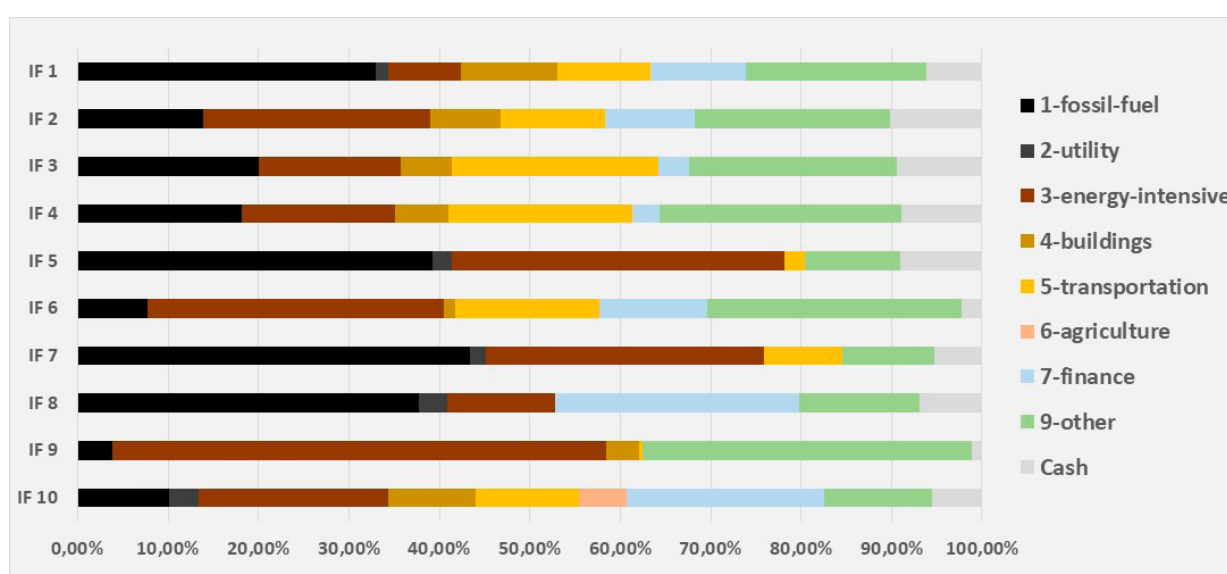
14 Las cifras de intensidad de carbono de las carteras de los fondos de inversión se calculan como la intensidad de carbono ponderada en activos gestionados de todas las posiciones individuales de los fondos. Por lo tanto, estas cifras ponderadas por activos gestionados no son directamente comparables con las medias ponderadas por igual incluidas en los cuadros 7 y 9.

economía baja en carbono (véase Battiston *et al.*, 2017¹⁵). En comparación, el sector de fondos en general solo tenía el 12,2 % de su cartera en sectores CRPS.

Por el contrario, hay 34 de 1.626 fondos que no registran ninguna pérdida MtM. Sin embargo, esta cifra está condicionada en parte por los fondos que están en liquidación o que se han constituido recientemente. En particular, la mitad de los fondos sin pérdidas tienen un número de activos gestionados inferior al mínimo legal, lo que indica que estos vehículos están en constitución o liquidación. Sin considerar estos vehículos, los fondos del mejor 1 % mantienen la mayor parte de su cartera en efectivo e instrumentos equivalentes de efectivo, obteniendo una baja pérdida MtM en un escenario climático adverso.

Desglose sectorial de los 10 fondos con peor rendimiento

GRÁFICO 6



4.3 Fondos sostenibles

Las carteras de fondos sostenibles muestran diferencias significativas con el sector de fondos en cuanto a riesgo de transición¹⁶. Como se muestra en el cuadro 10, los fondos sostenibles tenían un mayor porcentaje de renta variable que los fondos tradicionales (25,17 % frente al 15,46 % en el sector de fondos). Sin embargo, incluso sobreponderando la clase de activos de mayor riesgo, los fondos sostenibles se comportan mejor que el sector de fondos en la transición climática. En cuanto al riesgo de cola, los fondos sostenibles del peor 1 % y 5 % registran una pérdida media del 14,65 % y del 11,00 % (frente al 21,34 % y el 15,47 % del sector de fondos). Del mismo modo, la pérdida media en todos los fondos sostenibles es del 5,70 %, lo que supone un resultado mejor respecto a la pérdida del 5,92 % que se obtendría en la cartera del sector de fondos con una asignación comparable en clases de activos.

15 Los sectores relevantes de la política climática son los combustibles fósiles, los servicios públicos, la intensidad energética, la construcción y la agricultura.

16 El subconjunto de fondos sostenibles en el sector de fondos español procede de Cambón e Ispuerto (2022), donde se definen los fondos sostenibles como aquellos que cumplen con la Circular SRI de Inverco de 2014.

La cartera de fondos sostenibles también muestra una intensidad de carbono más baja que el sector de fondos (115,52 frente a 137,22). La huella de CO₂ más baja está determinada por: i) una sobreponderación de los sectores con bajas emisiones de carbono y ii) una selección de contrapartes financieras que presentan una menor intensidad de CO₂ que sus equivalentes sectoriales. Sin embargo, en el cuadro 10 se muestra que el mejor comportamiento de los fondos sostenibles no es homogéneo en todas las clases de activos. En acciones y participaciones en otros fondos, los fondos sostenibles invierten en instrumentos con una menor huella de CO₂ y un mejor resultado que sus comparables en la transición ecológica. Por ejemplo, la cartera de renta variable de los fondos sostenibles muestra una intensidad de carbono ponderada por activos gestionados de 147,40 y sufre una pérdida MtM del 7,82 %. En comparación, la cartera de renta variable del sector de fondos muestra una intensidad de carbono de 224,37 y sufre una pérdida MtM del 9,30 %¹⁷.

Por el contrario, la cartera de bonos corporativos de los fondos sostenibles presenta una intensidad de carbono ligeramente superior a la del sector agregado. En consecuencia, la pérdida MtM registrada por los fondos sostenibles en bonos corporativos es superior a la pérdida observada en el sector de fondos en general (-5,57 % frente a -4,02 %). Esta constatación sugiere que las decisiones de inversión de los fondos sostenibles en bonos corporativos podrían mejorarse aún más para obtener una cartera más respetuosa con el clima.

Rendimiento de los fondos sostenibles por clase de activos

CUADRO 10

Clase de activo	Fondos sostenibles			Sector de fondos en general		
	Cuota de inversión (% de activos gestionados)	Pérdida MtM (%)	Intensidad de carbono (tCO ₂ e/m\$)	Cuota de inversión (% de activos gestionados)	Pérdida MtM (%)	Intensidad de carbono (tCO ₂ e/m\$)
Acciones	25,17	-7,82	147,40	15,46	-9,30	224,37
Bonos corporativos	24,17	-5,57	143,30	19,68	-4,02	137,43
Deuda soberana	15,49	-4,68	56,46	20,97	-3,27	65,18
Otros fondos	26,03	-6,38	134,63	34,42	-8,06	179,59
Cartera completa	100,00	-5,70	115,52	100,00	-5,69 / -5,92	137,22
Fondos del peor 1 %	-	-14,65	201,03	-	-21,34	998,92

Notas: Las pérdidas MtM se calculan como la media ponderada de activos gestionados de todas las posiciones en la cartera correspondiente. La pérdida de -5,92 % en el sector de fondos en general representa la pérdida MtM que se obtendría en la cartera del sector de fondos con una asignación de clase de activos equivalente a la de los fondos sostenibles.

17 Las cifras de pérdidas MtM comunicadas para los fondos de inversión se calculan como la pérdida ponderada de activos gestionados de todas las posiciones de la cartera correspondiente. Por lo tanto, estas cifras ponderadas por activos gestionados no son directamente comparables con las medias ponderadas por igual incluidas en el cuadro 9. Por ejemplo, la pérdida equivalente ponderada en todos los instrumentos de renta variable es del -12,70 %, lo que supone un porcentaje superior a la pérdida ponderada por activos gestionados obtenida por la cartera de renta variable de los fondos sostenibles (-7,82 %) y a la pérdida ponderada por activos gestionados obtenida por la cartera de renta variable del universo de fondos (-9,30 %).

4.4 Análisis de robustez: Alessi y Battiston (2022)

La falta de datos comparables y verificados de forma independiente sobre emisiones de GEI constituye uno de los desafíos en las evaluaciones de riesgo climático. Ante los problemas observados en la medición de GEI¹⁸, Alessi y Battiston (2022) desarrollan dos medidas sectoriales de alineación verde y riesgo de transición que son transparentes y fácilmente replicables. Usando códigos NACE de 4 dígitos, Alessi y Battiston (2022) cuantifican la alineación verde como la proporción de cada sector económico que se ajusta a la taxonomía de la UE para actividades sostenibles (Coeficiente de Alineación a la Taxonomía o TAC). Además, dado que la alineación verde no proporciona una evaluación directa del riesgo, Alessi y Battiston (2022) también consideran la proporción de cada sector que se invierte en actividades con alto contenido de carbono (Coeficiente de exposición al riesgo de transición o TEC).

En el cuadro 11 se muestran el TAC y el TEC de los fondos españoles en comparación con el sector de la UE. Para entender estas cifras, hay que tener en cuenta que Alessi y Battiston (2022) se aplica solo a las posiciones con un código NACE (acciones y bonos corporativos). Por tanto, las exposiciones sin código NACE (deuda soberana y otros vehículos de fondos) se cuentan como un cero en la agregación de la cartera, lo que reduce el TAC y el TEC agregado. Para complementar estas métricas, también calculamos un TAC y TEC ajustados por el porcentaje de cada cartera que se incluye en el cálculo. Este ajuste proporciona cifras estandarizadas que pueden utilizarse para comparar carteras de inversión con diferente composición.

Alineación con la taxonomía y exposición al riesgo de transición de los fondos de inversión

CUADRO 11

%

Titular	Exposición al riesgo de transición (TEC)	Alineación taxonómica (TAC)	Cartera elegible	TEC ajustado	TAC ajustado
Fondos de inversión de España	4,37	0,94	33,88	12,91	2,79
Fondos sostenibles de España	3,78	2,67	47,98	7,87	5,57
Fondos de inversión de la UE	6,11	1,37	20,91	29,20	6,54

Nota: Los TAC y TEC de los fondos de inversión de la UE se obtienen de Alessi y Battiston (2022). Los valores ajustados de TAC y TEC se calculan como el TAC y TEC estándar divididos por la cartera elegible.

El cuadro 11 muestra que los fondos españoles están menos expuestos al riesgo de transición que sus comparables en la UE, pero también tienen una menor alineación con la taxonomía de la UE. Esta divergencia se explica por la relación que muestran TAC y TEC en muchos sectores económicos. Específicamente, de todos los códigos NACE de 4 dígitos que presentan un TEC positivo, aproximadamente la mitad de ellos también muestran un TAC positivo. Por lo tanto, los fondos que invierten

18 Si bien los informes de GEI han mejorado en los últimos años, los problemas de calidad de los datos dificultan la posibilidad de comparar los distintos estudios climáticos, lo que conduce a la obtención de resultados divergentes en función de las fuentes de datos (véase, por ejemplo, Bingler *et al.*, 2022, y el capítulo 32 de NGFS, 2020).

en sectores con un riesgo de transición alto también tienden a mostrar una mayor alineación con la taxonomía de la UE¹⁹.

Como ejemplo representativo, el TEC del NACE 35.11 (producción de electricidad) es 0,39, que es la proporción de energía eléctrica que se obtiene de los combustibles fósiles. Sin embargo, este sector también presenta un TAC de 0,35, que corresponde a la cuota de electricidad que se obtiene de fuentes renovables. En consecuencia, todas las empresas de NACE 35.11 reciben valores TAC y TEC elevados, con independencia de si generan la electricidad a través de fuentes renovables o quemando combustibles fósiles. Este ejemplo, aunque no es aplicable a todos los sectores, pone de manifiesto que incluso desgloses sectoriales de 4 dígitos pueden ser problemáticos al evaluar el riesgo de transición, motivando el uso de datos a nivel de empresa para complementar los análisis sectoriales.

Por último, en el cuadro 11 se observa que la cartera de fondos sostenibles es más verde y está menos expuesta al riesgo de transición que el sector de fondos en España como en la UE. Dado el enfoque sectorial de Alessi y Battiston (2022), este hecho sugiere que los fondos sostenibles evitan los sectores económicos que están muy expuestos al riesgo de transición e invierten una mayor parte de su cartera en sectores que están alineados con la taxonomía de la UE.

5 Conclusión

Este documento propone una metodología global para analizar la vulnerabilidad de las carteras de inversión ante la transición hacia una economía baja en carbono. Para medir el riesgo de transición, se combinan indicadores climáticos obtenidos para cada contraparte con medidas tradicionales de riesgo de crédito y mercado. Esta metodología permite cuantificar la pérdida de valor que podría sufrir cada exposición individual y, por tanto, la cartera correspondiente, en caso de producirse un escenario adverso de riesgo de transición.

El análisis concluye que los fondos de inversión sufrirían una pérdida moderada del 5,7 % en un escenario de alto riesgo de transición. Sin embargo, la distribución del riesgo está significativamente sesgada hacia la izquierda, y el 1 % de los fondos con peores resultados obtiene una pérdida media del 21,3 %. En cuanto a las clases de activos, la renta variable es la que peor se comporta (-12,7 %), seguida de los bonos corporativos (-5,6 %) y de la deuda soberana (-4,8 %). También se observa que los fondos sostenibles están menos expuestos al riesgo de transición y obtienen mejores resultados que el sector de fondos en la transición ecológica, respaldando su elección como inversiones verdes. Además, los fondos de inversión españoles presentan un menor riesgo de transición que sus comparables europeos.

Con respecto a las mejoras metodológicas, la inclusión de las emisiones de alcance 3 en los análisis de riesgo de transición podría mejorar aún más la diferenciación entre diferentes carteras, sectores económicos y contrapartes individuales. Sin embargo, los problemas de disponibilidad y calidad en la comunicación de emisiones de alcance 3 dificultan su uso sistemático. Asimismo, si bien los fondos españoles hacen un uso limitado de derivados, la cuantificación de la exposición al riesgo obtenida a través de derivados financieros (que pueden afectar tanto al riesgo de mercado como al de contraparte) también podría mejorar la evaluación del riesgo²⁰.

Por último, si bien este documento se centra en los riesgos de transición, la relación entre los costes de la transición y los riesgos físicos futuros debe tenerse en cuenta para la evaluación de riesgos. En concreto, aunque se espera que la transición climática genere costes sustanciales para las empresas, estos riesgos deben considerarse junto a los beneficios de limitar el calentamiento global para evaluar de forma consistente los costes y oportunidades que surgen de la transición ecológica.

20 Además, nuestro marco de supervisión también podría enriquecerse teniendo en cuenta un enfoque transparente para otros vehículos de fondos.

Referencias

Alessi, L. y Battiston, S. (2021). *Two sides of the same coin: Green Taxonomy alignment versus transition risk in financial portfolios*. JRC, Working Papers in Economics and Finance, n.º 20 21 / 14. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102319>

Alessi, L. y Battiston, S. (2022). «Two sides of the same coin: Green Taxonomy alignment versus transition risk in financial portfolios». *International Review of Financial Analysis*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102319>

Alessi, L., Di Girolamo, F., Pagano, A. y Petracco, M. (2022). *Accounting for climate transition risk in banks' capital requirements*. European Commission – Joint Research Centre, Working Papers in Economics and Finance.

Amzallag, A. (2021). «Fund portfolio networks: a climate risk perspective». *ESMA Report on Trends, Risks and Vulnerabilities*, 1, pp. 73–86. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3924326

Battiston, S., Mandel, A., Monasterolo, I., Schütze, F. y Visentin, G. (2017). «A climate stress-test of the financial system». *Nature Climate Change*, 7, n.º 4, pp. 283–288. <https://doi.org/10.1038/nclimate3255>

Bingler, J. A., Colesanti Senni, C. y Monnin, P. (2022). «Understand what you measure: Where climate transition risk metrics converge and why they diverge». *Finance Research Letters*, 50 (julio), 103265. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103265>

BIS (2021). *Climate-related risk drivers and their transmission channels* (abril).

Cambón, M. I. e Ispuerto, A. (2022). *Características de las IIC sostenibles españolas en 2020*. CNMV, Documento de Trabajo n.º 77.

Clerc, L., Giovannini, A., Langfield, S., Peltonen, T., Portes, R. y Scheicher, M. (2016). *Indirect contagion: the policy problem*. ESRB, Occasional Paper Series, n.º 9. https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/occasional/20160126_occasional_paper_9.pdf?4e2c080fcc9a6f3af8f1e095fc62f3ff

Cont, R. y Schaanning, E. (2017). «Fire sales, indirect contagion and systemic stress testing». *SSRN Electronic Journal*, pp. 1–50.

Crisóstomo, R. y Couso, L. (2018). «Financial density forecasts: A comprehensive comparison of risk-neutral and historical schemes». *Journal of Forecasting*, 37 (abril), pp. 589–603. <https://doi.org/10.1002/for.2521>

Dunz, N., Emambakhsh, T., Hennig, T., Kaijser, M., Kouratzoglou, C. y Salleo, C. (2021). *ECB's Economy-Wide Climate Stress Test*. ECB, Occasional Paper Series n.º 281. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3929178>

- ECB (2022). *2022 Climate risk stress test*.
- EIOPA (2022). *2022 IORP stress test technical specifications*. Abril.
- ESRB (2022). *Adverse scenario for the European Insurance and Occupational Pensions Authority's EU-wide pension fund stress test in 2022*. Marzo, pp. 1–7.
- Filliben, J. J. (1975). «The Probability Plot Correlation Coefficient Test for Normality». *Technometrics*, 17, n.º 4, p. 520. <https://doi.org/10.2307/1268450>
- Gourdel, R. y Sydow, M. (2021). *Bi-layer stress contagion across investment funds: a climate application*, pp. 1–41.
- Hilaire, J. y Bertram, C. (2020). «The REMIND-MAGPIE model and scenarios for transition risk analysis. A report prepared by PIK for the UNEP-FI Banking Pilot project (Phase 2)». *Potsdam-Institut Für Klimafolgenforschung*. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4f1>
- Jondeau, E., Mojon, B. y Monnet, C. (2021). *Greening (runnable) brown assets with a liquidity backstop*. BIS, Working Paper n.º 929.
- Jondeau, E., Mojon, B. y Pereira da Silva, L. A. (2021). *Building Benchmarks Portfolios with Decreasing Carbon Footprints*. BIS, Working Paper n.º 985. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3987186
- NGFS (2020). *Case Studies of Environmental Risk Analysis Methodologies*. NGFS, Occasional Paper.
- NGFS (2021). *NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors June 2021*. <https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisorsjune-2021>
- Ojea-Ferreiro, J. (2020). «Cuantificación de la incertidumbre sobre los escenarios adversos de liquidez para los fondos de inversión». *Boletín de la CNMV*, Trimestre II, pp. 25–47.
- Peralta, G. y Crisóstomo, R. (2016). *Financial contagion with spillover effects: a multiplex network approach*. ESRB, Working Paper Series, 32, pp. 1–26. <https://doi.org/10.2849/038398>
- Poledna, S., Martínez-Jaramillo, S., Caccioli, F. y Thurner, S. (2021). «Quantification of systemic risk from overlapping portfolios in the financial system». *Journal of Financial Stability*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2020.100808>
- Roncoroni, A., Battiston, S., Escobar-Farfán, L. O. L. y Martínez-Jaramillo, S. (2021). «Climate risk and financial stability in the network of banks and investment funds». *Journal of Financial Stability*, 54, 100870. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100870>
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J. F., Volz, U. y Edwards, N. R. (2021). «Low-carbon transition risks for finance». *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12, n.º 1, pp. 1–24. <https://doi.org/10.1002/wcc.678>
- The CO-Firm y Kepler Cheuvreux (2018). *Transition risks for electric utilities*. www.et-risk.eu

UNEP FI (2019). *Beyond the Horizon. New Tools and Frameworks for transition risk assessments from UNEP FI's TCFD Banking Program Beyond*. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2020/10/Beyond-the-Horizon.pdf>

UNEP FI (2022). *Economic Impacts of Climate Change: Exploring short-term climate related shocks for financial actors with macroeconomic models*, pp. 1–76.

Wei, P., Mao, X., Chen, X., Ren, X. y Cheng, Y. (2022). «Market implied volatility and natural disasters: international evidence». *Environ Sci Pollut Res Int*.

