



9CFE-1522

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1

Organiza





Síntesis[1]X

Análisis exploratorio de las actitudes y preferencias hacia mercados voluntarios de carbono forestal: Caso de estudio del Registro de huella de carbono español

MORALES, B. (1); OVANDO, P. (1)

(1) Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP); Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Resumen

La expansión y restauración forestales representan vías prometedoras de apoyo a los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero. Este estudio utiliza la Teoría del Comportamiento Planeado y un experimento de elección discreta para examinar los factores económicos y de comportamiento que influyen en las decisiones de compensación voluntaria de huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de dióxido de carbono. Este análisis se aplica a una muestra representativa de 249 organizaciones que participan en el Registro de Huella de Carbono español. La encuesta evalúa el efecto que constructos de la Teoría del Comportamiento Planeado, tales como actitudes, normas subjetivas, el control conductual percibido, la confianza y el riesgo percibidos, así como las preferencias por el tipo, especies forestales o localización de proyectos de absorción de CO₂ tienen en las decisiones voluntarias de compensación de huellas de carbono por parte de las organizaciones del Registro. Los resultados sugieren que estas decisiones están principalmente influenciadas por normas subjetivas, tales como las opiniones de clientes e inversores y las acciones de compensación de organizaciones del propio sector económico. Estos resultados también indican una fuerte preferencia por los proyectos forestales de compensación domésticos y el uso de especies forestales nativas, así como una disposición media a pagar por unidad de carbono superior por proyectos con estas características.

Palabras clave:

Teoría del Comportamiento Planeado; Experimento de elección discreta; Mercados voluntarios de carbono; Forestación; Restauración forestal; Disponibilidad a pagar.

1. Introducción

Las organizaciones, incluidas empresas y organismos públicos, son actores fundamentales en la acción climática, ya que tienen un control sustancial sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el potencial para impulsar la innovación tecnológica (Elsayih et al., 2021). Acuerdos internacionales como el Acuerdo de París y el Pacto Verde Europeo han dado un nuevo impulso a los objetivos de descarbonización de la economía y han favorecido la expansión de los mercados de carbono –tanto regulados[2] como voluntarios– como herramientas clave para respaldar la acción climática global (IPCC, 2023; World Bank, 2024).



Los mercados voluntarios permiten generar y certificar, mediante sus estándares asociados, unidades de compensación de carbono (*carbon offset*) que organizaciones o individuos pueden utilizar para neutralizar sus huellas de carbono (Hickey et al., 2023). Si bien la compensación de carbono no sustituye los esfuerzos de reducción de emisiones de GEI, ésta se considera una estrategia transitoria y coste-efectiva hacia las cero emisiones netas (Grafton et al., 2021). En ausencia de obligaciones específicas, las acciones climáticas voluntarias suelen estar motivadas por el deseo de las organizaciones de proyectar una buena imagen en cuanto a su responsabilidad ambiental (Günther et al. 2020; Poudyal et al., 2011), ganar competitividad (Lou et al. 2023), mejorar su reputación (Gasbarro et al., 2017) o prepararse ante una posible intensificación de las regulaciones ambientales en el futuro (Brouhle & Harrington, 2009).

La última Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP29), ha generado un nuevo impulso a los mercados voluntarios de carbono, incentivando la conservación, restauración y expansión forestal como parte de las estrategias de mitigación del cambio climático. A pesar de las reglas flexibles acordadas, persisten preocupaciones sobre la integridad ambiental y la credibilidad de los “créditos” de carbono forestal que podrían limitar su evolución futura.

La literatura científica ofrece numerosos ejemplos de estudios que han estudiado las preferencias y actitudes de consumidores hacia la compensación voluntaria de huellas de carbono (ej. Kuhn y Uler, 2019; Ritchie et al. 2021; Schleich y Alsheimer, 2024; Tao et al., 2021). En contraste, los estudios que analizan las preferencias de organizaciones para compensar sus huellas de carbono mediante proyectos de reducción, absorción o captura de carbono son limitados (ej., Chan et al., 2020; Lou et al., 2023; Poudyal et al., 2011). Hasta donde se tiene constancia, esta investigación es la primera en examinar específicamente las actitudes y preferencias de organizaciones españolas hacia la compensación de huellas de carbono a través de mercados voluntarios de carbono forestal, proporcionando un análisis inicial sobre cómo estas entidades perciben e integran esta práctica en sus estrategias de cero emisiones netas.

Este estudio ha desarrollado una encuesta en línea dirigida a organizaciones inscritas en el Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono (CO₂) (Registro en adelante), creado en 2014 y gestionado por la Oficina Española de Cambio Climático. Este Registro permite a las organizaciones participantes calcular, registrar, reducir y compensar sus huellas de carbono. La compensación, a la fecha, sólo es posible a través de proyectos forestales de absorción de CO₂ dentro del territorio español, siempre que estos impliquen la creación de nuevas superficies forestales o a la restauración de superficies forestales incendiadas.

La encuesta desarrollada combina enunciados basados en la Teoría del Comportamiento Planificado con un experimento de elección dicotómico. Los 249 cuestionarios válidos recogidos se analizaron mediante modelos de ecuaciones estructurales y modelos logit de efectos aleatorios. La combinación de estos enfoques metodológicos ha permitido identificar los factores económicos y de comportamiento que influyen en las de compensación de huellas de carbono, así como el impacto de los atributos de los proyectos de absorción de CO₂ y las características de las organizaciones en las preferencias de compensación.



2. Objetivos

El objetivo general de este estudio es profundizar en la comprensión de las preferencias de las organizaciones españolas sobre la compensación voluntaria de sus huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂.

Esta investigación plantea tres objetivos secundarios, formulados como preguntas de investigación, dirigidas a explorar las motivaciones que impulsan las prácticas de compensación de huellas de carbono entre organizaciones españolas, así como los factores económicos que influyen en sus decisiones de compensación con proyectos forestales:

P1: ¿Qué factores económicos y de comportamiento que influyen en las decisiones de compensación de la huella de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂?

P2: ¿Cómo afectan los atributos de los proyectos de absorción, los constructos de comportamiento y las características de las organizaciones a sus preferencias de compensación de huellas de carbono?

P3: ¿Existen diferencias estructurales y/o de comportamiento entre organizaciones con altas y bajas huellas de carbono que influyen en sus decisiones y preferencias de compensación?

3. Metodología

Como se ha indicado antes, este estudio combina dos enfoques metodológicos en una encuesta online. Estos enfoques incluyen, por una parte, la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB por sus siglas en inglés), y por otra, un experimento de elección dicotómico (DCE por sus siglas en inglés). En lo que sigue este apartado describe brevemente el proceso de recogida de datos, y la aplicación, diseño y análisis de la TPB y el DCE en la encuesta desarrollada.

3.1 Diseño de la encuesta y recogida de datos

La encuesta desarrollada es el instrumento utilizado para identificar los factores que explican el comportamiento y las preferencias de las organizaciones respecto a la compensación de sus huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂. Esta encuesta se estructuró en tres secciones consecutivas. La primera sección buscaba caracterizar a los encuestados, las organizaciones que representan y su experiencia con proyectos de compensación de huellas de carbono. La segunda sección incluía enunciados estructurados en función de la TPB; mientras que la tercera desarrolló un experimento de elección discreta, considerando una segmentación de organizaciones basada en sus niveles de emisiones GEI, como se describe más adelante.

La encuesta se llevó a cabo en línea entre noviembre de 2023 y marzo de 2024. La población objetivo de esta encuesta fueron las 3.291 organizaciones españolas inscritas, al menos una vez, en el Registro de Huella de Carbono antes del 1 de noviembre de 2023. El contacto inicial con las organizaciones participantes se realizó por teléfono o por correo electrónico, utilizando datos de contacto públicamente disponibles a través de las páginas web o redes sociales de las organizaciones del Registro. La encuesta estaba dirigida a los responsables de la toma de decisiones sobre la gestión ambiental y/o responsabilidad social de las organizaciones participantes. Una vez identificadas las personas responsables en



cada organización, se les envió un enlace único a la encuesta, utilizando un código alfanumérico anonimizado[3] que permitió relacionar sus respuestas con información financiera (datos de facturación y número de empleados recogidos a través la base de datos SABI: Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), y datos públicos del Registro (ej. huellas de carbono, esfuerzos de reducción y de compensación).

Antes del lanzamiento general de la encuesta, se realizaron varias pruebas preliminares, incluyendo un panel de 12 expertos, que evaluó la claridad, relevancia y tiempo estimado de respuesta al cuestionario preliminar. Así mismo, se desarrolló una prueba piloto con 40 organizaciones del Registro seleccionadas aleatoriamente, cuyas repuestas válidas se incluyen en la muestra final. Para garantizar la calidad de los datos, solo se incluyeron respuestas que completaron el 100% del cuestionario.

3.2 Teoría del Comportamiento Planificado y Modelos de Ecuaciones Estructurales

La Teoría del Comportamiento Planificado es un marco teórico ampliamente utilizado para predecir el comportamiento humano en función de factores que afectan a la intención conductual (Ajzen, 1991). La intención conductual indica la disposición o motivación de un individuo para realizar una conducta específica, y se considera un buen predictor del comportamiento real. De acuerdo con la TPB, el comportamiento está influenciado por tres factores (constructos) principales: (i) las actitudes (ATT) hacia el comportamiento analizado, (ii) las normas subjetivas (SN), y (iii) el control conductual percibido (PBC). La TPB pretende explicar cómo estos factores psicológicos, sociales o emocionales influyen en las decisiones económicas, reconociendo que éstas no siempre son racionales u óptimas (Thaler, 2016).

En este estudio, la actitud se define como la percepción positiva o negativa de las organizaciones a la compensación de huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂, o a los co-beneficios asociados a este tipo de acciones (ej. sus efectos sobre la conservación de la biodiversidad). Las normas subjetivas reflejan la presión social percibida, por ejemplo, las expectativas de clientes e inversores, o acciones de compensación llevadas a cabo por empresas de la competencia. Por último, el control conductual percibido mide la percepción que las organizaciones tienen sobre su capacidad económica, tecnológica y/o administrativa para compensar sus huellas de carbono.

La flexibilidad de la TPB permite la integración de constructos adicionales que son relevantes para el contexto específico de los mercados de carbono forestal. En este estudio, se incluyeron dos nuevos factores: Riesgo (RSK) y Confianza (TR). El riesgo se refiere a la probabilidad percibida de un evento adverso, como la pérdida de carbono almacenado debido a incendios forestales u otros factores (Slovic, 1987). La confianza, por su parte, evalúa la credibilidad percibida de los mecanismos de acreditación y contabilidad del carbono forestal en los mercados voluntarios, que es un aspecto crítico para la adopción de estas prácticas (Denton et al., 2020; Lan y Liang, 2022; Poudyal et al., 2011).

La encuesta online contenía 26 enunciados (variables) estructurados según los constructos de la TPB: actitudes (8), normas subjetivas (3), control conductual percibido (9), riesgo (4) y confianza percibidos (2), relevantes para la



compensación de huellas de carbono a través de proyectos forestales. Los encuestados debían indicar su grado de acuerdo o de desacuerdo con estos enunciados utilizando para ello una escala de Likert de 5 puntos, con el valor 1 indicando "totalmente en desacuerdo", y el valor 5 "totalmente de acuerdo". Los enunciados fueron diseñados a partir de la literatura especializada o adaptados específicamente para este estudio, asegurando su claridad y relevancia mediante pruebas piloto y grupos de discusión preliminares. Se puso especial énfasis en evitar respuestas inducidas o sesgadas, verificando su neutralidad y pertinencia en la fase previa de validación con expertos.

En este estudio utilizamos los constructos de la TPB para explicar el comportamiento (*Behaviour*: BEH) de las organizaciones participantes en la encuesta. El constructo comportamiento se explica a través de dos variables dicotómicas. La primera indica si las organizaciones han compensado al menos una vez sus huellas de carbono con proyectos de absorción del Registro (*PastOffsets*); y la segunda si éstas organizaciones indican haber compensado sus huellas de carbono, al menos una vez, con proyectos fuera del Registro (*OutOffsets*).

La combinación de los constructos de la TPB se integra en un modelo de ecuaciones estructurales (Figura 1), que busca explicar el comportamiento de compensación voluntaria de las huellas de carbono de las organizaciones participantes dentro y fuera del Registro. Se ha utilizado el modelo de ecuaciones estructurales por mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) para analizar las relaciones entre los constructos teóricos de la TPB (ATT, SN y CPB), y los constructos adicionales considerados (RSK y TR) con el comportamiento real (BEH). PLS es un método basado en la varianza, que se recomienda para investigaciones exploratorias (Hair et al., 2012), como la llevada a cabo.

El análisis se ha desarrollado utilizando el paquete "plspm" en RStudio 2023.06.0, aplicando un enfoque de dos pasos (Anderson y Gerbing, 1988). El primer paso considera un análisis factorial confirmatorio para verificar la validez convergente del modelo de medición, y evaluar la relación entre los constructos y sus variables. El segundo paso, implica la evaluación del modelo de ecuaciones estructurales para probar las relaciones causales entre variables y constructos (Sánchez et al., 2018). Adicionalmente, se utiliza el método de *bootstrapping* (Levers-Landis et al., 2011), para mejorar la precisión de las estimaciones del modelo de medición, proporcionando intervalos de confianza robustos. Este enfoque ha permitido verificar los supuestos del modelo de medición, ya las puntuaciones latentes resultantes, asociadas a los cinco constructos de la TPB que explican el comportamiento, se integran en el análisis del experimento de elección, como se detalla más adelante.

3.3 Experimento de elección discreta y modelos logit de efectos aleatorios

Los experimentos de elección discreta son una herramienta analítica que permite estimar las preferencias individuales evaluando su disposición a pagar por atributos específicos de un producto o servicio (McFadden, 1974). La encuesta aplicada desarrolla un experimento de elección discreta compuesto por cuatro atributos: (1) tipo de proyecto, (2) tipo de masa forestal, (3) localización y (4) precio, cada uno con dos a cuatro niveles (Tabla 1). Se ha utilizado un diseño factorial completo de los atributos, que implica que todas las combinaciones posibles de los niveles de todos los atributos se muestran a los participantes de forma aleatoria

para garantizar la representatividad de las tarjetas y los conjuntos.

Cada encuestado se enfrentó a ocho tarjetas individuales caracterizadas por cuatro niveles de atributos que representan proyectos forestales hipotéticos de absorción de CO₂. Dentro de cada conjunto de atributos (tarjeta), se pidió a los encuestados que decidieran si aceptarían o rechazarían pagar por el perfil del proyecto hipotético al nivel de precios correspondiente, y en función de la cantidad de unidades de carbono ofrecidas. Para proporcionar cantidades precisas de unidades de carbono en el DCE, las organizaciones se agruparon en dos segmentos (A y B), utilizando la mediana de las emisiones anuales de CO₂ (equivalente) de las organizaciones participantes en el Registro (115,58 toneladas de CO₂ equivalente por año) como punto de referencia para la segmentación. Las tarjetas del Segmento A (emisiones bajas) ofrecían la compra de 10 t CO₂ para cada perfil de proyecto, mientras que las tarjetas del Segmento B (emisiones altas) ofrecían la compra de 100 t CO₂.

Se ha utilizado un modelo logit de efectos aleatorios (REL) (Campbell, 2007) para analizar el impacto de los niveles de los atributos en la toma de decisiones sobre la compensación de huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂. Dado que las observaciones (elecciones para un conjunto de atributos) están agrupadas por cada organización contactada, cada encuestado tiene ocho observaciones, una por cada tarjeta presentada.

Tabla 1. Atributos del experimento de elección dicotómico

Atributo	Nivel	Valor		
Nueva superficie forestales		1		
Restauración bosques incendiados		-1		
Mezcla especies nativas		1		
Plantaciones especies alóctonas		-1		
Dentro de España		1		
Fuera de España		-1		
Precio del carbono	(euros (€) por t CO ₂)	5 €; 20 €	El precio es una	variable continua
		50 €; 100 €		

El modelo REL se formaliza de acuerdo con:

$$P(Y_{ij} = 1 | X_{ij}, u_i) = x_{ij}^T \beta + u_i.$$

Dónde: Y_{ij} representa la elección (binaria) de la j -ésima opción (tarjeta) para el i -



ésimo individuo, que toma un valor de 1 si el individuo acepta la opción j y de 0 cuando éste la rechaza; X_{ij} que representa las características de la j -ésima opción para el i -ésimo individuo; β es el vector de parámetros fijos para medir el efecto de cada atributo; y u_{iES} el efecto aleatorio específico para cada individuo i , que tiene una distribución que se asume normal, con media 0 y varianza σ^2 .

El DCE permite, así mismo, analizar la disposición a pagar (DAP) de las organizaciones por atributos específicos del perfil de proyecto presentado (Brower et al., 2008). La DAP es una medida económica que refleja la cantidad máxima que un consumidor [o una organización en este caso] está dispuesto a pagar por un bien o servicio (Hotelling, 1949). Se ha estimado la DAP promedio por segmento (DAP_{nS}) combinando los atributos de los proyectos y considerando cada posible opción j ofrecido a un individuo i como una observación k , de acuerdo con:

$$DAP_{nS} = \frac{1}{N_S} \sum_{k=1}^{N_S} \varphi_k \cdot P_k \cdot q_S$$

Donde NS es el número total de observaciones (tarjetas validas respondidas) para cada segmento S , y P_k el nivel de precios unitarios (euros por cada t CO2 adquirida). La variable de precio se construye teniendo en cuenta los niveles de precio por unidad de carbono ofrecidos en los proyectos hipotéticos de compensación de carbono, que luego se multiplican por una variable dicotómica (φ_k) que toma el valor de 0 si la observación k en el Segmento S fue rechazada, y el valor de 1 en caso contrario, y la cantidad de unidades de carbon q_S ofrecida en cada segmento.

3.4 Hipótesis de la investigación

En este trabajo se pone a prueba un conjunto de hipótesis que explican el comportamiento, las respuestas conductuales y las preferencias de las organizaciones que participan en el Registro sobre la compensación de sus huellas de carbono (Tabla 2).

Estas hipótesis se vinculan a las tres preguntas de investigación antes planteadas. Las hipótesis H1 a H7 buscan probar las relaciones teóricas de la TPB y los modelos de ecuaciones estructurales, para comprender los factores económicos y conductuales que influyen en las decisiones de compensación de la huella de carbono con proyectos forestales de absorción de CO2 (P1). Las hipótesis H8 y H9, permiten contrastar si las organizaciones encuestadas se ven influenciadas por las características de los proyectos (P2), lo que a su vez se analiza considerando los resultados de los modelos REL. Finalmente, la hipótesis H10 busca confirmar si existen diferencias entre el comportamiento y preferencias de los segmentos de emisiones altas y bajas con respecto a la compensación de sus huellas de carbono con proyectos forestales (P3).

Tabla 2. Hipótesis de la investigación

Descripción de las hipótesis contrastadas

H1	Las actitudes tienen un efecto positivo en el comportamiento de compensación en los mercados voluntarios de carbono forestal.
H2	El comportamiento de compensación está influenciado por la opinión de los clientes e inversores, así como por las acciones de otras organizaciones
H3	La percepción de control de la organización tiene un efecto positivo en la intención de compensar las emisiones de carbono.
H4	La confianza mejora la actitud hacia las compensaciones voluntarias de carbono con proyectos forestales.
H5	La confianza tiene un efecto positivo en la decisión de participar en los mercados voluntarios de carbono
H6	El riesgo percibido tiene un efecto negativo en la confianza.
H7	El riesgo percibido influye negativamente en la decisión de participar en los mercados voluntarios de carbono forestales.
H8	Las organizaciones prefieren los proyectos forestales de absorción de CO2 localizados dentro del territorio español a los localizados fuera de este
H9	Las organizaciones prefieren proyectos que involucren especies nativas de crecimiento lento sobre aquellos proyectos con plantaciones comerciales de especies alóctonas.
H10	La probabilidad de adquirir unidades de carbono de proyectos forestales es mayor entre las organizaciones con bajas emisiones con respecto a organizaciones con emisiones más altas. .

4. Resultados

4.1 Características de la Muestra

En total se han contactado con 2.099 organizaciones, y se han obtenido 249 respuestas válidas, lo que representa una tasa de respuesta cercana al 12%. Esta tasa, que en principio parece baja, es aceptable si se tiene en cuenta que la encuesta iba dirigida a organizaciones (Cycyota y Harrison, 2006). Un tercio de las respuestas válidas (82) corresponde a organizaciones clasificadas dentro del segmento A (emisiones bajas), mientras que dos tercios (167) pertenecen a organizaciones del segmento B (emisiones altas).

La muestra de respuestas válidas representa el 7,6% de la población objetivo. Las características de las organizaciones participantes en la encuesta están alineadas con las de la población objetivo, en cuanto al tipo y tamaño de organización, sector productivo general y los sellos del Registro otorgados[4] (Tabla 2). Por tanto, la muestra se considera representativa de las organizaciones participantes en el registro. Intencionalmente se ha buscado una sobrerrepresentación de aquellas organizaciones que han compensado sus emisiones al menos una vez dentro del Registro (45,4%), a fin de obtener más información sobre las características particulares y preferencias de organizaciones que adquieren compensaciones de carbono forestal.

Cabe señalar que la mayoría de los encuestados son responsables de los departamentos de sostenibilidad y/o medio ambiente (51%) o son directamente los directores ejecutivos (20,8%) en las organizaciones encuestadas. Esto indica que se ha llegado a las personas objetivo, es decir, aquellas con responsabilidades de decisión en las acciones ambientales de la organización. Así mismo, tienen interés notar que la proporción entre hombres y mujeres que han respondido a esta encuesta es similar, con una muy ligera mayoría de encuestados hombres (50.60%).

4.2 Modelo de medición y modelo estructural de los constructos de la TPB

Como se ha indicado antes, el modelo de medición permite la evaluación de la

relación entre los constructos de la TPB y las variables observadas para garantizar que estas variables sean representativas y consistentes en la medición de los constructos teóricos y adicionales considerados para explicar el comportamiento.

Tabla 2. Comparación de las organizaciones de la muestra y de la población objetivo.

Característica/ concepto	Distribución (en %)
Muestra (N=249)	Población objetivo (N=3.291)
Tipo y tamaño de la organización	
7,63	9,56
12,05	9,01
29,32	33,58
30,52	27,79
13,65	14,72
2,41	1,59
4,42	3,76
Sector productivo de la organización	
3,61	3,50
29,32	27,67
10,44	10,05
4,02	6,51
52,61	52,29
Sellos del Registro Recibidos	
45,38	78,62
9,24	15,42
27,71	3,23
17,67	2,73
Posición del encuestado en la organiz.	
20.08	
4.02	

51.00
7.23
2.41
2.01
3.61
9.64
Genero del encuestado
48.19
50.60
1.20

El modelo de medición estimado muestra una fiabilidad y validez satisfactorias de acuerdo con los criterios de validez discriminante establecidos para la mayoría de los constructos (Tabla 3). Los valores de alfa de Cronbach de las variables de modelo de medición (seleccionadas considerando los resultados del análisis factorial confirmatorio) oscilan entre 0,627 y 0,844. Si bien, los constructos de comportamiento y riesgo presentan valores inferiores al valor crítico de 0,70, éstos resultados son aceptables ya que la Varianza Media Extraída (AVE) supera el valor crítico de 0,50 (Hair et al., 2012). Así mismo, se destaca que casi todos los constructos tienen valores de fiabilidad compuesta (CR) superiores a 0,90, exceptuando el constructo actitudes, con un valor muy próximo al nivel crítico considerado (0,898).

Es importante señalar que a partir del factor de inflación de la varianza (VIF) se observa que dos de las variables del modelo de medición presentan colinealidad. Estas se refieren a *OutOffsets* y *PastOffset*, ya que es posible que algunas organizaciones hayan compensado sus emisiones combinando proyectos dentro y fuera del Registro. Se ha optado por mantener tanto *OutOffsets* como *PastOffset* en el modelo, ya que el comportamiento pasado es un predictor importante del comportamiento futuro (Ajzen, 1991), y porque encontramos que ambas variables tienen una carga significativa (Tabla 3). Para el resto de las variables, el VIF es menor a 3, por lo tanto, se comprueba que no existe multicolinealidad (Hair et al., 2019).

Tabla 3. Variables, cargas factoriales e indicadores de ajuste del modelo de medición

Constructo	Variable	Descripción simplificada	Carga1	Alfa2	Cronbach	Rho	(p)3	CR4	AVE5
------------	----------	--------------------------	--------	-------	----------	-----	------	-----	------

Actitud	(ATT)	ATT2	Visibilida d esfuerzo	descarbon ización	0,703	0,75	0,85	0,90	0,58	
ATT3	Actividad es de	team- building					0,651			
ATT4	Conservac ión	biodiversi dad					0,818			
ATT5	Generació n	empleo rural					0,854			
Normas subjettivas (SN)	SN1	Opiniones clientes	0,703	0,75	0,86	0,92		0,64		
SN2	Opiniones inversor.					0,799				
SN3	Compensa ción	de otras organiza-	ciones del sector				0,929			
Control conductua l	percibido (PBC)	PBC7	Capacidad alcanzar	Neutralid ad	(cero – emisiones)	0,934	0,84	0,91	0,97	0,64
PBC8	Autonomí a decisiones	compensa ción					0,749			
PBC9	Recursos e informaci ón	para compensa r	huella de carbono				0,915			
Confianza	(TR)	TR1	Calidad unidades de carbono	0,923	0,78	0,90	0,99		0,81	
TR2	Confianza en el Registro					0,881				
Riesgo (RSK)	RSK1	No genera reducción	real de emisiones de GEI	0,844	0,63	0,84	0,97		0,73	
RSK2	Riesgo de	green- washing					0,862			
Comporta- miento real	(BEH)	Out-Offset	Compensa ción	fuera del Registro	0,799	0,65	0,85	0,97	0,73	
Past- Offset	Compensa ción	en el Registro					0,909			

Notas: (1) Sólo se incluyen constructos con cargas factoriales superiores a 0,70 o entre 0,40 y 0,70 si la cuando la Varianza Media Extraída (AVE) del constructo es superior a 0,50 (Hair et al., 2012); (2) Valores de Alfa de Cronbach superiores a 0,70 se consideran adecuados para garantizar la consistencia interna (Nunally, 1994); (3) Dillon-Goldstein's Rho superiores a 0,70 se consideran adecuados; (4) CR: Fiabilidad compuesta (*Composite Reliability*) superior a 0,9 se considera adecuada; (5) valores AVE superiores a 0,50 se consideran adecuados (Hair et al., 2012).

El modelo estructural se centra en las relaciones causales entre los constructos latentes y evalúa las hipótesis teóricas sobre cómo se relacionan entre sí las

variables latentes (Figura 1 y Tabla 4). El coeficiente de determinación R^2 del modelo estructural para el comportamiento alcanza 0,16, valor que se considera moderado (Cohen, 2022); por lo que el poder predictivo general del modelo estructural se considera aceptable.

Los resultados del modelo estructural sugieren que las normas subjetivas y las actitudes son los únicos constructos que influyen directamente y de forma significativa en el comportamiento (Figura 1). El constructo de control conductual percibido, en cambio, no muestra una influencia significativa sobre el comportamiento.

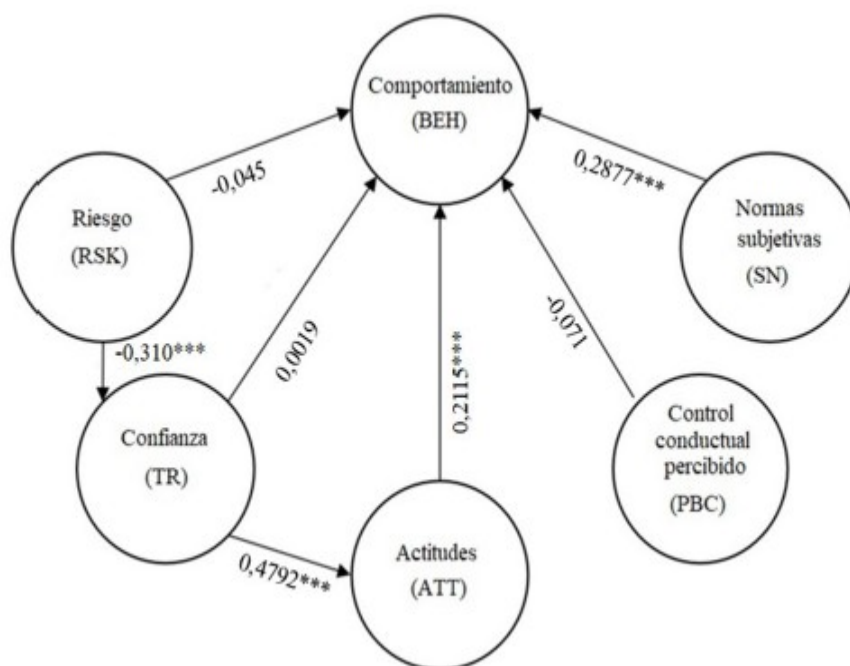


Figura 1. resultados del modelo estructural

En cuanto a la relación entre constructos y variables, cabe destacar que las actitudes hacia la compensación de carbono con proyectos forestales están fuertemente influenciadas por la generación de empleo (ATT5), la conservación de la biodiversidad (ATT4), las actividades para la consolidación de equipos (*team-building*)(ATT3) y la visibilidad de los esfuerzos de la organización por descarbonizar su actividad (ATT2). Por su parte, las normas subjetivas están significativamente influenciadas por todas sus variables. Un impulsor clave de este constructo son las acciones de otras organizaciones (SN3), mientras que las opiniones de los clientes (SN1) y los inversores (SN2) sobre los esfuerzos de compensación también desempeñan un papel explicativo sustancial.

El constructo confianza se define principalmente por la calidad de las unidades de carbono (TR1). Mientras tanto, las percepciones de riesgo están explicadas principalmente por preocupaciones sobre un potencial *greenwashing* (RSK3) y la



posibilidad de que las compensaciones de carbono no representen una reducción permanente de emisiones de GEI (RSK2). Finalmente, en cuanto al constructo comportamiento, los resultados del modelo sugieren que, el comportamiento pasado dentro del Registro (*PastOffsets*) es el predictor más significativo del comportamiento, mientras que *OutOffset* desempeña un papel menor, aunque importante.

Tabla 4 Contraste de hipótesis mediante resultados de remuestreo bootstrap

Hipótesis	Relación	Beta	Remuestreo <i>bootstrap</i>	¿Soporta la hipótesis?
Media			DS	
H1+	ATT → BEH	0,2133	0,0509	SI
H2+	SN → BEH	0,2955	0,0556	SI
H3+	PBC → BEH	-0,068	0,0754	NO
H4+	TR → ATT	0,4806	0,0588	YES
H5-	TR → BEH	-0,003	0,0767	NO
H6-	RSK → TR	-0,313	0,0633	YES
H7+	RSK → BEH	0,0454	0,0717	NO

Notas: DS: desviación estándar; ** $p < 0,05$.

El análisis de remuestreo *bootstrap* proporcionó un sólido respaldo a la mayoría de las hipótesis planteadas y a la relación postulada por la TPB entre los constructos de comportamiento (Tabla 4). Estos resultados confirman que las actitudes positivas hacia la participación en mercados voluntarios de carbono forestal influyen positivamente en las decisiones de las empresas de involucrarse en estos mercados (H1). Los resultados también muestran que las normas sociales, son predictores significativos del comportamiento de compensación de carbono (H2).

Los resultados de las ecuaciones estructurales también muestran que la confianza tiene un efecto positivo significativo en las actitudes hacia la compensación de carbono (H4) y demuestran que el riesgo percibido reduce significativamente la confianza (H6). Sin embargo, algunas hipótesis no fueron respaldadas. Los datos del modelo no mostraron un efecto significativo del riesgo percibido en la explicación del comportamiento (H7), ni tampoco de la confianza (H5). Así mismo, los resultados no muestran un efecto significativo del control conductual percibido –entendido éste como la percepción de contar con los recursos y capacidades necesarias– en el comportamiento de compensación (H3).

4.3 Preferencias sobre la compensación de huellas de carbono con proyectos forestales

El análisis de las preferencias de los encuestados proporciona información valiosa sobre los atributos más valorados en los proyectos forestales de compensación de huellas de carbono. Las variables significativas que afectan las decisiones presentan similitudes y divergencias entre los segmentos de emisiones de GEI (Tabla 5). En ambos segmentos, el precio del CO₂ tiene un efecto negativo y significativo en la probabilidad de aceptación de los proyectos forestales de compensación. Así mismo, la localización de los proyectos en territorio nacional afecta positivamente y de forma significativa a la probabilidad de aceptar un proyecto de compensación en ambos segmentos de emisiones de GEI.

Tabla 5 Resultados del experimento de elección dicotómica: Modelo logit de efectos aleatorios (REL)

Compensación (SI=1; NO=0)		Segmento A (bajas emisiones)	Segmento B (altas emisiones)
Variables			
Coefficiente	DS	Coefficiente	DS
0,13	0,11	-0,05	0,12
0,35***	0,11	0,08	0,11
0,50***	0,11	0,42***	0,12
-0,03***	0,003	-0,04***	0,005
0,72*	0,38	0,48*	0,33
0,81***	0,25	0,46	0,34
0,19	0,31	0,09	0,16
-0,09	0,26	0,04	0,27
0,11	0,38	0,07	0,30
0,49*	1,44	0,20	0,19
-0,85**	0,38	0,01	0,24
-0,78	1,43	3,09**	1,47
-0,32	0,61	0,19	0,59
1,05	0,81	-0,40	0,59
-1,08	1,24	-0,07	1,29

-0,42	0,53	-0,05	0,38
-3,30	3,36	-2,68	2,61
82		167	
656		1336	
-325,81		-590,36	
93,23***		155,39***	
106,52***		423,34***	

Nota: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Para las organizaciones del segmento A, el uso de especies nativas aumenta la probabilidad de aceptación de los proyectos de absorción de forma significativa. La facturación de la organización y el número de empleados, son también factores significativos en la decisión de adquirir unidades de carbono forestal en este segmento. Mientras que una mayor facturación incrementa la aceptación de los proyectos forestales, un mayor número de empleados la reduce. El constructo latente de normas subjetivas muestra el mayor impacto en la probabilidad de aceptar un proyecto forestal de compensación para organizaciones del segmento A, mientras que el constructo actitudes también tiene un efecto positivo y significativo en esta decisión. Estos últimos resultados son consistentes con los resultados del modelo de ecuaciones estructurales (Figura 1).

Para organizaciones del segmento B, el constructo latente actitudes aumenta significativamente la probabilidad de aceptación de los proyectos forestales, en cambio las normas subjetivas o el control conductual percibido no tienen un efecto significativo en la probabilidad de aceptar proyectos forestales de compensación. A diferencia del segmento A, para el que no se observa la influencia del sector productivo en la probabilidad de aceptación de proyectos forestales de compensación, el pertenecer a organizaciones del sector primario incrementa la probabilidad de aceptación de este tipo de proyectos en organizaciones del segmento B.

El modelo logit de efectos aleatorios muestra un mejor ajuste para las observaciones del segmento A que para el segmento B, con un valor de la verosimilitud logarítmica mayor o menos negativo (-325,81 frente a -590,36) y un valor de *Chi-cuadrado* más alto (93,234*** frente a 155,39***). Esto sugiere que el modelo REL ajustado para el segmento A se alinea más estrechamente con los datos observados, mientras que el segmento B muestra una mayor variabilidad no explicada, lo que apunta a que hay más factores que afectan las preferencias que no se consideran en el modelo. Ambos segmentos exhiben una variabilidad significativa entre grupos, como lo confirma la prueba LR de rho con resultados altamente significativos. Este último resultado confirma la necesidad de utilizar un modelo de efectos aleatorios como el aplicado para el análisis del DCE.

4.4 Disponibilidad a pagar por unidad de carbono

Las estimaciones de la disponibilidad a pagar por unidades de CO₂ difieren entre segmentos, ya que los proyectos hipotéticos representan diferentes cantidades de unidades de carbono (q_{SA} = 10 unidades y q_{SB} = 100 unidades). La DAP media estimada para el Segmento A fue de 157,84 €. Este valor representa el precio máximo que los encuestados del Segmento A están dispuestos a pagar, en promedio, por adquirir 10 t CO₂ en un mercado voluntario de carbono forestal. Esto equivale a un precio unitario de 15,78 € por t CO₂. Los encuestados del Segmento B están dispuestos a pagar 1.179,05 € por adquirir 100 por t CO₂ en estos mercados, lo que equivale a 11,79 € por t CO₂ en promedio. Los resultados de la prueba t de Welch mostraron una diferencia significativa (valor $p < 0,001$) entre la DAP por tonelada de CO₂ de los segmentos A y B. Es importante indicar que la DAP total refleja con mayor precisión las decisiones de los encuestados respecto al valor total de los proyectos hipotéticos ofrecidos. De esta manera, permitimos que los encuestados evalúen el coste-beneficio de toda la intervención, mientras que los precios unitarios son más recomendables cuando el coste marginal tiene mayor importancia (Hanley et al., 2003).

Considerando lo anterior, y sólo a efectos ilustrativos hemos estimado la DAP máxima considerando por una unidad de carbono (t CO₂) considerando la combinación de atributos de los proyectos hipotéticos de carbono forestal por segmento (Tabla 6). Los resultados indican que, para ambos segmentos, los proyectos dentro de España tienden a mostrar valores de DAP más altos por unidad de carbono que aquellos localizados fuera del territorio español. En ambos segmentos la creación de nuevas superficies forestales utilizando especies nativas en territorio español presentan, en promedio, un valor de DAP más alto.

Tabla 6 Disponibilidad media a pagar media por proyectos forestal de compensación según tipo de proyecto, localización y tipo de masa forestal (en euros por t CO₂)

Dentro de España		Fuera de España	
Especies nativas	Especies alóctonas	Especies nativas	Especies alóctonas
Segmento A			
23.48	15.98	16.38	11.74
15.58	20.40	10.83	11.88
Segmento B			
16.80	10.59	10.68	12.52
13.83	12.93	9.10	7.88

5. Discusión



Esta investigación analizó una combinación de factores conductuales y económicos que explican el comportamiento y las preferencias de las organizaciones hacia la compensación de sus huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂. Los resultados de esta investigación permiten mejorar nuestra comprensión de cómo factores adicionales a los precios del carbono pueden afectar las decisiones de compensación.

Los resultados obtenidos muestran un buen ajuste y una correcta implementación del marco de la Teoría del Comportamiento Planificado para explicar los factores conductuales que explican las decisiones de compensación en las organizaciones del Registro. Estos resultados indican que el constructo “normas subjetivas” es el que más influye en la decisión de compensación estudiada.

El efecto de las normas subjetivas puede diferir entre el comportamiento de las organizaciones y el de los consumidores. Al no existir muchos estudios centrados en las preferencias de las organizaciones sobre la compensación voluntaria de huellas de carbono con inversiones forestales, el análisis comparado de resultados es limitado. Estudios previos sobre la disponibilidad de organizaciones a adoptar prácticas pro-ambientales indican que las normas subjetivas tienen un efecto positivo y significativo en el comportamiento (Khan et al., 2020). En cambio, la evidencia en cuanto a la importancia de las normas subjetivas entre estudios de comportamiento de consumidores es mixta. Mientras algunos estudios sugieren que las normas subjetivas no influyen significativamente en comportamientos pro-ambientales de consumidores (Sánchez et al., 2018), otros sugieren que éste es el constructo más decisivo a la hora de explicar estos comportamientos entre consumidores (Tao et al. 2021). Los resultados de nuestro estudio son consistentes con el estudio de Tao et al. (2021) que específicamente analiza la disponibilidad de consumidores a compensar voluntariamente sus huellas de carbono. Nuestros resultados son también consistentes con los de Jo et al., (2020), que encuentran una influencia positiva y significativa de las normas subjetivas en la disponibilidad de propietarios forestales de participar en los mercados voluntarios de carbono.

La literatura, así mismo, sugiere que la participación en proyectos de secuestro de carbono no está motivada únicamente por los costes y los beneficios sociales, sino también por las preferencias no monetarias de los consumidores (Kronenberg y Mieszkowicz, 2011; Zhang, 2022) u organizaciones (Arian et al., 2023). Los resultados de este estudio muestran que los co-beneficios sociales y ambientales derivados de proyectos forestales de absorción de CO₂, como la generación de empleo en áreas rurales y la conservación de la biodiversidad, son predictores sólidos de las actitudes, y este constructo es a su vez relevante para explicar el comportamiento de las organizaciones con respecto a la compensación de sus huellas de carbono con proyectos forestales.

Los resultados anteriores son consistentes con las preferencias de organizaciones reportados en la literatura, que indican que estos valoran positivamente los proyectos forestales que mejoran los ecosistemas locales y generan oportunidades de empleo (Poudyal et al., 2011). En nuestro estudio, el constructo actitudes también considera la visibilidad de los esfuerzos de descarbonización de las organizaciones. Por lo tanto, la percepción de los consumidores podría estar influyendo en las decisiones de compensación de las empresas, dado que la mejora de la imagen es un impulsor importante en la adopción de prácticas ambientales (André y Valenciano-Salazar, 2022; Gneezy et al., 2011).



Cabe también señalar que, la actitud suele ser el constructo con mayor peso para predecir el comportamiento pro-ambiental en estudios dirigidos a consumidores (Bassi, 2023; Zeynalova y Namazova, 2022). Esta diferencia en los efectos sugiere que las decisiones de las organizaciones pueden seguir una racionalidad diferente, basada en criterios más racionales que emocionales (Grieder, 2021). En nuestro caso, las opiniones de clientes e inversores y las acciones de la competencia son predictores sólidos de las normas sociales, y estas variables podrían percibirse como factores con un efecto más directo en la competitividad empresarial, que los predictores de las actitudes, que más bien podrían estar reflejando valores personales (Yasir et al. 2021).

Nuestro estudio también sugiere que los constructos adicionales de "Riesgo" y "Confianza" son factores relevantes y significativos para explicar el comportamiento estudiado. Los efectos de estos constructos sobre comportamientos relacionados con acciones pro-ambientales han sido también descritos en otros estudios (Shashi et al., 2023; Cologna et al., 2022). Nuestro estudio ha encontrado que el Riesgo percibido tiene un efecto negativo significativo sobre la Confianza. En los estudios sobre compensaciones de carbono, esta variable es de gran importancia debido a la desconfianza que generan los riesgos de incendios forestales u otros eventos catastróficos y escándalos de *greenwashing* (Naz et al., 2023; Denton et al., 2020). Estos resultados son consistentes con estudios que han demostrado que la confianza tiene un efecto positivo en las actitudes hacia la compensación de carbono (Denton et al., 2020). Nuestro estudio también mostró un efecto significativo positivo de la Confianza en el constructo Actitudes, lo que implica un efecto indirecto sobre el comportamiento a través este constructo.

En cuanto al efecto de los atributos de los proyectos, los constructos de comportamiento y las características de las organizaciones en las preferencias de compensación forestal de huellas de carbono, los resultados de este estudio mostraron que los atributos más relevantes en ambos segmentos fueron la localización de los proyectos en España y el precio por unidad de carbono. Existe una preferencia clara en el uso de proyectos forestales de absorción de CO₂ domésticos, lo cual es consistente con otros estudios que analizan proyectos nacionales frente a internacionales, que indican que los proyectos locales son fuertemente preferidos frente a los proyectos internacionales (Lou et al., 2023; Baranzini et al., 2018; Triana y Ota, 2024). El precio del CO₂, como es de esperar, tiene un efecto negativo en la decisión de compensar carbono, ya que a medida que aumenta el precio, disminuye la probabilidad de aceptar un proyecto de compensación de huellas de carbono (Abadie et al., 2024).

Estudios previos han sugerido que las organizaciones con niveles más bajos de emisiones tienden a participar con mayor frecuencia en proyectos de compensación de carbono (Blasch y Farsi, 2012). Nuestro estudio muestra que existen determinantes diferentes a la hora de explicar las preferencias hacia los proyectos forestales de compensación voluntaria de huellas carbono entre organizaciones con bajas y altas emisiones de GEI. Por ejemplo, los resultados del experimento de elección discreta revelaron diferencias estructurales y de comportamiento importantes entre los segmentos.

Para el Segmento A (emisiones bajas), compuesto principalmente por pequeñas y medianas empresas (PYMES), variables como la facturación, el número de empleados, tienen un efecto significativo en la explicación de las decisiones de compensación con proyectos forestales de absorción de CO₂. Mientras que el nivel



de ingresos tiene un efecto positivo, el número de empleados tiene un efecto negativo, lo que indica que las organizaciones más grandes (con un mayor número de empleados en este caso) tienen una menor probabilidad de compensar sus emisiones. En cuanto a los factores psicológicos de la TPB, nuestros resultados muestran que los constructos latentes de normas subjetivas y actitudes aumentan la probabilidad de compensar para organizaciones del Segmento A. Es posible que las PYMES tengan una mayor necesidad de satisfacer las demandas de los clientes, ya que son más vulnerables (Grieder, 2021).

Las preferencias de compensación organizaciones del Segmento B están influenciadas únicamente por la localización de proyectos, el precio por unidad de carbono y el constructo latente de actitudes. Esto sugiere que las organizaciones con altas emisiones de GEI, que en este caso son principalmente grandes organizaciones, tienen una mayor autonomía en sus decisiones, dado que su probabilidad de compensar no está influenciada por normas subjetivas ni por el control conductual percibido, referido este a la percepción de contar con los recursos y capacidades necesarias para realizar acciones de compensación de huellas de carbono con proyectos forestales.

Si bien nuestras preguntas de investigación e hipótesis han sido respondidas y respaldadas, nuestra investigación presenta algunas limitaciones. La más relevante es que nuestro estudio no considera el efecto de posibles cambios en las regulaciones ambientales sobre las actitudes o el control conductual percibido y las decisiones de compensación voluntaria huellas de carbono. Debido a que el Registro opera de forma voluntaria, se vio conveniente no incluir preguntas relacionadas al efecto de las regulaciones gubernamentales. Si bien esta es una limitación relevante, cabe indicar que la literatura sugiere que la motivación de organizaciones privadas para participar en mercados voluntarios de carbono forestal está más probablemente condicionada por su responsabilidad social o relaciones públicas que por las regulaciones gubernamentales (Poudyal et al., 2011). No ha sido posible comprobar si las organizaciones españolas se ajustan a este perfil de comportamiento.

Finalmente, cabe destacar que nuestro estudio desarrolla un modelo estructural basado en la TPB relativamente sencillo. Estudios previos han desarrollado un modelo de TPB más completo que incluye normas morales y corporativas (Chan et al., 2022; Sánchez et al., 2018), que tendría interés explorar en el futuro. Así como experimentos de elección más complejos que permitan investigar las preferencias de organizaciones sobre otro tipo de acciones forestales de compensación de huellas de carbono, como la deforestación evitada o mejoras en la gestión forestal.

6. Conclusiones

Este trabajo representa un estudio novedoso e innovador, ya que las actitudes y preferencias de organizaciones hacia las compensaciones voluntarias de huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂ han sido escasamente estudiadas. Este es, no obstante, un campo de investigación relevante, dado que los requisitos ambientales están adquiriendo una importancia creciente en los ámbitos económico y político. Hasta donde sabemos, no existen estudios que implementen factores psicológicos como la Teoría del Comportamiento Planificado en experimentos de elección destinados a comprender las actitudes y el comportamiento de las organizaciones frente a los desafíos ambientales, como la reducción y compensación de sus huellas de carbono, en apoyo de los objetivos de



mitigación del cambio climático.

Los resultados de este estudio sugieren que las decisiones de compensación están significativamente influenciadas por la presión ejercida por clientes e inversores, así como por las acciones de otras organizaciones del sector. Estas influencias son más marcadas en pequeñas y medianas empresas, que suelen tener niveles de emisión más bajos. Los resultados también sugieren que la credibilidad y el riesgo percibidos a la hora de compensar huellas de carbono con proyectos forestales de absorción de CO₂, afectan de forma significativa, aunque indirecta, a las decisiones de compensación. Adicionalmente, los resultados de la encuesta indican que la localización y el coste del proyecto para la organización, influyen de manera significativa en las decisiones de compensación, con una preferencia marcada por proyectos dentro del territorio español.

En términos prácticos, los hallazgos del estudio tienen implicaciones directas para el diseño de políticas y estrategias organizacionales orientadas a alcanzar los objetivos de cero emisiones netas en 2050. Comprender las motivaciones y barreras que enfrentan las organizaciones puede facilitar el desarrollo de instrumentos más eficaces para promover su participación en iniciativas de compensación de carbono. Los resultados también resaltan la importancia de fortalecer la credibilidad de los mercados de carbono forestal mediante estándares y mecanismos de verificación rigurosos, lo que puede aumentar la confianza de las organizaciones y, en consecuencia, incentivar una mayor participación.

Este estudio constituye un primer paso en la comprensión de las preferencias y decisiones de organizaciones españolas hacia las compensaciones de carbono forestal, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones. A medida que las presiones climáticas aumentan, estudios como este son esenciales para impulsar prácticas más sostenibles y efectivas en entidades públicas y privadas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos: (1) FORCARBON (Referencia: TED2021-130910A-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR; y (2) el proyecto FOREWAY: (Referencia: PID2021-125340OA-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039 /501100011033 y FEDER. Las autoras están en deuda con Eli Tebau y Natalia Cagide por su valiosa ayuda con la recogida de datos. Las autoras son las únicas responsables de cualquier error u omisión en este trabajo.

7. Bibliografía

ABADIE, A.; CHOWDHURY, S.; MANGLA, S. K.; MALIK, S.; 2024. Impact of carbon offset perceptions on greenwashing: Revealing intentions and strategies through an experimental approach. *Ind. Mark. Manag.* 117 304–320.

ANDERSON, J. C.; GERBING, D.W.; 1988. Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach. *Psychol. Bull.* 103(3) 411–423.

ANDRÉ, F. J.; VALENCIANO-SALAZAR, J. A.; 2022. Voluntary Carbon Neutral



Programs. Adoption and Firms' Strategies. *J. Clean. Prod.* 381 135191.

AJZEN, I.; 1991. The Theory of Planned Behaviour. *Organ. Behav. Hum. Decis. Process.* 50 179–211.

ARIAN, A.; SANDS, J.; TOOLEY, S.; 2023. Industry and Stakeholder Impacts on Corporate Social Responsibility (CSR) and Financial Performance: Consumer vs. Industrial Sectors. *Sustainability* 15 12254.

BARANZINI, A.; BORZYKOWSKI, N.; CARATTINI, S.; 2017. Carbon Offsets out of The Woods? Acceptability of Domestic vs. International Reforestation Programmes in the Lab. *J. For. Econ* 32 1–12.

BASSI, F.; 2023. European Consumers' Attitudes towards the Environment and Sustainable Behavior in the Market. *Sustainability* 15(2) 1666.

BLASCH, J.; FARSI, M.; 2012. Retail demand for voluntary carbon offsets – a choice experiment among Swiss consumers. *IED Working Paper* 18.

BROUHLE, K.; HARRINGTON, D. R.; 2009. Firm Strategy and the Canadian Voluntary Climate Challenge and Registry (VCR). *Bus. Strategy Environ.* 18(6) 360–379.

BROUWER, R.; BRANDER, L.; VAN BEUKERING, P.; 2008. A Convenient Truth: Air Travel Passengers' Willingness to Pay to Offset their CO₂ Emissions. *Clim. Change* 90(3) 299–313.

CAMPBELL, D.; 2007. Willingness to Pay for Rural Landscape Improvements: Combining Mixed Logit and Random-Effects Models. *J. Ag. Econ.* 58(3) 467-483.

CHAN, K. H.; CHONG, L.; NG, T. H.; 2020. Are Malaysian Companies Ready for Environmental Practices? An Extension of Theory of Planned Behavior. *Int. J. Econ Policy*. 10(1) 495–507.

COHEN, J.; 2022. A power primer. *Psychol. Bull.* 112(1) 155–159.

COLOGNA, V.; BERTHOLD, A.; SIEGRIST, M.; 2022. Knowledge, perceived potential and trust as determinants of low- and high-impact pro-environmental behaviours. *J. Environ. Psychol.* 79 101741.

CYCYOTA, C.S.; HARRISON, D. A.; 2006. What (Not) to Expect when Surveying Executives: A Meta-Analysis of Top Manager Response Rates and Techniques over Time. *Organ. Res. Methods.* 9(2) 133–160.



DENTON, G.; CHI, O. H.; GURSOY D.; 2020. An Examination of The Gap Between Carbon Offsetting Attitudes and Behaviors: Role of Knowledge, Credibility and Trust. *Int. J. Hosp. Manag.* 90 102608.

ECOSYSTEM MARKETPLACE; 2024. *State of the Voluntary Carbon Market 2024. On the Path to Maturity, 2024.* Washington, DC.

ELSAYIH, J.; DATT, R.; TANG, Q.; 2021. Corporate Governance and Carbon Emissions Performance: Empirical Evidence from Australia. *Australas. J. Environ. Manag* 28(4) 433–459.

GASBARRO, F.; IRALDO, F.; DADDI, T.; 2015. The Drivers of Multinational Enterprises' Climate Change Strategies: A Quantitative Study on Climate-Related Risks and Opportunities. *J. Clean. Prod.* 160 8–26.

GNEEZY, U.; MEIER, S.; REY-BIEL, P.; 2011. When and Why Incentives (Don't) Work to Modify Behavior. *J. Econ. Perspect.* 25 (4) 191–210.

GRAFTON, Q. CHU, H. L. AND NELSON, H; 2021. A Global Analysis of the Cost-Efficiency of Forest Carbon Sequestration. *OECD Environment Working Papers* 185. Paris.

GRIEDER, S.; 2021. Structural and Convergent Validity of Intelligence Composites: Integrating Evidence from Three Analysis Levels. *PhD Thesis, Faculty of Psychology, University of Basel.*

GÜNTHER, S. A.; STAAKE, T.; SCHÖB, S.; TIEFENBECK, V.; 2020. The behavioral response to a corporate carbon offset program: A field experiment on adverse effects and mitigation strategies. *Global Env. Change*, 64 102123.

HAIR, J. F.; RINGLE, C.M.; SARSTEDT, M; 2012. Partial Least Squares: The Better Approach to Structural Equation Modeling? *Long Range Plan.* 45(5-6) 312–319.

HAIR, J. F.; RISHER, J. J; SARSTEDT, M; RINGLE, C.M.; 2019. When to use and how to report the results of PLS-SEM? *Eur. Bus. Rev.* 31(1) 2–24.

HANLEY, N.; SCHLÄPFER, F.; SPURGEON, J.; 2003. Aggregating the Benefits of Environmental Improvements: Distance-Decay Functions for Use and Non-Use Values. *J. Env. Manag.* 68(3) 297–304.

HICKEY, C.; FANKHAUSER, S.; SMITH, S. M.; ALLEN, M.; 2023. A Review of



Commercialisation Mechanisms for Carbon Dioxide Removal. *Front. Clim.* 4 1101525.

HOTELLING, H.; 1949. *The Economics of Public Recreation: An Economic Study of the Monetary Evaluation of Recreation in the National Parks*. Land and Recreational Planning Division, National Park Service 194.

IPCC. 2023. *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Lee, H.; Romero, J. (eds.)]. IPCC. Ginebra.

JO, H.; ROH, T.; HWANG, J.; LEE, K. H.; LEE, C.; 2020. Factors and Paths Affecting Payment for Forest Ecosystem Service: Evidence from Voluntary Forest Carbon Market in South Korea. *Sustainability* 12(17) 7009.

KHAN, O.; DADDI, T.; SLABBINCK, H.; KLEINHANS, K.; VAZQUEZ-BRUST, D.; DE MEESTER, S.; 2020. Assessing the Determinants of Intentions and Behaviors of Organizations towards a Circular Economy for Plastics. *Resour. Conserv. Recycl.* 163 105069.

KRONENBERG, J.; MIESZKOWICZ, J.; 2011. Planting trees for publicity-how much are they worth? *Sustainability* 3 1022–1034.

KUHN, K. U.; ULER, N.; 2019. Behavioral Sources of the Demand for Carbon Offsets: An Experimental Study. *Exp. Econ.* 22(3) 676–704.

LAN, G.; LIANG, W.; 2022. Does Corporate Environmental Responsibility Contribute to Financial Performance? A Dual Path Analysis through Operational Efficiency and the Cost of Debt. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* 30 (1) 308–323.

LEVERS-LANDIS, C.; BURANT, C.; HAZEN, R.; 2011. The Concept of Bootstrapping of Structural Equation Models with Smaller Samples: An Illustration using Mealtime Rituals in Diabetes Management. *J. Dev. Behav. Pediatr.* 32 (8) 619-626.

LOU, J.; HULTMAN, N.; PATWARDHAN, A.; MINTZER, I.; 2023 Corporate motivations and co-benefit valuation in private climate finance investments through voluntary carbon markets. *NPJ Climate Action*, 2, 32

LOUVIERE, J.; FLYNN, T. N.; MARLEY A. A. J; 2015. *Best-worst scaling: Theory, methods and applications*. Cambridge University Press. Cambridge.

MCFADDEN, D.; 1974. The measurement of urban travel demand. *J. Public Econ.* 3(4) 303–328.



NAZ, S.; JAMSHED, S; NISAR, Q. A.; NISAR, N.; 2023. Green HRM, Psychological Green Climate and Pro-environmental Behaviors: An Efficacious Drive towards Environmental Performance in China. *Curr. Psychol.* 42 1346–1361

NUNNALLY, I. J. C.; 1994. *Psychometric theory*. Tercera Edition. McGraw-Hill. 752 pp.

POUDYAL, N. C.; SIRY, J.; BOWKER J. M.; 2011. Urban forests and carbon markets: Buyers' perspectives. *J. Forestry* 109(7) 378–385.

RITCHIE, B. W.; KEMPERMAN, A.; DOLNICAR, S.; 2021. Which Types of Product Attributes Lead to Aviation Voluntary Carbon Offsetting among Air Passengers? *Tour. Manag.*, 85 104276.

SÁNCHEZ, M.; LÓPEZ-MOSQUERA, N.; LERA-LÓPEZ, F.; FAULIN, J.; 2018. An Extended Planned Behavior Model to Explain the Willingness to Pay to Reduce Noise Pollution in Road Transportation. *J. Clean. Prod.* 177:144–154.

SCHLEICH, J.; ALSHEIMER, S.; 2024. The relationship between willingness to pay and carbon footprint knowledge: Are individuals willing to pay more to offset their carbon footprint if they learn about its size and distance to the 1.5 °C target? *Ecol. Econ.* 219 108151.

SHASHI, P.; CENTOBELLI, P.; CERCHIONE, R.; JHAMB D.; 2023. Double-edged Circularity: Comparative Assessment of Circular and Non-Circular Consumers. *Ecol. Econ.* 212 107931

SLOVIC, P.; 1987. Perception of risk. *Sci.*, 236(4799) 280–285.

TAO, Y.; DUAN, M.; DENG, Z; 2021. Using an extended theory of planned behaviour to explain willingness towards voluntary carbon offsetting among Chinese consumers. *Ecol. Econ* 185107068.

THALER, R.; 2016. Behavioral Economics: Past, Present, and Future. *Am. Econ. Rev.* 106(7) 1577-1600.

TRIANA, N.; OTA, T.; 2024. Assessing preferences for forest carbon credit and co-benefits: A choice experiment case in Japan. *Environ. Chall.* 15 100936.

WORLD BANK; 2024. *State and Trends of Carbon Pricing 2024*. World Bank. Washington, DC.



YASIR, N.; MAHMOOD, N., MEHMOOD, H.S., RASHID, O.; LIREN, a.; 2021. The integrated Role of Personal Values and Theory of Planned Behaviour to Form a Sustainable Entrepreneurial Intention. *Sustainability* 13 9249.

ZEYNALOVA, Z.; NAMAZOVA, N.; 2022. Revealing Consumer Behavior Toward Green Consumption. *Sustainability* 14(10) 5806.

ZHANG, Y. H.; FENG, T.T.; 2022. How does the design of personal carbon trading system affect willingness to participate under carbon neutrality goal?—evidence from a choice experiment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29 81970–81992

ZHAO, Y.; WANG, C.; SUN, Y.; LIU, X.; 2018. Factors Influencing Companies' Willingness to Pay for Carbon Emissions: Emission Trading Schemes in China. *Energy Econ.*, 75 357–367.

[1] Esta comunicación es una síntesis y actualización del TFM de Brenda Morales dirigida por Paola Ovando titulada “*Exploring Organizational Attitudes and Preferences Toward Forest Carbon Offset: A Case Study of the Spanish Carbon Footprint Registry*”, para optar al título de Master en Análisis Económico Aplicado de la Universidad de Alcalá (Julio 2024).

[2] El Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea es uno de los ejemplos más relevantes a escala global de mercados regulados de emisiones de GEI.

[3] El procedimiento de reclutamiento de participantes, recogida, tratamiento y gestión posterior de la información y datos recogidos garantizan el anonimato y la protección de datos personales de los encuestados. Tanto la encuesta como las estrategias de contacto y reclutamiento de participantes han contado con la evaluación favorable del Comité de Ética del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (Referencia: 242/2023).

[4] Los sellos del registro, son certificados otorgados anualmente, en reconocimiento de los esfuerzos empresariales para el cálculo, reducción y/o compensación de sus huellas de carbono.