

**Cambio Climático**

# Evitar los escenarios más catastróficos de calentamiento global sólo reduciría el bienestar social un 2%<sup>1</sup>

J. Andrés / J.M. Barrutiabengoa / J. Cubero / R. Doménech  
5 de abril de 2023

## Resumen Ejecutivo

**El bienestar social promedio en los países de la OCDE habría disminuido un 1,9% en la última década si se hubiera internalizado el daño producido por las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero con un beneficio neto en términos intertemporales al evitar los peores escenarios futuros de calentamiento global, con un coste muy elevado. La estimación depende del valor presente que dé la sociedad a los daños esperados, lo que introduce incertidumbre en los cálculos. Los impactos no lineales de cambios en la tasa de descuento y la incertidumbre sobre los escenarios climáticos futuros aconsejan implementar precios al carbono consistentes con su coste social.**

- El PIB per cápita es un indicador incompleto del bienestar económico de una sociedad, que debería de incorporar, además del consumo realizado, la equidad en su distribución, la disponibilidad de tiempo de ocio y la esperanza de vida de la población. Además, el daño generado por las emisiones de CO<sub>2</sub>, necesarias hasta ahora para alcanzar niveles altos de consumo, hace razonable incorporar su coste a la medida del bienestar.
- En este trabajo se amplía el índice de bienestar monetario de Jones y Klenow (2016) incorporando el consumo per cápita neto de los daños que producen las emisiones de CO<sub>2</sub>. La calibración del precio del carbono que compensa esos daños, el coste social del carbono, se basa en la propuesta de Golosov et al. (2014), que proponen un precio óptimo proporcional al PIB, dependiente entre otros factores de la tasa de descuento social.
- Internalizar el coste social del carbono emitido reduciría el bienestar del promedio de los países OCDE en aproximadamente un 2% en la última década, aunque con diferencias significativas entre ellos. Esta corrección aumentaría en 0,6 puntos porcentuales si se consideran las emisiones consumidas en lugar de las producidas, ya que la mayoría de los países desarrollados son importadores netos de carbono de economías emergentes.
- La brecha de PIB per cápita de España con EE.UU. se reduce a la mitad al considerar la medida ampliada de bienestar social. El bienestar social promedio de la economía española en 2010-19 era el 81% del de EE. UU. en 2019, por debajo también del 100,5% calculado para un grupo de ocho economías europeas<sup>2</sup>. España, destacando por su mayor esperanza de vida y tiempo de ocio, registra sin embargo un nivel de consumo per cápita más bajo (54%) que muchos países de la muestra y una distribución más desigual del mismo.
- Al incorporar las emisiones de CO<sub>2</sub> al cálculo, el bienestar social en España se reduce 1,5 puntos porcentuales, hasta el 80% del de EE. UU. (98,6% para las 8 economías europeas mencionadas anteriormente). Sin embargo, la corrección es cuatro décimas inferior a la que registra el promedio de la OCDE, en parte por una intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> también más baja favorecida por un mix energético con más peso de renovables.

1: El documento es un resumen del documento de trabajo Andrés et al (2023): J. Andrés, J.M. Barrutiabengoa, J. Cubero and R. Doménech, "[Social Welfare and the Social Cost of Carbon](#)".

2: Austria, Bélgica, Alemania, Dinamarca, Finlandia, Francia, Holanda y Suecia.

## 1. Introducción

El PIB per cápita es el indicador más utilizado en las comparaciones de desempeño económico entre países, pero no incorpora el efecto de variables no directamente relacionadas con el ingreso que tienen un impacto directo en el bienestar económico de una sociedad, como la desigual distribución del ingreso, la esperanza de vida o el disfrute de tiempo libre. Además, el PIB tampoco incorpora la externalidad negativa del deterioro medioambiental de la producción, el comercio o el consumo de bienes y servicios.

En este trabajo para las economías de la OCDE se amplía el índice de bienestar de Jones y Klenow (2016) corrigiendo el consumo per cápita internalizando el coste de las emisiones de CO<sub>2</sub><sup>3</sup>. En relación a Bannister y Mourmouras (2017), nuestro estudio presenta contribuciones en cuatro ámbitos. Primero, la calibración se basa en una propuesta integral al tiempo que incluye la formulación de Golosov et al. (2014) del coste social del carbono (CSC), en lugar de estimaciones ad hoc. Segundo, se descuenta del CSC los impuestos medioambientales sobre el CO<sub>2</sub> de cada país para obtener un CSC neto. Tercero, se verifican los efectos de usar emisiones consumidas de CO<sub>2</sub> en lugar de las producidas usadas tradicionalmente. Cuarto, se analiza la sensibilidad de la medida de bienestar social a cambios en la tasa social de descuento y del parámetro de daños medioambientales que define el CSC.

## 2. Bienestar social y consumo

El PIB per cápita es una medida apropiada y útil para comparar la evolución del rendimiento de una economía, tanto entre países como a lo largo del tiempo, ya que sintetiza el valor de los flujos intercambiados en el mercado desde el lado del ingreso, el gasto y la actividad. Sin embargo, es un indicador imperfecto del bienestar económico al no incluir actividades no comerciales, el ocio o la esperanza de vida. Además, al ser un concepto medio, el PIB per cápita no captura el efecto que tiene la distribución del ingreso en el bienestar agregado. Por ello, las propuestas de medidas de bienestar social proponen estadísticas que complementan al PIB per cápita.

En este trabajo se parte del índice propuesto por Jones y Klenow (2016), en el que la expectativa del bienestar individual ( $U$ ) es una función del consumo ( $C$ ), el ocio ( $\ell$ , que a su vez depende del número de horas trabajadas) y la esperanza de vida (que a su vez depende de la probabilidad de supervivencia,  $S$ , de vivir por encima de cierta edad, ( $a$ ):

$$U = E \sum_{a=1}^{100} \beta^a u(C_a, \ell_a) S(a)$$

La comparación del bienestar entre dos países y a lo largo del tiempo se realiza según el consumo anual equivalente necesario para que una persona sea indiferente a vivir en un país u otro (en este caso, Estados Unidos). Además, se considera que si los niveles de consumo, ocio y esperanza de vida fuesen los mismos, es preferible vivir en un país con menor desigualdad<sup>4</sup>.

3: La degradación ambiental también afecta a otros componentes del bienestar, como la esperanza de vida o incluso la desigualdad y el ocio, pero este impacto es difícil de sintetizar y cuantificar en un único indicador.

4: Se considera que existe aversión al riesgo de estar en la parte inferior de la distribución de ingreso o de consumo.

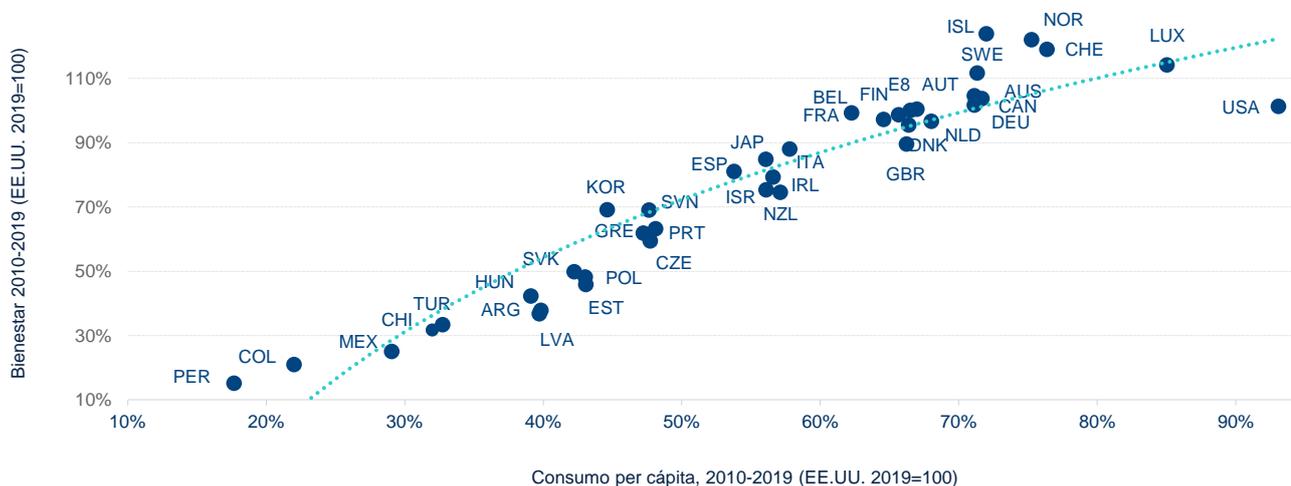
En particular, la medida relativa del bienestar social ( $\lambda$ ) de cada país de la OCDE con respecto a Estados Unidos se calcula mediante la siguiente expresión<sup>5</sup>:

$$\begin{aligned} \log \lambda_i = & \frac{e_i - e_{us}}{e_{us}} \left( \bar{u} + \log c_i + v(\ell_i) - \frac{1}{2} \sigma_i^2 \right) \\ & + \log c_i - \log c_{us} \\ & + v(\ell_i) - v(\ell_{us}) \\ & - \frac{1}{2} (\sigma_i^2 - \sigma_{us}^2) \end{aligned}$$

donde  $e$ ,  $c$ ,  $v$  y  $\sigma$  son, respectivamente, la esperanza de vida, el consumo per cápita, una función de ocio y la varianza de ingresos entre individuos, para el país  $i$  y Estados Unidos ( $US$ ).

El **Gráfico 1** muestra como el bienestar social promedio de 2010 a 2019 en los países de la OCDE, está estrechamente relacionado con el consumo per cápita, que puede explicar el 89 por ciento de las diferencias de bienestar entre la mayoría de las economías. También se puede observar que las diferencias en bienestar entre los países más avanzados y los más rezagados son mayores que en consumo per cápita, debido a la mayor desigualdad y al mayor número de horas de trabajo en los países de menor consumo. Sin embargo, en economías avanzadas las diferencias de bienestar respecto a Estados Unidos se reducen notablemente respecto a las de consumo por su distribución menos desigual, la mayor esperanza de vida y el menor número de horas trabajadas.

Gráfico 1. **CONSUMO PRIVADO Y PÚBLICO PER CÁPITA Y BIENESTAR SOCIAL, 2010-2019**



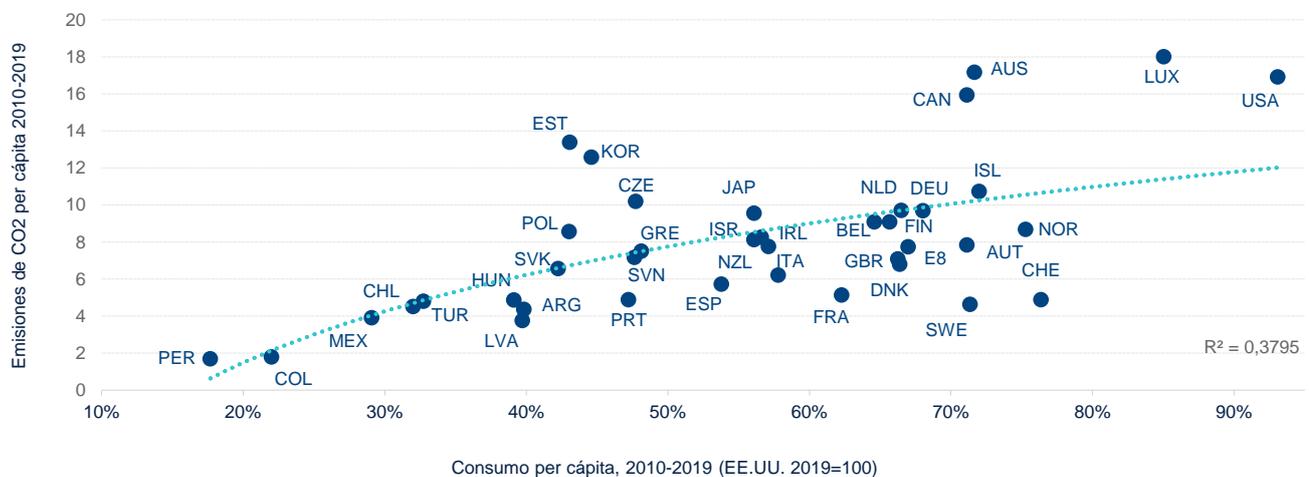
Fuente: BBVA Research a partir de Jones y Klenow (2016), PWT10, SWIID, OCDE y Gapminder.

5: La medida de bienestar relativo ( $\lambda$ ) de cada país de la OCDE con respecto a Estados Unidos se calcula a partir de la esperanza de vida, el consumo per cápita, una función de ocio y la varianza de ingresos entre individuos. Se han utilizado datos desde 1960 para calcular la medida de bienestar para 36 países de la OCDE, incluyendo Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Suiza, Alemania, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Reino Unido, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Países Bajos, Noruega, Nueva Zelanda, Portugal, Suecia y Estados Unidos. Para otros países, se han utilizado datos disponibles desde fechas posteriores. La esperanza de vida se obtiene de Gapminder (2020), mientras que el consumo per cápita y el número de horas trabajadas se toman de PWT 10 (Feenstra, Inklaar y Timmer, 2015). El coeficiente de Gini es de Eurostat (2020) y se utiliza OCDE (2020) para la desigualdad de ingresos disponibles después de impuestos y transferencias. Por lo tanto, se construye un panel incompleto para los países mencionados.

### 3. Consumo y emisiones de CO2

La correlación empírica entre la actividad económica y las emisiones de gases de efecto invernadero es bien conocida.<sup>6</sup> El **Gráfico 2** muestra la elevada correlación entre las emisiones de CO2 y el consumo en los países analizados. Sin embargo, si se analiza la evolución temporal para el promedio de los países de la muestra, se aprecia una curva en forma de U invertida que muestra que las emisiones de CO2 aumentan más rápido que el consumo en las primeras etapas de desarrollo, y más lentamente (hasta el punto de invertirse la curva) cuando se alcanzan niveles más altos de consumo per cápita.

Gráfico 2. **CONSUMO PRIVADO Y PÚBLICO PER CÁPITA Y EMISIONES DE CO2 PER CÁPITA, 2010-2019**



Fuente: BBVA research en base a PWT10 y Global Carbon Budget.

### 4. Bienestar social y coste social del carbono

La inclusión de indicadores de sostenibilidad ambiental en las medidas de bienestar tiene una larga tradición en la literatura económica. Nordhaus y Tobin (1973) definieron el consumo sostenible como aquel que la sociedad puede disfrutar sin perjudicar el futuro. Sin embargo, su puesta en práctica ha estado sometida a numerosos problemas.<sup>7</sup> Bannister y Mourmouras (2017) ampliaron la medida de bienestar propuesta por Jones y Klenow (2016) con los efectos de la contaminación en la esperanza de vida y un impuesto para internalizar los costes globales de cada tonelada de CO2.<sup>8</sup>

6: Desde 1750, la concentración de CO2 en la atmósfera apenas varió entre 250 y 278 partes por millón (ppm), pero en los últimos 250 años, el aumento observado hasta más de 400 ppm se debe además en gran parte al uso intensivo de energía obtenida de combustibles fósiles para el desarrollo económico (IPCC, 2021).

7: Böhringer y Jochem (2007) hicieron una revisión crítica de los índices de sostenibilidad que tienen en cuenta las condiciones económicas, ambientales y sociales con la siguiente conclusión: muchos de los índices tienen en cuenta la sostenibilidad ambiental, pero la normalización, ponderación o agregación de estos índices no satisfacen requisitos fundamentales y están afectados por juicios subjetivos o algún grado de arbitrariedad.

8: Este trabajo se enfoca en los efectos del coste social del carbono en el consumo per cápita y a través del mismo en el bienestar, pero ignora su impacto en la esperanza de vida y la desigualdad.

Al igual que Bannister y Mourmouras (2017), asumimos que el consumidor representativo se preocupa por los riesgos del cambio climático global y está dispuesto a sacrificar el consumo actual para internalizar los daños del carbono mediante el pago de un precio, el cual será equivalente al coste social del carbono.

En particular, se define  $c^s$  como el consumo neto del coste social del carbono, es decir,  $c_t^s = c_t - \tau_{ti}^s * g_t$ , donde  $c_t$  es el consumo privado y público,  $\tau_{ti}^s$  es el coste social de cada tonelada de CO2 (neto de impuestos nacionales efectivos sobre el CO2) y  $g_t$  son las emisiones per cápita. Como muchos países ya han introducido impuestos sobre las emisiones de ( $\tau_{ti}^{CO2}$ ), definimos  $\tau_{ti}^s$  como:

$$\tau_{ti}^s = \tau_t^s - \tau_{ti}^{CO2}$$

Donde  $\tau_t^s$  es el coste social del carbono, común para todos los países.<sup>9</sup> Así, la medida relativa de bienestar social sería ahora:

$$\begin{aligned} \log \lambda_i^s &= \frac{e_i - e_{us}}{e_{us}} \left( \bar{u} + \log c_i^s + v(\ell_i) - \frac{1}{2} \sigma_i^2 \right) \\ &+ \log c_i^s - \log c_{us} \\ &+ v(\ell_i) - v(\ell_{us}) \\ &- \frac{1}{2} (\sigma_i^2 - \sigma_{us}^2) \end{aligned}$$

La calibración del CSC se basa en Golosov et al. (2014), quienes proponen una fórmula simple para el precio óptimo al carbono, que bajo supuestos plausibles es proporcional al PIB. Esta proporción depende solo de tres factores críticos: la tasa de descuento, la elasticidad de daño esperada de la emisión a la atmósfera de una unidad adicional de carbono y de la propia depreciación del carbono emitido. Formalmente<sup>10</sup>:

$$\tau_t^s = Y_t \tilde{\gamma}_t \left( \frac{\varphi_L}{1 - \beta} + \frac{(1 - \varphi_L) \varphi_0}{1 - (1 - \varphi) \beta} \right)$$

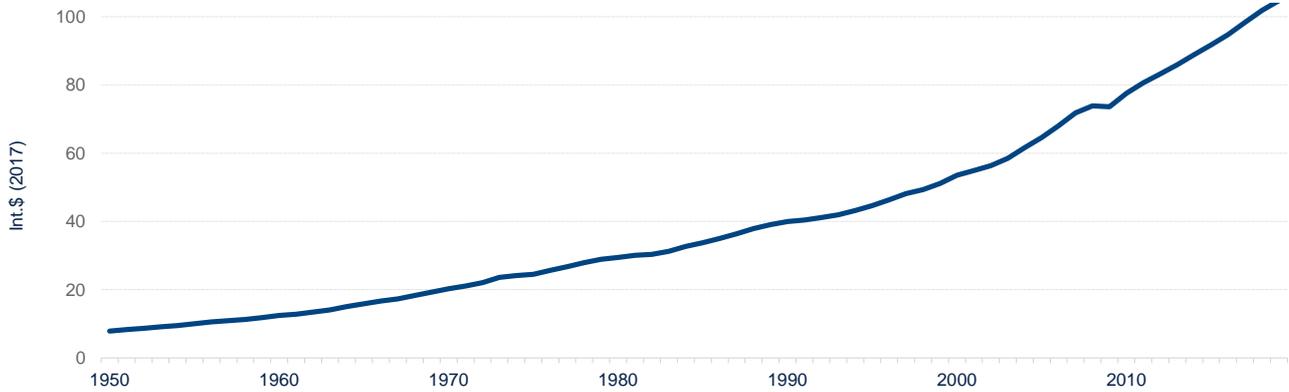
En su calibración de referencia para una tasa de descuento anual del 1.5 por ciento como en Nordhaus (2008), Golosov et al. (2014) obtuvieron que la tasa óptima al carbono por tonelada emitida representa el 0.00807 por ciento del PIB global. En el escenario base se asume su calibración de parámetros y, por lo tanto, la misma proporción del coste social óptimo del carbono desde 1950 hasta 2019, en dólares internacionales constantes de 2017 según PWT 10.5. Según esta estimación, el coste social óptimo del carbono ha oscilado desde 7.9 en 1950 a 104.7 en 2019.<sup>11</sup>

9: Por lo tanto, si un país estuviera gravando las emisiones de CO2 con la misma tasa impositiva que el coste social óptimo del carbono,  $\tau_{ti}^s$  sería igual a cero.

10:  $Y$  es el PIB global,  $\tilde{\gamma}_t$  es el parámetro de daño esperado (asumido constante a partir de  $t$  e igual a  $2.3793E-05$ ),  $\beta$  es el factor de descuento (asumido en 0.98510 por década),  $\varphi_L$  es la proporción de carbono emitido a la atmósfera que permanece en ella para siempre (igual a 0.2 en la calibración base),  $\varphi_0$  es la proporción de emisiones que no salen de la atmósfera hacia la biosfera y la superficie del océano (asumido en 0.393), y  $\varphi$  es la tasa geométrica decreciente de las emisiones que permanecen en la atmósfera por un período limitado (asumido en 0.0228)

11: Este nivel de  $\tau^s$  en 2019 estaba muy por encima del rango de  $\tau_{ti}^{CO2}$  en la muestra de países, desde el valor mínimo de 0 en Australia, Israel o Perú, hasta el nivel máximo en Suecia, 43.2 dólares internacionales constantes de 2017.

Gráfico 3. **COSTE SOCIAL ÓPTIMO GLOBAL DEL CARBONO EN EL ESCENARIO DE REFERENCIA, 1950-2019. INT.\$ 2017 POR TONELADA**

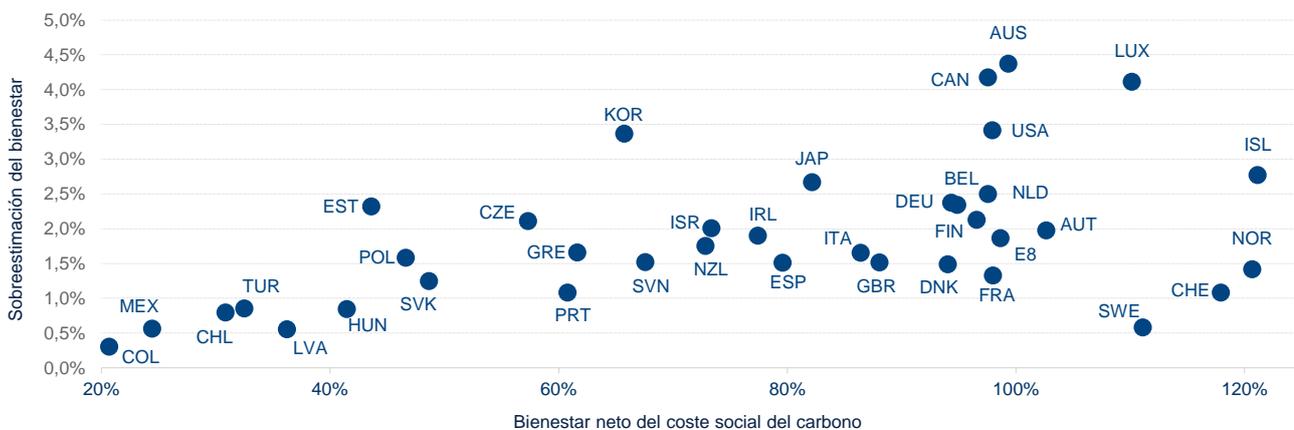


Fuente: BBVA Research basada en Golosov et al. (2014), Banco Mundial y Our World in Data.

## 4.1 Principales resultados del escenario base

Los resultados de internalizar el coste social del carbono muestran que el bienestar en los países de la OCDE se habría reducido en aproximadamente un 2% en la última década (1,9%), con importantes diferencias entre países (ver Cuadro 1 en el Anexo I). En países como Suecia, con niveles relativos elevados de bienestar y bajas emisiones per cápita de CO<sub>2</sub>, la sobrestimación del bienestar es relativamente pequeña, 0,6 puntos porcentuales, pero la corrección puede alcanzar hasta 3 y 4 puntos en países con mayores emisiones de CO<sub>2</sub> como Estados Unidos o Australia. Es interesante mencionar también que hay una correlación positiva entre  $\lambda$  y  $\lambda^s$  al estar las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el nivel de desarrollo económico, y que la varianza de la sobreestimación también aumenta con el nivel de bienestar (**Gráfico 4**).

Gráfico 4. **BIENESTAR NETO DEL COSTE SOCIAL DEL CARBONO ( $\lambda^s$ ) Y SOBRESTIMACIÓN DEL BIENESTAR ( $\lambda - \lambda^s$ ). OCDE, PROMEDIO 2010-2019**



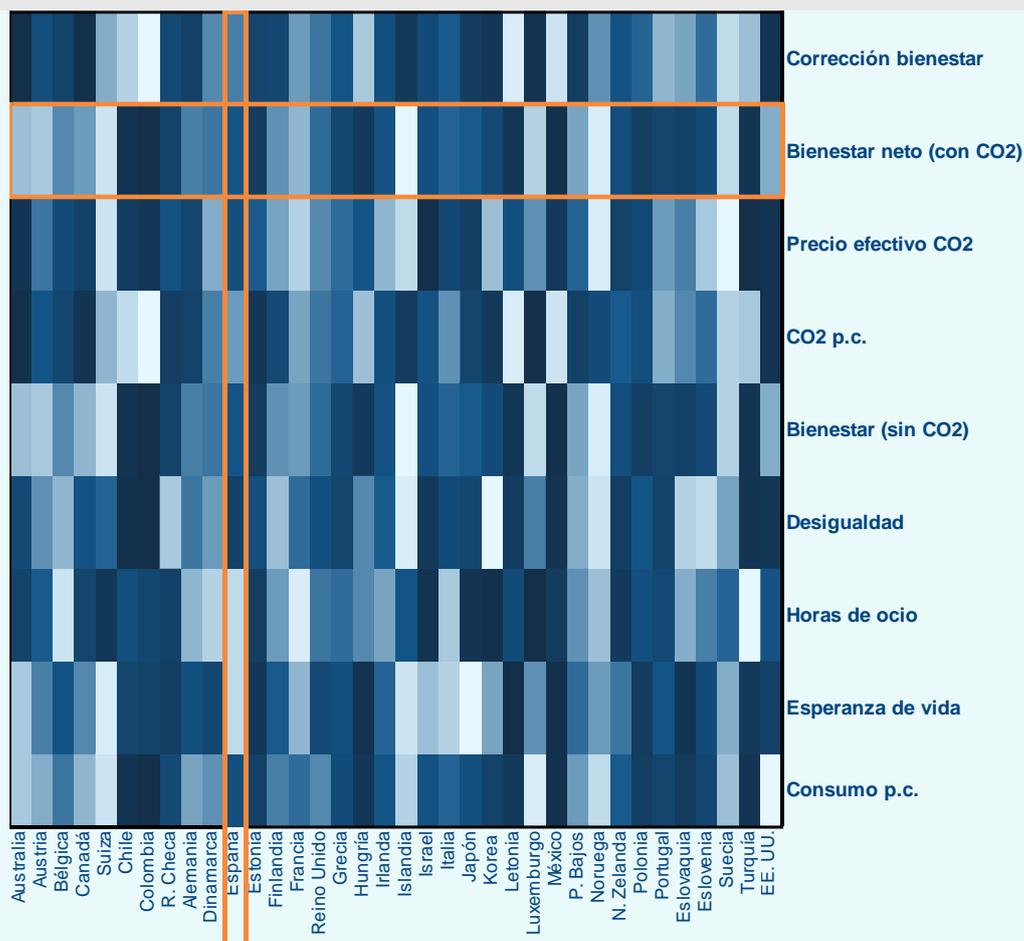
Fuente: BBVA Research

## Bienestar y Coste Social del Carbono: el caso de España

En el periodo 2010-19, el bienestar social de la economía española fue en promedio el 81% del que Estados Unidos registraba en 2019. La distancia de 19 puntos en términos de bienestar es menos de la mitad de la existente en PIB per cápita. España se sitúa por debajo de las economías más grandes de la Unión Europea, como Francia (99%), Italia (88%) y Alemania (99%), y bastante alejada también de países como Bélgica, Suiza, Reino Unido, Suecia, Islandia o Finlandia. Sin embargo, España se posiciona por encima de Portugal, Grecia, Irlanda o la República Checa, y exhibe un bienestar considerablemente mayor que el de los países sudamericanos de la muestra.

Como se puede observar en el **Gráfico 5**, donde el color azul más claro representa a los líderes en cada variable (fila), y el azul más oscuro a los más rezagados, es destacable el desempeño de España en esperanza de vida y tiempo libre (complementario de las trabajadas). No ocurre lo mismo con la desigualdad, donde España se encuentra entre los 10 países con más desigualdad de la muestra. Con todo, el posicionamiento relativo de España respecto a EE.UU. pasa del 54% en consumo per cápita, al 81% de bienestar social.

Gráfico 5. BIENESTAR, CONSUMO PER CÁPITA Y EMISIONES DE CO2, 2010-2019



Fuente: BBVA Research

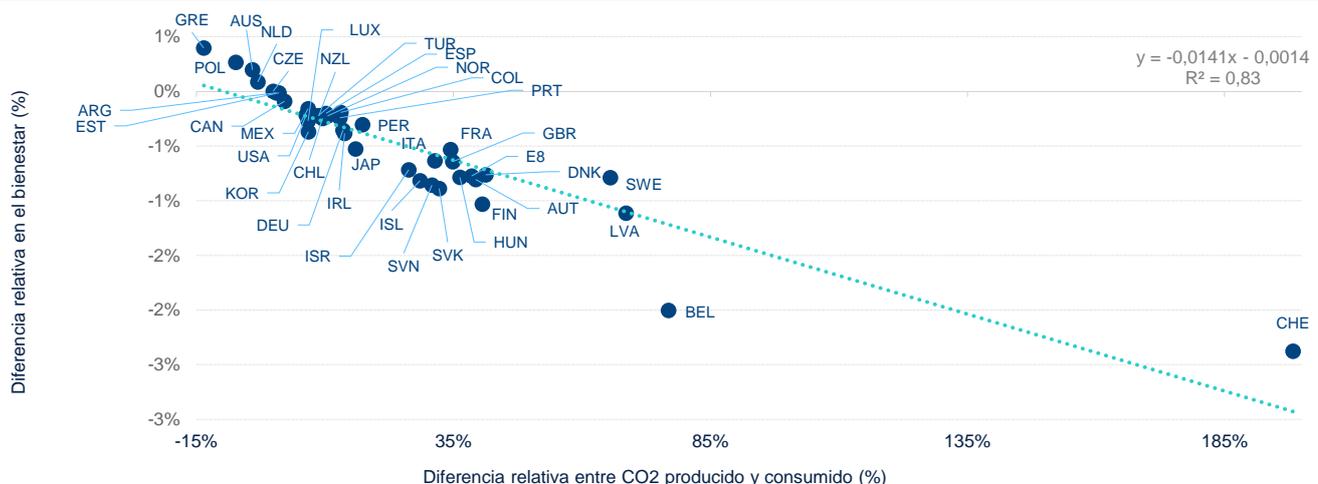
Una vez se incorporan las emisiones de CO2 al cálculo, el bienestar relativo de España es del 80% del de EE.UU (bruto, sin incorporar las emisiones). Esta corrección de 1,5 pp a la baja por la incorporación de las emisiones es significativamente menor que la de otros países como Estados Unidos (3,4%), Australia (4,4%), o Alemania (2,4%), aunque mayor que en Noruega (1,4%) o Suecia (0,6%) o en países fronterizos como Francia (1,3%) o Portugal (1,1%). La proporcionalidad entre los daños de las emisiones y el PIB per cápita contribuye a elevar la corrección en economías más ricas, aunque este efecto se ve modulado por la intensidad per cápita de las emisiones, dependiente a su vez de diversos factores entre los que se puede destacar el sesgo del mix energético hacia fuentes renovables y bajas en carbono.

En general, España se sitúa por encima del promedio (76%) en relación al bienestar neto, corregido del daño de las emisiones de CO2, de los 36 países considerados en la muestra, ocupando el décimo noveno lugar, justo por detrás de Japón y por encima de Irlanda. No obstante, todavía hay una brecha importante por cerrar respecto a los países más avanzados de la OCDE.

## 4.2 Emisiones consumidas vs. producidas

El análisis realizado se ha centrado en las emisiones producidas en cada país, sin embargo, el consumo incluye bienes y servicios importados, por lo que amerita construir una medida alternativa de bienestar utilizando las emisiones de CO2 consumidas.<sup>12</sup> En el eje horizontal del **Gráfico 6**, se representa la diferencia relativa entre el CO2 consumido ( $g_c$ ) y el producido ( $g$ ), es decir,  $g_c / g - 1$ . La mayoría de los países de la OCDE tienen más emisiones de CO2 consumidas que producidas, por lo que el bienestar social se reduce en un 0,6% adicional al tener en cuenta las primeras respecto a las segundas.

Gráfico 6. **CAMBIOS EN EL BIENESTAR RELATIVO EN FUNCIÓN DE LA DIFERENCIA RELATIVA ENTRE EL CO2 CONSUMIDO Y PRODUCIDO. OCDE, PROMEDIO 2010-2019**



Fuente: BBVA Research en base a PWT10 y Global Carbon Budget.

12: Aunque este enfoque mejora la medida de bienestar neto del coste social del carbono, la muestra disponible comienza para la mayoría de los países analizados en 1990. En la muestra común la correlación entre el CO2 consumido y producido per cápita es 0,919.

## 5. Conclusiones

En este observatorio se extiende la medida de bienestar propuesta por Jones y Klenow (2016) para incluir los efectos del coste social del carbono, definiendo el consumo per cápita neto del coste de las emisiones de CO<sub>2</sub> en países de la OCDE desde 1960 hasta 2019. La calibración del costo social del carbono se basa en Golosov et al. (2014), que proponen una fórmula simple para el impuesto óptimo al carbono, que es proporcional al PIB y depende de tres factores: la tasa de descuento, la elasticidad del daño esperado de la producción de una unidad adicional de carbono en la atmósfera y la depreciación del carbono en la atmósfera.

Los resultados muestran que internalizar el coste social del carbono reduciría el bienestar en los países de la OCDE en aproximadamente un 2% en promedio desde 2010 hasta 2019, pero con diferencias significativas entre países. También se muestra que, dado que la mayoría de los países de la OCDE tienen mayores niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> consumidas que producidas, imponer impuestos óptimos a las emisiones consumidas habría implicado una disminución adicional del bienestar del 0,6%.

## Anexo I. Principales resultados en un escenario base

Cuadro 1. BIENESTAR NETO DEL COSTE SOCIAL DEL CARBONO ( $\lambda$ ) Y SOBRESTIMACIÓN DEL BIENESTAR ( $\lambda - \lambda^s$ ), OCDE. PAÍSES, PROMEDIOS 2010-2019.

	Welfare $\lambda$ (USA 2019=100) (1)	Consumption per capita (USA 2019=100) (2)	Life expectancy (years) (3)	Working hours (per person & year) (4)	Gini (%) (5)	CO2 per cápita (tons per year) (6)	C <sup>s</sup> /C (%) (7)	Welfare $\lambda^s$ (USA 2019=100) (8)	$\lambda - \lambda^s$ (9)
Australia	103,7%	71,7%	82,7	875	33,0	17,2	96%	99,3%	4,4%
Austria	104,6%	71,1%	81,5	809	27,5	7,8	98%	102,7%	2,0%
Belgium	97,2%	64,6%	80,9	655	26,1	9,1	98%	94,9%	2,3%
Canada	101,7%	71,1%	82,1	872	31,2	15,9	96%	97,6%	4,2%
Switzerland	119,0%	76,4%	83,5	916	29,6	4,9	99%	117,9%	1,1%
Chile	31,7%	32,0%	79,5	845	46,3	4,5	98%	30,9%	0,8%
Colombia	21,0%	22,0%	79,4	864	47,5	1,8	99%	20,7%	0,3%
Czech Republic	59,4%	47,7%	78,8	880	24,8	10,2	96%	57,3%	2,1%
Germany	96,7%	68,0%	80,9	729	29,5	9,7	98%	94,3%	2,4%
Denmark	95,5%	66,4%	80,6	708	27,3	6,8	98%	94,0%	1,5%
Spain	81,1%	53,8%	82,7	680	34,0	5,7	98%	79,6%	1,5%
Estonia	45,9%	43,1%	77,3	881	32,5	13,4	95%	43,6%	2,3%
Finland	98,7%	65,7%	81,4	754	25,6	9,1	98%	96,6%	2,1%
France	99,3%	62,3%	82,4	632	29,5	5,1	99%	98,0%	1,3%
United Kingdom	89,6%	66,2%	80,8	788	32,3	7,1	98%	88,1%	1,5%
Greece	63,3%	48,1%	80,8	792	33,6	7,5	97%	61,6%	1,7%
Hugary	42,3%	39,1%	75,9	759	27,9	4,9	98%	41,5%	0,8%
Ireland	79,3%	56,6%	81,5	750	29,9	8,3	98%	77,4%	1,9%
Iceland	123,9%	72,0%	83,5	809	24,0	10,7	98%	121,1%	2,8%
Israel	75,4%	56,1%	82,5	925	35,7	8,1	97%	73,4%	2,0%
Italy	88,1%	57,8%	82,7	715	32,6	6,2	98%	86,4%	1,7%
Japan	84,8%	56,1%	84,1	922	33,4	9,6	97%	82,2%	2,7%
Korea	69,1%	44,6%	82,2	1049	0,3	12,6	95%	65,7%	3,4%
Latvia	36,8%	39,7%	74,8	846	35,2	3,8	98%	36,2%	0,6%
Luxembourg	114,3%	85,0%	82,1	1084	29,3	18,0	97%	110,1%	4,1%
Mexico	25,0%	29,1%	75,5	890	42,9	3,9	98%	24,4%	0,6%
Netherlands	100,1%	66,5%	81,5	756	26,3	9,7	98%	97,6%	2,5%
Norway	122,1%	75,3%	82,2	728	24,0	8,7	99%	120,7%	1,4%
New Zealand	74,6%	57,1%	81,5	903	34,2	7,8	98%	72,8%	1,8%
Poland	48,2%	43,0%	77,5	841	30,0	8,6	97%	46,6%	1,6%
Portugal	61,9%	47,2%	81,2	853	33,7	4,9	98%	60,8%	1,1%
Slovaquia	49,9%	42,2%	76,8	742	24,2	6,6	97%	48,7%	1,2%
Slovenia	69,1%	47,6%	80,8	775	24,1	7,2	98%	67,6%	1,5%
Sweedeen	111,7%	71,3%	82,4	797	26,7	4,6	100%	111,1%	0,6%
Turkey	33,4%	32,7%	77,4	618	42,5	4,8	97%	32,5%	0,9%
E8	100,5%	67,0%	81,5	730	27,3	7,8	98%	98,6%	1,9%
United States	101,3%	93,1%	79,0	822	39,4	16,9	97%	97,9%	3,4%

Fuente: BBVA Research en base a PWT10 y Global Carbon Budget.

## Anexo II. Análisis de sensibilidad

El valor presente de los daños climáticos futuros está determinado por la tasa de descuento social. Cuanto menor sea esta tasa, mayor será el valor presente del flujo de daños futuros. La tasa de descuento es una variable no observable, pero dada la tendencia estructuralmente decreciente de los tipos de interés de mercado en la última década, y la incertidumbre inherente al fenómeno del cambio climático, es razonable suponer o al menos observar qué sucede con valores más bajos de la tasa de descuento. Como se muestra en el **Gráfico 7**, asumir una tasa de descuento menor tiene efectos no lineales sobre el bienestar social, especialmente por debajo del 1%, ya que requiere un precio muy elevado del carbono para pagar por los daños. De hecho, cuando la tasa de descuento social se acerca al 0,017%, el consumo neto del coste social del carbono y el bienestar convergen a cero. Por otro lado, hay pequeñas diferencias en el bienestar cuando la tasa de interés aumenta del 1% al 2,0%.

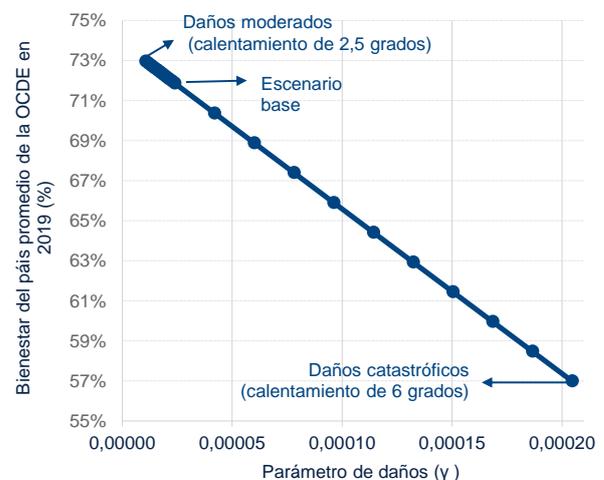
Otra fuente de incertidumbre en los determinantes del coste social de carbono es el parámetro de daño esperado, el cual está determinado, en gran parte, por las diferentes probabilidades de ocurrencia de escenarios de temperatura más altos (catastróficos) o más bajos. En ejercicios anteriores hemos empleado el parámetro de daño base, que se derivó de las probabilidades descritas por Golosov et al. (2014). Sin embargo, es evidente que a medida que aumenta la concentración de CO2 en la atmósfera también aumenta la probabilidad de experimentar escenarios más graves. El **Gráfico 8** representa la sensibilidad del bienestar para el país promedio de la OCDE en 2019 a cambios en el parámetro de daño ( $\gamma$ ). En la esquina superior izquierda, tenemos el escenario de daño moderado, con un aumento de temperatura de 2.5 grados ( $\gamma = 1.06E^{-05}$ ). Con respecto al escenario base (en el cual se producen daños moderados con una probabilidad del 93,2%), el coste social del carbono disminuye a I\$46,7 por tonelada y el bienestar aumenta alrededor de un punto porcentual. Por el contrario, en el escenario de daños catastróficos, 6 grados ( $\gamma = 2.05E^{-04}$ ), la tasa óptima aumentaría a I\$900,7 por tonelada y el bienestar caería 15 puntos porcentuales, alcanzando niveles similares a los simulados cuando la tasa de descuento cae al 0,1%, como se muestra en el Gráfico 7.

Gráfico 7. **SENSIBILIDAD DEL BIENESTAR PARA EL PAÍS PROMEDIO DE LA OCDE EN 2019 A CAMBIOS EN LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO\***



\* Los números alrededor de la curva son estimaciones del SCC por tonelada en dólares internacionales de 2017.  
Fuente: BBVA Research

Gráfico 8. **SENSIBILIDAD DEL BIENESTAR PARA EL PAÍS PROMEDIO DE LA OCDE EN 2019 A CAMBIOS EN EL PARÁMETRO DE DAÑOS**



Fuente: BBVA Research

## Referencias

- Aitken, A. (2019): "Measuring Welfare Beyond GDP", National Institute Economic Review No. 249 August. <https://rb.gy/dpnvjd>
- Arrow, K. J., Dasgupta, P., Goulder, L. H., Mumford, K. J., and Oleson, K. (2012): "Sustainability and the measurement of wealth." *Environment and Development Economics*, 17(3), 317-353. <http://bit.ly/3rmWXFB>
- Atkinson, A. B., J. Hasell, S. Morelli y M. Roser (2017): "The Chartbook of Economic Inequality" Mimeo <https://bit.ly/3EwUDct>
- Bannister, M. G. J., and M.A. Mourmouras (2017): "Welfare vs. income convergence and environmental externalities." WP/17/271 International Monetary Fund. <http://bit.ly/3E4WiOi>
- Barrutiabengoa, J.M., Cubero J. and Méndez R. (2021): "Output-side GHG Emission Intensity: A consistent international indicator" WP, N.º 21/02 BBVA Research. <https://bit.ly/3CJHcOF>
- Berik, G. (2020): "Measuring what matters and guiding policy: An evaluation of the Genuine Progress Indicator", *International Labour Review*, Vol. 159 (2020), No. 1. <http://bit.ly/36nYy6O>
- Bleys, B. (2012): "Beyond GDP: Classifying alternative measures for progress." *Social Indicators Research*, 109(3), 355-376. <http://bit.ly/37ct8ki>
- Bhardwaj, R. (2018): "Explaining Income Inequalities: A Cross Sectional-Study of OECD Countries". Mimeo. <http://bit.ly/3lhGzgh>
- Böhringer, C., and Jochem, P. E. (2007): "Measuring the immeasurable—A survey of sustainability indices." *Ecological Economics*, 63(1), 1-8. <http://bit.ly/3OfTrH4>
- Chen, J., Wang, P., Cui, L., Huang, S., and Song, M. (2018): "Decomposition and decoupling analysis of CO2 emissions in OECD." *Applied Energy*, 231, 937-950. <http://bit.ly/3KyM3UX>
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Ivanovski, K., and Smyth, R. (2018). The environmental Kuznets curve in the OECD: 1870–2014. *Energy Economics*, 75, 389-399. <http://bit.ly/3jsJ04G>
- Eurostat (2017): Final report of the expert group on quality of life indicators. <http://bit.ly/3E3XzoN>
- Eurostat (2020): Income and living conditions. <https://bit.ly/3YKJC8N>
- Feenstra, R.C., Inklaar, R., and Timmer, M.P. (2015): "The Next Generation of the PennWorld Table." *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182. <https://bit.ly/3SkOP4E>
- Fleurbaey, M. (2009): "Beyond GDP: The quest for a measure of social welfare." *Journal of Economic Literature*, 47(4), 1029-75. <http://bit.ly/3uzoUMB>
- Fleurbaey, M. (2015): "On sustainability and social welfare." *Journal of Environmental Economics and Management*, 71, 34-53. <http://bit.ly/3O7MdVe>
- Gapminder (2020): "Data." <https://bit.ly/41cx23T>

Golosov, M., Hassler, J., Krusell, P., and Tsyvinski, A. (2014): "Optimal taxes on fossil fuel in general equilibrium." *Econometrica*, 82(1), 41-88. <http://bit.ly/3vgNZep>

Hamilton, C., and Turton, H. (2002). Determinants of emissions growth in OECD countries. *Energy Policy*, 30(1), 63-71. <http://bit.ly/3LQijmy>

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* <https://bit.ly/3vVud91>

Jones, C.I. and P. Klenow (2016): "Beyond GDP? Welfare across Countries and Time." *American Economic Review*, vol. 106(9), 2426-2457. <http://bit.ly/3H2O09k>

Jorgenson, D.W. (2018): "Production and welfare: progress in economic measurement." *Journal of Economic Literature*, 56(3), 867-919. <http://bit.ly/3LSlrOO>

Kornek, U., Klenert, D., Edenhofer, O., Fleurbaey, M. (2021): "The social cost of carbon and inequality: When local redistribution shapes global carbon prices" *Journal of Environmental Economics and Management*, 107, 1-31. <https://shorturl.at/DUVZO>

Nordhaus, W. D. (2008): *A Question of Balance*. Yale University Press. <http://bit.ly/3dddPap> OECD (2020): *Income inequality*. <https://bit.ly/3XRWito>

Osberg, L., and Sharpe, A. (2002): "An index of economic well-being for selected OECD countries." *Review of Income and Wealth*, 48(3), 291-316. <http://bit.ly/3E3rKfL>

Prados De La Escosura, L. (2008): "Inequality, poverty and the Kuznets curve in Spain, 1850–2000." *European Review of Economic History*, 12(3), 287-324. <https://bit.ly/3INsiKW>

Pindyck, R.S. (2013): "Pricing Carbon When We Don't Know the Right Price." *CATO, Regulation Summer 2013*. <https://bit.ly/3XgPLIK>

Sephton, P. and Mann, J. (2014): "Compelling Evidence of an Environmental Kuznets Curve in the United Kingdom." *Environmental and Resource Economics* 64, no. 2 (2014): 301–15. <https://bit.ly/3W7DFkf>

Solt, F. (2020): *Measuring income inequality across countries and over time: The standardized world income inequality database*. *Social Science Quarterly*, 101(3), 1183-1199. <https://bit.ly/2xDW2Hx>

Stern, N. (2004): "The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve." *World Development* 32, no. 8 (2004): 1419–39. <https://bit.ly/3CHoFTI>

Stern, N. (2006): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press. <http://t.ly/Vn4v>

Stern, N. and J. E. Stiglitz (2021): "The Social Cost of Carbon, Risk, Distribution, Market Failures: An Alternative Approach." NBER Working Paper No. 28472. <http://bit.ly/3WDNzKT>

Stiglitz, J. E., A. Sen and J.P. Fitoussi (2009): *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*. <http://bit.ly/3KDQVZO>

Tol, R. (2019): A social cost of carbon for (almost) every country. *Energy Economics*, no. 83 (2019): 555–566. <https://bit.ly/3XmCBu3>

Tol, R. (2022): A meta-analysis of the total economic impact of climate change. Arxiv Working Paper. <https://bit.ly/3Wt9bcl>

UN, EU, IMF, OECD and World Bank. (2005). *Integrated environmental and economic accounting 2003*. New York, NY: United Nations, European Union, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development and the World Bank. <http://bit.ly/3KDQVZ0>

World Bank (2022): Carbon Pricing Dashboard. <https://bit.ly/2uCLEMa>

## AVISO LEGAL

El presente documento no constituye una "Recomendación de Inversión" según lo definido en el artículo 3.1 (34) y (35) del Reglamento (UE) 596/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre abuso de mercado ("MAR"). En particular, el presente documento no constituye un "Informe de Inversiones" ni una "Comunicación Publicitaria" a los efectos del artículo 36 del Reglamento Delegado (UE) 2017/565 de la Comisión de 25 de abril de 2016 por el que se completa la Directiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos organizativos y las condiciones de funcionamiento de las empresas de servicios de inversión ("MiFID II").

Los lectores deben ser conscientes de que en ningún caso deben tomar este documento como base para tomar sus decisiones de inversión y que las personas o entidades que potencialmente les puedan ofrecer productos de inversión serán las obligadas legalmente a proporcionarles toda la información que necesiten para esta toma de decisión.

El presente documento, elaborado por el Departamento de BBVA Research, tiene carácter divulgativo y contiene datos u opiniones referidas a la fecha del mismo, de elaboración propia o procedentes o basadas en fuentes que consideramos fiables, sin que hayan sido objeto de verificación independiente por BBVA. BBVA, por tanto, no ofrece garantía, expresa o implícita, en cuanto a su precisión, integridad o corrección.

El contenido de este documento está sujeto a cambios sin previo aviso en función, por ejemplo, del contexto económico o las fluctuaciones del mercado. BBVA no asume compromiso alguno de actualizar dicho contenido o comunicar esos cambios.

BBVA no asume responsabilidad alguna por cualquier pérdida, directa o indirecta, que pudiera resultar del uso de este documento o de su contenido.

Ni el presente documento, ni su contenido, constituyen una oferta, invitación o solicitud para adquirir, desinvertir u obtener interés alguno en activos o instrumentos financieros, ni pueden servir de base para ningún contrato, compromiso o decisión de ningún tipo.

El contenido del presente documento está protegido por la legislación de propiedad intelectual. Queda expresamente prohibida su reproducción, transformación, distribución, comunicación pública, puesta a disposición, extracción, reutilización, reenvío o la utilización de cualquier naturaleza, por cualquier medio o procedimiento, salvo en los casos en que esté legalmente permitido o sea autorizado expresamente por BBVA en su sitio web [www.bbvarsearch.com](http://www.bbvarsearch.com).

### INTERESADOS DIRIGIRSE A:

BBVA Research: Calle Azul, 4. Edificio La Vela – 4ª y 5ª planta. 28050 Madrid (España).  
Tel.: +34 91 374 60 00 y +34 91 537 70 00 / Fax: +34 91 374 30 25  
[bbvarsearch@bbva.com](mailto:bbvarsearch@bbva.com) [www.bbvarsearch.com](http://www.bbvarsearch.com)