

**IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE
LA SALUD PÚBLICA DEL BORRADOR ACTUALIZADO DEL
PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA
2021-2030**

20 de enero, de 2020

**IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE
LA SALUD PÚBLICA DEL BORRADOR ACTUALIZADO DEL
PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA
2021-2030**

20 de enero, de 2020

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

1. RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1 CONTEXTO	5
1.2 METODOLOGÍA	5
1.3 INVERSIONES DEL PNIEC 2021-2030.....	5
1.4 IMPACTOS MACROECONÓMICOS.....	6
1.5 IMPACTOS SOCIALES.....	9
1.6 IMPACTOS SOBRE LA CONTAMINACIÓN Y LA SALUD PÚBLICA.....	10
1.7 CONCLUSIONES	11
2. ESTUDIO COMPLETO.....	13
INTRODUCCIÓN.....	13
2.1. METODOLOGÍA	14
2.1.1.DESCRIPCIÓN DEL MODELO DENIO.....	15
2.1.2.DESCRIPCIÓN DEL MODELO TMS-FASST.....	16
2.2. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ENERGÉTICA.....	17
2.3. INVERSIONES.....	20
2.3.1.INVERSIONES TOTALES.....	20
2.3.2.INVERSIONES EN AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	21
2.3.3.INVERSIONES EN RENOVABLES	22
2.3.4.INVERSIONES EN REDES	23
2.3.5.INVERSIONES EN ELECTRIFICACIÓN.....	25
2.3.6.INVERSIONES EN SECTORES DIFUSOS NO ENERGÉTICOS	25
2.3.7.INVERSIONES EN CENTRALES TÉRMICAS Y NUCLEARES	26
2.4. IMPLEMENTACIÓN ESCENARIOS EN DENIO	27
2.5. RESULTADOS.....	28
2.5.1.IMPACTO MACROECONÓMICO.....	28
2.5.2.EMPLEO.....	32
2.5.3.ADMINISTRACIONES PÚBLICAS	34
2.5.4.SOCIAL.....	36
2.5.4.1.DESIGUALDAD.....	36
2.5.4.2.GRUPOS SOCIALES.	39
2.5.4.3.HOGARES VULNERABLES Y POBREZA ENERGÉTICA.....	41
2.5.5.SALUD	43
2.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES	45
2.7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	46
2.8. CONCLUSIONES	49
ANEXO A. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DENIO.....	55
ANEXO B. INTEGRACIÓN DE MICRODATOS EN DENIO	58
ANEXO C. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO AIDS.....	62
ANEXO D. DESCRIPCIÓN DE TMS-FASST.....	65
ANEXO E. CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO TENDENCIAL (€ 2014).....	67
ANEXO F. CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO OBJETIVO (€ 2014).....	69
ANEXO G. CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO OBJETIVO-TENDENCIAL (€ 2014).....	71

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Contexto

Este resumen recoge los principales resultados de la evaluación del impacto económico, social y sobre la salud pública del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima PNIEC 2021-2030 para España.

El estudio, siguiendo el Reglamento de Gobernanza, diferencia entre un Escenario Tendencial (sin medidas adicionales) y un Escenario Objetivo (con medidas adicionales). El impacto analizado en este estudio es precisamente el efecto de las políticas y medidas establecidas en el PNIEC que permiten alcanzar el objetivo de mitigación del Escenario Objetivo.

1.2 Metodología

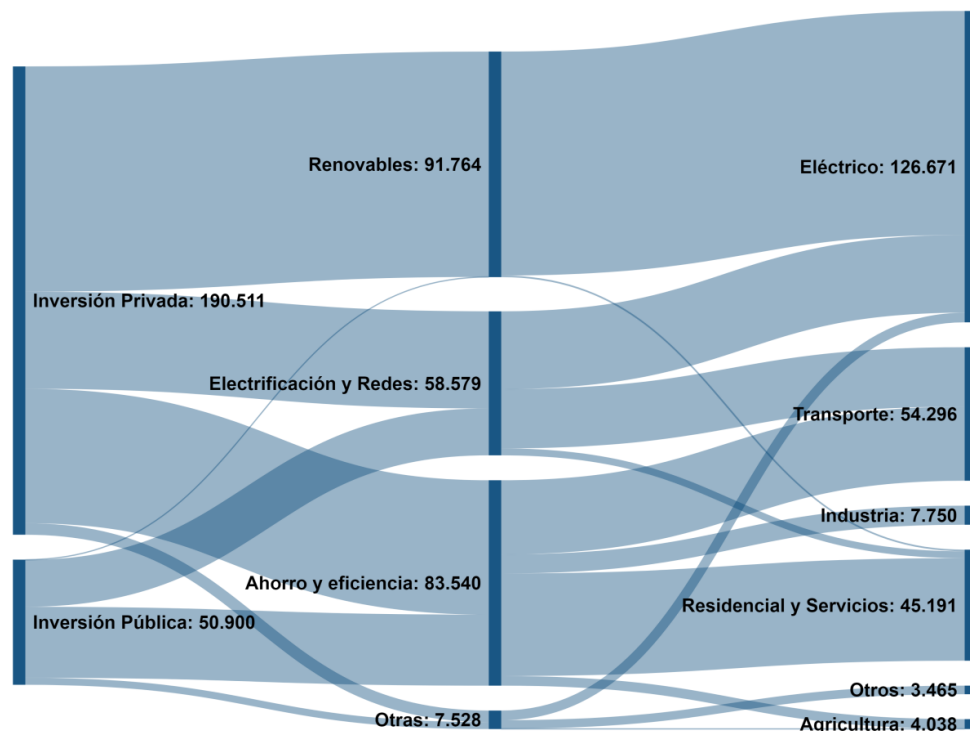
La metodología utilizada para este estudio ha consistido en interrelacionar (*“soft-link”*) los resultados de un modelo energético TIMES-SINERGIA (utilizado para evaluar sendas coste-eficientes de mitigación), con un modelo económico y multisectorial DENIO (utilizado para analizar los impactos socio-económicos).

El modelo DENIO incluye la información de gastos e ingresos de 22.000 hogares que representan al conjunto de los hogares españoles, lo cual permite incluir un análisis social detallado de los resultados y también recoge de forma detallada las cuentas del sector público, incluyendo los ingresos y gastos de las Administraciones públicas (AAPP), el déficit y la deuda pública. Por otro lado, y con la finalidad de analizar los co-beneficios para la salud, se ha utilizado el modelo de calidad del aire TM5-FASST. Este estudio de impacto económico es, por lo tanto, un estudio integrado (incluye las relaciones entre el sistema energético y económico), multisectorial (incluye todos los sectores económicos y no solo el energético o eléctrico), multidimensional (incluye otras dimensiones como los efectos sobre la salud) y social (aborda de forma consistente y conjunta los impactos macroeconómicos y su incidencia distributiva y social).

1.3 Inversiones del PNIEC 2021-2030

Una parte importante de los impactos económicos contemplados en este estudio se deriva de las inversiones asociadas al desarrollo de las políticas y medidas asociadas al Plan. Se estima que **las inversiones totales para lograr los objetivos del PNIEC alcanzarán los 241 mil millones de euros (M€) entre 2021-2030**. Estas inversiones se pueden agrupar por medidas y se reparten de la siguiente forma: renovables: 38%, ahorro y eficiencia: 35%, redes y electrificación: 24% y resto medidas: 3%.

Figura 1.1. Flujo de inversiones totales del PNIEC (M€)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Atendiendo al origen de las inversiones, **una parte muy sustancial de la inversión total la realizaría el sector privado (80% del total)** y el resto el sector público (20% del total). Se estima a su vez que parte de la inversión pública podría venir de fondos europeos.

De estas inversiones totales, 196 mil M€ pueden considerarse como inversiones adicionales con respecto al tendencial. Estas inversiones adicionales son las que pueden imputarse al PNIEC y las que, por tanto, generarán el impacto económico.

1.4 Impactos macroeconómicos

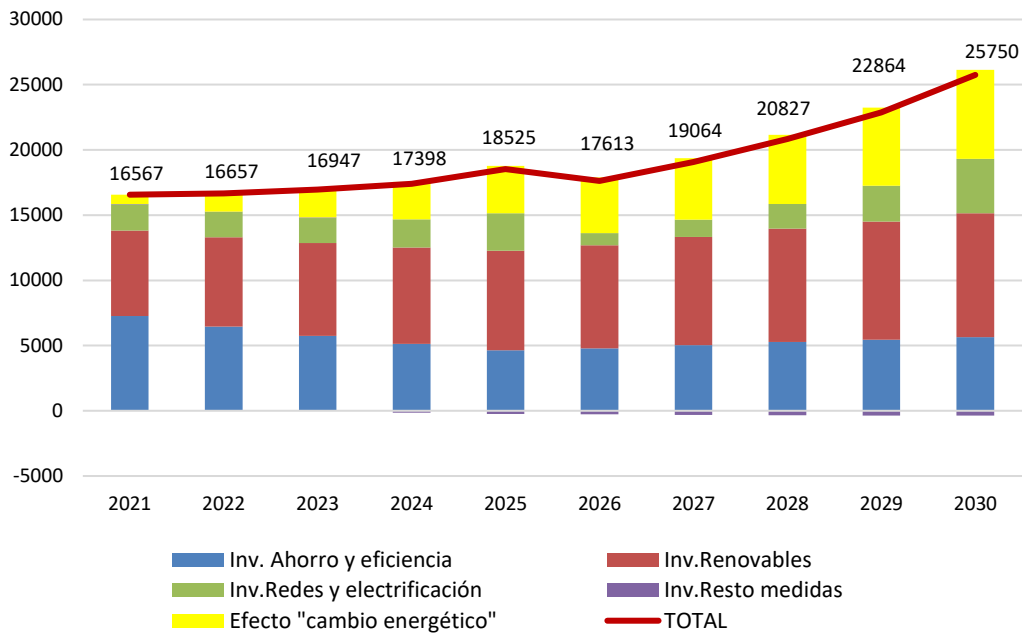
Los resultados obtenidos provienen de la introducción en el modelo DENIO del flujo de inversiones, el balance energético y los precios de la energía del modelo TIMES-SINERGIA.

Los impactos macroeconómicos están determinados por dos efectos principales. El primero es el efecto de la “nueva inversión” que genera un impulso económico a lo largo de las cadenas productivas. El segundo es el efecto derivado del “cambio energético” que incluye: el impulso económico derivado del ahorro energético, y que permite aumentar el gasto en otros productos y servicios; y del cambio en el mix energético, que sustituye combustibles fósiles importados por energías renovables, lo que genera un mayor valor añadido dentro del país. De hecho, la importación de combustibles fósiles se reduce en 67 mil M€ entre 2021 y 2030. Estos impactos, a diferencia de los asociados a las inversiones, sí que permanecen en el tiempo.

La figura 1.2 recoge el efecto sobre el PIB desagregado por tipo de medida, siendo el impacto del PNIEC la diferencia entre el PIB en el Escenario Objetivo frente al Escenario Tendencial. **El PNIEC generaría un aumento del PIB entre 16.500-25.700 M€ al año (un 1,8% del PIB en 2030).** El impacto positivo proviene principalmente del impulso económico que generan las nuevas inversiones en renovables, ahorro y eficiencia y redes. En el caso de las renovables el impacto

se reduce a lo largo del Plan ya que las inversiones se reducen y éstas suponen un porcentaje cada vez menor sobre el PIB. En cambio, los efectos derivados del cambio energético generan un impacto cada vez más positivo.

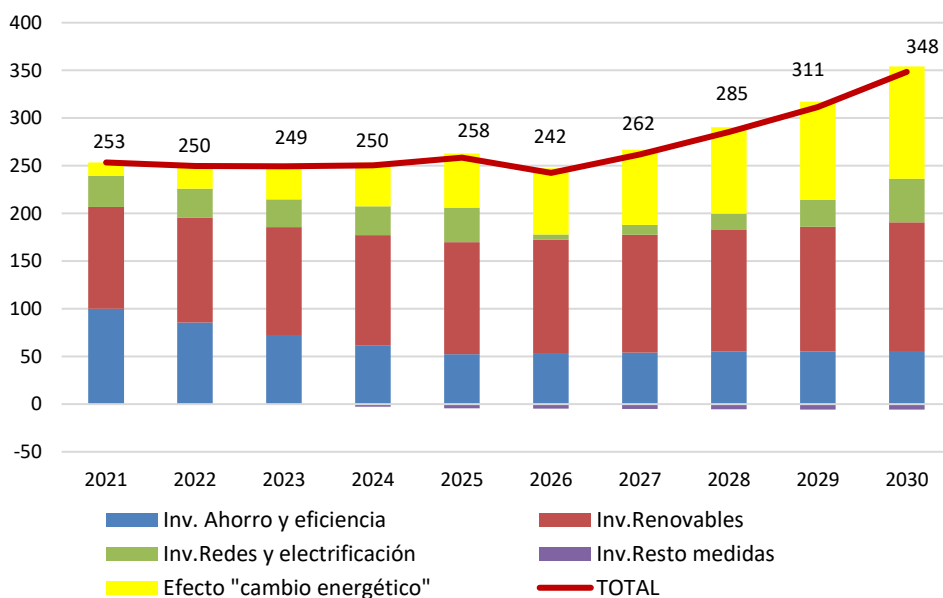
Figura 1.2. Impacto en el PIB por tipo de medida (Millones de €)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La figura 1.3 recoge el efecto sobre el empleo calculado como la diferencia entre el Escenario Objetivo y el Tendencial, desagregado por tipo de medida. El PNIEC genera un aumento neto en el empleo entre 253.000 y 348.000 personas por año (un aumento del 1,7 % en el empleo en 2030). La tasa de paro se reduciría, frente al Escenario Tendencial, entre un 1,1% y un 1,6%.

Figura 1.3. Impacto en el empleo por tipo de medida (miles personas/año)

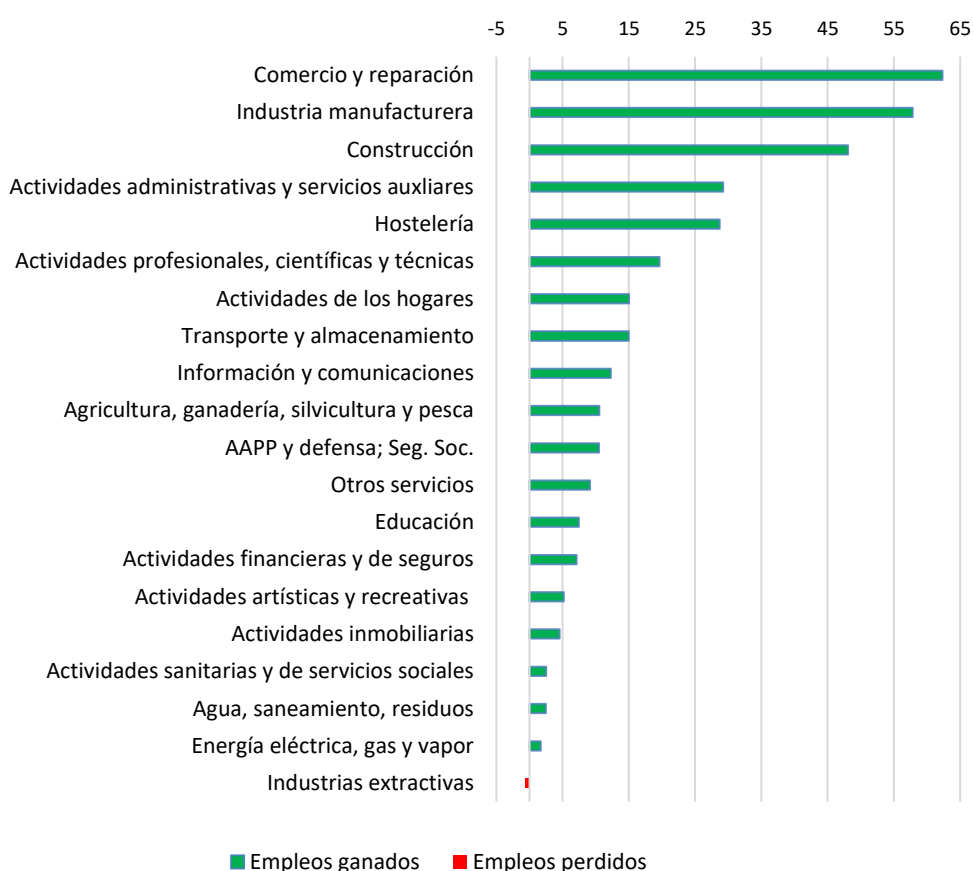


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Las inversiones en renovables generarían entre 107.000 y 135.000 empleos/año, mientras que las inversiones en ahorro y eficiencia energética generarían entre 52.000 y 100.000 empleos/año. Las inversiones en redes y electrificación generarían entre hasta 46.000 empleos/año en 2030. El cambio energético generaría indirectamente hasta 118.000 empleos/año en 2030. Finalmente, también se recoge el ligero impacto negativo asociado a las desinversiones contempladas en centrales nucleares y carbón a partir de 2025 y con respecto al tendencial.

Si atendemos al impacto en el empleo en 2030 (figura 1.4), según ramas de actividad de la contabilidad nacional (clasificación CNAE, a 20 sectores), las ramas de actividad que más empleo generarían serían Comercio y reparación (62.300 empleos), Industria manufacturera (57.800 empleos) y Construcción (48.100 empleos).

Figura 1.4. Impacto en el empleo por ramas de actividad (miles de personas/año)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

El sector eléctrico tendría una creación neta de empleo (1.700 empleos), incluyendo la pérdida de empleo asociada a la reducción de la actividad en las plantas de carbón y nucleares. La única rama, según esta agregación, que obtiene una pérdida neta de empleo es la de las Industrias extractivas (-700 empleos), derivada de la reducción de la actividad en la extracción de carbón.

Por otro lado, las inversiones y ayudas contempladas en el PNIEC suponen un gasto para las Administraciones públicas de 40.000 M€ entre 2021-2030. Sin embargo, las inversiones movilizadas por el PNIEC generan un impulso económico que permite no solo financiar los costes para el sector público sino recaudar una parte adicional muy considerable fruto de los nuevos ingresos derivados del impulso en la actividad económica y empleo. Los nuevos ingresos de la Administración aumentarían entre 7.600 M€ y 19.800 M€, mientras que los gastos vinculados al

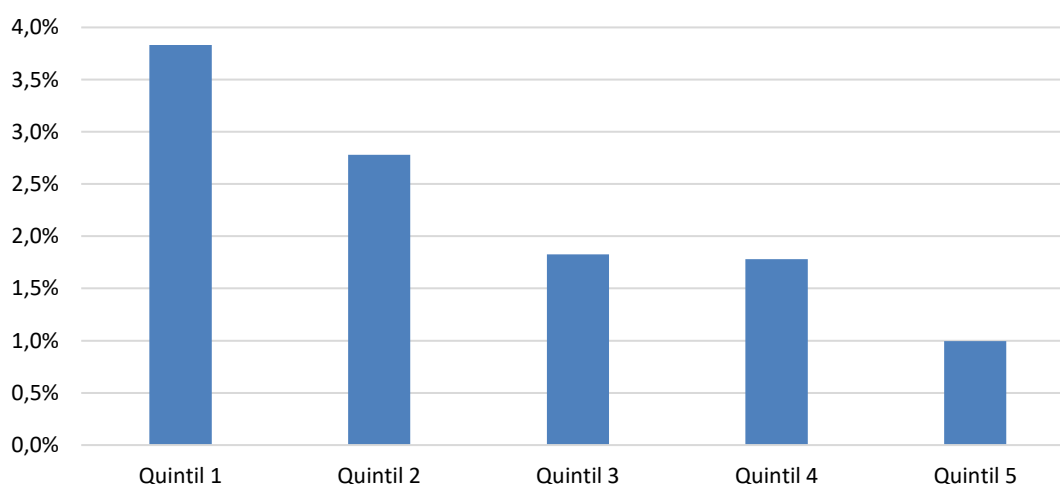
PNIEC supondría entre 2.900 M€ y 6.900 M€. Aunque algunos impuestos, como los impuestos a la energía, reducirían su recaudación, éstos se verían compensados por un aumento de la recaudación por otras vías.

Es importante destacar que el aumento del gasto público es exclusivamente fruto del impacto económico inducido por el Plan, ya que una de las restricciones que se han introducido es el cumplimiento del Pacto de Estabilidad y Crecimiento. De hecho, el cumplimiento de la senda de déficit unido al mayor nivel de actividad económica permite que la ratio entre deuda y PIB se reduzca un 2,4% en 2030 frente al Escenario Tendencial.

1.5 Impactos sociales

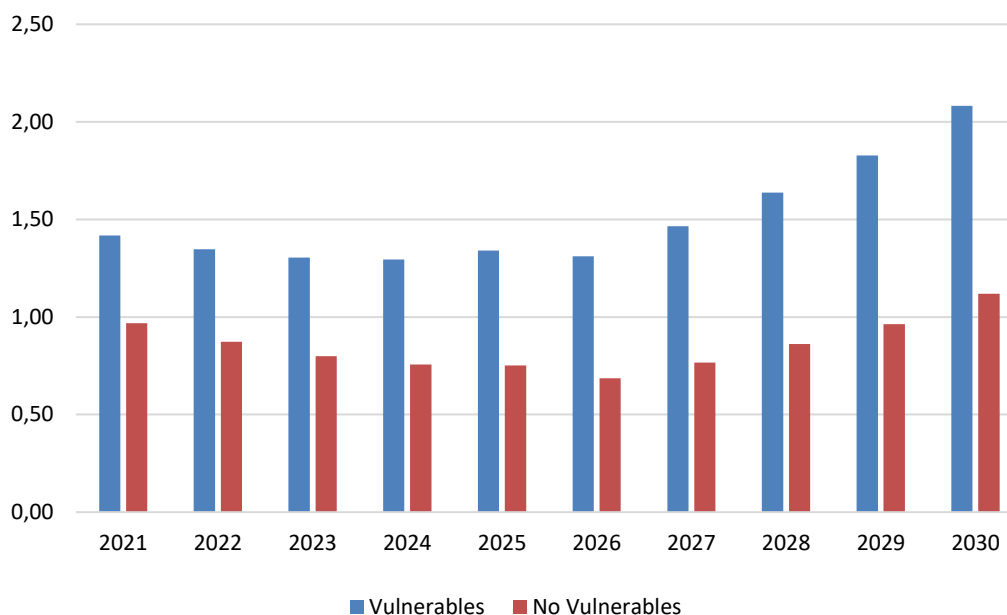
En el caso de los impactos sociales, los resultados obtenidos para toda una batería de indicadores nos permiten concluir que las medidas del PNIEC favorecen a los hogares de menor renta y, especialmente, a los colectivos vulnerables, y no tiene efectos negativos sobre los indicadores típicos de desigualdad. La figura 1.5 muestra que las medidas del PNIEC tiene un efecto progresivo. La renta disponible aumenta en todos los quintiles, pero en mayor medida en los quintiles de menor renta.

Figura 1.5. Variación en la renta disponible en 2030 por quintiles de renta (%)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

De la misma forma, la figura 1.6 muestra el efecto en el gasto de los hogares vulnerables (según se definen en el Real Decreto-ley 15/2015). Se puede observar que todos los hogares se ven beneficiados, pero especialmente los vulnerables, ya que estos se ven beneficiados de una forma más notable no solo del ahorro energético y la reducción de su factura energética, sino también por las ayudas asociadas al Plan y canalizadas hacia los hogares vulnerables. Los hogares vulnerables aumentan en 2030 su gasto un 2,1% y los no vulnerables un 1,1%.

Figura 1.6. Variación en el gasto entre hogares vulnerables y no vulnerables (%)

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

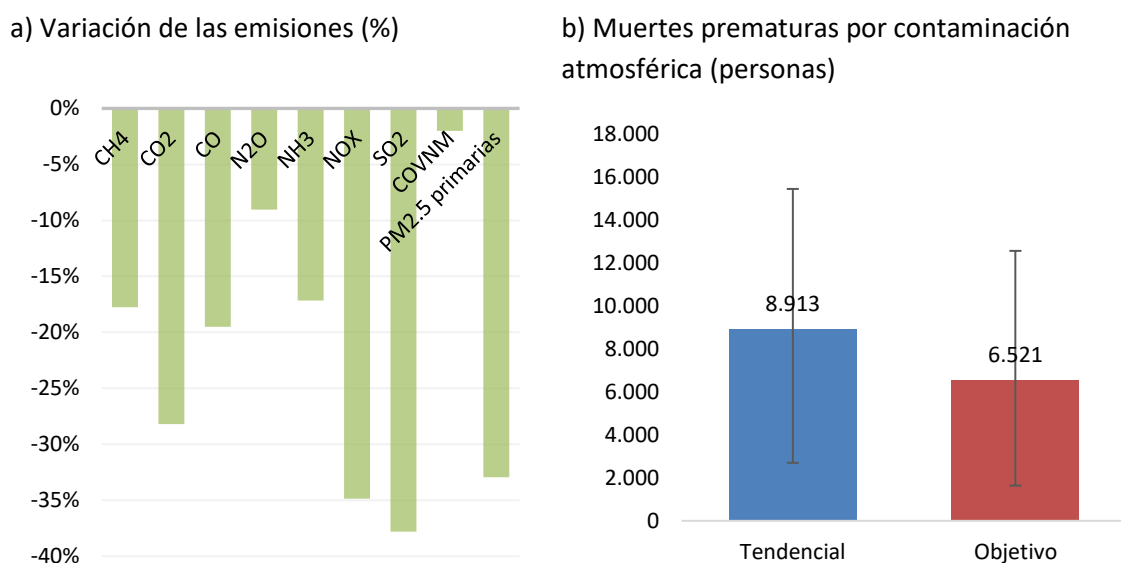
1.6 Impactos sobre la contaminación y la salud pública

Finalmente, se han analizado los impactos del PNIEC sobre la salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2010 las muertes prematuras provocadas por la contaminación atmosférica en España alcanzaron las 14.042. Las medidas contenidas en el Plan consiguen reducir tanto las emisiones de GEI como las de los principales contaminantes atmosféricos (figura 1.7).

Las emisiones de PM2.5 primarias, se reducen un 33%, como consecuencia del uso de tecnologías más limpias. Además, el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos nitrosos (NOx), principales contaminantes para la formación de PM2.5 secundarias, se reducen un 38% y un 35% respectivamente debido a la reducción del carbón en el sector eléctrico, y por otro lado a la mejora de la eficiencia en los motores de combustión interna y la electrificación.

La serie de medidas aplicadas en el Escenario Objetivo hace que las muertes prematuras, provocadas por la contaminación atmosférica, en el año 2030 se reduzcan en torno a 2.400 personas respecto al Escenario Tendencial, es decir, alrededor de un 27%.

Figura 1.7. Variación de las emisiones en 2030 respecto al Escenario Tendencial (a) y muertes prematuras en España derivadas de la contaminación atmosférica en 2030 (b)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

1.7 Conclusiones

Este estudio tiene las limitaciones propias de las metodologías utilizadas y de las incertidumbres propias de cualquier ejercicio prospectivo a 2030, tal y como se reconoce en el trabajo. Las implicaciones de algunas limitaciones pueden analizarse mediante un análisis de sensibilidad, por ejemplo, sobre la previsión de precios de los combustibles fósiles, mientras que otras requieren un trabajo de análisis más fino como, por ejemplo, a nivel sectorial o de impactos regionales. Finalmente, el estudio no incluye otras medidas futuras que podrían complementar el PNIEC como futuras medidas de fiscalidad energético-ambiental, y que podrían tener un impacto más notable a nivel distributivo.

A continuación, se recogen las principales conclusiones del estudio:

- El PNIEC movilizará 241 mil millones de euros de inversiones en España entre 2021 y 2030, lo que genera un importante efecto expansivo en la economía.
- El Producto Interior Bruto (PIB) aumentará entre 16.500 y 25.700 millones de euros entre 2021 y 2030, un aumento del 1,8% en 2030 respecto al Tendencial, tanto por las inversiones previstas, como por el mayor ahorro y eficiencia energética y la menor importación de combustibles fósiles.
- Las medidas que se pondrán en marcha generarán entre 253.000 y 348.000 nuevos empleos entre 2021 y 2030 (empleo anual no acumulado), un aumento del 1,7% en 2030 respecto al Escenario Tendencial. Sólo las inversiones en renovables generarán entre 107.000 y 135.000 empleos durante la década, que beneficiará a la industria manufacturera, la construcción, y a todos los servicios asociados al sector renovable.
- El PNIEC permite ahorrar 67 mil millones de euros hasta 2030 por la reducción de la demanda de importación de combustibles fósiles, lo que mejorará además la seguridad energética al ser sustituida por energías autóctonas.

- El PNIEC favorece además a los hogares de menor renta y a los colectivos vulnerables, que ven aumentada su renta y su consumo en una proporción mayor que el resto de los hogares. En el caso de los hogares vulnerables, que se ven más afectados por la pobreza energética, su consumo aumenta un 2.1% en 2030 respecto al 1.1% del resto de hogares, esto es, casi el doble. Lo mismo sucede con la renta disponible que aumenta un 3,8% en el caso del quintil más pobre frente a un 1% del quintil más rico, casi cuatro veces más.
- Las medidas tendrán una incidencia muy positiva en términos de salud. La mejora de la calidad del aire con las medidas previstas en el Plan evitará la muerte prematura de en torno a 2400 personas en España en 2030, lo que supone una reducción del 27% con respecto al Escenario Tendencial.

Finalmente, una conclusión robusta, y similar a la encontrada en otros estudios similares para España, es que la reducción de emisiones de GEI no solo es necesaria para contribuir de forma solidaria a contener el problema del cambio climático o una obligación de cara cumplir con los objetivos comunitarios de la Unión Europea, también se trata de una importante oportunidad económica, y que podrá materializarse siempre y cuando se gestione y aproveche todo su potencial de una manera justa y eficiente.

2. ESTUDIO COMPLETO

Introducción

Este estudio tiene como objetivo analizar los impactos económicos, sociales y sobre la salud pública del Borrador Actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030) para España. El PNIEC es el principal documento de planificación energética y climática a 2030 de la UE y todos los Estados miembros tienen la obligación de remitirlo a la Comisión Europea y someterlo a exposición pública.

El estudio, siguiendo el Reglamento de Gobernanza^{1,2} de la Comisión Europea, diferencia entre un Escenario Tendencial (sin medidas adicionales) y un Escenario Objetivo (con medidas adicionales). El Escenario Objetivo, por tanto, incluye todas las medidas de política climática y energética adicionales incluidas en el PNIEC y que permiten alcanzar los objetivos en materia de descarbonización, pero también, en materia de renovables y en materia de ahorro y eficiencia energética. En este sentido, mientras que en el Escenario Tendencial las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en España aumentan en 2030 un 5,6% respecto a 1990 (base Kioto), en el Escenario Objetivo se reducen un 23%. Este estudio analiza precisamente el impacto de las medidas que permiten pasar de un escenario a otro y cumplir con los objetivos de descarbonización.

La metodología aplicada ha permitido evaluar los impactos del PNIEC desde un enfoque integrado. Para ello, se ha realizado un “*soft-link*” entre un modelo económico DENIO y el modelo del sector energético TIMES-SINERGIA, desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

El modelo DENIO (Dynamic Econometric National Input-Output) es un modelo econométrico multisectorial y multihogares, que tiene integrada la información de la estructura e interrelación de los 78 principales sectores productivos contenidos en el Marco Input-Output y la información de 22.000 hogares representativa del conjunto de hogares residentes en España contenida en la Encuesta de Presupuestos Familiares. Esta integración permite analizar de forma consistente los efectos macroeconómicos y su incidencia a nivel social. Por otro lado, y con la finalidad de analizar los co-beneficios en salud derivados de la contaminación atmosférica, se ha utilizado el modelo de calidad del aire TM5-FASST.

Una parte sustancial del impacto económico del PNIEC tiene que ver con el cambio en el mix energético y el ahorro energético. Las importaciones de energías fósiles se reducen y se sustituyen por energías renovables de origen autóctono cuyo valor añadido se genera en una mayor proporción dentro de España. Por otro lado, el ahorro energético libera recursos que pueden ser gastados en otros bienes, lo que impulsa la actividad económica. Sin embargo, otra parte muy importante del impacto tiene su origen en el impacto de las inversiones necesarias

¹ Este Reglamento sienta la base legislativa necesaria para una gobernanza fiable, inclusiva, eficiente en costes, transparente y predecible de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (en lo sucesivo, «mecanismo de gobernanza») que asegure el logro de los objetivos generales y objetivos específicos de la Unión de la Energía para 2030 y a largo plazo, en consonancia con el Acuerdo de París de 2015 sobre el cambio climático a raíz de la 21.ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en lo sucesivo, «Acuerdo de París»), mediante esfuerzos complementarios, coherentes y ambiciosos por parte de la Unión y de sus Estados miembros, limitando al mismo tiempo la complejidad administrativa.

² <https://boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2018-82105>

para materializar dichos cambios. Este estudio recoge también un resumen de las inversiones asociadas al PNIEC. El estudio detalla los flujos de inversión en las grandes palancas de la descarbonización (ahorro y eficiencia, renovables, redes y electrificación) y distingue entre inversión que proviene de las empresas privadas, los hogares o las Administraciones públicas.

El trabajo se organiza como sigue. En la sección 2 se explica brevemente la metodología utilizada. En la sección 3 se presentan de forma resumida los resultados de la modelización energética desarrollada en el PNIEC. En la sección 4 se detallan las inversiones incluidas en el PNIEC. En la sección 5 se especifica la implementación de los escenarios en DENIO. En la sección 6 se detallan los principales resultados del estudio, analizando los efectos macroeconómicos, de empleo, sociales y en la salud. En la sección 7 se lleva a cabo un análisis de sensibilidad en base a los precios futuros del petróleo. En la sección 8 se recogen las principales limitaciones del estudio. Finalmente, en la sección 9 se recogen las principales conclusiones del estudio.

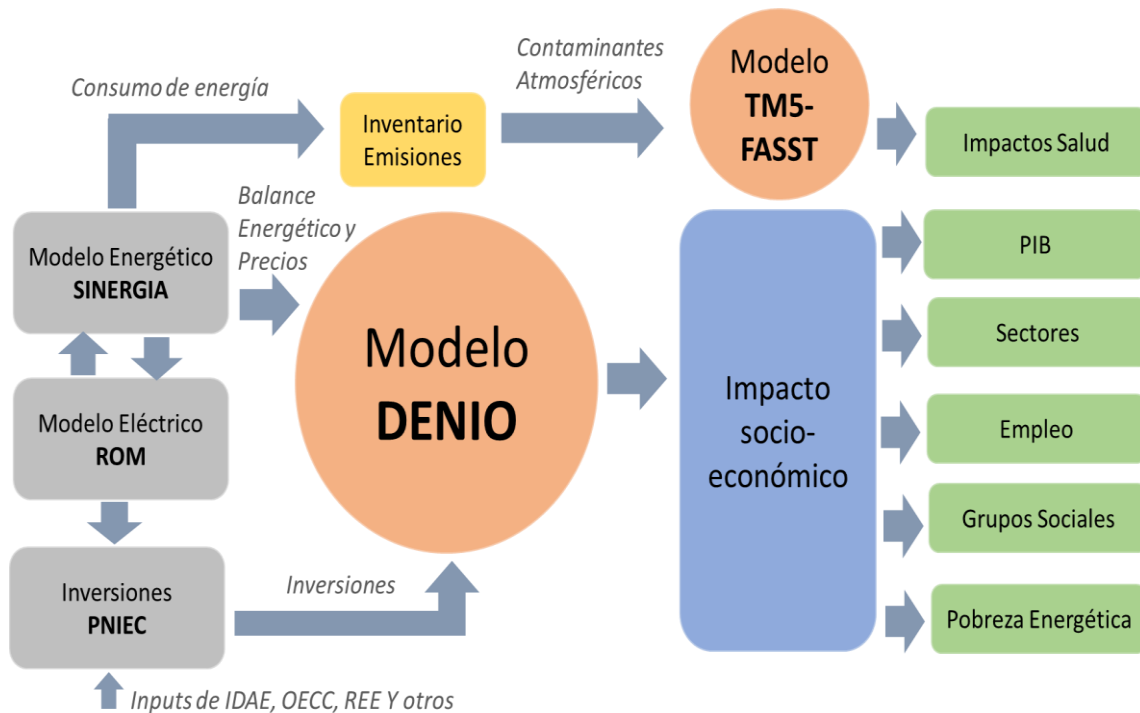
2.1. METODOLOGÍA

El análisis del PNIEC requiere el uso de herramientas especializadas que permitan analizar impactos en diversas áreas de una forma integrada y coherente.

Es habitual, por ejemplo, que los estudios de viabilidad técnica e impactos de políticas en el sector eléctrico y/o energético tengan en cuenta solo los impactos en dicho sector, pero que no capturen los efectos multisectoriales o sociales que pueden generarse en el conjunto de la economía y de la sociedad. Al mismo tiempo, también es habitual que los estudios de impacto económicos no se realicen atendiendo al impacto en las variables energéticas a nivel físico y monetario y que, por lo tanto, no capturen de una forma consistente los efectos de las políticas energéticas y climáticas. Además, muchos análisis realizados hasta la fecha con respecto a la descarbonización han tendido a ser parciales, esto es, se fijan únicamente en los costes o beneficios que las políticas podrían tener en el sector energético, sin abarcar otros efectos adicionales importantes como, por ejemplo, la contaminación atmosférica y su impacto en la salud pública.

El análisis de impacto que se ha realizado en el desarrollo del PNIEC es un análisis que supera todas las limitaciones mencionadas. El análisis realizado es integrado (establece las relaciones entre energía y economía de forma consistente), multisectorial (incluye todos los sectores económicos y no solo el energético o eléctrico), y multidimensional (incluyendo otras dimensiones como los efectos sobre la salud). Además, el impacto no se analiza solamente desde la óptica macroeconómica, también se analiza el impacto a nivel de incidencia distributiva y social.

La figura 2.1 recoge la metodología utilizada. Como se muestra en la figura, el proceso ha consistido en incluir en el modelo energético (TIMES-SINERGIA) medidas que permiten lograr los objetivos de descarbonización en cada sector y tecnologías con un elevado nivel de detalle. Los resultados del modelo TIMES-SINERGIA relativos al sector han sido revisados y recalibrados mediante la interacción con un modelo del sector eléctrico (el modelo ROM) para garantizar el suministro de energía en todo momento. Esta información también ha sido contrastada con los modelos de Red Eléctrica de España (REE).

Figura 2.1. Metodología. Inputs y outputs de los modelos DENIO y TM5-FASST

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La información de salida o “*outputs*” del modelo TIMES-SINERGIA, en concreto los balances energéticos y los precios de la energía, son los “*inputs*” o información de entrada que se ha utilizado en el modelo económico DENIO. Junto con esta información también se ha incluido como “*input*” relevante el flujo de inversiones por temática y sector asociado a las políticas del PNIEC. Esta información en conjunto es lo que permite estimar los impactos económicos a través del modelo DENIO. Además, los consumos energéticos de ambos escenarios han sido utilizados por la Unidad de Inventarios del MITECO para estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos a 2030. Esta información es la que se utiliza en el modelo TM5-FASST para estimar los daños a la salud.

A continuación, se lleva a cabo una breve descripción de DENIO y TM5-FASST, ya que estos han sido los modelos utilizados en este estudio.

2.1.1. Descripción del modelo DENIO

El modelo DENIO (Modelo Dinámico Econométrico Neo-keynesiano *Input-Output* para España)³ es un modelo dinámico econométrico neo-keynesiano y representa un híbrido entre un input-output econométrico y un modelo de equilibrio general computable (CGE). Es un modelo desagregado con un detalle de 74 sectores, 88 productos, 22.000 tipos de hogares y 16 categorías de consumo y permite analizar los impactos económicos en variables clave como el empleo, PIB, balanza comercial o la distribución de renta. El modelo es muy flexible y está diseñado para analizar el impacto económico de políticas públicas y medidas de tipo económico, energético, ambiental o fiscal.

DENIO está desarrollado a partir del modelo FIDELIO (Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output Model) de la Comisión Europea (Kratena et al., 2013, Kratena et al.

³ En el Anexo A se ofrece una descripción más detallada del modelo DENIO.

2017). DENIO es un modelo dinámico econométrico neo-keynesiano híbrido entre un input-output econométrico y un modelo de equilibrio general computable (CGE) y se caracteriza por la integración de distintos agentes institucionales. En el largo plazo el modelo funciona de manera similar a un modelo CGE, describiendo explícitamente una senda de ajuste hacia el equilibrio.

Finalmente, y como se ha mencionado, DENIO incluye la información de gastos e ingresos de 22.000 hogares que representan al conjunto de los hogares españoles, lo cual permite incluir el análisis social en sus resultados⁴. El sub-modelo de demanda de los hogares comprende tres niveles. En el primer nivel se deriva la demanda de bienes duraderos (casas, vehículos, electrodomésticos) y la demanda total de no duraderos. El segundo nivel vincula la demanda de energía (en unidades monetarias y físicas) con el stock de bienes duraderos (casas, vehículos, electrodomésticos), teniendo en cuenta la eficiencia energética del stock. En el tercer nivel se determinan ocho categorías de demanda de bienes de consumo no duraderos (excepto energía) en un sistema de demanda flexible (*Almost Ideal Demand System*) que luego se dividen en los 64 productos del modelo de producción⁵.

El núcleo *Input-Output* del modelo se basa en las tablas de Origen y Destino del año 2014 (último disponible) elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística. El modelo de producción vincula las estructuras de producción (tecnologías *Leontief*) de los sectores y productos a un modelo *Translog* con cuatro factores de producción (capital, trabajo, energía y resto de inputs intermedios).

La demanda del factor energía se divide en 25 tipos que a su vez se enlazan con el modelo en unidades físicas (Terajulios y toneladas de CO₂). El conjunto de categorías de energía del modelo de sustitución de energías se vincula directamente con dos partes del modelo: (i) las cuentas físicas (Terajulios) de energía por sector y tipo de energía de EUROSTAT y (ii) los productos e industrias de la energía de las tablas de origen y destino en unidades monetarias. Para ello se utilizan una serie de precios implícitos que vinculan usos/producción de energía en unidades físicas (TJ) y en términos monetarios.

2.1.2. Descripción del modelo TM5-FASST

El TM5-FASST es un modelo tipo “fuente-receptor” global de calidad del aire (AQ-SRM)⁶ desarrollado por el Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea en Ispra, Italia. TM5-FASST permite analizar los efectos en términos de salud o daños ecosistémicos derivados de diferentes escenarios o sendas de emisiones. A través de información meteorológica o químico-atmosférica, el modelo analiza cómo las emisiones de una determinada fuente afectan a los diferentes receptores (en celdas) en términos de concentración, exposición y, en consecuencia, de muertes prematuras. Toda la documentación sobre este modelo puede encontrarse en Van Dingenen et al., 2018. Este modelo ha sido utilizado para realizar diferentes estudios a nivel global o regional entre los que se encuentran (Kitous et al., 2017) o (Markandya et al., 2018). También ha sido utilizado por instituciones como la OCDE para proyectar, a futuro, los posibles efectos en términos de salud de la contaminación (OCDE, 2016).

⁴ En el Anexo B se ofrece una descripción detallada de cómo se han integrado los 22.000 hogares en DENIO.

⁵ En el Anexo C se ofrece una descripción detallada del modelo AIDS estimado para los bienes no duraderos.

⁶ En el Anexo D se puede encontrar una descripción más detallada del modelo TM5-FASST.

Los niveles de concentración de un determinado contaminante se calculan mediante coeficientes que representan las diferentes relaciones entre fuentes y receptores/celdas. A pesar de que el modelo cubre todo el mundo mediante celdas de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ (~100 km), este proceso fue realizado para 56 regiones (Van Dingenen et al., 2018).

El modelo permite capturar que los gases emitidos en cierta fuente “x” pueden afectar a distintos receptores y, a su vez, cada gas precursor también puede afectar indirectamente a los niveles de concentración de más de un contaminante. Por ejemplo, las emisiones de NO_x (que es un gas precursor) afectan no solo a la formación de partículas PM_{2.5} en la atmósfera, sino que también influyen en los niveles de ozono (O₃). Una vez obtenidos los niveles de concentración de los contaminantes, el modelo permite analizar diferentes efectos derivados de dichos niveles, como los impactos de la contaminación en la salud o los posibles daños en los sistemas agrícolas.

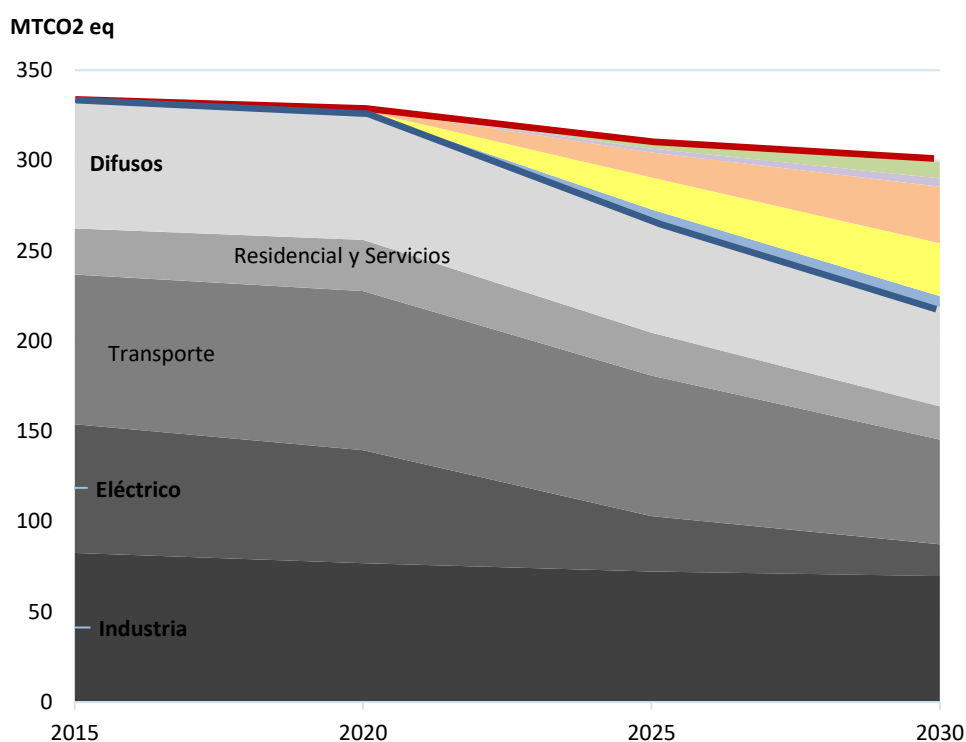
En el caso de la salud, los niveles de concentración de partículas finas (PM_{2.5}) y ozono son los más relevantes. Estos efectos son calculados como muertes prematuras derivadas de la exposición a dichos contaminantes teniendo en cuenta las distintas causas definidas en Forouzanfar et al., 2016, entre las que se encuentran: enfermedades cardio-vasculares, respiratorias, embolias o cáncer de pulmón. Los parámetros y el cálculo de las muertes prematuras por enfermedad están detallados en Burnett et al., 2014.

2.2. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ENERGÉTICA

Esta sección recoge un resumen del impacto de las medidas del PNIEC sobre los principales indicadores de la descarbonización. Estos resultados provienen del modelo TIMES-SINERGIA y permiten entender mejor el impacto económico del Plan. Estas medidas, que afectan a todos los sectores relacionados con la producción y demanda de energía, permiten alcanzar el objetivo de emisiones en 2030 con respecto a 1990.

La figura 2.2 muestra la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los escenarios Tendencial y Objetivo. En el Escenario Tendencial las emisiones de GEI aumentan en 2030 un 5,6% con respecto a niveles de 1990 (base Kioto), mientras que en el Escenario Objetivo la reducción alcanza un 23%. La reducción más importante se alcanza sobre todo en el sector eléctrico (amarillo) y en el transporte (verde).

Figura 2.2. Evolución de las emisiones de CO₂ por sectores en los escenarios Tendencial (línea roja) y Objetivo (línea azul)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

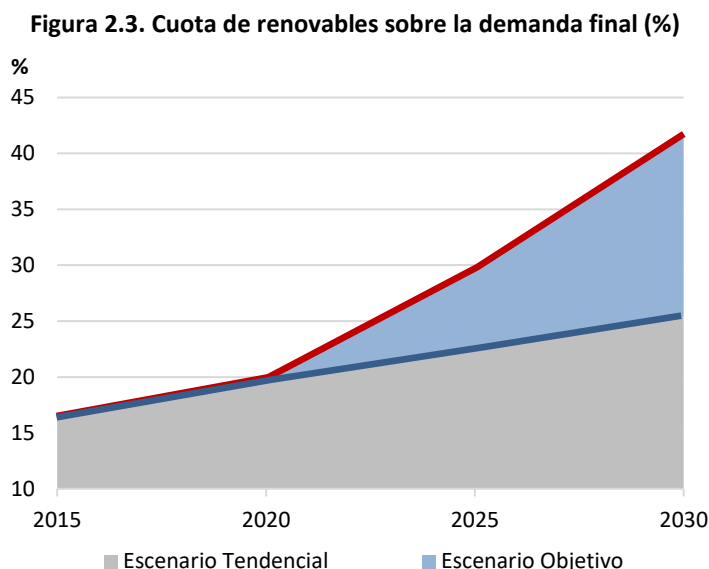
Las medidas del PNIEC, 2021-2030 reducirían las emisiones totales brutas de GEI pasen de 319,3 MtCO₂-eq previstos para el año 2020 a 221,8 MtCO₂-eq en 2030. Los sectores de la economía que, en cifras absolutas, reducen más emisiones en ese período son los de generación eléctrica (36 MtCO₂-eq) y movilidad y transporte (27 MtCO₂-eq), a los que se suman el sector residencial, comercial e institucional, y la industria (combustión) con disminuciones adicionales de 10 y 7 MtCO₂-eq, respectivamente. Esos sectores considerados de forma conjunta representan el 83% de la reducción de emisiones en el período 2021-2030.

También existen unos objetivos comunitarios a 2030 en materia de eficiencia energética y cuota de renovables sobre el consumo final de energía. Estos objetivos han sido recientemente revisados, alcanzando una cuota del 32,5%⁷ y 32%⁸ respectivamente para la Unión Europea en su conjunto. En el Escenario Objetivo del PNIEC se alcanza una cuota del 42% de renovables en el consumo de energía final en España en 2030 (figura 2.3).

Por otro lado, tanto en el Escenario Objetivo como en el Tendencial, la potencia instalada en el sector eléctrico aumenta. La menor participación de la energía nuclear y del carbón es compensada con una mayor introducción de renovables en el sistema, principalmente de energía solar fotovoltaica y energía eólica.

⁷ http://europa.eu/rapid/press-release_STATEMENT-18-3997_en.htm

⁸ http://europa.eu/rapid/press-release_STATEMENT-18-4155_en.htm



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

El PNIEC prevé para el año 2030 una potencia total instalada en el sector eléctrico de 161 GW de los que 50 GW serán energía eólica; 39 GW solar fotovoltaica; 27 GW ciclos combinados de gas; 16 GW hidráulica; 9,5 GW bombeo; 7 GW solar termoeléctrica; y 3 GW nuclear, así como capacidades menores de otras tecnologías. Ahora bien, la distribución concreta por tecnologías renovables que se lleve a cabo año a año entre 2021 y 2030 dependerá, en todo caso, de la evolución de los costes relativos de las mismas, así como de la viabilidad y flexibilidad de su implantación, por lo el PNIEC establece que su peso relativo podrá variar, dentro de unos márgenes.

El PNIEC también hace suyo el objetivo de mejora de la eficiencia energética del 32,5% en 2030 establecido por la UE. Con las medidas y políticas del Plan se espera alcanzar un 39,5%⁹ de mejora en la eficiencia energética en 2030, la reducción del consumo de energía primaria propuesta en este PNIEC equivale a una mejora de la intensidad energética primaria del 3,5% anual hasta 2030.

De forma adicional a dicho objetivo, la Directiva de Eficiencia Energética obliga a los Estados miembros a acreditar la consecución de un objetivo de ahorro acumulado de energía final en el período comprendido, primero, entre el 1 de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2020, y segundo, entre el 1 de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2030. Este objetivo acumulado de ahorro de energía final para el primero de los periodos asciende a 15.979 ktep; para el segundo, equivale a 36.809 ktep, lo que supone la consecución de ahorros nuevos y adicionales cada año, desde el 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2030, equivalentes a 669 ktep/año.

Además de un mayor ahorro energético y de una mayor cuota de renovables, otra de las palancas para la descarbonización pasa por la electrificación. En el Escenario Objetivo todos los sectores de la economía española aumentan su electrificación. El sector en el que la electrificación tiene mayor impacto es el transporte, dada su elevada dependencia actual con los productos petrolíferos. De esta manera en el 2030, según el Escenario Objetivo se alcanzaría un stock de 5 millones de vehículos eléctricos en España.

⁹ Respecto a las proyecciones a 2030 del Modelo PRIMES (2007) de la Comisión Europea, que sirve de referencia en la Directiva de Eficiencia Energética para fijar el objetivo orientativo de consumo de energía primaria de la Unión Europea en 2030.

2.3. INVERSIONES

Esta sección recoge las inversiones totales adicionales asociadas al PNIEC para el periodo 2021-2030. Las inversiones para la descarbonización se dividen en las siguientes cinco grandes categorías: i) ahorro y eficiencia energética; ii) electrificación de la economía; iii) redes iv) energías renovables; y v) otras medidas¹⁰.

La información para estimar las inversiones a tener en cuenta proviene de varias fuentes. Así, las inversiones dedicadas al aumento del ahorro y la eficiencia energética provienen del Instituto para el Ahorro y la Diversificación Energética (IDAE). Las inversiones asociadas a las energías renovables (eléctricas y térmicas) y en materia de electrificación provienen de las estimaciones realizadas por el MITECO a través del modelo TIMES-SINERGIA. La información de inversiones en redes y puntos de recarga proviene de diferentes fuentes, entre ellas Red Eléctrica de España. Finalmente, la información relativa a la inversión de los sectores difusos no energéticos proviene de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

La información sobre inversiones utilizada es a su vez coherente con las simulaciones del modelo TIMES-SINERGIA, las cuales han permitido pasar del Escenario Tendencial al Objetivo a través de la inclusión de las medidas necesarias para la descarbonización. Sin embargo, las inversiones tienen un grado de incertidumbre inherente a cualquier ejercicio prospectivo a 2030. Por ejemplo, para calcular las inversiones en renovables se ha utilizado la reducción de coste esperada a 2030 facilitada por la Comisión Europea para la elaboración del PNIEC.

2.3.1. Inversiones totales

La tabla 2.1 recoge las inversiones totales por tipo de medida para el Escenario Tendencial y el Escenario Objetivo. Las inversiones en eficiencia energética, en los sectores difusos y en electrificación, por su naturaleza, están contabilizadas directamente como adicionales y, por ello, no se recoge inversión alguna en el Escenario Tendencial¹¹.

Tabla 2.1. Inversiones por tipos de medidas 2021-2030, M€

Inversiones por medidas	Tendencial	Objetivo	Adicional
Ahorro y Eficiencia	-	83.540	83.540
Electrificación y Redes	20.470	58.579	38.109
Renovables	18.748	91.765	73.017
Otras medidas	5.460	7.528	1.888
Total	44.858	241.412	196.554

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Como se puede observar en la tabla 2.1, se estima que las inversiones totales para lograr los objetivos del PNIEC alcanzarán los 241.412¹² millones de euros (M€) entre 2021-2030. Estas inversiones se pueden agrupar por medidas y se reparten de la siguiente forma: renovables: 38%, ahorro y eficiencia: 35%, redes y electrificación: 24% y resto medidas: 3%.

¹⁰ La categoría otras medidas incluye las inversiones asociadas a sectores difusos no energéticos y las relativas a las centrales de carbón y nucleares. Estas se incluyen dentro del resto ya que su contribución conjunta adicional es relativamente pequeña.

¹¹ En el apartado 8 (limitaciones del estudio), se explica de manera más detallada las consideraciones de la inversión adicional en electrificación y ahorro y eficiencia energética.

¹² Estas cifras no incluyen las inversiones específicas en renovables térmicas en el sector industrial y sector agrícola. Tampoco se han considerado las inversiones en transporte ferroviario.

Las inversiones necesarias para la descarbonización se pueden distinguir también según su origen. Así, distinguimos según provengan de las empresas privadas, la Administración pública, la Unión Europea (a través de fondos europeos) o los propios hogares. En el caso de las Administraciones públicas, para poder cumplir con la senda del déficit público, se ha considerado que el gobierno no puede financiar estas inversiones con nueva deuda y que, por lo tanto, las nuevas inversiones de las Administraciones públicas suponen una reducción proporcional del resto de las partidas de gasto. Del mismo modo se asume que los hogares tampoco incrementan su deuda. En el caso de las inversiones del sector privado, sin embargo, se asume que la inversión estará accesible al coste habitual y a través de los intermediarios financieros.

La tabla 2.2 recoge las inversiones por origen. La mayor parte de las inversiones las realizaría el sector privado (80%), fundamentalmente en energías renovables en el sector eléctrico. Por otro lado, el sector público realizaría una inversión total de 50.900 millones de euros (20%). La inversión europea se estima que pueda alcanzar en torno al 5% de la inversión total.

Tabla 2.2. Inversiones por origen de la inversión 2021-2030, M€

Inversiones por origen	Tendencial	Objetivo	Adicional
Pública	3.197	50.900	148.850
Privada	41.661	190.511	47.703
Total	44.858	241.412	196.554

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

A su vez, este flujo de inversiones se reparte en los distintos sectores económicos. El sector en el que se realizan mayores inversiones durante todo el periodo 2021-2030 es en el sector eléctrico con 126.671 M€. Por otro lado, se invertirían un total de 35.605 M€ en el sector residencial, 54.297 M€ en el sector del transporte, 9.586 M€ en el sector servicios, 7.750 M€ en el sector industrial, 4.038 M€ en agricultura y 3.465 M€ en otros sectores (difusos no energéticos).

2.3.2. Inversiones en ahorro y eficiencia energética

Las inversiones en ahorro y eficiencia incluyen medidas en todos los sectores, tal y como recoge la tabla 2.3, donde se recogen las inversiones estimadas y el porcentaje de inversiones que se cubrirían mediante ayudas públicas, tanto nacionales como europeas. Las inversiones en ahorro y eficiencia supondrían 83.540 M€, de los cuales 25.016 M€ serían ayudas de las AA.PP. y 3.847 M€ a través de la UE. Cabe mencionar que la inversión de origen pública varía sustancialmente según el tipo de medida. Así, por ejemplo, las inversiones asociadas a los PMUS (Planes de Movilidad Urbana Sostenible) en el sector transporte serían financiadas por las AA.PP. (14.505 M€), mientras que otras medidas como por ejemplo las asociadas a la renovación del parque automovilístico, que suponen 15.336¹³ M€, se realizarían sin coste para la Administración, ya que se alcanzarían mediante varias medidas fiscales. Otra inversión pública a destacar es la

¹³ Se considera que la valoración de las inversiones ha de contabilizar únicamente la inversión derivada de una mayor tasa de renovación del parque. Para ello, se ha considerado que la vida media del parque de vehículos pasaría de 12,5 a 10 años de antigüedad (en coherencia con Sinergia) y que, por lo tanto, el valor adicional movilizado es el valor del vehículo multiplicado por 2,5/12,5 (el 20% del valor del vehículo). El valor medio del vehículo está estimado en 20.000 euros. En este punto cabe señalar que las inversiones en vehículos eléctricos han sido incluidas como medidas asociados a la electrificación. En este caso, las inversiones movilizadas se contabilizan como la diferencia entre el coste de un vehículo convencional y uno eléctrico (según BNEF, en 2018 un VE medio eran un 37% más caro que su análogo de combustión interna) y suponiendo que esta diferencia converge a cero en 2025.

inversión europea en eficiencia energética, ya que esta cubriría las ayudas públicas para la rehabilitación en todos los sectores y en el sector residencial.

Tabla 2.3. Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética 2021-2030, M€

Sector	Inversión	Ayuda AAPP	UE
Industrial	7.750	15%	8%
Transporte	30.179	44%	4%
Residencial	34.822	15%	3%
Servicios	6.891	61%	14%
Agricultura	3.896	24%	0%
Total	83.540	30%	5%

Fuente: IDAE y Basque Centre for Climate Change, 2019

2.3.3. Inversiones en renovables

Las inversiones en renovables recogen tanto las inversiones en renovables del sector eléctrico, como las relativas a las renovables térmicas del sector servicios y residencial. Las estimaciones se han realizado a partir de la potencia nueva instalada en cada uno de los escenarios estimados por el modelo TIMES-SINERGIA y el coste de inversión para cada tecnología de 2021 a 2030 recomendado por la Comisión Europea para la elaboración del PNIEC.

Tabla 2.4. Potencia instalada en GW en 2017 y 2030 según escenarios

Fuente Energética	2017	Tendencial	Objetivo
Carbón	11	5	0
Nuclear	7	7	3
Ciclo combinado	28	28	27
Cogeneración	6	4	4
Fuel/Gas	3	3	1
Hidráulica	16	16	16
Bombeo	4	4	9.5
Eólica	23	38	50
Solar fotovoltaica	5	18	39
Solar termoeléctrica	2	2	7
Resto	1	1	2
Total	106	126	161

Fuente: TIMES-SINERGIA, 2019

La tabla 2.4 recoge la potencia adicional renovable instalada en los escenarios Tendencial y Objetivo. El Escenario Tendencial incluye la instalación de 20 GW de nueva potencia (para el periodo 2017-2030) entre eólica y solar fotovoltaica. En el Escenario Objetivo la potencia adicional sería de 54 GW, incluyendo todas las renovables. Las inversiones asociadas a las repotenciaciones en el sector eólico, que alcanzan un total de 20 GW, se incluyen en el Escenario Objetivo. Esta nueva potencia renovable instalada permitiría compensar el hueco dejado por la potencia térmica de carbón y el cierre parcial de las nucleares, así como el aumento de la demanda eléctrica a 2030.

Tabla 2.5. Inversiones en renovables en el sector eléctrico 2021-2030, M€

Fuente Energética	Tendencial	Objetivo	Adicional
Total	18.748	91.108	72.360

Fuente: *TIMES-SINERGIA, 2019*

La tabla 2.5 recoge las inversiones asociadas a esta nueva inversión en renovables¹⁴ en el sector eléctrico. Las inversiones adicionales ascienden a 72.360 M€. Las mayores inversiones adicionales se realizan en energía eólica, bombeo, solar termoeléctrica y solar fotovoltaica. En el Escenario Objetivo también se realizan importantes inversiones en biomasa e hidráulica.

También se recogen las inversiones asociadas a nuevas inversiones en renovables térmicas en el sector servicios y residencial según datos del modelo energético TIMES-SINERGIA, que incluyen inversiones en paneles solares, biomasa y geotermia. Las inversiones necesarias, tanto en el Escenario Tendencial como en el Objetivo, en ambos sectores son elevadas, ya que muchas de éstas se producirán como consecuencia de la normativa. Las inversiones adicionales conjuntas alcanzan los 657 M€ durante toda la década.

Finalmente, respecto al origen de la inversión, se considera que no será necesaria inversión pública para el despliegue de las renovables eléctricas ya que la inversión vendrá de empresas privadas. Las inversiones de tecnologías cuyos costes sean superiores al precio de la electricidad y necesiten de apoyo público están recogidas en el coste medio final de la electricidad.

2.3.4. Inversiones en redes

Este apartado recoge la estimación de las inversiones en redes eléctricas, que incluye las asociadas a la red de transporte, interconexiones y distribución y también las relativas al despliegue de puntos de recarga de los vehículos eléctricos. Las inversiones adicionales suponen 18.959 M€.

Para estimar las inversiones en redes de transporte, interconexión y distribución se ha utilizado un informe reciente de Deloitte (2018) y las estimaciones de Red Eléctrica de España (REE) basadas en datos históricos. Las estimaciones dependen de forma directa del nivel de instalación de renovables (30 GW en el Tendencial y 73 GW en el Objetivo). Sin embargo, aunque las inversiones son coherentes con estas fuentes, las estimaciones consideradas se sitúan en su rango inferior habida cuenta de la previsible reducción de costes esperable a futuro por las mejoras tecnológicas y las economías de escala.

En el caso de las inversiones en redes de transporte se ha considerado 75.000¹⁵ € por MW renovable adicional y 3.500 M€ en interconexiones durante todo el periodo (incluyendo interconexiones entre islas, entre la península y Baleares e internacionales). Las inversiones en redes de distribución se han calculado tomando los factores de inversión en modernización y digitalización del citado informe de Deloitte (16.340 M€ para 35 GW de renovables) y asumiendo una relación también proporcional entre la nueva potencia renovable y la inversión en distribución.

¹⁴ Para calcular el flujo inversor anual incluido en el análisis de impacto económico se han utilizado los datos de inversión reportados por Sinergia para 2025 y 2030 y se han interpolado para cada año de forma lineal.

¹⁵ REE estima que las inversiones en redes de transporte habrían de valorarse según un rango de inversión situado entre 75.000 y 100.000 € por MW de generación renovable instalada.

Tabla 2.6. Inversiones en redes según conceptos 2021-2030, M€

	Tendencial	Objetivo	Adicional
Transporte e interconexiones	5.750	8.975	3.225
Distribución y otros	14.720	22.667	7.947
Infraestructura recarga VE	712	9.918	9.205
Total	21.182	41.559	20.377

Fuente: Basque Centre for Climate Change, REE y Deloitte

Así, finalmente las inversiones adicionales en transporte e interconexiones son 3.225 M€ y 7.947 M€ en distribución y otros. En el caso de la inversión adicional en redes de distribución se asume que un 10% podría ser financiado con fondos europeos, habida cuenta de la financiación recibida para algunos proyectos singulares en el pasado (tabla 2.6).

Para estimar las inversiones asociadas al despliegue de la infraestructura¹⁶ para la electromovilidad es necesario tener en cuenta las inversiones asociadas a los siguientes conceptos:

- Puntos de recarga doméstica: puntos situados en garajes privados o comunitarios a un coste medio de 1.200 € por punto de recarga. En el caso de tratarse de una motocicleta, el coste medio del cargador se estima en 600 €.
- Puntos de recarga privados: puntos de recarga de las empresas que utilizan los vehículos para actividades de reparto y otros usos comerciales. Se estima un coste medio de 1.200 € por punto de recarga.
- Puntos de recarga en vías públicas: puntos situados en las vías públicas para uso colectivo, a un coste medio de 6.000 € por punto.
- Puntos de recarga en electrolineras: puntos de recarga súper rápida y ultra-rápida, a un coste medio de 200.000€ el punto de recarga.
- Puntos de recarga para autobuses eléctricos: puntos de recarga para las líneas de autobuses que utilizan la tecnología de recarga mediante pantógrafo. Se estima un coste medio de unos 500.000 € por pantógrafo.

Las estimaciones para estas inversiones requieren proyectar también el número de puntos de recarga por tipología que dependerá de la cantidad de vehículos eléctricos en circulación.

Para ello, se han seguido las recomendaciones de los distintos agentes y empresas energéticas que instalan puntos de recarga en vías públicas y se ha tomado una ratio de al menos, un punto de recarga por cada 100 vehículos eléctricos (VE) en vías públicas, y al menos un punto de recarga en electrolineras por cada 500 VE. Para los autobuses eléctricos, se ha estimado un cargador de tipo pantógrafo por cada 5 autobuses, acorde a la actual proporción de autobuses por línea en las principales ciudades españolas.

En base a estos criterios, las inversiones en puntos de recarga que se recogen en un Escenario Tendencial con 250.000 VE son de 712 M€ hasta 2030. Para un Escenario Objetivo con 5 millones de VE en 2030 las inversiones necesarias ascenderían a los 9.918 M€

¹⁶ Los costes por punto de recarga incluyen los conceptos instalación y obra civil.

2.3.5. Inversiones en electrificación

Este apartado recoge las inversiones adicionales en electrificación en el sector transporte (incluyendo turismos, furgonetas, motocicletas y autobuses) y las inversiones adicionales en bombas de calor en el sector residencial y servicios.

Tabla 2.7. Inversiones adicionales en electrificación 2021-2030, M€

	Inversión adicional
Turismos	384
Furgonetas	159
Motocicletas	85
Autobuses y otros	14.271
Total	14.899

Fuente: TIMES-SINERGIA y Basque Centre for Climate Change, 2019

En el caso de los vehículos eléctricos las inversiones movilizadas se contabilizan como la diferencia entre el coste de un vehículo convencional y el de uno eléctrico (según BNEF, en 2018 un VE medio era un 37% más caro que su análogo de combustión interna). Para los autobuses eléctricos, se ha considerado una reducción del coste adicional (250.000 € por autobús en 2018 según datos de mercado) del 8% anualmente.

La inversión movilizada en el sector transporte supone un total de 14.899 M€ adicionales, de los cuales 14.271 M€ corresponden a autobuses y otros medios de transporte. La inversión en turismos, motocicletas y furgonetas refleja el hecho de que una parte sustancial de las ventas de vehículos eléctricos sucede en el periodo 2025-2030 cuando la diferencia en coste se espera que sea ya poco significativa, y por ello la inversión movilizada no es sustancial.

Finalmente, y en el caso de las bombas de calor, se considera una inversión adicional con respecto al tendencial de 2.820 M€, según datos del modelo energético TIMES-SINERGIA. De los cuales 1.811 M€ se corresponden a las inversiones en el sector servicios y 1.009 M€ al sector residencial. En ambos sectores las ayudas públicas cubrirían el 3% de la inversión (tabla 2.7).

2.3.6. Inversiones en sectores difusos no energéticos

Las inversiones en los sectores difusos no energéticos recogen las inversiones en agricultura, residuos, gases fluorados y sumideros. En base a la información aportada por la OECC las inversiones ascienden a 3.607 M€, de los cuales 2.851 M€ estarían financiados por el sector público, mientras que el resto lo financiaría el sector privado (tabla 2.8).

Tabla 2.8. Inversiones adicionales en difusos no energéticos 2021-2030, M€

	Inversiones	Ayuda AAPP
Agricultura	142	0%
Residuos	1.305	91%
Gases fluorados	220	0%
Sumideros	1.939	86%
Total	3.607	2.851

Fuente: OECC, 2019

2.3.7. Inversiones en centrales térmicas y nucleares

Esta sección recoge las inversiones (o desinversiones) en centrales nucleares y carbón. Estas inversiones se han incluido dentro la categoría 'Otras medidas', junto con las inversiones en los sectores difusos no energéticos, aunque a la hora de capturar su impacto irán incluidas en el sector eléctrico.

Las inversiones en centrales nucleares recogen 3 conceptos distintos. En primer lugar, se recogen las inversiones ordinarias que el sector nuclear realiza cada año. Suponemos que las inversiones futuras serán, en caso de extensión, similares a las realizadas en el periodo 2014-2017 una media de 252 M€ anuales (según datos del MITECO) y que se perderían en un escenario de cierre gradual. En segundo lugar, el coste de la inversión extraordinaria asociada a la extensión de la vida útil de las centrales.

Finalmente, es necesario incluir la variación de las inversiones para la gestión de los residuos nucleares y el desmantelamiento. Estas inversiones futuras totales apenas varían entre escenarios, ya que el desmantelamiento es necesario hacerlo de igual modo antes o después. Únicamente aumentan, pero muy ligeramente, los costes de gestión en el caso de extensión ya que la cantidad de residuos a gestionar aumentaría en el futuro. Además, según la información aportada por ENRESA, incluso en un escenario a 40 años, los costes de desmantelamiento no son significativos antes de 2030, por lo que su impacto en el periodo 2021-2030 es muy bajo.

Según ENRESA, la diferencia entre el flujo de inversiones para la gestión de residuos y desmantelamiento entre un escenario de cierre a 40 años y otros a 50 años, en el periodo 2021-2030, es de 355 M€. En el caso del escenario de cierre ordenado a partir de 2025 (escenario acordado por los propietarios de las centrales nucleares) dichos costes habrían de ser inferiores.

Tabla 2.9. Inversiones adicionales en térmicas y nucleares 2021-2030, M€

	Escenario Tendencial	Escenario Objetivo
Nucleares	5.324	3.700
Ordinaria	2.524	2.104
Extensión vida útil	2.800	1.495
Gestión y desmantelamiento	0	101
Carbón	316	221
Total	5.640	3.921
Adicional		-1.719
% respecto al total		-0.87%

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

En el caso de las inversiones de las centrales térmicas de carbón se ha supuesto una inversión proporcional a las inversiones en plantas térmicas proporcionada por el INE en 2014. Consideramos que estas inversiones se reducen a la mitad en 2020 y a cero en 2030 en el Escenario Objetivo. Estas (des)inversiones no obstante pueden estar sobreestimadas, ya que las inversiones en 2014 pueden estar capturando las inversiones asociadas al cumplimiento de la directiva de emisiones y que no continuarán en el futuro.

Finalmente, y como puede observarse en la tabla 2.9, el porcentaje de la inversión adicional que suponen todos estos conceptos en el conjunto de estas inversiones adicionales con respecto al Tendencial es -0.87%.

2.4. IMPLEMENTACIÓN ESCENARIOS EN DENIO

Este apartado recoge brevemente cómo se ha realizado la implementación de los escenarios Tendencial y Objetivo en DENIO.

El modelo DENIO resuelve y calibra para el año 2014, teniendo una senda observada a reproducir hasta 2018, y que se extiende hasta 2030 en el Escenario Tendencial mediante la fijación de ciertos parámetros exógenos. Estos parámetros exógenos son principalmente el PIB, la población activa y los precios energéticos y el CO₂, son proyectados de acuerdo con las informaciones aportadas por diferentes ministerios (principalmente de Economía) y organismos oficiales (como el INE o el Banco de España).

El impacto económico proviene de introducir sobre el Escenario Tendencial las medidas asociadas hasta alcanzar el Escenario Objetivo. Para ello, se han ido implementando todas las inversiones del PNIEC, evaluando el impacto que estas medidas tienen sobre el balance energético y los precios energéticos según el modelo TIMES-SINERGIA. Para tal fin, se ha caracterizado cada inversión contemplada en el PNIEC, identificando los agentes implicados (sectores, gobierno, hogares), la cuantía de las mismas, su senda temporal y la inversión de cada medida.

Adicionalmente, se ha introducido una senda de déficit en DENIO consistente con el Pacto de Estabilidad y Crecimiento. Así, se asume que el déficit de las AAPP se reduce hasta alcanzar el 0% del PIB en 2022, manteniéndose en este porcentaje hasta 2030, lo que permite seguir una senda de reducción de la deuda pública. De este modo, las simulaciones aseguran que las políticas del PNIEC no pueden realizarse mediante un mayor endeudamiento. El efecto de estos supuestos queda amortiguado por el hecho de que dichas variables exógenas se establecen tanto en el Escenario Tendencial como en el Objetivo, y el impacto proviene de la diferencia entre ambos escenarios. El anexo E aporta información detallada del cuadro macroeconómico alcanzado en el Escenario Tendencial.

Cabe destacar que el impacto económico estará muy determinado por el escenario económico Tendencial asumido en el estudio. El Escenario Tendencial en DENIO ha sido calibrado con la senda de crecimiento estimada por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (MINECO), utilizada también por el modelo TIMES-SINERGIA. Según estas proyecciones el PIB sigue una senda continuada de crecimiento (+16% entre 2021 y 2030) y la población activa desciende (un 6% entre 2021-2030). La consistencia de este escenario depende, por tanto, de un aumento de la productividad elevado. Este supuesto tendrá un impacto en los resultados, así por ejemplo implica que la tasa de paro en el Escenario Tendencial baja notablemente en 2030 y, por lo tanto, el potencial para crear empleo es menor que sobre un escenario con una tasa más elevada.

2.5. RESULTADOS

En esta sección se presentan y discuten los resultados obtenidos. Los resultados se exponen divididos de la siguiente forma: i) impacto macro-económico; ii) impacto sobre el empleo; iii) impacto en las Administraciones públicas; iv) impacto social y v) impacto sobre la salud y los co-beneficios. Antes de analizar los resultados, es importante realizar dos consideraciones previas:

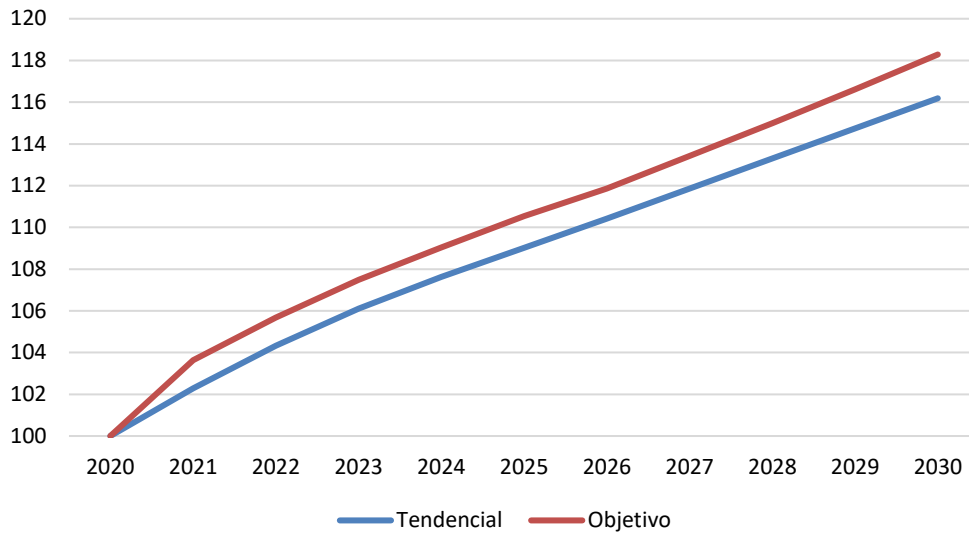
- En el caso de las AAPP y de los hogares, se considera que las inversiones implican reducir gasto o inversión en otras partidas, ya que en ambos casos existen restricciones presupuestarias. En el caso de las AAPP toda nueva inversión, salvo que provenga de fondos europeos, hemos supuesto que tiene que financiarse con una reducción del gasto o inversión pública para mantener el equilibrio presupuestario. En el análisis realizado se ha incluido la senda de reducción del déficit acordada en el *Pacto de Estabilidad y Crecimiento*¹⁷ lo que implica alcanzar el déficit cero en 2022 y mantenerlo en el futuro para así reducir también la deuda pública en la senda marcada a 2032.
- Se considera que no hay restricciones a la inversión del sector privado y que ésta se producirá al coste habitual del capital y sin una prima de riesgo adicional ya que junto con el PNIEC se desarrollará una regulación y planificación para el medio y largo plazo que dará seguridad y certidumbre a los inversores. Además, se considera que estas inversiones adicionales no “expulsarán” a otras inversiones del sector privado (efecto “*crowding-out*”), algo que podría, quizás, tener sentido en países con una baja capacidad ociosa en sus sectores productivos y con restricciones al capital, una situación alejada de la situación de la economía española y, en general, de la situación de la Unión Europea con unos tipos de interés muy bajos.

2.5.1. Impacto macroeconómico

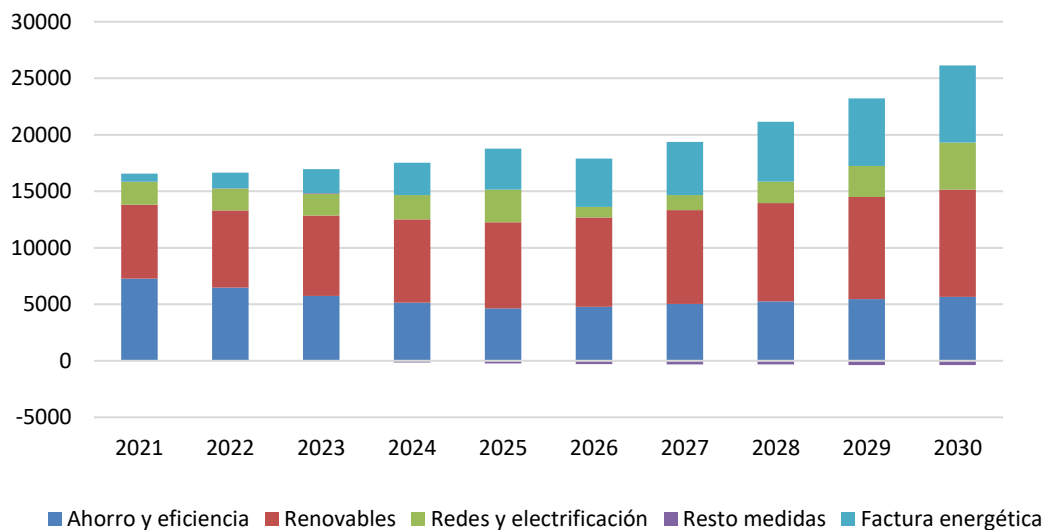
Los resultados en términos de PIB adicional (Objetivo respecto al Tendencial) (figura 2.4) se situarían entre 16.567-25.750 M€ al año (un 1,8% del PIB en 2030). Este impacto positivo proviene principalmente del impulso económico, por un lado, de todos los componentes de inversiones (especialmente en renovables, ahorro y eficiencia), y por otro, de la factura energética (figura 2.5). Este último componente, cuyo principal efecto se aprecia al final del periodo, viene dado por la sustitución de importaciones de diferentes productos, como el petróleo, por otros de producción doméstica.

En el caso de las renovables, el impacto se reduce a lo largo del Plan ya que estas inversiones suponen un menor porcentaje sobre un PIB creciente. Además, aunque el ritmo de instalación de renovables es creciente, esto se ve contrarrestado también por unos costes de inversión decrecientes. En cambio, el impacto de las inversiones en ahorro y eficiencia energética aumenta gradualmente ya que el número de viviendas rehabilitadas crece de forma sustancial a lo largo del Plan.

¹⁷ http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2015/csr2015_council_portugal_en.pdf

Figura 2.4. Evolución del PIB (% cambio respecto a 2020) en los escenarios Tendencial y Objetivo

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Figura 2.5. Variación del PIB por tipo de medida (respecto al Tendencial)

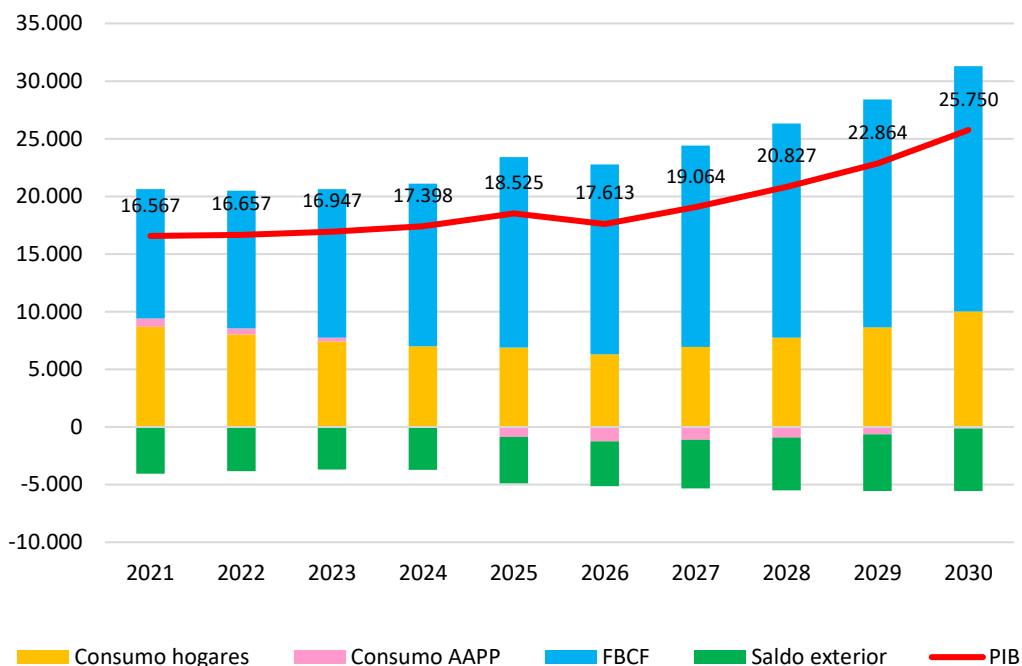
Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Los impactos macroeconómicos están determinados por dos efectos principales: el impulso económico generado por las nuevas inversiones a lo largo de las cadenas productivas y el impulso generado por la transformación del sistema energético hacia una economía que consume menos energía y que además es menos dependiente de las importaciones de combustibles fósiles.

- i. El efecto nueva inversión genera el impacto más notable. Es importante señalar que no toda la inversión se transforma en valor añadido y creación de empleo, ya que una parte (en torno al 20% y dependiendo de los sectores) necesita de bienes que son importados, algo que el modelo permite capturar con detalle y que ya está recogido en los resultados. El efecto de la inversión en algunos casos decrece con el tiempo ya que el flujo de algunas inversiones puede suponer un peso decreciente sobre el PIB.

- ii. El efecto factura energética tiene también un efecto positivo que se explica principalmente por el ahorro y el cambio en el mix energético, menos dependiente de combustibles fósiles importados y que son sustituidos por energía renovable con un alto grado de valor añadido nacional. El impacto del efecto energético es más acusado hacia 2030, cuando las políticas van reduciendo cada vez más el consumo energético y los precios de la energía son más altos. De hecho, el ahorro en la factura energética (a precios básicos) pasa de 3.627 millones de euros en 2025 a 6.824 en 2030.

Figura 2.6. Impacto en el PIB: demanda (Millones de €)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

El PIB por el lado de la demanda (figura 2.6) muestra que el aumento del PIB se canaliza principalmente vía Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), como era de esperar dadas las inversiones consideradas en el Plan. También, aumenta de forma creciente el consumo final de los hogares ya que el incremento en el PIB derivado de las inversiones genera un incremento en la remuneración de los asalariados y en el Excedente Bruto de Explotación que, a su vez, impacta positivamente en la renta disponible de los hogares y en su consumo.

El consumo de las AAPP también se ve afectado positivamente, ya que el incremento en la recaudación impositiva permite al Gobierno aumentar el gasto público manteniendo el déficit público constante. Finalmente, el saldo exterior negativo refleja simplemente la hipótesis de cierre del modelo elegida, en la que las exportaciones permanecen constantes en el Escenario Objetivo, mientras que las importaciones crecen derivadas del aumento en la actividad económica. La excepción son las importaciones energéticas que también disminuyen por el menor consumo interior de carbón y petróleo.

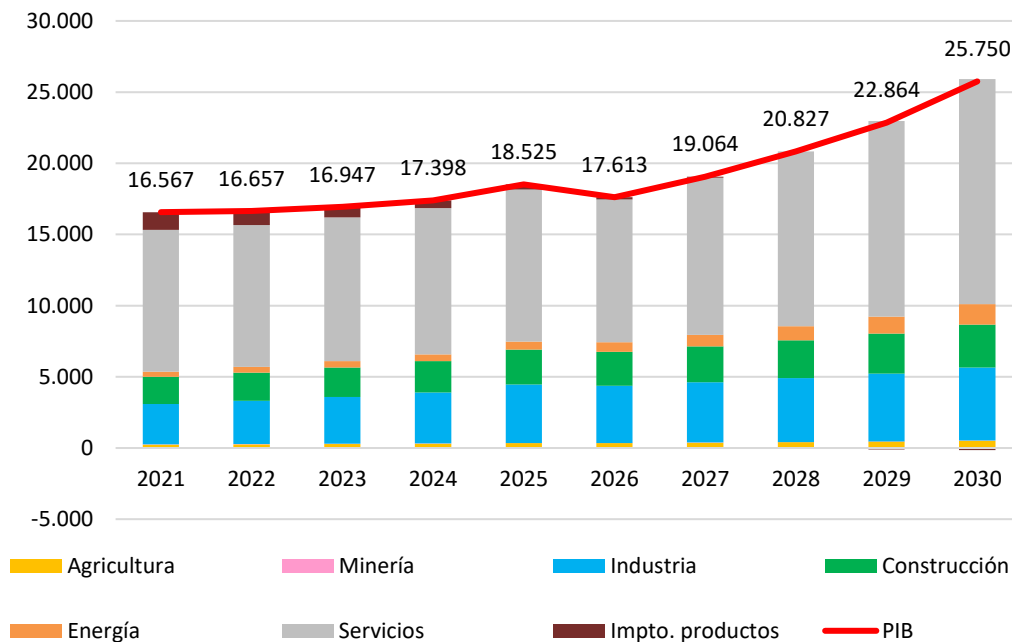
La figura 2.7 recoge el cambio en PIB por el lado de la oferta, lo que nos permite conocer los sectores donde se origina el aumento del valor añadido. En primer lugar, hay que destacar un aumento neto en todos los grandes sectores, salvo en el sector de la minería.

El valor añadido del sector industrial crece sustancialmente (entre 2.819 M€ en 2021 y 5.145 M€ en 2030) impulsado principalmente por el despliegue en renovables y redes. El sector energético

también aumenta su actividad por la sustitución de energía importada, cuyo valor añadido se quedaba en los países exportadores de combustibles fósiles, por energía renovable autóctona. Este sector es de hecho el que más aumenta entre 2021 y 2030, lo hace en 4,2 veces (entre 345 M€ a 1.438 M€).

El valor añadido del sector de la construcción también aumenta notablemente (entre 1.920 M€ en 2021 a 2.995 M€ en 2030) como consecuencia de las inversiones en rehabilitación de viviendas y el despliegue de todas las infraestructuras necesarias para el despliegue de las renovables o los coches eléctricos. Finalmente, el sector servicios acapara, como es lógico, una parte importante parte del aumento en el valor añadido dado su peso en el PIB (el 61% en la economía española). Este aumento en la actividad del sector servicios se explica por el aumento de los servicios asociados directamente al Plan, pero también por el efecto indirecto e inducido derivado del mayor crecimiento económico.

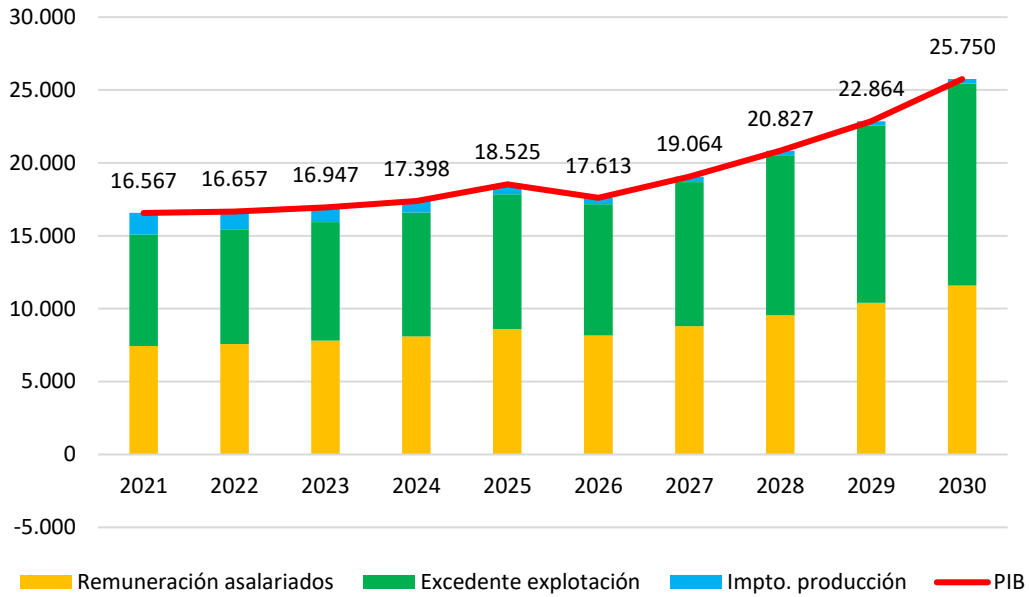
Figura 2.7. Impacto en el PIB: oferta (Millones de €)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Finalmente, el PIB por el lado de la renta (Figura 2.8) nos permite conocer la distribución de las rentas generadas entre capital y trabajo. La figura muestra que el Excedente Bruto de Explotación es el componente del PIB que más aumenta (entre 7.640 M€ y 13.858 M€). La razón es que la mayor parte del impacto proviene de las inversiones que necesitan ser rentabilizadas y también porque estas inversiones se canalizan hacia sectores industriales y energéticos que son relativamente más intensivos en capital. No obstante, la remuneración a los asalariados también aumenta de forma notable (entre 7.433 M€ y 11.587 M€). Finalmente, destacar que el Excedente Bruto de Explotación recoge también las rentas mixtas donde están incluidas las rentas de las empresas pequeñas o unipersonales y también de los autónomos.

Figura 2.8. Impacto en el PIB: rentas (Millones de €)

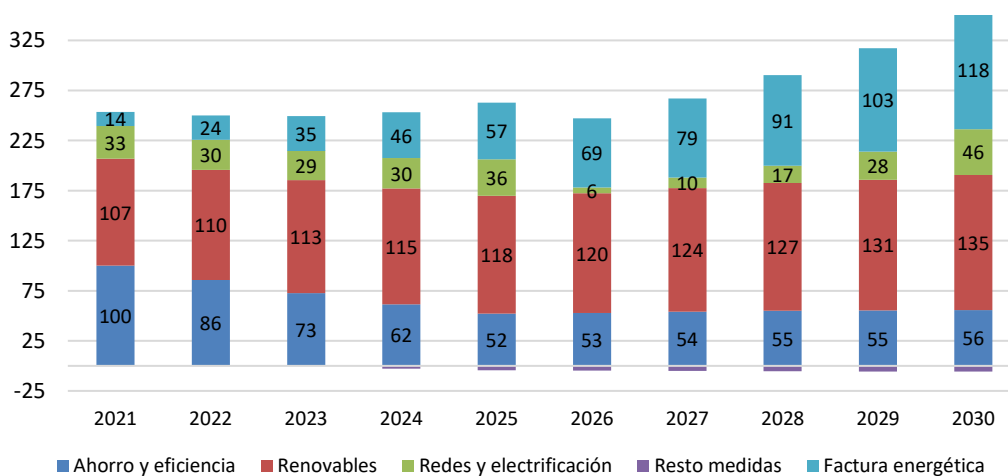


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

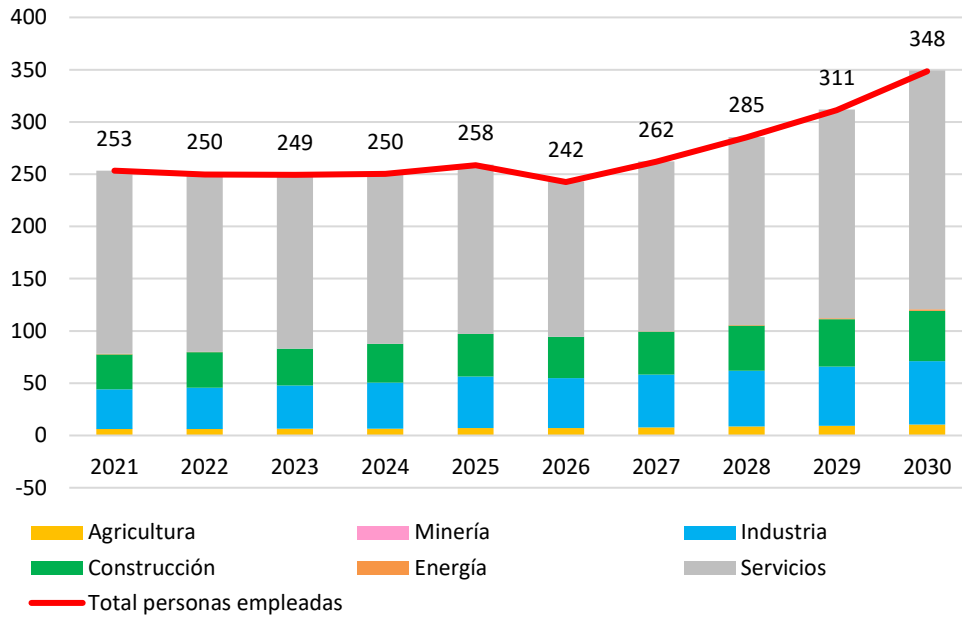
2.5.2. Empleo

El PNIEC genera un aumento en el empleo entre 242.000 y 348.000 personas por año (un aumento del 1,7% en el empleo en 2030). La tasa de paro se reduciría, frente al Escenario Tendencial, entre un 1,1% y un 1,6%. Al igual que en el caso del impacto del PIB, el empleo proviene de las inversiones en renovables, ahorro y eficiencia y redes y, a partir de 2025 del efecto de la reducción de la factura energética (Figura 2.9). Las inversiones en renovables generarían entre 107.000 y 135.000 empleos/año, mientras que las inversiones en ahorro y eficiencia energética generarían entre 52.000 y 100.000 empleos/año. Las inversiones en redes y electrificación generarían entre 6.000 y 46.000 empleos/año. Finalmente, el ahorro en la factura energética generaría indirectamente hasta 14.000 empleos/año en 2021 y hasta 118.000 empleos/años en 2030.

Figura 2.9. Impacto en el empleo por tipo de medida (miles de personas/año)

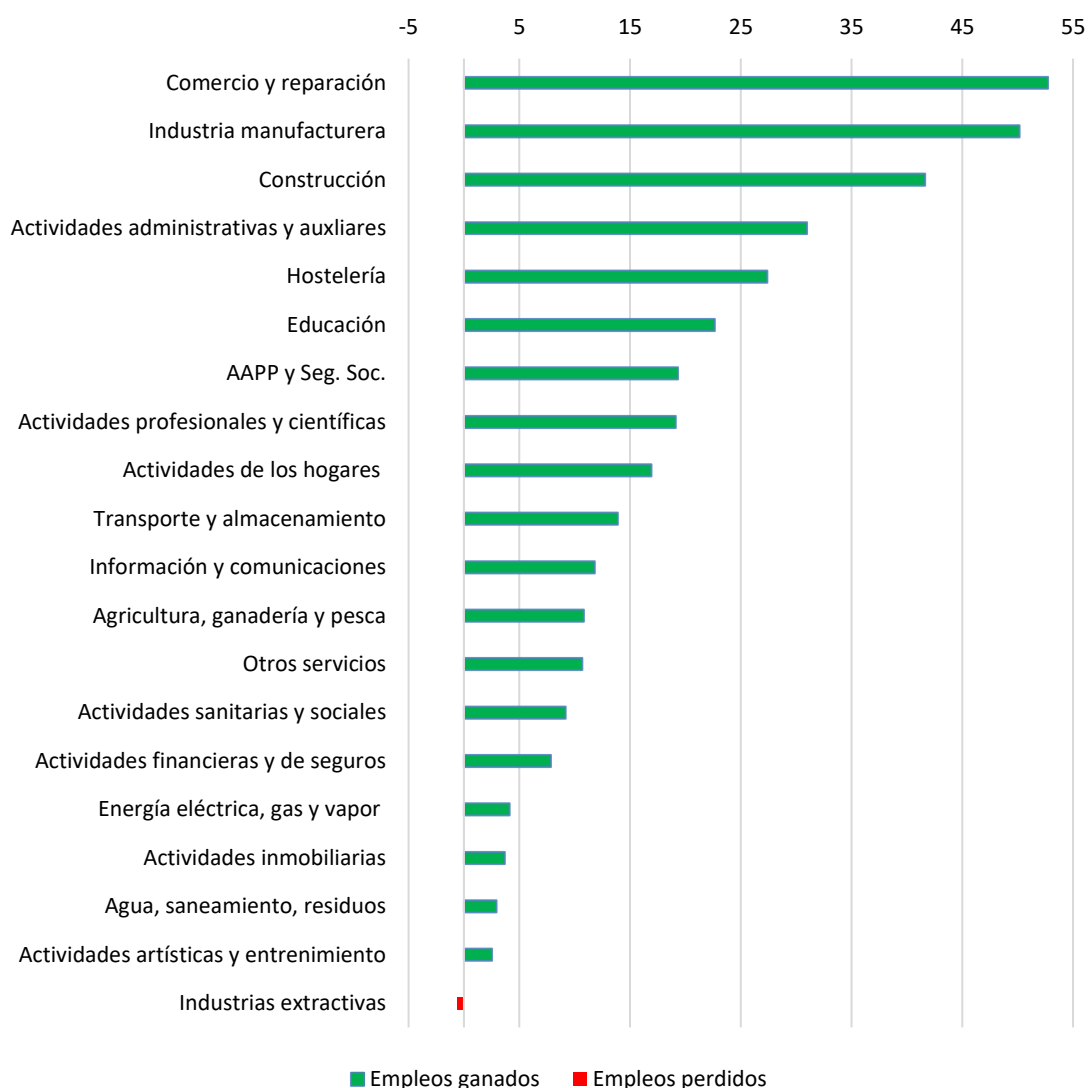


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Figura 2.10. Impacto en el empleo por sectores (miles de personas/año)

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La figura 2.10 recoge los empleos netos generados por los grandes sectores. Al igual que en el caso del PIB, el empleo neto es positivo, salvo en el caso del sector de la minería. El empleo en el sector industrial aumenta entre 38.000 y 61.000 personas/año. En la construcción el empleo aumenta entre 33.000 y 48.000 personas/año. Finalmente, y como ya se ha explicado con respecto al PIB, el empleo en el sector servicios aumenta de forma más notable, entre 148.000 y 228.000 personas, como consecuencia de los servicios asociados a las nuevas inversiones y por el efecto del crecimiento sobre la estructura económica española.

Figura 2.11. Impacto en el empleo por ramas de actividad (miles de personas/año)

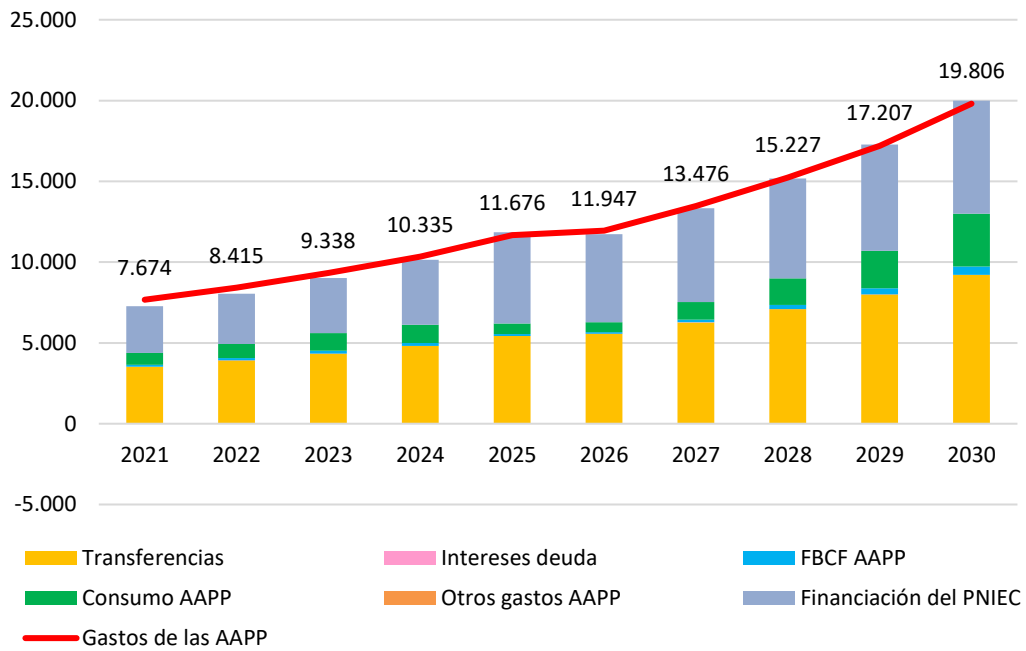
Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La figura 2.11 recoge el impacto en el empleo en 2030 según ramas de actividad de la contabilidad nacional (clasificación CNAE, a 20 sectores). Las ramas de actividad que más empleo generarían serían Comercio y reparación (52.700 empleos), Industria manufacturera (50.200 empleos) y Construcción (41.700 empleos). El sector eléctrico tendría una creación neta de empleo (4.100 empleos), incluyendo la pérdida de empleo asociada a la reducción de la actividad en las plantas de carbón y nucleares.

La única rama, según esta agregación, que obtiene una pérdida neta de empleo es la de las Industrias extractivas (-569 empleos), derivada de la reducción de la actividad en la extracción de carbón.

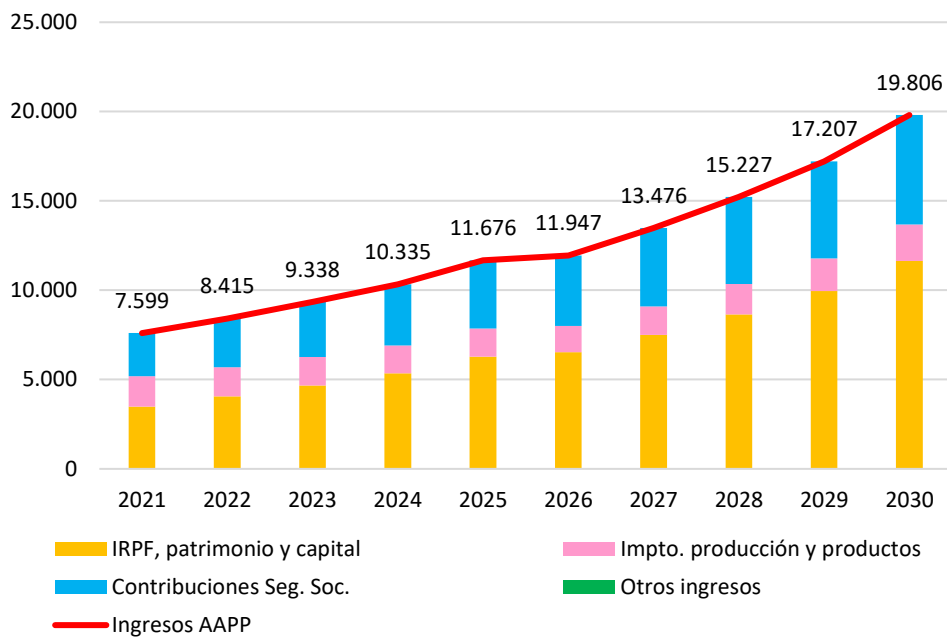
2.5.3. Administraciones públicas

La figura 2.12 recoge los gastos de las Administraciones públicas (a precios corrientes), los cuales aumentarían entre 9.400 M€ y 19.000 M€. Los gastos recogen los asociados al PNIEC (entre 3.473 M€ y 4.300 M€) y aquellos gastos adicionales fruto del aumento de la recaudación impositiva generada por el propio Plan.

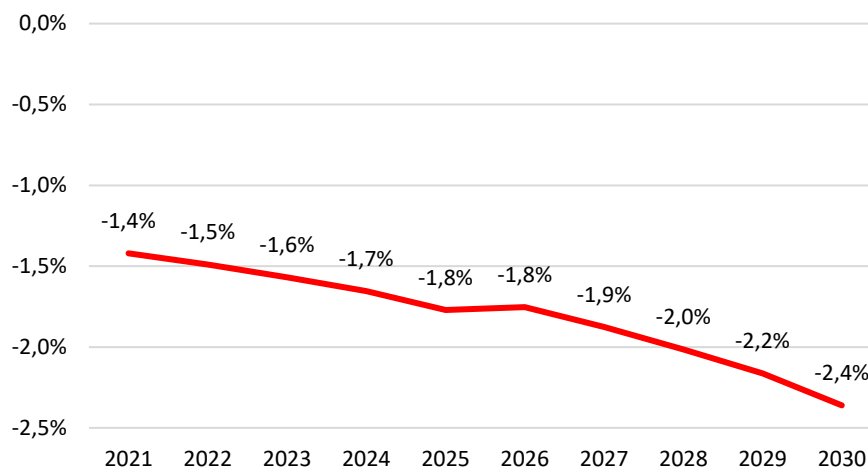
Figura 2.12. Impacto en las cuentas de la AAPP: gastos (Millones de €)

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Aunque algunos impuestos, como los impuestos a la energía, reducirían su recaudación, estos se verían compensados por un aumento de la recaudación por otras vías. En particular, los impuestos sobre la renta, patrimonio y capital aumentarían entre 3.492 y 11.643 M€ y las contribuciones a la Seguridad Social entre 2.413 M€ y 6.119 M€ (Figura 2.13).

Figura 2.13. Impacto en las cuentas de la AAPP: ingresos (Millones de €)

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Figura 2.14. Ratio deuda/PIB (% respecto al tendencial)

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Es importante destacar que el aumento del gasto público es fruto exclusivamente del impacto económico inducido por el Plan, ya que una de las restricciones que se han introducido es el cumplimiento del Pacto de Estabilidad y Crecimiento, lo que supone que el déficit público se reduce a cero en 2022 y se mantiene en equilibrio posteriormente. De hecho, la reducción del déficit, unido al mayor nivel de actividad económica, permite que la ratio entre deuda y PIB se reduzca un 2.4% en 2030 frente al Escenario Tendencial. (Figura 2.14).

2.5.4. Social

La integración de microdatos de hogares en DENIO nos permite analizar la dimensión social de la transición energética. Para ello se reportan algunos de los principales índices de desigualdad y medidas de pobreza energética. Antes de exponer los resultados de estas medidas, cabe mencionar que todas las medidas de desigualdad y pobreza energética están calculadas usando el gasto como proxy de la renta permanente. El uso del gasto como renta permanente se justifica por: i) los ingresos de los hogares están infrarrepresentados en la Encuesta de Presupuestos Familiares (ver por ejemplo López-Laborda et al. 2016), la cual es la principal fuente de datos de hogares para DENIO. ii) El gasto es una variable más próxima al ingreso vital permanente y sufre menos variaciones a lo largo de la vida de los individuos (Poterba, 1991).

A continuación, se exponen los principales resultados a nivel social desde tres enfoques distintos: i) desigualdad, ii) impactos por grupos sociales y iii) pobreza energética y hogares vulnerables.

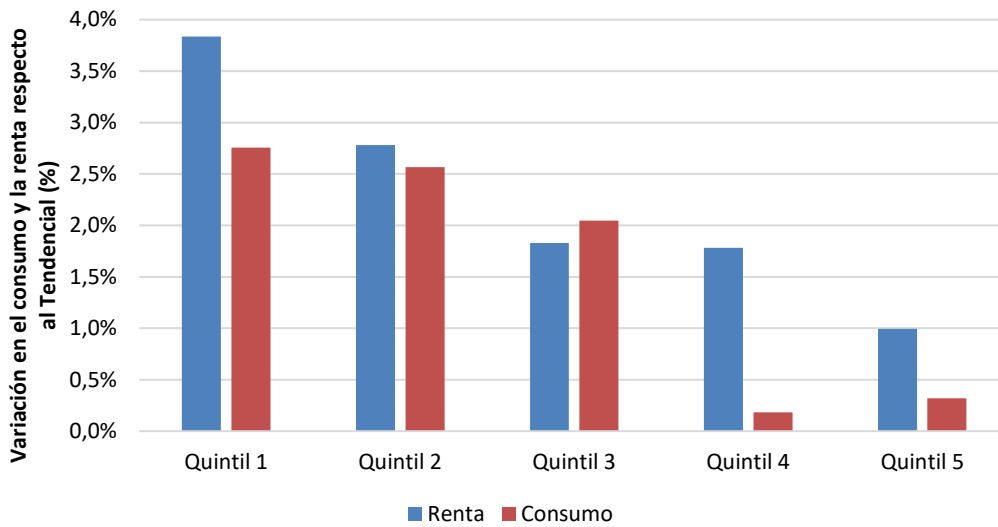
2.5.4.1. Desigualdad

La figura 2.15 muestra el efecto sobre el consumo y la renta por quintiles de renta, donde el quintil 1 agrupa al 20% de los hogares de menor renta y el quintil 5 al 20% de los hogares de mayor renta. El gasto y el ingreso aumentan en todos los quintiles, pero lo hace en mayor medida en los quintiles de menor renta, es decir, las medidas del PNIEC tienden hacia la progresividad ya que afectan más positivamente a los hogares de menor renta. Para medir el impacto real que este efecto tiene en la desigualdad se han calculado los siguientes dos índices: el *Índice de Gini* y el *Ratio 20/80*.

El Índice de Gini mide la desigualdad de ingresos de una población, pudiendo tomar valores entre 0 y 1. Un Índice de Gini con valor 0 representa una población totalmente igualitaria,

mientras que un Índice de Gini con valor 1 representa una sociedad completamente desigual. Cabe mencionar que el Índice de Gini se ha calculado a través del gasto total de los hogares incluidos en DENIO, de manera similar a los cálculos del Índice de Gini reportados por el INE¹⁸.

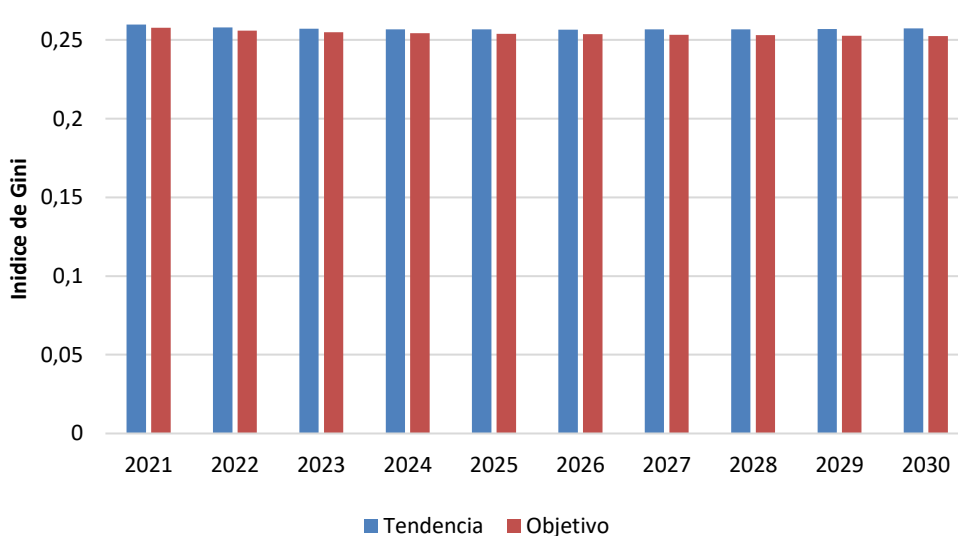
Figura 2.15. Variación en el consumo y la renta final 2030 por quintiles de renta (%)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La figura 2.16 muestra la evolución del Índice de Gini para el Escenario Tendencial y para el Escenario Objetivo. En cuanto al impacto del Escenario Objetivo sobre la desigualdad, se observa una pequeña reducción del Índice de Gini, sin embargo, estas variaciones son tan reducidas que no podemos asegurar que la transición energética propuesta en el Escenario Objetivo reduzca la desigualdad. Aunque los hogares más pobres se ven más beneficiados que los hogares más ricos, las diferencias son pequeñas (menos del 3% en la figura 2.15). De este modo, a pesar de que el impacto sobre los colectivos de menor renta es ligeramente positivo y tiende hacia la progresividad, el efecto a nivel agregado es muy pequeño como para afectar a los indicadores de desigualdad.

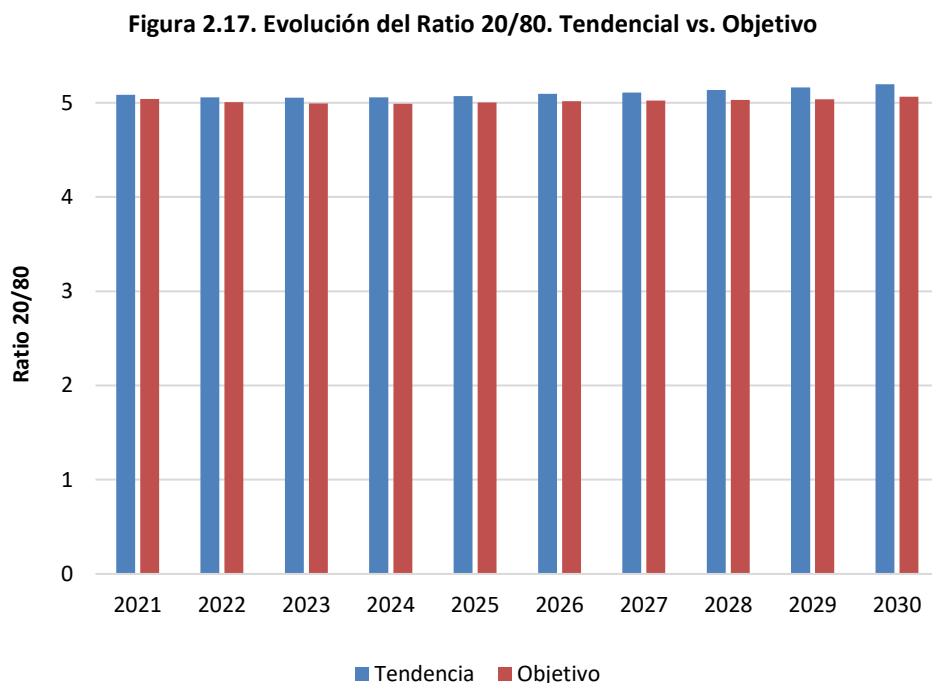
Figura 2.16. Evolución del Índice de Gini. Tendencial vs. Objetivo



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

¹⁸ Dentro del gasto total de los hogares se ha incluido el gasto imputado en vivienda. El Índice de Gini calculado para el año base de los datos de DENIO, 2014, es igual a 0,30, muy similar al 0,29 reportado por el INE para este año.

Con la finalidad de comprobar la robustez de los resultados expuestos por el Índice de Gini se ha calculado también el Ratio 20/80. Esta ratio mide el nivel de ingresos acumulado del 20% más rico de la población entre el ingreso acumulado del 20% más pobre. De este modo si el Ratio 20/80 es por ejemplo igual a 5, indica que el 20% de los más ricos acumulan 5 veces más ingresos que el 20% más pobre. La figura 2.17 muestra la evolución del Ratio 20/80 para el Escenario Tendencial y para el Escenario Objetivo.



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

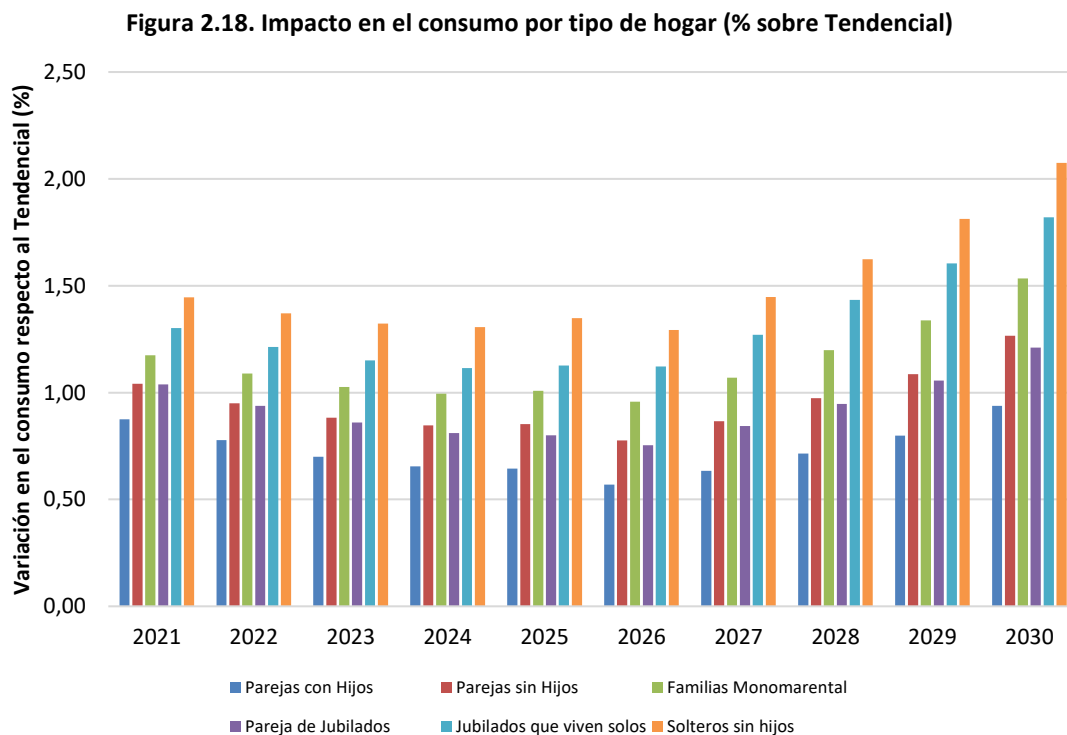
Al igual que mostraba la evolución del Índice de Gini, aunque en el Escenario Objetivo observamos una pequeña mejora del Ratio 20/80, no podemos asegurar que haya una mejora en términos de desigualdad respecto al Escenario Tendencial. Sin embargo, sí podemos asegurar que la transición energética planteada en ningún caso incrementa la desigualdad de los hogares españoles.

El reducido efecto en la desigualdad del Escenario Objetivo se explica a través del impacto directo en los hogares en el Escenario Objetivo. Como se ha apuntado, los hogares de renta más baja se ven más beneficiados, lo que provoca una pequeña bajada en los índices de desigualdad que, aunque no es suficiente para asegurar que se reduce la desigualdad, sí merece una explicación. La causa de la bajada de los índices de desigualdad y el mayor beneficio para los hogares de rentas bajas es provocada por la mejora de la eficiencia energética conseguida en el Escenario Objetivo. Los hogares de renta más baja tienen mayores gastos en términos proporcionales en electricidad y calefacción, así que la mejora de la eficiencia energética les permite mejorar su consumo y por lo tanto bajar la desigualdad. Sin embargo, este mayor efecto positivo en la desigualdad se ve compensado por la también mejora de la eficiencia del transporte privado, consumido en mayor proporción por rentas medias.

2.5.4.2. Grupos sociales

Esta subsección analiza los impactos que el Escenario Objetivo tiene sobre distintos grupos de hogares. Cuando se trata de mejorar la aceptabilidad pública de una política la desigualdad no es la única característica relevante, sino que también es necesario que sea inclusiva con los grupos vulnerables. A continuación, mostramos los impactos en el consumo total por distintos tipos de clasificaciones sociales.

La figura 2.18 muestra los impactos en el bienestar según los siguientes 6 tipos de familia: parejas sin hijos, parejas con hijos, familias monoparentales, solteros sin hijos, pareja de jubilados y jubilados que viven solos. Primero, se observa que la evolución del consumo de los hogares sigue una senda similar a la senda del PIB mostrada en el apartado 6.2, con forma de “U”. Esto es, el consumo es mayor en el Escenario Objetivo respecto al Tendencial en los primeros años del análisis y también en los últimos. Segundo, aunque el impacto en el consumo de los hogares es reducido, solo en algunos años es superior al 1% respecto al Tendencial. El impacto de las políticas depende por otra parte del tipo de familia, siendo los solteros que viven solos los más beneficiados, seguidos por los jubilados que viven solos y por las familias monoparentales.



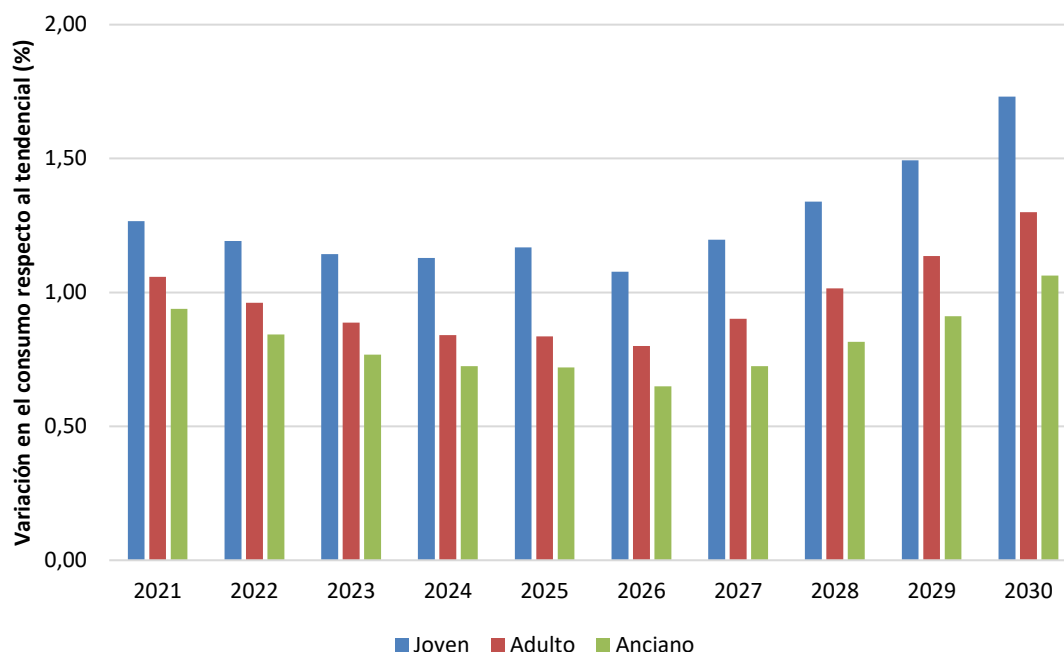
Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Como se ha apuntado anteriormente el principal efecto en los hogares viene provocado por las mejoras en eficiencia energética. Así, los grupos de hogares con mayores gastos proporcionales en energía se ven más favorecidos. Este es el caso de los solteros sin hijos. Este grupo de hogares está conformado por gente joven que gasta buena parte de sus ingresos en transporte privado. Así, la fuerte mejora en la eficiencia energética del sector transporte facilita que este grupo de hogares incremente su consumo en mayor medida.

Mención aparte merecen las familias monoparentales y familias jubiladas, ya que suelen ser hogares vulnerables. Estos hogares se caracterizan por dedicar buena parte de su consumo total a electricidad y calefacción. Así, la mejora de la eficiencia energética conlleva que estos grupos

se vean más favorecidos en el Escenario Objetivo. Dado que la mejora en la eficiencia energética viene marcada por la mejora en el transporte, estos hogares, aunque favorecidos por el Escenario Objetivo, no alcanzan el impacto encontrado en los hogares de solteros sin hijos.

Figura 2.19. Impacto en el consumo por edad del sustentador principal (% sobre Tendencial)

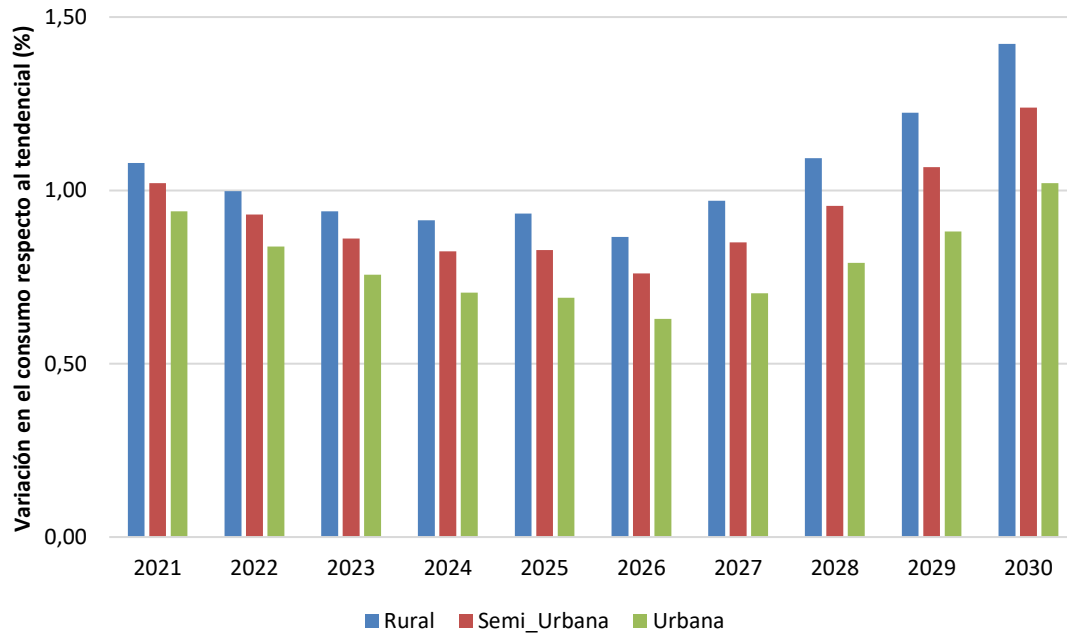


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

El efecto que la eficiencia energética tiene por tipo de familia se evidencia también cuando se distribuyen los hogares según la edad del sustentador principal (Figura 2.19). Como ocurre con los hogares de jubilados que viven solos, los hogares más mayores dedican una buena parte de su renta a consumos de electricidad y calefacción, así la mejora de la eficiencia energética les permite dedicar una mayor parte de su renta a otros consumos. Al igual que ocurría anteriormente en el grupo de solteros que viven solos, este efecto positivo es más acusado en los hogares más jóvenes, pues se ven más beneficiados por la importante mejora en la eficiencia energética del transporte.

Como se ha observado hasta ahora, el impacto de la transición energética es especialmente relevante en aquellos grupos sociales que tienen una mayor dependencia energética. Este es el caso de los grupos de hogares que viven en zonas rurales. Estos hogares gastan una importante proporción de su renta en calefacción pues suelen residir en zonas más frías. A su vez también dedican una importante proporción de su renta al transporte privado, un gasto fundamental en las zonas rurales y para el que apenas tienen capacidad de sustitución. De este modo, la mejora en la eficiencia energética se traduce en que los hogares de zonas rurales son los más beneficiados si analizamos el impacto en los hogares según el nivel de urbanidad de estos (Figura 2.20).

Figura 2.20. Impacto en el consumo según el nivel de urbanidad (% sobre Tendencial)

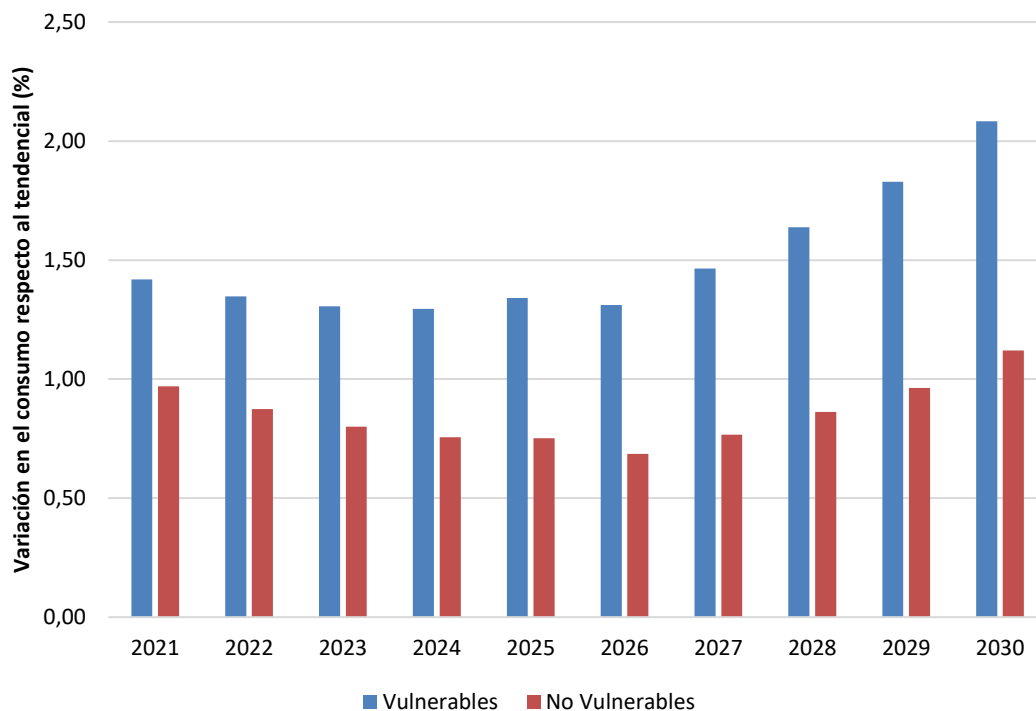


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

2.5.4.3. Hogares vulnerables y pobreza energética.

La figura 2.21 muestra el efecto sobre los consumidores vulnerables, según se definen en el Real Decreto-ley 15/2018 de 5 de octubre. La figura muestra un aumento en el consumo final de ambos grupos a lo largo del periodo del Plan, siendo el efecto para los consumidores vulnerables más positivo ya que se ven beneficiados de forma más notable por las medidas del Plan y porque el gasto energético supone mayor porcentaje sobre su renta disponible. Los consumidores vulnerables agrupan a los vulnerables y también a los vulnerables severos.

Figura 2.21. Variación en el consumo final entre hogares vulnerables y no vulnerables (%)

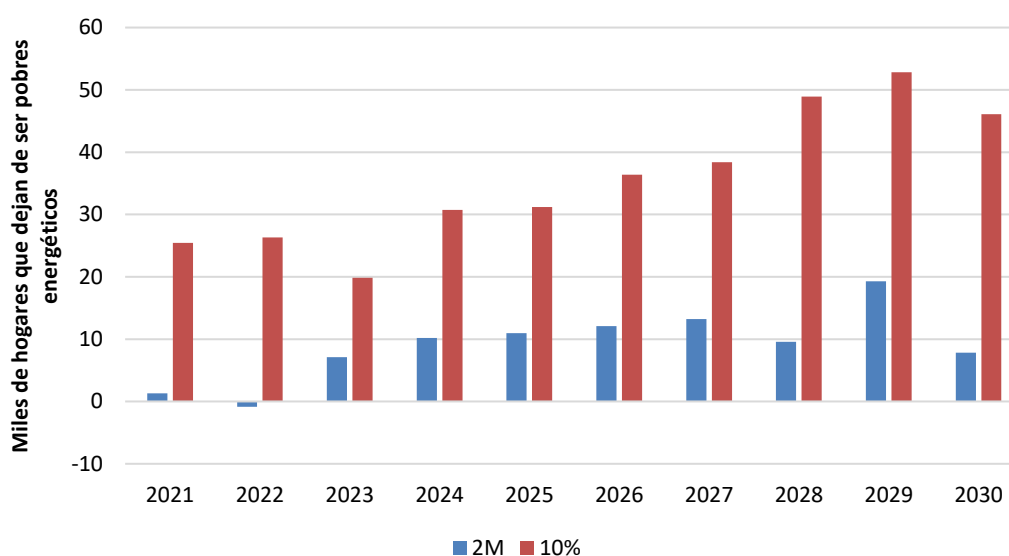


Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Para conocer la dimensión de la pobreza energética y su evolución a causa de la transición energética se ha calculado el número de hogares en riesgo de pobreza energética según los indicadores *2M* y *10%*. El indicador *10%*, considera un hogar en riesgo de pobreza energética si su gasto energético supone más de un 10% de su gasto total. Mientras que a través del indicador *2M* se considera que un hogar es pobre energético si su carga energética, es decir su porcentaje de gasto energético sobre su gasto total, es mayor que el doble de la mediana nacional.

Para la estimación de esta medida de pobreza energética se ha seguido una metodología similar a la llevada a cabo por Tirado Herrero et al. (2016 y 2018)¹⁹. Así, para calcular el gasto en energía por unidad de consumo equivalente se han utilizado los factores calculados por Tirado Herrero et al. (2016), mientras que para calcular el gasto total equivalente se ha utilizado la escala de la OCDE modificada.

Figura 2.22. Hogares que dejan de ser pobres energéticos según los indicadores 2M y 10%



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La figura 2.22 muestra la cantidad de hogares que dejan de ser pobres energéticos a causa del PNIEC. Se puede observar cómo, aunque con una dimensión distinta, en ambos índices hay un importante número de hogares que dejan de ser pobres energéticos. La diferencia de magnitud entre los indicadores se debe a la naturaleza de ambos. Mientras que el indicador del 10% es un criterio absoluto que no varía con el tiempo, el indicador 2M depende directamente de la evolución del gasto energético de todos los hogares. El indicador del 10% refleja el impacto en la mejora de la eficiencia energética en el Escenario Objetivo, la cual sumada al mayor ingreso de los hogares induce a que el número de hogares con altos consumos energéticos se reduzca notablemente. Por otro lado, el indicador *2M* depende de la mediana nacional, la cual varía en el tiempo, de ahí que su evolución sea más moderada que en el caso del indicador del 10%. Aunque en el Escenario Objetivo un amplio número de hogares continúan consumiendo por encima del doble de la mediana nacional, los resultados reportados por indicador del 10% indican que la factura energética para los hogares se reduce notablemente, con las

¹⁹ Debido a restricciones propias de DENIO se han modificado algunas variables respecto a los cálculos llevados a cabo en Tirado Herrero et al. (2016 o 2018). Así, en DENIO no hay diferencia entre el gasto energético llevado a cabo en la vivienda habitual o en otras viviendas. Por lo tanto, para calcular el gasto energético se ha utilizado el gasto total en energía del hogar, esto es, gasto en electricidad y gasto en calefacción independientemente de la vivienda en la que se lleva a cabo.

consecuencias sociales y en materia de pobreza energética que ello conlleva. Cuanto menor sea la factura energética, más asumible será para los hogares más vulnerables.

A pesar de las discrepancias entre ambos indicadores, teniendo en cuenta toda la información (incluyendo el impacto en los hogares vulnerables y en los grupos sociales), se puede asegurar que la transición energética implementada en el Escenario Objetivo no incrementa la pobreza energética. El efecto positivo observado en la figura 2.22 se produce por la mejora de la eficiencia energética de la electricidad y la calefacción, lo cual hace que mejoren ligeramente algunos colectivos vulnerables, como hemos mencionado en el apartado anterior.

Los resultados observados, tanto sobre desigualdad como sobre pobreza energética, ofrecen una visión similar y complementaria del impacto social del Plan. Existe una ligera mejora en el Escenario Objetivo, que se explica por el efecto del menor gasto energético de los hogares y los efectos positivos sobre colectivos vulnerables antes destacados. Los hogares de renta más baja y otros grupos sociales considerados potencialmente vulnerables (como los jubilados que viven solos o las familias monoparentales) se ven más beneficiados por las mejoras en eficiencia energética logradas en el Escenario Objetivo. Sin embargo, este efecto no es lo suficientemente potente para producir una reducción significativa de todos los indicadores de pobreza, también debido a la propia naturaleza del índice elegido. Finalmente, cabe mencionar que este análisis no incluye posibles futuras medidas de fiscalidad energético-ambiental, medidas que podrían tener un impacto más notable a nivel distributivo según cual sea su diseño.

2.5.5. Salud

Finalmente, se han analizado los impactos del PNIEC sobre la salud. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el año 2010 las muertes prematuras provocadas por la contaminación atmosférica en España alcanzaron las 14.042. Las medidas contenidas en el Plan consiguen reducir tanto las emisiones de GEI como las de los principales contaminantes atmosféricos.

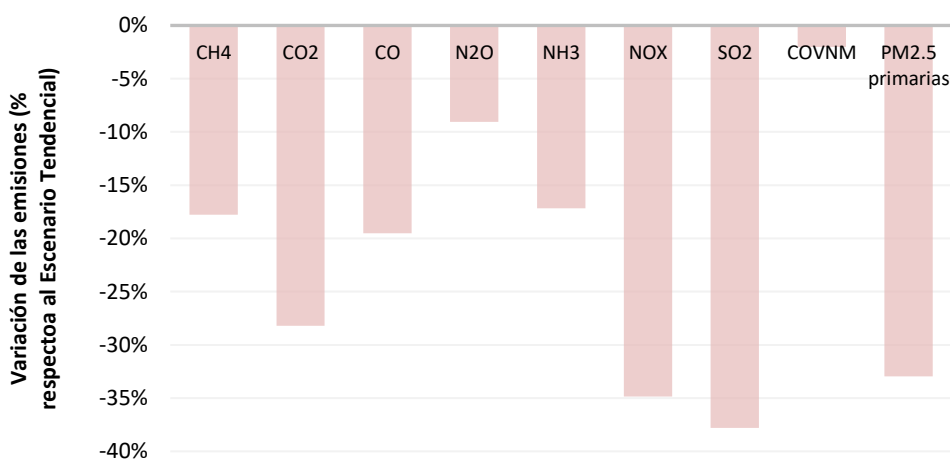
Las emisiones de PM2.5 primarias, se reducen un 31%, como consecuencia del uso de tecnologías más limpias. Además, el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos nitrosos (NOx), principales contaminantes para la formación de PM2.5 secundarias, se reducen un 44% y un 29% respectivamente debido a la reducción del carbón en el sector eléctrico, y por otro lado a la mejora de la eficiencia en los motores de combustión interna y la electrificación.

La serie de medidas aplicadas en el Escenario Objetivo hace que las muertes prematuras en el año 2030 se reduzcan en torno a 2.400 personas respecto al Escenario Tendencial, es decir, alrededor de un 27%.

De acuerdo con las principales instituciones en materia de salud, la contaminación supondría alrededor de 7.2 millones de muertes prematuras anuales en todo el mundo (Forouzanfar et al., 2016; OMS 2015, 2018), aunque recientes estudios indican que esta cantidad estaría infraestimada y el número de muertes prematuras sería aún mayor (Burnett et al., 2018; Lelieveld et al., 2019). De esta cantidad, se estima que alrededor de un 55-65% sería atribuida a la contaminación ambiental, relacionada con la quema de combustibles fósiles, generación de electricidad, transporte o agricultura. En España, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que, en el año 2010, las muertes prematuras provocadas por la contaminación atmosférica alcanzaron las 14,042 (WHO, 2015). Así, gracias a la integración de modelos en este apartado hemos incluido el impacto que la aplicación del PNIEC tiene sobre la salud y más concretamente sobre las muertes prematuras evitadas a causa de la reducción de emisiones.

Los contaminantes que más efectos producen sobre la salud son las partículas finas (PM2.5) y el ozono (O₃). Las emisiones de PM2.5 son el principal causante de muertes prematuras derivadas de la contaminación, causando problemas en los sistemas respiratorios (cáncer de pulmón), cardiovasculares o cerebrales (ataques isquémicos). En cuanto al ozono (O₃), aunque normalmente suele asociarse con daños en los sistemas agrícolas, también produce efectos importantes en la salud, relacionados con enfermedades de tipo respiratorio (Turner et al., 2016). La aplicación del PNIEC en el Escenario Objetivo produce que tanto las emisiones de CO₂ como las de los principales contaminantes atmosféricos disminuyan (Figura 2.23).

Figura 2.23. Variación de las emisiones de GEI y otros contaminantes en 2030 respecto al Escenario Tendencial (%)



Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Se puede apreciar que las emisiones de PM2.5 primarias²⁰ se reducen alrededor de un 33%. La principal fuente de emisión de partículas es la biomasa. A pesar de que, en el Escenario Objetivo, el consumo de biomasa aumenta significativamente, el progreso tecnológico provoca que el factor de emisión de este recurso se reduzca notablemente, por lo que, a nivel agregado, las emisiones absolutas de PM2.5 disminuyen progresivamente durante el periodo de análisis. Esta reducción es consistente con la normativa actual²¹, que exige que en 2030, las emisiones de PM2.5 primarias deban ser inferiores al 50% del valor del año 2010.

Además, el dióxido de azufre (SO₂) y los óxidos nitrosos (NO_x), que son los principales contaminantes atmosféricos para la formación de PM2.5 secundarias, se reducen alrededor de un 38% y un 35% para el año 2030, respectivamente. El principal determinante para la reducción del SO₂ es el cierre de las plantas térmicas de carbón del sector eléctrico. En cuanto al NO_x, las principales reducciones se dan en el sector transporte (50% de la reducción total), seguido del sector eléctrico (22%), lo que muestra la importancia de la electrificación del transporte analizada en el PNIEC.

En resumen, el PNIEC, a pesar de no establecer ningún objetivo de reducción de contaminantes, va a generar importantes co-beneficios, ya que los cambios en el sistema energético supondrán una reducción de emisiones tanto de las partículas primarias como secundarias (sobre todo NO_x y SO₂) que tendrá como consecuencia una disminución significativa del número de muertes prematuras derivadas de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, el Escenario Objetivo presenta importantes co-beneficios en términos de salud para todo el periodo.

²⁰ Entre las que se destacan el carbono negro ("black carbon") o las partículas orgánicas.

²¹ Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

2.6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE EL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Este apartado recoge un análisis de sensibilidad del impacto económico del PNIEC a los precios de los combustibles fósiles a 2030 utilizados para este estudio recomendados por la Comisión Europea. El análisis de sensibilidad se ha realizado únicamente sobre el modelo DENIO y, aunque no captura el efecto que tendrían sobre el mix energético o mix eléctrico, sí permite conocer el efecto de dicha variación en la parte relativa al impacto económico.

En el ejercicio de análisis de sensibilidad comparamos este escenario central de la Comisión Europea, con otros dos escenarios alternativos con una variación del +/-25% en todos los precios de los combustibles fósiles. Por ejemplo, en el caso del petróleo, y según IRENA, un escenario de cumplimiento del Acuerdo de París implicaría una reducción global del consumo de petróleo del 20% a 2030 con respecto a los niveles actuales, una bajada de la demanda que debería contener la previsible subida de precios en dicho año. Sin embargo, otros organismos como la IEA indican que también podría existir actualmente un “gap” de inversión lo que podría reducir la oferta y presionar al alza los precios. Este análisis de sensibilidad permite evaluar un rango mayor de situaciones futuras sobre las que existe una elevada incertidumbre.

La tabla 2.10 recoge los resultados sobre el PIB y el cuadro macroeconómico. Se observa que un menor aumento de los precios de los combustibles fósiles supone una reducción del impacto en términos del PIB, y viceversa. Una reducción de los precios de un 25% genera una reducción del 18% en el impacto del Plan en términos de PIB, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 9%. La variación del precio de los combustibles fósiles en último término afecta a la reducción en la factura energética derivada de las medidas de ahorro y eficiencia. Así, en un entorno de precios energéticos altos, el ahorro en la factura energética será mayor, lo que permitirá un mayor crecimiento del consumo, que a su vez generará un aumento en las inversiones no asociadas al Plan y también en la recaudación impositiva y consumo público. Lo contrario ocurriría en un entorno de precios menores.

Tabla 2.10. Análisis de sensibilidad del precio de la energía sobre el PIB en 2030, Escenario Objetivo respecto al Tendencial (Millones de €)

	Escenario p -25%	Escenario Central	Escenario p +25%
PIB	21.891	25.750	28.036
Consumo Final	4.447	10.026	12.712
Formación Bruta de Capital Fijo	20.547	21.265	21.717
Exportaciones	0	0	0
Importaciones	3.103	5.391	6.394

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

La tabla 2.11 recoge los resultados en términos de empleo por grandes categorías de sectores. Los empleos netos creados pasarían de 348.000 personas/año en el escenario central en 2030, a un rango entre 318.000 y 366.000. Una reducción del precio de un 25% genera una reducción del 10% en el empleo creado, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 5%. Los motivos detrás de este mayor/menor aumento son los mismos que los mencionados con respecto al PIB.

Tabla 2.11. Análisis de sensibilidad del precio de la energía sobre el empleo neto en 2030, Escenario Objetivo respecto al Tendencial (miles/año)

	Escenario p -25%	Escenario Central	Escenario p +25%
Total	318	348	366
Agricultura y pesca	10	11	11
Minería	-1	-1	-1
Industria	58	61	62
Construcción	46	48	50
Energía	1	1	1
Servicios	204	228	243

Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019

Finalmente, es importante destacar que los precios futuros de los combustibles fósiles no solo afectarán mediante la vía de la factura energética. También tendrán un efecto, por ejemplo, sobre el mix energético, sobre el grado de rentabilidad de las inversiones o sobre otras variables como es el propio crecimiento del PIB asumido en el Escenario Tendencial, algo que está fuera del alcance de este análisis de sensibilidad.

2.7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Esta sección recoge los principales supuestos y limitaciones del estudio de impacto económico y social del PNIEC 2021-2030:

- La determinación del nivel de inversiones en el Escenario Tendencial y Objetivo es determinante, ya que son las inversiones adicionales las generan el impacto económico. En la medida en la que puedan materializarse un nivel más alto de inversiones en el Escenario Tendencial, el impacto económico del PNIEC será menor, y viceversa²². Asimismo, las inversiones también tienen un componente de incertidumbre inherente a cualquier previsión a 2030 y que depende, entre otros factores, de la reducción de costes esperada en algunas inversiones como, por ejemplo, las inversiones en renovables.
- **Financiación de las inversiones:** se ha considerado que las inversiones asociadas al PNIEC podrán financiarse al coste habitual en los mercados. Para ello, la clave está en el cumplimiento de todas las medidas del Plan y en un marco regulatorio que garantice la seguridad y la estabilidad a los nuevos inversores. El modelo DENIO trata el sector financiero de forma exógena y a través de un número de variables limitado (tipos de interés, restricciones de liquidez, acumulación de activos y deuda de los hogares). Está fuera del alcance de estudio capturar explícitamente el efecto de la política monetaria y su interacción con la política fiscal. Tampoco se tiene en cuenta el posible efecto de expulsión (crowding out) que podría derivarse de las inversiones asociadas al Plan, aunque se considera que este efecto será limitado, algo coherente con la situación actual en España con una elevada capacidad ociosa y, en general, con unos tipos de interés históricamente bajos. Finalmente,

²² En el caso del ahorro y eficiencia se ha considerado la inversión directamente como adicional. Esto no quiere decir que no exista ahorro energético en el tendencial, sino que únicamente se capturan las inversiones necesarias para cumplir el ahorro energético adicional especificado en el artículo 3 de la Directiva y que por su naturaleza es una inversión adicional. Siguiendo con una filosofía similar, las inversiones en coches, furgonetas, motocicletas y autobuses eléctricos únicamente consideran el coste o inversión adicional frente a las alternativas fósiles, y no todo el coste de la inversión del vehículo. Finalmente, mencionar que se ha decidido no incluir las inversiones en trenes, metros y tranvías ya que su finalidad no está exclusivamente orientada a la consecución del Plan.

mencionar que, los costes de financiación no se incluyen como parte de la inversión y, por lo tanto, no generan un impacto económico.

- **Impactos y matrices de inversión:** el estudio utiliza, para calcular el impacto de las inversiones, las matrices de inversión por bienes y sectores según el nivel de desagregación proporcionado por el INE (enfoque “*top-down*”). Un enfoque alternativo podría haber consistido en caracterizar, para cada tipo de inversión, la estructura concreta de bienes y servicios necesaria para su materialización (enfoque “*bottom-up*”). Aunque este enfoque sería factible para el caso de las energías renovables, ya que existen algunos estudios al respecto, resultaría más complejo de realizar para todas las inversiones consideradas en el Plan. Esta limitación del estudio podría mejorarse en futuros trabajos, aunque en cualquier caso no se espera que tenga un efecto sustancial a nivel de impacto, aunque sí pueda tenerlo en la desagregación sectorial de los mismos.
- **Competitividad:** se ha considerado que la competitividad de los sectores, incluida la de industria, no se ve alterada por el PNIEC. Las empresas mantienen la misma capacidad que la actual para adaptarse a los cambios globales y operan en un entorno marcado por el cumplimiento del Acuerdo de París (mismos precios relativos). En este sentido se considera, por ejemplo, que el sector de la automoción no pierde nivel de producción ya que se transforma gradualmente en productor de vehículos eléctricos y en sus respectivos componentes. Siguiendo la misma filosofía, el estudio tampoco considera que el impulso a las energías limpias podría favorecer la creación en España de empresas y sectores punteros y/o estratégicos que podrían generar un mayor crecimiento en el futuro. Se ha adoptado este enfoque neutral ante los efectos de la competitividad por razones de homogeneidad en todos los sectores y por razones de sencillez, ya que es muy difícil aventurar estos cambios. No obstante, es posible analizar con más detalle efectos específicos siempre que existan previsiones concretas sobre la evolución para estos sectores.
- **Escenario Tendencial y parámetros:** El Escenario Tendencial utilizado tiene un impacto notable sobre los impactos económicos. Las simulaciones parten de un escenario macroeconómico a 2030 proporcionado por el MINECO. Este escenario hace una serie de supuestos como, por ejemplo, un aumento del PIB, una bajada de la población activa y una reducción de la tasa de paro. De la misma forma, se han incorporado al escenario los precios de la energía recomendados por la Comisión Europea y los costes de la electricidad. Todas estas proyecciones afectan en mayor o menor medida a los resultados sobre el impacto macroeconómico. De la misma forma, los parámetros del modelo DENIO han sido estimados económicamente utilizando diferentes fuentes de información y, como cualquier otra estimación, están sujetos a cierta incertidumbre. En base a esto, se ha realizado un análisis de sensibilidad sobre una de estas variables (precios de los combustibles fósiles), otros supuestos o variables podrían ser objeto de un análisis de sensibilidad más exhaustivo.
- **Efectos distributivos:** los efectos distributivos analizados favorecen a las rentas bajas y medias y a los colectivos vulnerables, pero no generan un cambio significativo en los indicadores de desigualdad. Aunque se han incluido políticas que tienen efectos redistributivos (como el bono social para la calefacción o exenciones fiscales para la rehabilitación de viviendas), de momento no se han incorporado otras medidas de mayor calado como las asociadas a la Estrategia de Transición Justa o la Estrategia de Pobreza Energética y que podrían mostrar unos efectos más notables. De la misma forma, el PNIEC

no incorpora en este análisis políticas de fiscalidad energética-ambiental que podrían también tener un efecto más amplio.

- **Efectos sobre la salud:** Las estimaciones del modelo TM5-FASST tienen algunas limitaciones técnicas en su aplicación para España. Primero, el modelo utiliza celdas de 1x1 grados por lo que, para recoger el efecto dispersión en las ciudades, aplica funciones medias globales. Además, el modelo reporta los datos a nivel regional, considerándose la Península Ibérica como una sola región. Para desagregar los resultados para cada país (España y Portugal) utilizamos la proporción de muertes prematuras entre ambos países derivadas de la contaminación para el año 2010 publicada por la Organización Mundial de la Salud y mantenemos dicha proporción constante. Finalmente, las funciones de exposición-respuesta utilizadas por el modelo son las descritas en Burnett et al. (2014). Sin embargo, nuevas investigaciones muestran que los co-beneficios obtenidos mediante dicha metodología podrían estar infra-estimados en un 20% (Burnett et al., 2018).
- **Impactos regionales:** el estudio ha utilizado la contabilidad nacional y los escenarios energéticos a nivel estatal y, por lo tanto, sus resultados solo pueden ofrecerse a una escala nacional. Para realizar una desagregación de los impactos por Comunidades Autónomas o por Provincias sería necesario “regionalizar” la información del modelo DENIO y la de las inversiones, algo que está fuera del alcance de este trabajo. Del mismo modo, las desinversiones y la reducción de la actividad asociada al carbón y a la nuclear, aunque generan un impacto específico en algunas comarcas (este efecto sí que está ha capturado), ha quedado incorporado a través de su impacto sectorial.
- **Movilidad y empleo:** el modelo asume plena movilidad en el mercado laboral, esto es, supone que los nuevos puestos de trabajo que se generan pueden ser ocupados tanto por personas desempleadas como por personas que cambian de sectores cuyo empleo se reduce (minería o centrales de carbón y nuclear) a otros en crecimiento (construcción o generación de electricidad por fuentes renovables), sin tener en cuenta la capacitación de dichos trabajadores o su localización geográfica.
- **Precios de la electricidad:** el estudio ha utilizado la variación de precios de la electricidad derivada del PNIEC estimada por el MITECO. Estos precios varían un -7% en 2025 y un -2% en 2030 cuando se compara el Escenario Tendencial y el Objetivo. Esta variación resulta de una ponderación entre la variación en el precio para los distintos tipos de consumidores estimada (consumidor doméstico, PYMES, industrial y grandes consumidores) y su consumo eléctrico. Este precio se ha introducido a todos los agentes económicos por igual ya que los tipos de consumidores para la tarifa eléctrica y los sectores económicos (CNAE) de la contabilidad económica no son fácilmente reconciliables.

2.8. CONCLUSIONES

Este informe analiza los impactos económicos, sociales y para la salud del Borrador Actualizado del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 para España, cuyo objetivo es establecer las políticas y medidas que consigan reducir un 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 2030 con respecto a niveles de 1990, y así avanzar en la senda hacia la neutralidad en carbono en 2050. El estudio, siguiendo el Reglamento de Gobernanza, diferencia entre un Escenario Tendencial (sin medidas adicionales) y un Escenario Objetivo (con medidas adicionales).

Los resultados del estudio se basan en el desarrollo de una metodología que interrelaciona los resultados del modelo energético TIMES-SINERGIA (utilizado para evaluar sendas coste-eficientes de mitigación), con el modelo económico y multisectorial DENIO (utilizado para analizar los impactos socio-económicos). Por otro lado, y con la finalidad de analizar los co-beneficios para salud, se ha utilizado el modelo de calidad del aire TM5-FASST. El estudio de impacto realizado es, por lo tanto, un análisis integrado (incluye las relaciones entre el sistema energético y económico), multisectorial (incluye todos los sectores económicos y no solo el energético o eléctrico), multidimensional (incluye otras dimensiones como los efectos sobre la salud) y social (aborda de forma consistente y conjunta los impactos macroeconómicos y su incidencia distributiva y social).

La información sobre las inversiones asociadas al PNIEC para el periodo 2021-2030 proviene de diversas fuentes como el Instituto para el Ahorro y la Diversificación Energética (IDAE), el MITECO, Red Eléctrica de España o la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

A continuación, se recogen las principales conclusiones del estudio:

1. Según la información aportada por las diferentes fuentes, se estima que la inversión total requerida alcanzará los 241 mil millones de euros (M€) entre 2021-2030. Estas inversiones se repartirían entre ahorro y eficiencia (35%), renovables (38%), redes y electrificación (24%) y resto medidas (3%). De estas inversiones 196 mil M€ pueden considerarse como inversiones adicionales con respecto al tendencial. Estas inversiones adicionales son las que pueden imputarse al PNIEC y las que, por lo tanto, generarán el impacto económico.
2. Atendiendo al origen de las inversiones, el 80% de la inversión total la realizaría el sector privado y el 20% el sector público. Se estima a su vez que parte de la inversión pública podría venir de fondos europeos (en torno al 5% de la inversión total).
3. Los impactos económicos derivados de las medidas contempladas en este Plan son relevantes y positivos. Estos impactos se derivan, por un lado, del efecto de las nuevas inversiones y, por otro, del cambio de modelo energético en el que, además de aumentar notablemente el ahorro y la eficiencia energética, se reduce considerablemente la importación de combustibles fósiles (67 mil M€ acumulados entre 2021 y 2030) que se sustituyen por energías renovables autóctonas que generan valor añadido en el territorio.
4. Las políticas del Plan supondrían un aumento del PIB de entre 16.500 y 25.700 M€/año respecto al Escenario Tendencial (+1.8% PIB en 2030). Este aumento del PIB se deriva del incremento de la actividad económica en diversos sectores económicos, principalmente en la industria, la construcción y el sector servicios.

5. En términos de empleo, el aumento en la actividad económica asociada al Plan supondría un impacto neto de entre 253.000-348.000 empleos/año (+1.7% en 2030). Esto supone que, aunque en algunos sectores se perderían empleos (como en el sector extractivo), el impacto neto en la economía sería muy favorable. Las inversiones en renovables (eléctricas y térmicas) generarían entre 107.000 y 135.000 empleos/año, las medidas de ahorro y eficiencia energética entre 52.000 y 100.000 empleos/año, y las inversiones en redes y electrificación hasta 46.000 empleos/año en 2030. Finalmente, el efecto del cambio del sistema energético generaría un impacto creciente hasta alcanzar los 118.000 empleos/año en 2030.
6. Desde la óptica de las Administraciones públicas las inversiones y ayudas contempladas en el PNIEC suponen un gasto público adicional de 4.000 M€/año de media entre 2021-2030. Este gasto adicional estaría compensado por un aumento en la recaudación impositiva de 12.500 M€/año de media entre 2021-2030, derivado de un mayor nivel de actividad económica.
7. Las políticas y medidas consideradas en el PNIEC favorecen a los hogares de menor renta y a los colectivos vulnerables. Además, no tienen efectos negativos en términos de desigualdad o de pobreza energética, cuyos indicadores mejoran ligeramente.
8. Finalmente, en cuanto a la calidad del aire, la emisión de contaminantes atmosféricos se reduciría y, con ello, las muertes prematuras, caerían alrededor de un 27% con respecto al Escenario Tendencial.

Este estudio tiene las limitaciones propias de las metodologías utilizadas y de las incertidumbres propias de cualquier ejercicio prospectivo a 2030. No obstante, una conclusión robusta, y similar a la encontrada para otros estudios realizada en otros países europeos es, que la reducción de emisiones de GEI no es solo necesaria para contribuir de forma solidaria a contener el problema del cambio climático o una obligación de cara cumplir con los objetivos comunitarios de la Unión Europea, también se trata de una oportunidad económica, y que podrá materializarse siempre y cuando se gestione y aproveche todo su potencial de una manera justa y eficiente.

Referencias bibliográficas

- Attademo, L., Bernardini, F., 2017. **Air pollution and urbanicity: common risk factors for dementia and schizophrenia?** *Lancet Planet. Health* 1, e90–e91.
- Bloomberg, 2018. **Electric Vehicle Outlook 2018**.
- Bowe, B., Xie, Y., Li, T., Yan, Y., Xian, H., Al-Aly, Z., 2018. **The 2016 global and national burden of diabetes mellitus attributable to PM 2.5 air pollution**. *Lancet Planet. Health* 2, e301–e312.
- Burnett, R.T., Pope, C.A., III, Ezzati, M., Olives, C., Lim, S.S., Mehta, S., Shin, H.H., Singh, G., Hubbell, B., Brauer, M., Anderson, H.R., Smith, K.R., Balmes, J.R., Bruce, N.G., Kan, H., Laden, F., Prüss-Ustün, A., Turner, M.C., Gapstur, S.M., Diver, W.R., Cohen, A., 2014. **An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure**. *Environ. Health Perspect.* <https://doi.org/10.1289/ehp.1307049>
- Burnett, R., Chen, H., Szyszkowicz, M., Fann, N., Hubbell, B., Pope, C. A., ... & Coggins, J. 2018. **Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(38), 9592-9597.
- Comisión Europea, 2016. **Technical report on Member State results of EUCO policy scenarios**.
- Deloitte 2018. **Hacia la descarbonización de la economía: la contribución de las redes eléctricas a la transición energética**, Monitor Deloitte, Madrid. <https://perspectivas.deloitte.com/contribucion-redes-electricas>
- Deloitte 2018 **Un modelo de transporte des carbonizado para España en 2050**, Deloitte, Madrid.
- Forouzanfar, M.H., Afshin, A., Alexander, L.T., Anderson, H.R., Bhutta, Z.A., Biryukov, S., Brauer, M., Burnett, R., Cercy, K., Charlson, F.J., others, 2016 **a. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015**. *Lancet*.
- Informe de Expertos (IE 2018). **Comisión de Expertos de Transición Energética. Análisis y propuestas para la descarbonización**.
- Kitous, A., Keramidis, K., Vandyck, T., Saveyn, B., Van Dingenen, R., Spadaro, J., Holland, M., 2017. **Global Energy and Climate Outlook 2017: How climate policies improve air quality**. Joint Research Centre (Seville site).
- Kratena, K., Streicher, G., Temurshoev, U., Amores, A.F., Arto, I., Mongelli, I., Neuwahl, F., Rueda-Cantucho, J.M., Andreoni, V. 2013. **FIDELIO 1: Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output Model for the EU27**. Luxembourg. European Commission. ISBN 978-92-79-30009-7.
- Kratena, K., Streicher, G., Salotti, S., Sommer, M., Valderas Jaramillo, J.M. 2017. **FIDELIO 2: Overview and theoretical foundations of the second version of the Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output model for the EU-27**. EU Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. ISBN 978-92-79-66258-4.
- López-Laborda, J., Marín-González, C. y Onrubia, J. (2016). **¿Qué ha sucedido con el consumo y el ahorro en España durante la Gran Recesión?: Un análisis por tipos de hogar**, Estudios sobre la Economía Española, 2016/20, Fedea.

Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Pizarro-Irizar, C., Arto, I., González-Eguino, M., 2018. **Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study**. *Lancet Planet. Health* 2, e126–e133.

Narain, U., Sall, C., 2016. **Methodology for Valuing the Health Impacts of Air Pollution**.

OCDE 2016: **The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution, 2016**. OECD Publishing.

Poterba, J.M. (1991). **Is the Gasoline Tax Regressive?** National Bureau of Economic Research.

Turner, M.C., Jerrett, M., Pope III, C.A., Krewski, D., Gapstur, S.M., Diver, W.R., Beckerman, B.S., Marshall, J.D., Su, J., Crouse, D.L., 2016. **Long-term ozone exposure and mortality in a large prospective study**. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 193, 1134–1142.

Van Dingenen, R., Dentener, F., Crippa, M., Leitao-Alexandre, J., Marnier, E., Rao, S., Solazzo, E., Valentini, L., 2018. **TM5-FASST: a global atmospheric source-receptor model for rapid impact analysis of emission changes on air quality and short-lived climate pollutants**.

World Health Organization, 2015. **Economic Cost of the Health Impact of Air Pollution in Europe: Clean Air**. Health Wealth WHO.

**IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE
LA SALUD PÚBLICA DEL BORRADOR ACTUALIZADO DEL
PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA
2021-2030**

ANEXOS

ANEXO A.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DENIO

(Modelo dinámico econométrico neo-keynesiano input-output para España)

El modelo DENIO se utiliza en este estudio para el análisis del impacto económico de las diferentes medidas y escenarios del PNIEC. DENIO es un modelo dinámico econométrico neo-keynesiano y representa un híbrido entre un input-output econométrico y un modelo de equilibrio general computable (CGE). Se caracteriza por la integración de las rigideces y las fricciones institucionales que hacen que en el corto plazo las políticas fiscales y las inversiones tengan un impacto diferente que a largo plazo. En el largo plazo, la economía siempre converge hacia un equilibrio de pleno empleo y en esa fase de equilibrio el modelo funciona de manera similar a un modelo CGE. A diferencia de un modelo CGE, DENIO describe explícitamente una senda de ajuste hacia este equilibrio.

DENIO es un modelo desagregado con un detalle de 74 sectores, 88 productos, 22.000 tipos de hogares y 16 categorías de consumo. Las ecuaciones se basan en un trabajo de estimación econométrica, usando datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), del Banco de España y de EUROSTAT. El modelo está calibrado para el año base 2014. DENIO está inspirado en el modelo FIDELIO (Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output Model) de la Comisión Europea (Kratena et al., 2013, Kratena et al. 2017). El modelo FIDELIO ha sido utilizado por la Comisión Europea para analizar el impacto económico del Clean Air Package (Arto et al., 2015). En el País Vasco también se ha utilizado un modelo de estas características (DERIO: Dynamic Econometric regional Input-Output model) para analizar el impacto económico de la Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco.

El crecimiento económico en DENIO está en el largo plazo movido por el crecimiento de la productividad total de los factores (TFP) a la cual corresponde una senda de precios y por lo tanto de competitividad de las exportaciones. Las exportaciones que por lo tanto son exógenas se ajustan en el Escenario Tendencial a la senda del crecimiento del PIB, dada por otras fuentes. Las importaciones son endógenas y no hay ninguna condición de equilibrio sobre el balance exterior.

En DENIO actúan dos mecanismos que determinan la característica Keynesiana del modelo en el corto plazo y la característica CGE a largo plazo: (i) la heterogeneidad de la propensión marginal al consumo respecto a la renta disponible, según la situación del sector financiero y (ii) el efecto sobre salarios/precios cuando la economía está en o por debajo de la tasa de paro de equilibrio (NAIRU). La propensión marginal al consumo también varía según grupos de renta. La versión actual de DENIO simplemente asume que esa propensión es cero en los quintiles 4 y 5 de la distribución de renta disponible.

Eso se ha derivado de estimaciones de sensibilidad del consumo a la renta a largo plazo (Kratena, et al., 2017). La economía española, que ha salido de la crisis de la zona del Euro (2010-2012) con una tasa de paro de un 20% y un sobreendeudamiento de los hogares, está a medio plazo caracterizada por el desapalancamiento de deuda y la bajada de paro. En este periodo, la inversión adicional del sector privado (impulsada por medidas políticas) o del sector público genera efectos de multiplicador Keynesiano. Cuando la economía haya llegado al equilibrio de pleno empleo y los balances financieros estén equilibrados, esos efectos de multiplicador se desvanecen.

Descripción detallada del modelo DENIO

El sub-modelo de demanda de los hogares comprende tres niveles. En el primer nivel se deriva la demanda de bienes duraderos (casas, vehículos) y la demanda total de no duraderos. El segundo nivel vincula la demanda de energía (en unidades monetarias y físicas) con el stock de bienes duraderos (casas, vehículos, electrodomésticos), teniendo en cuenta la eficiencia energética del stock. En el tercer nivel se determinan ocho categorías de demanda de bienes de consumo no duraderos (excepto energía) en un sistema de demanda flexible (Almost Ideal Demand System) que luego se dividen en los 88 productos del modelo de producción. El modelo está estimado utilizando micro-datos de la Encuesta de Presupuestos Familiares y de la Encuesta de Condiciones de Vida elaboradas por el INE.

El núcleo Input-Output del modelo se basa en tablas de Origen y Destino del año 2014 (último disponible) elaboradas por el INE. El modelo de producción vincula las estructuras de producción (tecnologías Leontief) de los 74 sectores y 88 productos a un modelo Translog con cuatro factores de producción (capital, trabajo, energía y resto de inputs intermedios). La demanda del factor energía se divide en 25 tipos que a su vez se enlazan con el modelo en unidades físicas (Terajulios y toneladas de CO₂). El conjunto de categorías de energía del modelo de sustitución de energías se vincula directamente con dos partes del modelo: (i) las cuentas físicas (Terajulios) de energía por industria (74 + hogares) y tipo de energía (25) de EUROSTAT y (ii) los productos e industrias de la energía de las tablas de origen y destino en unidades monetarias. Para ello se utilizan una serie de precios implícitos que vinculan usos/producción de energía en unidades física (TJ) y en términos monetarios. El elevado nivel de detalles del modelo energético permite enlazar el modelo DENIO con modelos *bottom-up* del sector energético/eléctrico (TIMES-SINERGIA).

El mercado laboral se especifica a través de curvas salariales, donde los aumentos salariales por industria dependen de la productividad, el índice de precios al consumo y la distancia al pleno empleo. La demanda de inputs intermedios se modela en tres pasos. En primer lugar, el modelo Translog estima la demanda total de intermedios de cada sector productivo. En segundo lugar, esta demanda se desagrega utilizando las estructuras productivas de la tabla de origen del marco Input-Output. Por último, la demanda intermedia se divide en productos nacionales e importados. La formación de capital también es endógena y se deriva de la demanda de capital por sector del modelo Translog, aplicando la matriz de formación de capital producto/sector. El modelo se cierra mediante la endogenización de partes del gasto e inversión públicos para cumplir con el programa de estabilidad a medio plazo para las finanzas públicas. Ese mecanismo de cierre de modelo forma parte del módulo del sector público. Ese módulo integra varios componentes de ingresos endógenos (impuestos a la renta, al patrimonio, el IVA, retribuciones de seguridad social). Entre los gastos, las transferencias son endógenas y crecen al ritmo del PIB. Los pagos de interés por la deuda pública también son endógenos y dependen de la senda de la deuda pública. El consumo público y la inversión son endógenas por el cierre de modelo descrito arriba.

Para las simulaciones del PNIEC, el modelo DENIO se ha utilizado en combinación con el modelo *bottom-up* TIMES-SINERGIA. En concreto se toma de este modelo los datos como el mix energético y eléctrico, intensidad y eficiencia energética por sector, precios e inversiones para analizar los impactos económicos en variables clave como el empleo, PIB, balanza comercial, distribución de renta, inflación, etc.

Referencias bibliográficas

Arto, I., Kratena, K., Amores, A.F., Temurshoev, U., Streicher, G. 2015. **Market-based instruments to reduce air emissions from household heating appliances. Analysis of scrappage policy scenarios.** European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. ISBN 978-92-79-50850-9.

Kratena, K., Streicher, G., Salotti, S., Sommer, M., Valderas Jaramillo, J.M. 2017. **FIDELIO 2: Overview and theoretical foundations of the second version of the Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output model for the EU-27.** EU Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. ISBN 978-92-79-66258-4.

Kratena, K., Streicher, G., Temurshoev, U., Amores, A.F., Arto, I., Mongelli, I., Neuwahl, F., Rueda-Cantuche, J.M., Andreoni, V. 2013. **FIDELIO 1: Fully Interregional Dynamic Econometric Long-term Input-Output Model for the EU27.** Luxembourg. European Commission. ISBN 978-92-79-30009-7.

ANEXO B.

INTEGRACIÓN DE MICRODATOS EN DENIO

Para analizar los impactos distributivos y sociales de manera efectiva, se deben combinar diferentes metodologías y fuentes de datos. Para el desarrollo de DENIO se han incorporado microdatos de hogares, lo cual permite evaluar los efectos microeconómicos y los impactos distributivos de la transición energética y así mostrar su impacto a nivel social. Como se ha especificado anteriormente, una de las principales ventajas y características de DENIO es la inclusión de hasta 22.000 hogares que representan al conjunto de la población española.

La inclusión de distintos consumidores permite un análisis mucho más exhaustivo de los impactos sociales de la transición energética. Habitualmente los modelos macroeconómicos solo tienen en cuenta la eficiencia de las políticas o escenarios a analizar, olvidando por tanto la dimensión social. Sin embargo, en DENIO la integración de hasta 22.000 hogares distintos permite hacer un análisis más preciso a nivel social, pudiendo evaluar la transición energética desde la perspectiva de la eficiencia y de la equidad. La desagregación del consumo en distintos hogares también permite que los resultados de las simulaciones se puedan aproximar mucho más a la realidad. En DENIO, a diferencia de otros modelos donde el consumidor está representado por un único agente, los impactos en la demanda final dependen directamente de los patrones de consumo y características de cada uno de los hogares incluidos, los cuales representan al conjunto de hogares españoles.

La principal base de datos utilizada para integrar los 22.000 hogares en el modelo es la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) de 2014. La EPF es una encuesta transversal representativa de toda la población española que recopila información anual sobre los patrones de consumo y las características socioeconómicas de los hogares españoles. Así, utilizando los patrones de consumo de los distintos hogares acorde a los nodos de consumo incluidos en DENIO, se pueden introducir tantos hogares como la EPF registra, en este caso 22.000 hogares. Cabe mencionar que la EPF aporta un factor poblacional por cada hogar encuestado. Este factor poblacional nos permite elevar los consumos de cada hogar y por lo tanto aproximar el análisis a todos los hogares de España.

Sin embargo, la integración de microdatos en un modelo de estas características no es inmediata y ha sido necesario incluir datos de otras fuentes estadísticas, así como realizar algunos supuestos. Una de las principales limitaciones de la EPF, es su escasa información sobre los ingresos de los hogares, así como el origen de estos. Aunque la EPF contiene información sobre ingresos mensuales de los hogares, esta variable tiene una alta tasa de no respuesta y como demuestran algunos estudios suele infrarrepresentar el ingreso de los hogares (López-Laborda et al. 2016). Así, para calcular el ingreso de cada hogar se han aplicado las estimaciones de ahorro calculadas para España sobre el gasto total de cada hogar. La utilización de las estimaciones de ahorro por nivel de renta ha sido elegida por dos razones. La primera es que para su cálculo se ha utilizado la Encuestas de Presupuestos Familiares. La segunda causa es que las estimaciones de ahorro de los hogares están presentadas por distintos niveles de renta (quintiles, para ser más concretos). Así, usando las tasas de ahorro por quintil de renta en la EPF se respeta la estructura de la desigualdad existente en España.

Finalmente, también ha sido necesario estimar el origen de las rentas de los hogares introducidos en el modelo. En DENIO cada uno de los hogares consume acorde a las estructuras

de consumo de cada uno de los nodos de consumo y en función de su renta disponible. Esta renta disponible depende de distintas fuentes de ingresos. En DENIO para calcular la renta disponible de los hogares se tienen en cuenta las siguientes 8 fuentes de ingresos: (1) Sueldos y Salarios; (2) Excedente bruto de explotación; (3) Cotizaciones sociales; (4) Transferencias del sector público; (5) Rentas de propiedades y dividendos; (6) Intereses pagados de la deuda; (7) Impuestos sobre el patrimonio e IRPF y (8) otras rentas. Dado que esta información no se contempla en la EPF, las fuentes de origen de las rentas de los hogares han sido completadas utilizando información de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV). La ECV, al igual que la EPF, es una encuesta transversal representativa de toda la población española cuyo objetivo fundamental es disponer de una fuente de referencia sobre estadísticas comparativas de la distribución de ingresos y la exclusión social en el ámbito europeo (INE 2018b).

Para completar las fuentes de ingresos en la EPF se ha calculado la estructura de ingresos (teniendo en cuenta las fuentes de ingreso incluidas en DENIO) de la ECV de 2014 por grupo de ingreso, más concretamente por ventíl de renta. Una vez calculada la estructura media de las fuentes de ingresos por ventíl de la ECV, se han aplicado estas mismas estructuras a los hogares de la EPF acorde al ventíl de ingresos al que corresponde cada hogar.

Al finalizar el proceso anteriormente detallado tenemos la siguiente información de cada uno de los hogares a integrar: patrones de consumo, ingreso total, origen de dichos ingresos y características recogidas en la EPF. Así, se dispone de un conjunto de datos de 22.000 hogares listo para ser integrados en DENIO. Finalmente, la integración se lleva a cabo a través de las estructuras de gasto e ingreso de los 22.000 hogares, pero respetando los valores incorporados en DENIO de las cuentas nacionales. Las tablas B.1 y B.2 muestran el consumo y el ingreso promedio de los bienes consumidos y de los ingresos de los hogares incluidos en DENIO por quintiles y por tipo de hogar.

Referencias bibliográficas

INE (2018a). **Encuesta continua de presupuestos familiares, base 2006**. Instituto Nacional de Estadística. www.ine.es

INE (2018b). **Encuesta de condiciones de vida, base 2013**. Instituto Nacional de Estadística. www.ine.es

López-Laborda, J., Marín-González, C. y Onrubia, J. (2016). **¿Qué ha sucedido con el consumo y el ahorro en España durante la Gran Recesión?: Un análisis por tipos de hogar**, Estudios sobre la Economía Española, 2016/20, Fedea.

Integración de microdatos en DENIO

Tabla B.1: Porcentaje de gasto según grupos de hogares																
BIENES	No Duraderos									Energéticos				Duraderos		
	Alimentación	Textil	Bienes de Hogar	Salud	Comunicaciones	Educación	Restauración	Serv. Financieros	Otros	Electricidad	Calefacción	Gasolinas	Transporte	Electrodomésticos	Vivienda	Vehículos
Media	18,9%	4,6%	3,1%	3,3%	3,2%	1,0%	7,5%	3,6%	8,3%	3,1%	1,8%	4,5%	1,2%	0,7%	31,3%	4,0%
Por grupo de ingresos (quintil)																
Q1	22,0%	2,8%	2,3%	2,0%	3,7%	0,2%	3,5%	3,6%	5,0%	4,6%	2,2%	2,4%	0,9%	0,6%	43,0%	1,1%
Q2	21,2%	3,9%	2,8%	2,7%	3,6%	0,5%	6,0%	3,9%	7,1%	3,5%	2,0%	4,3%	1,1%	0,7%	34,4%	2,3%
Q3	19,5%	4,8%	3,1%	3,3%	3,4%	0,8%	7,9%	3,7%	8,4%	2,9%	1,8%	5,3%	1,2%	0,8%	29,8%	3,2%
Q4	17,8%	5,4%	3,2%	3,8%	2,9%	1,3%	9,3%	3,7%	9,7%	2,5%	1,7%	5,5%	1,2%	0,8%	26,6%	4,8%
Q5	14,2%	6,0%	4,0%	4,5%	2,3%	2,2%	10,7%	3,3%	11,2%	1,9%	1,4%	5,0%	1,3%	0,7%	22,5%	8,8%
Edad del sustentador principal																
Adulto	18,5%	5,0%	2,8%	2,9%	3,3%	1,4%	8,5%	3,6%	8,8%	3,0%	1,7%	5,2%	1,3%	0,7%	28,7%	4,6%
Anciano	20,6%	3,5%	3,6%	4,1%	2,7%	0,2%	4,9%	3,9%	6,9%	3,4%	2,3%	2,8%	0,7%	0,8%	37,1%	2,6%
Joven	16,2%	5,7%	2,9%	2,6%	3,7%	0,9%	9,5%	3,1%	9,3%	2,9%	1,4%	5,7%	1,6%	0,7%	28,4%	5,5%
Tipo de Hogar																
Adultos Solos	16,4%	3,6%	3,4%	3,1%	3,1%	0,3%	5,7%	3,2%	6,7%	3,4%	2,1%	2,1%	1,1%	0,7%	42,6%	2,5%
Parejas sin Hijos	18,0%	6,1%	3,1%	3,0%	3,2%	1,6%	8,8%	3,6%	9,9%	2,8%	1,6%	5,8%	0,9%	0,7%	25,8%	5,2%
Parejas con Hijos	19,2%	3,9%	3,1%	3,7%	2,9%	0,2%	7,2%	4,0%	8,0%	3,1%	1,9%	4,3%	1,0%	0,8%	32,5%	4,1%
Monoparental	16,8%	6,2%	2,8%	2,5%	3,5%	1,4%	6,2%	2,8%	9,7%	3,4%	1,7%	2,9%	1,0%	0,8%	35,3%	3,1%

Integración de microdatos en DENIO

Tabla B.2: Porcentaje de ingreso de las principales fuentes según tipo de hogar				
	Sueldos y Salarios	Excedente Bruto de Explotación	Ayudas públicas	Rentas de Propiedad y Dividendos
Media	55,4%	9,2%	46,9%	6,2%
Por grupo de ingresos (quintil)				
Q1	27,3%	13,7%	68,5%	5,7%
Q2	41,3%	8,1%	56,6%	5,0%
Q3	55,4%	8,0%	46,8%	5,6%
Q4	68,7%	7,3%	37,8%	5,9%
Q5	84,3%	8,7%	24,7%	8,8%
Edad del sustentador principal				
Adulto	58,7%	8,9%	44,3%	6,4%
Anciano	50,4%	9,5%	50,7%	6,0%
Joven	51,2%	9,5%	50,0%	5,9%
Tipo de Hogar				
Adultos Solos	39,6%	11,9%	58,6%	5,9%
Parejas sin Hijos	61,1%	8,5%	42,6%	6,4%
Parejas con Hijos	55,2%	8,5%	47,0%	6,0%
Monoparental	43,8%	10,7%	55,4%	5,8%

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019

ANEXO C.**ESPECIFICACIÓN DEL MODELO AIDS**

(para los parámetros usados en el nodo de bienes no duraderos)

Para la especificación del nodo de consumo de bienes no duraderos se ha llevado a cabo la estimación de un modelo de demanda para calcular las elasticidades precio de sustitución, así como las elasticidades de ingresos de los distintos bienes que conforman este nodo. Posteriormente estas elasticidades son usadas para aplicar los parámetros correspondientes a la función de demanda de bienes no duraderos. Para la estimación del modelo de demanda de estos bienes se ha usado el ampliamente conocido "Sistema de Demanda Casi Ideal" (AIDS por sus siglas en inglés), propuesto en 1980 por Deaton and Muellbauer (1980). La principal ventaja de esta metodología es que permite una aproximación de primer orden a un sistema de demanda desconocido. Además, los modelos AIDS satisfacen los axiomas de la teoría de consumidor y no impone restricciones a la función de utilidad. Más concretamente se ha seguido su aproximación logarítmica (LAIDS), la cual para un grupo de bienes n se puede definir como:

$$W_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln \left(\frac{Y_i}{\tilde{p}} \right) + t + \sum_{d=1}^7 d_d + e_{it} \quad [1]$$

donde W_i representa el porcentaje de consumo del bien i (sobre el consumo total de los bienes incluidos), α_i es la constante, p_j es el precio del bien j , \tilde{p} se refiere al Índice de precios de Stone, Y es el ingreso (por lo que, Y/\tilde{p} representa el ingreso real), t es una variable de tendencia que captura el efecto del tiempo (tomando valores de 1 para 2006 y de 11 para 2016). Por último d_d es un set de "d" variables dummies o variables de control que capturan el efecto de distintas características de los hogares incluidos: años de crisis (es decir años posteriores o anteriores a 2008); comunidad autónoma donde reside; situación profesional del sustentador principal; número de miembros del hogar; sexo del sustentador principal; edad del sustentador principal y grado urbanidad del hogar. Finalmente e_{it} es el término de error. Las restricciones de suma y homogeneidad de la ecuación [1] son las siguientes:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad [2]$$

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{ij} = 0 \quad [3]$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \quad [4]$$

La condición de simetría viene dada como:

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji} \quad [5]$$

Finalmente, la suma de W_i también debe satisfacer que:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad [6]$$

El modelo AIDS se lleva a cabo para analizar la demanda bienes no duraderos, incluyendo 9 grupos de bienes distintos: (1) Alimentos y bebidas; (2) Ropa y calzado; (3) Bienes no duraderos del hogar (muebles, alfombras, vajillas, etc.); (4) Gastos médicos; (5) Telecomunicaciones; (6) Educación; (7) Hostelería y restauración; (8) Servicios financieros y (9) Otros bienes no

Especificación del modelo AIDS

duraderos. Como el modelo de AIDS se compone de un sistema de ecuaciones dependientes, la ecuación que corresponde al grupo 9 se ha eliminado en el proceso de estimación para evitar problemas de singularidad. La matriz de elasticidades del modelo AIDS ha sido calculada siguiendo las siguientes expresiones:

$$\text{Elasticidad Marshalliana precio-propia: } \varepsilon_{ii} = \frac{Y_{ii}}{w_i} - \beta_i - 1 \quad [7]$$

$$\text{Elasticidad Marshalliana precio-cruzado: } \varepsilon_{ij} = \frac{Y_{ij}}{w_i} - \beta_i \quad [8]$$

$$\text{Elasticidad de ingresos: } \theta_i = \frac{\beta_i}{w_i} + 1 \quad [9]$$

Los datos utilizados en el proceso de estimación han sido tomados de los microdatos de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) (INE, 2018). La EPF es una encuesta transversal representativa de todos los hogares españoles que recopila información anual sobre los patrones de consumo y las características socioeconómicas de los hogares. La EPF recopila información anual de unos 20.000 hogares. Para la estimación del AIDS se han usado los datos de la EPF para el periodo comprendido entre 2006-2016. Una de las principales limitaciones de la estimación llevada a cabo es la falta de una encuesta continua de hogares, pues la EPF es una encuesta transversal para cada año, por eso se han usado los datos cruzados de cada uno de los años incluidos en la estimación, es decir no se ha transformado los datos en una serie temporal continua. En la estimación de la ecuación [1], el gasto de los hogares se utiliza como proxy del ingreso debido a que los ingresos de los hogares están infrarrepresentados en las encuestas de gasto (ver por ejemplo Wadud et al., 2009 o López-Laborda et al. 2018) y también porque el gasto es una variable más próxima al ingreso vital permanente y sufre menos variaciones a lo largo de la vida de los individuos (Poterba, 1991). Dado que los grupos de gasto analizados se componen de distintos bienes y productos, no se dispone en la estadística nacional de precios específicos para los grupos seleccionados, por ello ha sido necesario construir un índice de precios por grupo a partir de los índices de precios de consumo (IPC, INE 2018) de cada subgrupo de gasto. Para ello se ha construido un Índice de Stone para cada grupo de gasto a partir de los índices de precios por comunidad autónoma en base 2006 de cada subgrupo. Una de las principales ventajas de este proceso es que permite introducir heterogeneidad en los precios de cada grupo de gasto e individuo y, así, facilitar la estimación del modelo de demanda AIDS.

Las elasticidades precio e ingreso obtenidas se muestran en la tabla C1. La última columna de la tabla representa las elasticidades de ingresos, mientras que el resto representan las elasticidades de los precios. La diagonal principal (color más oscuro) de la matriz muestra las elasticidades precios-propias, mientras que los elementos restantes son de precios cruzados. Como se puede observar, y cabría esperar, las elasticidades precio-propias tienen signo negativo, mientras que las elasticidades de ingreso son positivas.

Especificación del modelo AIDS

Tabla C1: Elasticidades precio (propias y cruzadas) y elasticidades del ingreso.										
	Alimentación	Textil	B. Hogar	Salud	Comunicaciones	Educación	Restauración	Serv. Financieros	Otros	Ingreso
Alimentación	-1.76	0.83	0.39	0.89	-0.08	-0.09	0.69	0.13	-0.65	0.58
Textil	2.71	-2.29	-1.27	-1.36	0.27	0.71	-0.45	-0.32	0.72	1.34
B. Hogar	1.30	-1.73	-0.23	-1.45	0.78	0.17	-1.42	0.23	1.19	1.30
Salud	4.83	-2.18	-1.72	-2.14	1.22	0.74	-1.88	0.28	-0.36	1.41
Comunicaciones	-1.29	0.45	0.84	1.11	-0.70	-0.87	0.05	0.52	-0.88	0.58
Educación	-5.99	4.58	0.83	2.89	-3.94	-1.92	1.84	1.23	-0.63	1.89
Restauración	1.31	-0.32	-0.70	-0.78	-0.05	0.14	-1.65	-0.34	0.91	1.39
Serv. Financieros	-0.07	-0.36	0.25	0.26	0.47	0.28	-0.58	-0.59	-0.51	0.74
Otros	-1.94	0.39	0.46	-0.18	-0.43	-0.11	0.84	-0.29	-0.23	1.37

Referencias bibliográficas

Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980): **An almost Ideal Demand System**. *American Economic Review*, 70, 312–326.

Hills, J., 2012. **Getting the measure of fuel poverty. Final Report of the Fuel Poverty Review., CASE report 72**. Centre for Analysis of Social Exclusion. The London School of Economics and Political Science., London, UK.

López-Laborda, J., Marín-González, C. y Onrubia, J. (2016). **¿Qué ha sucedido con el consumo y el ahorro en España durante la Gran Recesión?: Un análisis por tipos de hogar**, Estudios sobre la Economía Española, 2016/20, Fedea.

Poterba, J.M. (1991). **Is the Gasoline Tax Regressive?** National Bureau of Economic Research.

Tirado Herrero, S., Jiménez Meneses, L., López Fernández, J.L., Perero Van Hove, E., Irigoyen Hidalgo, V., Savary, P., (2016). **Pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de análisis**. Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid.

Tirado Herrero, S., Jiménez Meneses, L., López Fernández, J.L., Perero Van Hove, E., Irigoyen Hidalgo, V., Savary, P., (2018). **Pobreza Energética en España. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatal**. Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid.

Wadud, Z., Graham, D. J. and Noland, R. B. (2009). **Modelling fuel demand for different socio-economic groups**, *Applied Energy*, 86, 2740–9.

ANEXO D.**DESCRIPCIÓN DE TM5-FASST**

Como se ha detallado anteriores secciones, para el cálculo de los co-beneficios se van utilizar los datos del inventario de emisiones para España, y las estimaciones hasta el año 2030. Una vez calculadas, dichas emisiones se transforman en niveles de concentración de partículas y ozono, que son los elementos a través de los que se obtienen los efectos sobre la salud. Para ello, en este estudio se utiliza el modelo de calidad del aire TM5-FASST.

El TM5-FASST es un modelo tipo “fuente-receptor” global de calidad del aire (AQ-SRM) desarrollado por el Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea en Ispra, Italia. Permite analizar los efectos en términos de salud o daños ecosistémicos derivados de diferentes escenarios o sendas de emisiones. A través de información meteorológica o químico-atmosférica, el modelo analiza cómo las emisiones de una determinada fuente afectan a los diferentes receptores (en celdas) en términos de concentración, exposición y, en consecuencia, de muertes prematuras. Toda la documentación sobre este modelo puede encontrarse en Van Dingenen et al., 2018. Ha sido utilizado para realizar diferentes estudios a nivel global o regional entre los que se encuentran (Kitous et al., 2017) o (Markandya et al., 2018). También ha sido utilizado por instituciones como la OCDE para proyectar, a futuro, los posibles efectos en términos de salud (OCDE, 2016).

Los niveles de concentración de un determinado contaminante serán calculados mediante la siguiente ecuación lineal:

$$C_{ij}(x, y) = c_j(y) + A_{ij}(x, y)E_i(x) \quad (1)$$

Esta ecuación define el nivel de concentración de un contaminante j en el receptor/celda y derivada de la emisión del precursor i emitido en la fuente x (es decir, $C_{ij}(x, y)$) como la suma de una constante espacial (c_j) más la emisión del precursor i en la fuente x , multiplicado por un coeficiente fuente-receptor ($A_{ij}(x, y)$) que refleja la relación entre la fuente x con el receptor y .

Estos coeficientes, que representan las diferentes relaciones entre fuentes y receptores/celdas, han sido previamente calculados aplicando una perturbación en las emisiones del 20% sobre un escenario de referencia y calculando los niveles de concentración como explica la ecuación (1). A pesar de que el modelo cubre todo el mundo mediante celdas de $1^\circ \times 1^\circ$ (100 km), este proceso fue realizado para 56 regiones (fuentes). Así, cada uno de estos coeficientes, para cada receptor, puede definirse mediante la siguiente ecuación:

$$A_{ij}(x, y) = \Delta C_j(y) / \Delta E_i(x) \quad (2)$$

Donde $\Delta E_i(x) = 0.2 * e_i(x)$, siendo $e_i(x)$ las emisiones en el escenario de referencia.

Hay que tener en cuenta que además de que los gases emitidos en cierta fuente x pueden afectar a distintos receptores y , cada precursor también puede afectar indirectamente a los niveles de concentración de más de un contaminante j . Por ejemplo, las emisiones de NO_x (que es un gas precursor) afectan no solo a la formación de partículas PM_{2.5} en la atmósfera, sino que también influyen en los niveles de ozono (O₃).

Descripción de TM5-FASST

Por eso, el nivel de concentración total del contaminante j en el receptor (la celda) y , que resulta de la emisión de todos sus precursores i , en todas las fuentes x se define como:

$$C_j(x, y) = c_j(y) + \sum_x \sum_i A_{ij}(x, y)[E_i(x) - e_i(x)] \quad (3)$$

Una vez obtenidos los niveles de concentración de los contaminantes, el modelo permite analizar diferentes efectos derivados de dichos niveles, como los impactos de la contaminación en la salud, los posibles daños en los sistemas agrícolas, o las deposiciones en el Ártico. Sin embargo, este estudio se centra en los efectos que los niveles de concentración de partículas finas (PM2.5) y ozono provocan en la salud humana.

Estos efectos son calculados como muertes prematuras derivadas de la exposición a dichos contaminantes (PM2.5 y O₃), teniendo en cuenta las distintas causas definidas en Forouzanfar et al., 2016a, entre las que se encuentran enfermedades cardio-vasculares, respiratorias, embolias o cáncer de pulmón. Los parámetros y el cálculo de las muertes prematuras por enfermedad están detallados en Burnett et al., 2014.

Referencias bibliográficas

- Attademo, L., Bernardini, F., 2017. **Air pollution and urbanicity: common risk factors** Burnett, R.T., Pope, C.A., III, Ezzati, M., Olives, C., Lim, S.S., Mehta, S., Shin, H.H., Singh, G., Hubbell, B., Brauer, M., Anderson, H.R., Smith, K.R., Balmes, J.R., Bruce, N.G., Kan, H., Laden, F., Prüss-Ustün, A., Turner, M.C., Gapstur, S.M., Diver, W.R., Cohen, A., 2014. **An Integrated Risk Function for Estimating the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure**. Environ. Health Perspect. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307049>
- Forouzanfar, M.H., Afshin, A., Alexander, L.T., Anderson, H.R., Bhutta, Z.A., Biryukov, S., Brauer, M., Burnett, R., Cercy, K., Charlson, F.J., others, 2016a. **Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015**. Lancet.
- Kitous, A., Keramidis, K., Vandyck, T., Saveyn, B., Van Dingenen, R., Spadaro, J., Holland, M., 2017. **Global Energy and Climate Outlook 2017: How climate policies improve air quality**. Joint Research Centre (Seville site).
- Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S.J., Van Dingenen, R., Pizarro-Irizar, C., Arto, I., González-Eguino, M., 2018. **Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study**. Lancet Planet. Health 2, e126–e133.
- Narain, U., Sall, C., 2016. **Methodology for Valuing the Health Impacts of Air Pollution**.
- OCDE 2016: **The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution, 2016**. OECD Publishing.
- Searl, A., Ferguson, J., Hurley, F., Hunt, A., 2016. **Social Costs of Morbidity Impacts of Air Pollution** (OECD Environment Working Papers No. 99).
- Van Dingenen, R., Dentener, F., Crippa, M., Leitao-Alexandre, J., Marmer, E., Rao, S., Solazzo, E., Valentini, L., 2018. **TM5-FASST: a global atmospheric source-receptor model for rapid impact analysis of emission changes on air quality and short-lived climate pollutants**.

Cuadro macroeconómico del escenario Tendencial (€ 2014)

ANEXO E.

CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO TENDENCIAL (€ 2014)

	2014	2020	2025	2030
Producto interior bruto a precios de mercado: demanda	1.037.820	1.226.473	1.337.170	1.424.983
Gasto en consumo final de los hogares y de las instituciones privadas sin fin lucro	637.365	757.747	752.523	759.110
Gasto en consumo final de las AAPP	202.048	198.980	208.423	225.091
Formación bruta de capital	201.878	234.530	258.797	280.441
Exportaciones	301.495	420.493	573.281	665.582
Importaciones	304.967	385.276	455.854	505.240
- Importaciones Energéticas	45.195	55.901	58.531	62.248
- Importaciones No Energéticas	259.772	329.375	397.322	442.991
Producto interior bruto a precios de mercado: oferta	1.037.820	1.226.473	1.337.170	1.424.983
Agricultura, silvicultura, pesca	25.260	31.664	37.487	41.399
Minería	2.396	2.845	3.265	3.574
Industria	138.815	172.376	204.936	226.096
Construcción	53.128	59.304	62.837	66.328
Energía	24.643	29.786	33.073	35.674
Servicios	700.228	819.142	885.134	939.967
Impuestos netos sobre los productos	93.350	111.356	110.437	111.944
Producto interior bruto a precios de mercado: rentas	1.037.820	1.226.473	1.337.170	1.424.983
Remuneración de los asalariados	491.643	553.629	591.788	620.333
Excedente de explotación bruto / Renta mixta bruta	441.823	548.056	620.897	677.993
Impuestos netos sobre la producción y las importaciones	104.354	124.789	124.485	126.657
Índice de precios al consumo	-0,15%	2,21%	1,61%	0,85%
Total personas empleadas	18.039	19.808	20.368	20.387
Mujeres	8.298	9.002	9.130	9.088
Hombres	9.741	10.806	11.238	11.299
Total personas empleadas	18.039	19.808	20.368	20.387
Agricultura, silvicultura, pesca	733	853	924	936
Minería	30	35	37	38
Industria	2.087	2.454	2.723	2.808
Construcción	976	1.037	1.035	1.023
Energía	67	73	73	72
Servicios	14.146	15.356	15.576	15.510
Tasa desempleo	24,4%	13,4%	9,7%	8,6%
Ingresos AAPP	402.832	500.278	580.685	652.963
Impuestos rentas, patrimonio y capital	111.271	162.343	209.455	253.670
Impuestos netos a la producción y productos	104.354	124.849	131.972	139.658
Contribuciones seguridad social	143.150	160.903	182.307	198.901
Otros ingresos	44.056	52.183	56.951	60.734
Gastos de las AAPP	465.425	513.776	580.685	652.963
Transferencias	187.472	232.822	270.243	303.880
Intereses deuda	36.055	45.570	46.254	46.254
Formación bruta de capital fijo de las AAPP	31.568	30.484	34.257	39.384
Gasto en consumo final de las AAPP	202.048	195.113	219.261	252.075
Otros gastos de las AAPP	8.281	9.786	10.670	11.370
Financiación pública del PNIEC	0	0	0	0
Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP	-62.593	-13.498	0	0
Ratio Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP con respecto al PIB	-6,0%	-1,1%	0,0%	0,0%
Deuda pública	1.041.624	1.250.892	1.255.975	1.255.975
Ratio Deuda pública con respecto al PIB	100,4%	101,9%	88,6%	79,9%
Renta disponible: componentes	658.729	760.984	808.959	851.911
Sueldos y salarios	391.988	441.826	472.220	494.857
Excedente bruto y renta mixta	162.323	201.352	228.114	249.090
Rentas, propiedad/ingreso	64.995	63.265	58.712	65.561
Rentas, propiedad/pago = interés/deuda	14.657	13.751	14.327	15.209
Impuestos renta, patrimonio	84.213	109.975	133.447	158.643

Cuadro macroeconómico del escenario Tendencial (€ 2014)

	2014	2020	2025	2030
Cotizaciones sociales hogares	41.448	46.718	49.932	52.325
Prestaciones sociales distintas de las	187.472	232.711	254.911	275.591
Otras transferencias corrientes	-6.656	-6.653	-6.278	-6.036
Ajuste	-1.075	-1.074	-1.014	-975
Ayudas del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima	0	0	0	0
Renta disponible: quintiles	658.729	760.984	808.959	851.911
Quintil 1	50.062	56.295	55.376	53.413
Quintil 2	79.859	90.570	92.704	93.132
Quintil 3	110.418	126.436	131.328	133.802
Quintil 4	152.423	178.371	194.813	212.205
Quintil 5	265.967	309.312	334.737	359.359
Gasto en consumo final: quintiles	603.357	703.638	696.632	701.342
Quintil 1	56.963	79.488	78.068	76.547
Quintil 2	85.624	106.082	107.191	108.753
Quintil 3	108.159	135.375	138.895	143.098
Quintil 4	138.851	150.652	146.169	146.029
Quintil 5	213.761	232.041	226.309	226.915
Gasto en consumo final: categorías	603.357	703.638	696.632	701.342
Alimentación	97.901	112.535	113.162	114.931
Vestido	30.506	34.812	35.777	35.866
Equipamiento hogar	22.328	27.497	28.520	28.961
Salud	24.102	28.658	29.805	29.750
Comunicaciones	18.532	21.475	21.810	22.126
Educación	8.388	10.319	9.975	10.071
Hostelería	58.447	68.418	70.788	71.650
Seguros y serv. financieros	22.608	25.741	26.505	27.087
Otros servicios	53.239	59.145	58.348	58.415
Electricidad	15.058	15.440	14.063	13.518
Calefacción	7.650	7.850	6.889	6.473
Carburantes	31.667	37.689	23.977	21.100
Transporte	26.539	29.940	27.283	25.610
Electrodomésticos	4.862	5.507	5.360	5.308
Vivienda	162.239	196.021	201.055	206.144
Vehículos	19.292	22.590	23.317	24.333
Ahorro bruto	55.372	55.552	99.202	140.543
Préstamos netos	-11.723	-19.239	18.741	54.911
Deuda hogares	802.490	800.199	883.484	975.438
Activos hogares	1.150.714	1.025.990	1.046.601	1.248.691

Cuadro macroeconómico del escenario Objetivo (€ 2014)

ANEXO F.

CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO OBJETIVO (€ 2014)

	2014	2020	2025	2030
Producto interior bruto a precios de mercado: demanda	1.037.820	1.226.473	1.355.696	1.450.734
Gasto en consumo final de los hogares y de las instituciones privadas sin fin lucro	637.365	757.747	759.411	769.136
Gasto en consumo final de las AAPP	202.048	198.980	207.570	224.941
Formación bruta de capital	201.878	234.530	275.310	301.706
Exportaciones	301.495	420.493	573.281	665.582
Importaciones	304.967	385.276	459.876	510.631
- Importaciones Energéticas	45.195	55.901	56.665	60.076
- Importaciones No Energéticas	259.772	329.375	403.211	450.555
Producto interior bruto a precios de mercado: oferta	1.037.820	1.226.473	1.355.696	1.450.734
Agricultura, silvicultura, pesca	25.260	31.664	37.823	41.910
Minería	2.396	2.845	3.279	3.581
Industria	138.815	172.376	209.054	231.241
Construcción	53.128	59.304	65.288	69.323
Energía	24.643	29.786	33.631	37.112
Servicios	700.228	819.142	895.806	955.777
Impuestos netos sobre los productos	93.350	111.356	110.815	111.789
Producto interior bruto a precios de mercado: rentas	1.037.820	1.226.473	1.355.696	1.450.734
Remuneración de los asalariados	491.643	553.629	600.389	631.919
Excedente de explotación bruto / Renta mixta bruta	441.823	548.056	630.151	691.852
Impuestos netos sobre la producción y las importaciones	104.354	124.789	125.155	126.963
Índice de precios al consumo	-0,15%	2,21%	1,67%	0,84%
Total personas empleadas	18.039	19.808	20.627	20.735
Mujeres	8.298	9.002	9.222	9.220
Hombres	9.741	10.806	11.405	11.515
Total personas empleadas	18.039	19.808	20.627	20.735
Agricultura, silvicultura, pesca	733	853	931	946
Minería	30	35	37	37
Industria	2.087	2.454	2.772	2.869
Construcción	976	1.037	1.076	1.071
Energía	67	73	73	74
Servicios	14.146	15.356	15.738	15.739
Tasa desempleo	24,4%	13,4%	8,5%	7,0%
Ingresos AAPP	402.832	500.278	592.362	672.770
Impuestos rentas, patrimonio y capital	111.271	162.343	215.728	265.313
Impuestos netos a la producción y productos	104.354	124.849	133.548	141.704
Contribuciones seguridad social	143.150	160.903	186.134	205.019
Otros ingresos	44.056	52.183	56.951	60.734
Gastos de las AAPP	465.425	513.776	592.362	672.770
Transferencias	187.472	232.822	275.677	313.098
Intereses deuda	36.055	45.570	46.257	46.257
Formación bruta de capital fijo de las AAPP	31.568	30.484	34.360	39.895
Gasto en consumo final de las AAPP	202.048	195.113	219.917	255.346
Otros gastos de las AAPP	8.281	9.786	10.670	11.370
Financiación pública del PNIEC	0	0	5.660	6.996
Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP	-62.593	-13.498	0	0
Ratio Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP con respecto al PIB	-6,0%	-1,1%	0,0%	0,0%
Deuda pública	1.041.624	1.250.892	1.256.050	1.256.050
Ratio Deuda pública con respecto al PIB	100,4%	101,9%	86,8%	77,6%
Renta disponible: componentes	658.729	760.984	819.389	866.348
Sueldos y salarios	391.988	441.826	479.114	504.169
Excedente bruto y renta mixta	162.323	201.352	231.514	254.182
Rentas, propiedad/ingreso	64.995	63.265	58.442	65.984
Rentas, propiedad/pago = interés/deuda	14.657	13.751	14.235	15.026
Impuestos renta, patrimonio	84.213	109.975	137.090	164.841

Cuadro macroeconómico del escenario Objetivo (€ 2014)

	2014	2020	2025	2030
Cotizaciones sociales hogares	41.448	46.718	50.661	53.310
Prestaciones sociales distintas de las	187.472	232.711	258.352	280.527
Otras transferencias corrientes	-6.656	-6.653	-6.238	-5.964
Ajuste	-1.075	-1.074	-1.007	-963
Ayudas del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima	0	0	1.199	1.589
Renta disponible: quintiles	658.729	760.984	819.389	866.348
Quintil 1	50.062	56.295	56.683	55.461
Quintil 2	79.859	90.570	94.371	95.721
Quintil 3	110.418	126.436	133.113	136.247
Quintil 4	152.423	178.371	197.393	215.984
Quintil 5	265.967	309.312	337.829	362.935
Gasto en consumo final: quintiles	603.357	703.638	702.540	710.286
Quintil 1	56.963	79.488	79.383	78.664
Quintil 2	85.624	106.082	108.829	111.550
Quintil 3	108.159	135.375	140.744	146.046
Quintil 4	138.851	150.652	146.394	146.318
Quintil 5	213.761	232.041	227.191	227.706
Gasto en consumo final: categorías	603.357	703.638	702.540	710.286
Alimentación	97.901	112.535	114.314	117.083
Vestido	30.506	34.812	36.056	36.482
Equipamiento hogar	22.328	27.497	28.754	29.471
Salud	24.102	28.658	29.951	30.096
Comunicaciones	18.532	21.475	22.047	22.572
Educación	8.388	10.319	10.192	10.495
Hostelería	58.447	68.418	71.603	73.354
Seguros y serv. financieros	22.608	25.741	26.791	27.657
Otros servicios	53.239	59.145	59.059	59.741
Electricidad	15.058	15.440	13.988	13.277
Calefacción	7.650	7.850	6.779	6.278
Carburantes	31.667	37.689	22.382	17.877
Transporte	26.539	29.940	27.172	25.403
Electrodomésticos	4.862	5.507	5.359	5.302
Vivienda	162.239	196.021	203.002	210.288
Vehículos	19.292	22.590	25.089	24.911
Ahorro bruto	55.372	55.552	104.346	149.635
Préstamos netos	-11.723	-19.239	21.471	62.495
Deuda hogares	802.490	800.199	883.484	975.438
Activos hogares	1.150.714	1.025.990	1.051.265	1.278.627

Cuadro macroeconómico del escenario Objetivo-Tendencial (€ 2014)

ANEXO G.**CUADRO MACROECONÓMICO DEL ESCENARIO OBJETIVO-TENDENCIAL (€ 2014)**

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Producto interior bruto a precios de mercado: demanda	16.567	16.657	16.947	17.398	18.525	17.613	19.064	20.827	22.864	25.750
Gasto en consumo final de los hogares y de las instituciones privadas sin fin lucro	8.688	8.020	7.421	6.995	6.888	6.313	6.951	7.745	8.625	10.026
Gasto en consumo final de las AAPP	734	518	331	-31	-853	-1.246	-1.113	-904	-633	-149
Formación bruta de capital	11.201	11.944	12.888	14.117	16.513	16.449	17.458	18.567	19.790	21.265
Exportaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importaciones	4.056	3.826	3.693	3.683	4.022	3.903	4.232	4.581	4.918	5.391
- Importaciones Energéticas	-418	-826	-1.203	-1.551	-1.866	-1.866	-1.907	-1.975	-2.065	-2.172
- Importaciones No Energéticas	4.474	4.652	4.895	5.234	5.889	5.769	6.139	6.555	6.983	7.564
Producto interior bruto a precios de mercado: oferta	16.567	16.657	16.947	17.398	18.525	17.613	19.064	20.827	22.864	25.750
Agricultura, silvicultura, pesca	244	264	286	308	337	340	373	411	455	511
Minería	22	18	15	13	14	9	7	6	6	7
Industria	2.819	3.040	3.287	3.584	4.118	4.023	4.242	4.495	4.771	5.145
Construcción	1.920	1.980	2.068	2.191	2.450	2.393	2.512	2.648	2.800	2.995
Energía	345	389	437	489	558	657	813	991	1.195	1.438
Servicios	9.973	9.978	10.102	10.275	10.671	10.041	11.050	12.290	13.744	15.809
Impuestos netos sobre los productos	1.244	988	752	539	379	151	67	-14	-108	-155
Producto interior bruto a precios de mercado: rentas	16.567	16.657	16.947	17.398	18.525	17.613	19.064	20.827	22.864	25.750
Remuneración de los asalariados	7.433	7.571	7.821	8.110	8.601	8.170	8.802	9.555	10.399	11.587
Excedente de explotación bruto / Renta mixta bruta	7.640	7.849	8.120	8.485	9.254	9.009	9.880	10.933	12.174	13.858
Impuestos netos sobre la producción y las importaciones	1.494	1.238	1.006	803	670	435	382	339	291	305
Índice de precios al consumo	0,14%	0,14%	0,11%	0,08%	0,06%	0,02%	0,00%	-0,01%	-0,02%	-0,02%
Total personas empleadas	253	250	249	250	258	242	262	285	311	348
Mujeres	102	98	96	93	92	84	93	103	115	132
Hombres	151	151	154	157	166	158	169	182	197	217
Total personas empleadas	253	250	249	250	258	242	262	285	311	348
Agricultura, silvicultura, pesca	6	6	6	7	7	7	8	9	9	11
Minería	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1
Industria	38	39	41	44	49	48	51	53	57	61

Cuadro macroeconómico del escenario Objetivo-Tendencial (€ 2014)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Construcción	33	34	35	37	41	40	41	43	45	48
Energía	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Servicios	175	170	167	163	162	148	163	180	200	228
Tasa desempleo	-1,1%	-1,1%	-1,1%	-1,1%	-1,1%	-1,1%	-1,2%	-1,3%	-1,4%	-1,6%
Ingresos AAPP	7.599	8.415	9.338	10.335	11.676	11.947	13.476	15.227	17.207	19.806
Impuestos rentas, patrimonio y capital	3.492	4.057	4.674	5.354	6.273	6.529	7.508	8.643	9.955	11.643
Impuestos netos a la producción y productos	1.694	1.632	1.586	1.551	1.576	1.480	1.583	1.703	1.827	2.045
Contribuciones seguridad social	2.413	2.726	3.078	3.430	3.827	3.939	4.385	4.882	5.425	6.119
Otros ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos de las AAPP	7.674	8.415	9.338	10.335	11.676	11.947	13.476	15.227	17.207	19.806
Transferencias	3.537	3.916	4.346	4.810	5.434	5.560	6.271	7.086	8.008	9.218
Intereses deuda	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Formación bruta de capital fijo de las AAPP	114	138	171	176	103	96	170	259	363	511
Gasto en consumo final de las AAPP	727	886	1.093	1.127	656	616	1.088	1.657	2.325	3.272
Otros gastos de las AAPP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Financiación pública del PNIEC	2.901	3.093	3.394	4.022	5.660	5.459	5.809	6.177	6.570	6.996
Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP	-74	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ratio Capacidad (+)/Necesidad (-) de financiación de las AAPP con respecto al PIB	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Deuda pública	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Ratio Deuda pública con respecto al PIB	-1,4%	-1,5%	-1,6%	-1,7%	-1,8%	-1,8%	-1,9%	-2,0%	-2,2%	-2,4%
Renta disponible: componentes	9.414	9.364	9.443	9.661	10.431	9.625	10.500	11.554	12.765	14.437
Sueldos y salarios	5.945	6.058	6.260	6.494	6.894	6.555	7.065	7.672	8.355	9.312
Excedente bruto y renta mixta	2.807	2.884	2.983	3.117	3.400	3.310	3.630	4.017	4.473	5.092
Rentas, propiedad/ingreso	-87	-192	-262	-288	-271	-185	-92	35	203	422
Rentas, propiedad/pago = interés/deuda	-20	-39	-58	-76	-93	-109	-126	-143	-162	-183
Impuestos renta, patrimonio	2.431	2.630	2.877	3.169	3.643	3.586	4.066	4.638	5.307	6.198
Cotizaciones sociales hogares	629	641	662	687	729	693	747	811	883	985
Prestaciones sociales distintas de las	3.149	3.124	3.143	3.209	3.441	3.207	3.505	3.875	4.307	4.936
Otras transferencias corrientes	9	18	27	34	41	47	53	59	66	73
Ajuste	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Ayudas del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima	629	701	768	869	1.199	853	1.018	1.192	1.380	1.589
Renta disponible: quintiles	9.414	9.364	9.443	9.661	10.431	9.625	10.500	11.554	12.765	14.437
Quintil 1	1.143	1.156	1.182	1.220	1.307	1.287	1.439	1.611	1.803	2.047

Cuadro macroeconómico del escenario Objetivo-Tendencial (€ 2014)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Quintil 2	1.484	1.492	1.517	1.557	1.667	1.608	1.801	2.021	2.268	2.589
Quintil 3	1.632	1.623	1.634	1.662	1.785	1.636	1.774	1.946	2.149	2.445
Quintil 4	2.134	2.180	2.252	2.349	2.580	2.441	2.687	2.982	3.321	3.779
Quintil 5	3.020	2.913	2.859	2.872	3.092	2.653	2.800	2.995	3.224	3.576
Gasto en consumo final: quintiles	7.346	6.692	6.188	5.900	5.908	5.466	6.118	6.885	7.706	8.944
Quintil 1	1.337	1.291	1.266	1.264	1.314	1.318	1.485	1.669	1.869	2.117
Quintil 2	1.640	1.586	1.561	1.566	1.638	1.647	1.882	2.145	2.434	2.798
Quintil 3	1.862	1.793	1.757	1.760	1.849	1.797	2.016	2.272	2.558	2.948
Quintil 4	795	602	436	313	224	132	155	188	217	289
Quintil 5	1.713	1.420	1.168	996	882	571	580	611	628	791
Gasto en consumo final: categorías	7.346	6.692	6.188	5.900	5.908	5.466	6.118	6.885	7.706	8.944
Alimentación	790	846	927	1.021	1.151	1.251	1.440	1.649	1.880	2.153
Vestido	344	314	291	277	280	292	366	443	525	616
Equipamiento hogar	270	250	236	228	235	245	302	365	433	511
Salud	262	218	183	158	146	144	192	242	291	346
Comunicaciones	168	180	195	213	237	256	297	341	389	446
Educación	157	171	183	196	217	236	274	318	366	424
Hostelería	767	768	767	775	815	866	1.046	1.243	1.456	1.703
Seguros y serv. financieros	206	221	239	259	287	313	367	427	493	570
Otros servicios	480	531	582	637	711	775	888	1.016	1.158	1.326
Electricidad	-36	-50	-62	-71	-75	-108	-141	-174	-207	-242
Calefacción	-18	-44	-69	-90	-110	-126	-143	-160	-177	-195
Carburantes	-645	-970	-1.234	-1.443	-1.595	-1.961	-2.286	-2.605	-2.920	-3.223
Transporte	109	32	-27	-77	-111	-151	-169	-184	-198	-207
Electrodomésticos	22	15	8	2	-1	-6	-7	-7	-7	-6
Vivienda	2.368	2.101	1.887	1.790	1.947	1.837	2.215	2.679	3.291	4.144
Vehículos	2.102	2.110	2.083	2.025	1.772	1.603	1.476	1.293	933	578
Ahorro bruto	1.960	2.589	3.319	4.063	5.144	5.263	6.023	6.895	7.939	9.092
Préstamos netos	-415	107	766	1.476	2.730	2.978	3.792	4.781	6.137	7.584
Deuda hogares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activos hogares	-415	-308	458	1.934	4.664	7.642	11.434	16.215	22.351	29.936

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Flujo de inversiones totales del PNIEC (M€).....	6
Figura 1.2. Impacto en el PIB por tipo de medida (Millones de €)	7
Figura 1.3. Impacto en el empleo por tipo de medida (miles personas/año)	7
Figura 1.4. Impacto en el empleo por ramas de actividad (miles de personas/año)	8
Figura 1.5. Variación en la renta disponible en 2030 por quintiles de renta (%)	9
Figura 1.6. Variación en el gasto entre hogares vulnerables y no vulnerables (%)	10
Figura 1.7. (a) Variación de las emisiones en 2030 respecto al Escenario Tendencial (b) Muertes prematuras en España derivadas de la contaminación atmosférica en 2030	11
Figura 2.1. Metodología. Inputs y outputs de los modelos DENIO y TM5-FASST	15
Figura 2.2. Evolución de las emisiones de CO ₂ por sectores en los escenarios Tendencial y Objetivo	18
Figura 2.3. Cuota de renovables sobre la demanda final (%)	19
Figura 2.4. Evolución del PIB (% cambio respecto a 2020) en los escenarios Tendencial y Objetivo.....	29
Figura 2.5. Variación del PIB por tipo de medida (respecto al Tendencial).....	29
Figura 2.6. Impacto en el PIB: demanda (Millones de €).....	30
Figura 2.7. Impacto en el PIB: oferta (Millones de €)	31
Figura 2.8. Impacto en el PIB: rentas (Millones de €).....	32
Figura 2.9. Impacto en el empleo por tipo de medida (miles de personas/año)	32
Figura 2.10. Impacto en el empleo por sectores (miles de personas/año)	33
Figura 2.11. Impacto en el empleo por ramas de actividad (miles de personas/año)	34
Figura 2.12. Impacto en las cuentas de la AAPP: gastos (Millones de €)	35
Figura 2.13. Impacto en las cuentas de la AAPP: ingresos (Millones de €)	35
Figura 2.14. Ratio deuda/PIB (% respecto al tendencial)	36
Figura 2.15. Variación en el consumo y la renta final 2030 por quintiles de renta (%).....	37
Figura 2.16. Evolución del Índice de Gini. Tendencial vs. Objetivo	37
Figura 2.17. Evolución del Ratio 20/80. Tendencial vs. Objetivo	38
Figura 2.18. Impacto en el consumo por tipo de hogar (% sobre Tendencial).....	39
Figura 2.19. Impacto en el consumo por edad del sustentador principal (% sobre Tendencial)	40
Figura 2.20. Impacto en el consumo según el nivel de urbanidad (% sobre Tendencial).....	41
Figura 2.21. Variación en el consumo final entre hogares vulnerables y no vulnerables (%)	41
Figura 2.22. Hogares que dejan de ser pobres energéticos según los indicadores 2M y 10%	42
Figura 2.23. Variación de las emisiones de GEI y otros contaminantes en 2030 respecto al Escenario Tendencial (%)	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Inversiones por tipos de medidas 2021-2030, M€	20
Tabla 2.2. Inversiones por origen de la inversión 2021-2030, M€	21
Tabla 2.3. Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética 2021-2030, M€	22
Tabla 2.4. Potencia instalada en GW en 2017 y 2030 según escenarios	22
Tabla 2.5. Inversiones en renovables en el sector eléctrico 2021-2030, M€	23
Tabla 2.6. Inversiones en redes según conceptos 2021-2030, M€	24
Tabla 2.7. Inversiones adicionales en electrificación 2021-2030, M€	25
Tabla 2.8. Inversiones adicionales en difusos no energéticos 2021-2030, M€	25
Tabla 2.9. Inversiones adicionales en térmicas y nucleares 2021-2030, M€	26
Tabla 2.10. Análisis de sensibilidad del precio de la energía sobre el PIB en 2030, Escenario Objetivo respecto al Tendencial (Millones de €)	45
Tabla 2.11. Análisis de sensibilidad del precio de la energía sobre el empleo neto en 2030 Escenario Objetivo respecto al Tendencial (miles/año)	46

**IMPACTO ECONÓMICO, DE EMPLEO, SOCIAL Y SOBRE
LA SALUD PÚBLICA DEL BORRADOR ACTUALIZADO DEL
PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA
2021-2030**

20 de enero de 2020

