

Tipologías de estaciones de recarga para vehículos neutros en carbono en la transición energética



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo Fin de Grado

Iñaki Muñoz Ruiz

Tutor: Javier San Miguel Armendáriz

Pamplona, 31 de Agosto de 2021

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este TFG tratará de identificar las diferentes tecnologías de estaciones de recarga de los vehículos neutros en carbono (eléctrico y de hidrógeno).

Para realizar este estudio se ha estudiado las directivas, normativa y planes que influyen sobre estas tecnologías. Entre ellas el Pacto de París, el Pacto Verde Europeo, el PNIEC y la hoja de ruta del hidrógeno. De estos documentos se han extraído las ideas de cómo será la implementación de las energías renovables, el uso de gases renovables y los planes correspondientes para implementarlos. También se ha integrado un congreso de Negocios en Navarra para aportar una visión empresarial e institucional para Navarra.

Luego se ha investigado sobre la tecnología eléctrica y de hidrógeno. Donde se ha visto las limitaciones del uso del hidrógeno y de la electrificación de la economía.

A continuación, se han estudiado los planes y proyectos de las diferentes empresas energéticas. De los cual se ha podido deducir las proyección de las diferentes empresas en el entorno de la transición energética.

Por último, se ha hipotetizado las diferentes tipologías de puntos de recarga e hidrogeneras. De la misma forma que se ha descrito el desarrollo que se espera de las infraestructuras necesarias para dar ese servicio.

Con este trabajo se ha deducido que tanto la electrificación como el hidrógeno formarán parte del futuro transporte, industria y en los entornos urbanos. Pero de distintas formas y en instantes diferentes.

Palabras Clave

Renovables, agregador, demanda, autoconsumo, hidrógeno, estaciones de recarga, punto de recarga, hidrogeneras, infraestructura.

NOMENCLATURAS Y ABREVIACIONES

Sectores ETS (Emissions Trading System)

Convención (Convención Marco de Naciones Unidas de 1992)

Parte (parte integrante del actual acuerdo de la Convención)

UE (Unión Europea)

RTE-E (Reglamento sobre Redes Transeuropeas-Energía)

Comisión (Comisión Europea)

PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima)

PNACC-2 (Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático)

GEI (Gases de Efecto Invernadero)

MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Power to ... (obtención mediante electricidad de ...)

Power to gas (obtención mediante electricidad de otros gases sintéticos)

Power to liquid (obtención mediante electricidad de otros líquidos sintéticos)

CORES (Corporación De Reservas Estratégicas De Productos Petrolíferos)

MIBEL (Mercado Ibérico de la Electricidad)

SET-Plan (Strategic Energy Technology Plan)

MCI (departamento de la Administración General del Estado encargado de la ejecución en materias como investigación científica, desarrollo e innovación)

DENIO (es el modelo Econométrico Dinámico Input-Output de la economía española basado en el modelo FIDELIO de Joint Research Centre de la Comisión Europea)

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

REE (Red Eléctrica de España)

PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica)

BOE (Boletín Oficial del Estado)

AI (Agregador Independiente)

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	0
NOMENCLATURAS Y ABREVIACIONES	2
1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO	6
3. OBJETIVOS.....	7
4. METODOLOGÍA.....	8
5. REVISIÓN DOCUMENTAL.....	9
5.1 ACUERDO DE PARÍS.....	9
5.2 PACTO VERDE EUROPEO	13
5.2.1 Introducción y objetivos	13
5.2.2 Transformación de la economía	14
5.2.3 La UE como líder mundial.....	18
5.2.4 Unidad del Pacto Europeo	18
5.3 PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA	19
5.3.1 Proceso de elaboración	19
5.3.2 Objetivos generales y específicos	21
5.3.3 Políticas y medidas	31
5.3.4 Análisis de impacto de las políticas y medidas	57
5.4 HOJA DE RUTA DEL HIDRÓGENO	73
5.4.1 Resumen general	73
5.4.2 Introducción	74
5.4.3 Producción.....	76
5.4.4 Almacenamiento y transporte.....	77
5.4.5 Usos finales	80
5.4.6 Oportunidades para España.....	82
5.4.7 Instrumentos regulatorios.....	82
5.5 NEGOCIOS EN NAVARRA: NAVARRA Y LA MOVILIDAD, EL FUTURO DE TODA LA INDUSTRIA [5]	87
6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ENTORNO TECNOLÓGICO	95
6.1 Hidrógeno.....	95
6.2 Pila de hidrógeno.....	98

6.3	<i>Sistema eléctrico</i>	100
6.4	<i>Rendimiento esperado de las diferentes tecnologías</i>	102
7	INTERESES, PROPUESTAS Y PROYECTOS DE EMPRESAS LÍDERES NO AUTOMOVILÍSTICAS	103
7.1	<i>Iberdrola</i>	103
7.2	<i>Repsol</i>	105
7.3	<i>Endesa</i>	106
7.4	<i>Naturgy</i>	107
8	INTERESES, PROPUESTAS Y PROYECTOS DE EMPRESAS LÍDERES AUTOMOVILÍSTICAS	108
8.1	<i>Volvo</i>	109
8.2	<i>Toyota</i>	109
8.3	<i>Renault</i>	110
8.4	<i>Tesla</i>	110
8.5	<i>Mercedes</i>	111
8.6	<i>Scania</i>	111
9	ENTORNO GLOBAL	112
9.1	<i>Euro 7</i>	112
9.2	<i>Fábrica de baterías en Europa</i>	113
9.3	<i>Reticencias al cambio de vehículo</i>	113
9.4	<i>Estados unidos</i>	114
9.5	<i>Japón</i>	114
10	REPASO DE LA INFORMACIÓN SOBRE PUNTOS DE RECARGA	115
10.1	<i>Puntos de recarga para automóviles eléctricos</i>	115
10.2	<i>Puntos de carga para automóviles de hidrógeno</i>	118
11	CONCLUSIONES: TIPOLOGÍAS DE PUNTOS DE RECARGA PROPUESTAS	119
11.1	<i>Renovables y electrificación</i>	119
11.2	<i>Transporte</i>	120
11.3	<i>Puntos de recarga e hidrogeneras</i>	121
11.4	<i>Aplicación de fuentes renovables en las estaciones de recarga</i>	126
12	PROPUESTAS DE ESTUDIO	128
13	BIBLIOGRAFÍA	129

1. INTRODUCCIÓN

Para este Trabajo Fin de Grado (TFG) se ha optado por realizar un estudio de la situación en la que se encuentran los puntos de recarga de los distintos tipos de transporte, centrándose en un **análisis legislativo, tecnológico y comercial** del entorno actual.

Asimismo, se estudia **cómo estarán diseñados e implementados** estos puntos de recarga y **cómo afectarán** a su entorno industrial más próximo. Este análisis ahonda en los territorios próximos a la ciudad de Pamplona.

Se ha escogido este tema por ser una cuestión **trascendental** que afectará a diversos **sectores**: el **energético** (tanto el de combustibles fósiles, como el eléctrico), el **automovilístico**, el de **transporte** y el **industrial**. Se avecina una transformación energética de un alto nivel que provocará cambios tanto en la sociedad, como en el tejido empresarial.

Este proyecto podría servir como punto de referencia para poder formarse una opinión propia sobre el tema o un futuro TFG que quiera basarse en alguno de los temas anteriormente mencionados.

2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

“Cómo serán los puntos de recarga de las diversas tecnologías en el futuro próximo” es el tema escogido para este TFG. Para su correcto desarrollo, ha sido de vital importancia la realización de un análisis exhaustivo de la normativa y planes vigentes, previo a la resolución de la cuestión principal.

PROBLEMÁTICA ACTUAL

Los puntos de recarga de combustible existentes en la actualidad (mayoritariamente estaciones de servicio) presentan los siguientes inconvenientes: son poco eficientes, prácticamente la totalidad del producto es de importación, no son de fuentes renovables y sufren fuertes fluctuaciones en los costes. Nos encontramos ante un sistema de una gran magnitud, lo cual implica que el cambio a otro modelo energético, pueda presentar grandes complicaciones.

RETO DE FUTURO

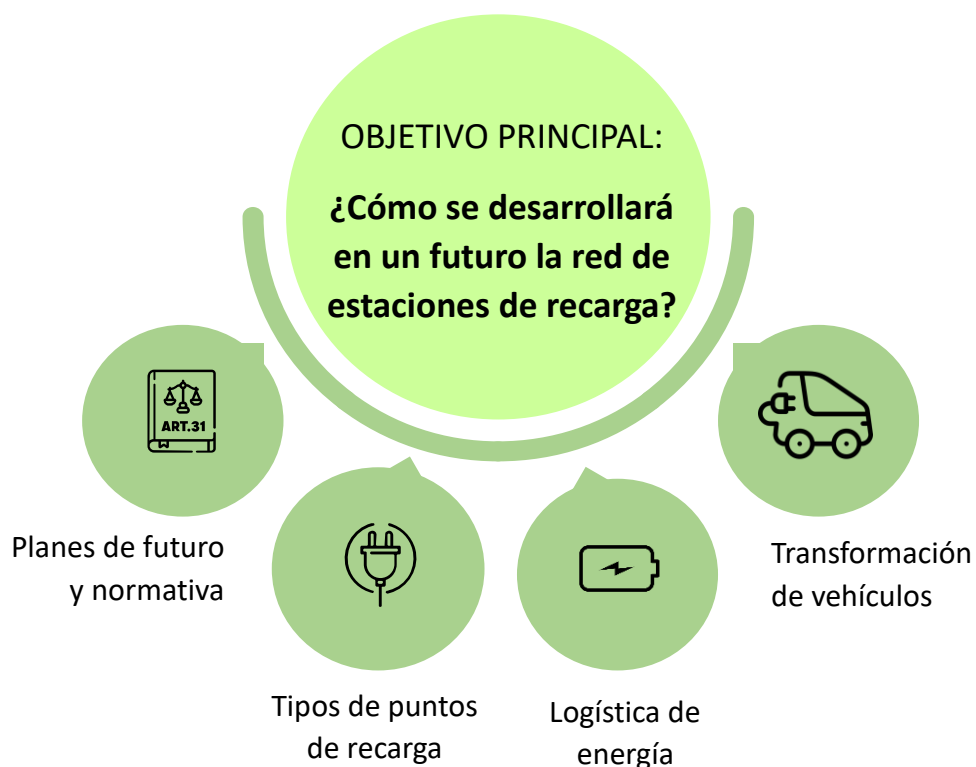
El nuevo sistema de puntos de recarga requiere de un nivel de planificación detallado. Dicha red no solo se deberá estructurar a nivel interno, sino también a nivel geográfico, de tal forma que pueda proporcionar servicio a múltiples tipos de vehículo, con necesidades específicas y siendo ejecutada de una forma respetuosa con el medio ambiente.

Todas estas variables conducen a disponer de un gran “abanico” de tipologías de puntos de recarga, siendo obligatoria la construcción / modificación de los emplazamientos existentes, con el fin de que cumplan con las nuevas necesidades. Todo ello requiere de un gran volumen de inversión.

3. OBJETIVOS

El principal objetivo que se plantea en este TFG es tratar de **predecir, con la información existente, un futuro desarrollo de estaciones y puntos de recarga**. Para ello, se han de analizar cuestiones como:

- ¿Por qué medidas apuestan los planes de futuro existentes (Acuerdo de París, Pacto Verde Europeo, Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, Hoja de Ruta del Hidrógeno)?
- ¿Qué tipos de puntos de recarga existirán?: su distribución, las formas de energía que suministrarán (electricidad, hidrógeno, distintos hidrocarburos...), etc.
- ¿Qué logística se empleará?: infraestructura necesaria, generación in situ, almacenamiento de energía, soporte de otra infraestructura para abastecimiento, etc.
- ¿Cómo se transformarán los vehículos para ser más respetuosos con el medio ambiente?: obtención de energía, afectación a la configuración de los puntos de recarga, etc.



4. METODOLOGÍA

En el siguiente diagrama de flujo se describe la metodología seguida para el desarrollo del proyecto:



En primer lugar, se determinan los objetivos a analizar.

Los temas a tratar para poder analizar los objetivos son: el nuevo encaje de las energías renovables, los nuevos vectores energéticos, la transición del sector energético y del automóvil y la posición de las instituciones al respecto.

Luego se busca analiza la normativa y planes futuros del estado. En esta parte se lee y transcribe la información relevante a los objetivos antes marcados. En el proceso se intenta resumir lo más posible el contenido sin que se pierdan detalles relevantes y tratando de conservar la estructura existente en los documentos.

Tras el repaso de la normativa, se analizan las diferentes tecnologías y el entorno necesario para su desarrollo. Para ello se analiza primero las diferentes tecnologías, los intereses y propuestas de las empresas energéticas y automovilísticas. A continuación, se realiza un análisis del contexto actual a nivel global.

Para finalmente analizar los diferentes puntos de recarga e hidrogeneras y obtener las conclusiones pertinentes.

5. REVISIÓN DOCUMENTAL

Para poder cumplir los objetivos propuestos en este TFG, se han revisado diferentes **fuentes documentales de relevancia** en los planes de desarrollo de las diferentes asociaciones o grupos gubernamentales.

Estos planes describen el **modelo a seguir en los años venideros**, basándose en energías que respeten el medio ambiente. Se ha de complementar esta transformación energética con el desarrollo de otros ámbitos y tecnologías que lo sustenten (por ejemplo, en lo relacionado a la economía de mercado, sistemas inteligentes de gestión, la ciberseguridad, etc.).

En los siguientes apartados se resumirán los puntos de relevancia detectados de cada escrito. Para una mejor comprensión, se sigue una estructura fiel al documento original.



5.1 ACUERDO DE PARÍS

6/11/2016 [1]

Este acuerdo, redactado por la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**, es el **pacto central** desde el cual se derivan los compromisos en la lucha contra el cambio climático. Describe el modo en el que los países firmantes han de hacer frente a la problemática del cambio climático.

Insta a reconocer la **necesidad de hacer frente de forma progresiva y eficaz** el cambio climático, mediante el uso de los conocimientos científicos. Esta mención es importante ya que refleja la **necesidad de realizar cambios** para conseguir los objetivos, los cuales no son fáciles de implementar y para su implementación se requiere de **avance tecnológico**.

También se ha de tener en cuenta la situación de los países **en vías de desarrollo**, donde en ámbitos como la financiación y la transferencia tecnológica existen dificultades. Se hace énfasis en que el **desarrollo de la tecnología deberá recaer principalmente en los países desarrollados** por tener una mayor facilidad para poder crear el avance tecnológico que se requiere, siendo los impulsores del cambio.

Por otra parte, también incentiva la adopción de **estilos de vida, consumo y producción sostenibles** a todos los niveles.

Este convenio se materializa conforme con la legislación nacional de cada país.

Artículo 1

Se la llamará “Convención” a la Convención Marco de Naciones Unidas de 1992 y “Parte” a una parte integrante del actual acuerdo.

Artículo 2

Este acuerdo tiene como objetivo una mejor respuesta al cambio climático de forma sostenible y equitativa para eliminar la pobreza. Para ello:

- Se mantendrá la **temperatura media mundial por debajo de 2°C** y se tratará de limitarla a 1,5°C respecto a los niveles preindustriales.
- Se incrementará la **capacidad de adaptación** frente a las adversidades del cambio climático, así como un aumento a la resiliencia del clima mediante un desarrollo de bajas emisiones de gases de efecto invernadero.
- Conseguir que los **flujos financieros** se centren en acciones compatibles con los objetivos climáticos.

Artículo 3

Todas las partes firmantes del tratado deberán de realizar y comunicar los esfuerzos realizados a nivel nacional de sus respectivas contribuciones con el objetivo de alcanzar los objetivos del artículo 2. Esto obliga a que **los países hagan públicos sus planes y esfuerzos** alcanzados, lo cual generará un interés global en alcanzar los objetivos.

Artículo 4

Los estados se comprometen a lograr alcanzar la **máxima reducción de emisiones de efecto invernadero lo antes posible**. Cada parte tendrá que planear, comunicar y mantener sus respectivas contribuciones a nivel nacional. También se pueden incrementar los objetivos si es posible. Se deberán presentar planes para los territorios que presenten circunstancias especiales (islas, territorios particulares...).

Artículo 6

Los estados podrán optar a cooperar voluntariamente en la aplicación de sus contribuciones en territorio nacional para mayor resultado en los objetivos.

Se establece un mecanismo (este propio acuerdo) para contribuir a la mitigación de los gases de efecto invernadero y apoyar el desarrollo sostenible bajo la autoridad de los estados firmantes.

Las partes se comprometen a reconocer la importancia de disponer **enfoques de mercado integrados, holísticos y equilibrados** mediante un desarrollo sostenible. Se tratará de **promover la participación de sectores públicos y privados** en la aplicación de las contribuciones a nivel nacional.

Artículo 8

Las partes tratarán de **evitar/reducir lo más posible y hacer frente a las pérdidas** ocasionadas por el cambio climático, incluyendo los **fenómenos meteorológicos extremos** y de proceso lento.

Artículo 9

Los **países desarrollados deberán proporcionar recursos financieros a los países en desarrollo** para que se cumplan las obligaciones del convenio. Los países desarrollados deben dirigir los esfuerzos a movilizar financiación para cumplir los objetivos de diversas formas, como pueden ser los fondos públicos o el apoyo de estrategias, teniendo siempre en cuenta las necesidades del estado.

El **Mecanismo Financiero de la Convención**, con las entidades encargadas, constituirá el mecanismo financiero del acuerdo.

Artículo 10

Las partes comparten la idea a largo plazo de **compartir tecnología** para mejorar resiliencia al cambio climático y reducir las emisiones del efecto invernadero.

El mecanismo tecnológico establecido en el marco de la convención promoverá y facilitará el **desarrollo y transferencia de tecnología**.

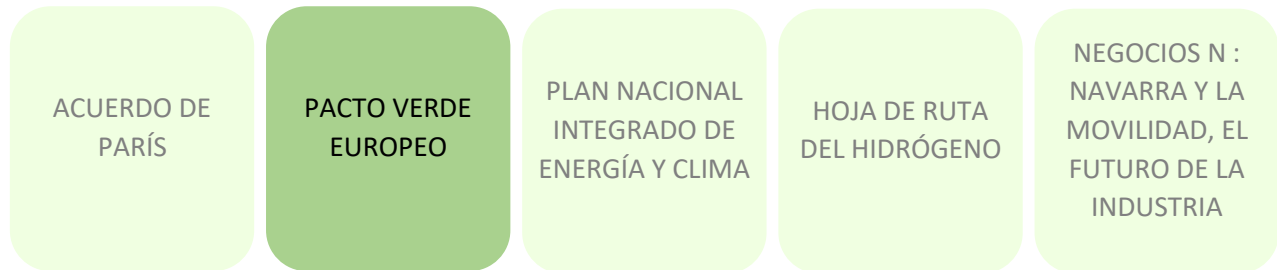
Artículo 11

Los países deben basarse en sus necesidades nacionales y responder a ellas, con lo que ello implica en cada caso.

Artículo 13

Para promover la confianza mutua y una ejecución efectiva, se establece un **marco de transparencia**. Cada parte deberá proporcionar un **informe de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero** y la información necesaria para un seguimiento de la contribución.

El resto de artículos del acuerdo son de carácter administrativo y estructural, no resultando de interés para la finalidad de TFG.



5.2 PACTO VERDE EUROPEO

11/12/2019 [2]

5.2.1 Introducción y objetivos

El Pacto Verde Europeo es la **respuesta a los desafíos mencionados en el Acuerdo de París**. Para ello, se implementará una **nueva estrategia de crecimiento** reformando la UE en una sociedad próspera y moderna que haga un uso eficiente de los recursos, al mismo tiempo que es competitiva y equitativa.

La UE está capacitada para transformar su economía y hacer que su sociedad sea más sostenible. Para ello, ha de hacer uso de sus puntos fuertes como líder mundial en medidas sobre el clima y el medio ambiente, protección del consumidor y derechos del trabajador. Una reducción mayor de las emisiones exigirá una **inversión pública masiva** y un mayor esfuerzo para dirigir (o redirigir) la **inversión del capital privado** hacia acciones en favor del clima y el medio ambiente, evitando que las prácticas que se hagan sean insostenibles. Esta inversión masiva proporciona a **Europa una posibilidad de crecimiento sostenible**. El Pacto Verde Europeo acelerará y orientará la transformación de todos los sectores.

El Pacto Verde Europeo no solucionará por sí solo los retos del cambio climático, pero sí será una influencia que la UE podrá usar para movilizar a sus vecinos y socios. De esta forma, **la UE pretende liderar los esfuerzos internacionales y forjar alianzas** entorno a estas ideas, al mismo tiempo que no desatenderá su necesidad de abastecimiento y competitividad.

Este documento presenta la **hoja de ruta inicial para las políticas y medidas** necesarias. El Pacto Verde Europeo forma parte de la comisión que aplica la **Agenda 2030 y los objetivos sostenibles de las Naciones Unidas** (entre ellos el Acuerdo de París).

5.2.2 Transformación de la economía

Políticas transformadoras

Para conseguir alcanzar los objetivos marcados, se ha de reflexionar sobre las políticas en relación a la energía limpia renovable en los siguientes sectores: **la industria, la producción, el consumo, el transporte, la alimentación, la agricultura, la fiscalidad y las prestaciones sociales**. La UE debe implementar una **transformación digital**.

Un mayor nivel de ambición

La comisión ha expresado sus intenciones de forma clara para conseguir la **neutralidad climática en 2050**. Estos objetivos han sido presentados por la UE a la convención de la Naciones Unidas sobre el cambio climático de 2020. A posteriori, la comisión presentó la “Ley del Clima” europea. Después, la comisión elevó los objetivos de **reducción de los gases de efecto invernadero para 2030 en un 50%**.

Parte de este descenso de las emisiones piensan implementarlo mediante el **Régimen de Comercio de Derechos de Emisión**, ampliando su aplicación a nuevos sectores. Esto desembocará en una **tarifación en los sectores que hagan uso de materias emisoras de carbono**, influyendo a su vez en la economía y haciendo que las empresas tanto públicas como privadas inviertan en formas sostenibles.

Si los socios de la UE no comparten sus ambiciones, existirá **fuga de carbono**. Conllevará al hecho de producir productos contaminantes en esos países con normativas más laxas de emisiones o la importación de productos más contaminantes con el medio ambiente.

Suministro de energías limpia

Continuar con los procesos de **descarbonización del sistema eléctrico** es esencial para conseguir los objetivos de 2030 y 2050. La producción y utilización de la energía en todos los sectores económicos representa un **75% de las emisiones de efecto invernadero de la UE**, por lo que se pretende que esté basado en renovables.

El abastecimiento energético también ha de ser **seguro y asequible para los consumidores y empresas**. Para ello, ha de ser un **mercado integrado, interconectado y digitalizado**.

Se facilitará la **descarbonización del sector del gas** impulsando el desarrollo de los gases descarbonizados. Esta transición requiere de **infraestructuras inteligentes y una mayor cooperación transfronteriza**, las cuales harán que la transición se realice con precios asequibles.

El reglamento de **RTE-E (Reglamento sobre Redes Transeuropeas-Energía)** impulsa el despliegue de tecnologías innovadoras como: redes inteligentes, uso del hidrógeno, la captura, almacenamiento y uso del carbono, y el almacenamiento de la energía, facilitando su integración en los diversos sectores.

Movilización de la industria

Para conseguir una economía climáticamente neutra se necesita el **apoyo de la industria**, y así **transformar el sector y sus cadenas de valor**. La UE impulsará la acción de la **economía circular** mediante un nuevo plan estimulando el desarrollo de mercados neutros con el medio ambiente, tanto fuera como dentro de la UE.

Las industrias de gran consumo energético, como las de **acero, los productos químicos y el cemento son imprescindibles** para la economía de la UE, por lo que se necesita modernizar y descarbonizar ese sector. El plan de la economía circular consistirá en **utilizar productos sostenibles, reduciendo y reutilizando los materiales antes de su reciclado**.

Los sectores que hacen uso de más recursos son: **el textil, la construcción, la electrónica y los plásticos**.

También se detalla que las empresas que declaren intenciones ecológicas deban **fundamentarlas con una metodología estándar**, evaluando sus efectos en el medio ambiente. De esta forma se pretende evitar el uso por parte de las empresas la idea de **declaraciones ecológicas falsas**.

La política de productos sostenibles tratará de reducir los residuos de manera considerable. Se estudia la implementación de un **mercado de materias primas secundarias con un porcentaje de reciclado obligatorio**. Para que se cumplan los propósitos, se revisarán las normas de traslados y exportación ilegal de residuos.

La UE necesita que se desarrollen las primeras aplicaciones comerciales en los sectores industriales, clave aquí antes de 2030. Entre ellas, destacan: **el hidrógeno, las pilas de combustible, carburantes alternativos, la captura, almacenaje y utilización del carbono**.

Para afianzar y consolidar esta industria, las inversiones en cadenas de valor son fundamentales. Por ello, la comisión ha realizado el **Plan de Acción Estratégico para Baterías** y así como la **Alianza Europea de las Baterías**.

Uso eficiente de la energía y recursos en construcción / renovación de edificios

La construcción, utilización y renovación de edificios requieren unas cantidades de recursos energéticos y mineral muy grandes. Los edificios requieren un **40% de la energía consumida**. La UE debe emprender una gran cantidad de renovaciones en edificios públicos y privados. La Comisión garantizará el cumplimiento de la legislación sobre eficiencia en los edificios. Si no se regulan correctamente tales medidas que afectan a la construcción, existe el riesgo de retraso de los objetivos del acuerdo.

Movilidad sostenible e inteligente

El **transporte** es responsable de **una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero**, por ello el objetivo de la Unión es **reducirlas en un 90% para 2050**.

El transporte multimodal necesita un mayor impulso, para ello se necesita un mejor gestión y aumentar la capacidad del **ferrocarril y vías interiores**.

Deben **desaparecer las subvenciones a los combustibles fósiles**, a la vez que tiene que incrementar la producción / utilización de combustibles fósiles alternativos y sostenibles. En vista de los objetivos, **se necesitan aproximadamente 1 millón de estaciones públicas de recarga y repostaje para los diversos vehículos (a escala europea)**.

El transporte debe ser menos contaminante especialmente en las **ciudades**. En consecuencia, la comisión propondrá estrictas normas de emisiones para los vehículos de motor de combustión. También hará que el **transporte marítimo** sea menos contaminante haciendo que sea obligatorio que los buques utilicen la electricidad del puerto cuando estén atracados.

Cuestiones de alimentación respetuosas y más saludables

Se quiere impulsar una alimentación más respetuosa con el entorno haciendo uso de planes estratégicos, como, por ejemplo, **reduciendo los plaguicidas químicos, los abonos y los antibióticos entre otras medidas**.

Preservación de los ecosistemas y biodiversidad

Preservar los ecosistemas y la biodiversidad recuperando capital natural en la UE. Se desarrollarán **medidas para la forestación efectiva**, haciendo uso al mismo tiempo de la llamada **economía azul**, que consiste en el uso de menos recursos y que éstos sean respetuosos con el medio ambiente. Se pondrán **medidas en el territorio marino** regulando así las energías renovables marinas.

Contaminación cero sin sustancias tóxicas

Hacer un **menor uso** o sustitución de las **sustancias que se vierten al entorno, mar, tierra y aire**, así como un mayor control de estas.

Integración de la sostenibilidad en la políticas de la UE

La comisión proporcionará un **plan de inversiones** que contribuirá a conseguir la financiación adicional con el propósito de apoyar las inversiones sostenibles. El **presupuesto de la UE será decisivo, el cual supondrá el 25%** del mismo.

El **fondo InvestEU proporcionará al menos un 30%**, con fines de combatir el cambio climático.

Como parte del plan de inversiones para una Europa sostenible, el Mecanismo de Transición Justa se empleará principalmente en regiones y sectores más afectadas por la transición.

El **sector privado** es necesario para la transición ecológica. Se deben señalar cuáles deben ser la senda a seguir en cuanto a los cambios que se realizarán para que se pueda dirigir los flujos financieros y capital para inversiones y así evitar falta de financiación.

La estrategia a seguir es la de reforzar las bases de una inversión sostenible. La **sostenibilidad debe aunarse en la forma de gestión de las empresas, ya que todavía se busca el rendimiento financiero a corto plazo**.

Las empresas y **servicios financieros tendrán que difundir sus contribuciones en el medio ambiente** para que los **inversores puedan estar más informados** acerca de la sostenibilidad medioambiental de la empresa. Los riesgos climáticos se gestionarán e integrarán en el sistema financiero.

Los **presupuestos** de las distintas naciones serán decisivos en la transición. Un diseño eficaz de las reformas fiscales puede impulsar el crecimiento de la economía y la capacidad de resistir las perturbaciones climáticas. Los estados miembros pueden hacer **uso del IVA para incrementar sus ambiciones medioambientales**. Todas estas medidas facilitarán la **eliminación gradual de los combustibles fósiles**, especialmente de los más contaminantes.

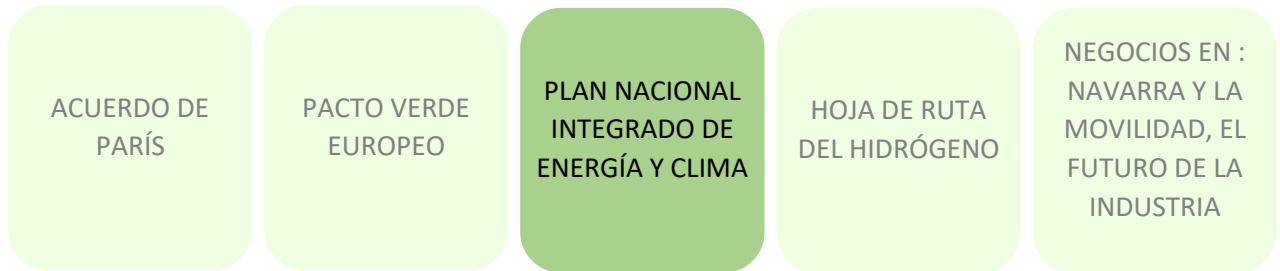
Los estados y la industria fomentarán la **investigación e innovación** en áreas como: **baterías, hidrógeno limpio, la producción de acero hipo carbónico**, etc.

5.2.3 La UE como líder mundial

Los retos del cambio climático y del medio ambiente reclaman una **respuesta mundial**, al mismo tiempo que realiza diálogos con distintos socios. La UE, al ser un mercado muy grande, puede fijar normas aplicables a nivel mundial, además de ser pionero en la materia, con lo que ello conlleva.

5.2.4 Unidad del Pacto Europeo

La **participación y el compromiso de la ciudadanía** es necesaria para cumplir los objetivos del Pacto Verde Europeo. Los estados europeos deben garantizar que los instrumentos disponibles se utilicen de forma coherente. Los fondos europeos ayudarán a las zonas rurales a sacar partido de la economía circular y de la bioeconomía.



5.3 PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA [3]

5.3.1 Proceso de elaboración

Panorama de la situación actual en España

En España las políticas del clima y de la energía están supeditadas por el contexto internacional. El objetivos del Acuerdo de París son contener la temperatura media global por debajo de los 2°C y limitarlo al 1,5°C.

La UE ha propuesto para **2030**:

- Con respecto a 1990, se establece **reducir un 40% los gases de efecto invernadero**
- Modificaciones en el **régimen de comercio de derechos de emisión** de la UE.
- Proponer una cuota del **32% de energía renovable en el consumo final**.
- Un **32,2% de mejora** de la eficiencia energética y un **15% de interconexiones entre estados miembros**.

Para la **descarbonización de la economía** destacan la implementación de modelos de bajas emisiones en los sectores difusos (sectores no relacionado con el comercio de emisiones, por ejemplo, residencial, transporte, agricultura...) a través de diversos fondos con el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible. **Se creará un impuesto sobre los gases que más consumen para que la transformación sea más rápida.**

En **España**, estas medidas afectan a **900 instalaciones industriales y de generación eléctrica**.

En España la regulación del sistema eléctrico ha sufrido cambios para volverse más eficiente y garantizar la sostenibilidad económica. En **2020** se procedió a darle un nuevo impulso al sector para cumplir con los objetivos de energía renovable, con los que se han llegado a **adjudicar grandes cantidades de potencia de origen renovable**.

En los últimos años se han impulsado reformas para incrementar el **autoconsumo, la recarga del vehículo eléctrico y otras medidas** con el fin de ser más sostenibles. Se destaca el **acuerdo del sector del carbón** para transformar y promover el desarrollo sostenible en las regiones mineras.

La política de eficiencia energética se estructura mediante el **Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020**.

La **dependencia energética de España** del exterior es muy elevada un **73% (en 2017)**, donde la producción nacional es casi nula, esto implica un **riesgo** para la seguridad de suministro en diversas formas como uno menor control del precio o de la distribución.

El mix energético de la UE es bastante inferior que la media nacional. Es causado por: el transporte **ferroviario** de mercancías es usado mucho menos que el de carretera, al no tener otros estados salida al mar no les afecta un **importante consumo como es el causado por el transporte marítimo, el considerable consumo por el transporte aéreo** debido al sector turístico.

En cuanto al **gas natural, España tiene una distribución muy diversificada, así como productos petroleros**. Esto hace que España tenga uno de los suministros más diversificados de Europa.

Para cumplir con los objetivos de 2020 la planificación actual incorpora las energías renovables en la red. En cuanto a la interconexión actual, España queda muy por debajo de la UE un **10% de interconexión para 2020 y 15% para 2030**. Actualmente España tiene interconexiones con Francia, Portugal y Marruecos.

Una vez esté aprobado el nuevo desarrollo de hidrocarburos se planificará la infraestructura de gas natural. Es importante que las normas del sector estén bien definidas para que se puedan hacer inversiones.

La estrategia actual de **ciencia, tecnología e investigación** se alinea con los que marca la UE en el **Horizonte 2020 (plan de financiación)**. Los ámbitos de financiación son: salud, cambio demográfico, seguridad y calidad alimentaria sostenible, energía sostenible y limpia, transporte inteligente y sostenible, acciones contra el cambio climático, innovaciones sociales, economía y sociedad digital, y, por último, seguridad en el ámbito de defensa.

Los planes estatales cuentan con la contribución de centro públicos de investigación, empresas, universidades entre otros tipos de grupos de trabajo. Desde la UE, se han realizado diferentes programas de colaboración tecnológica, **Eureka, Eurostars, ERANETS-cofund y Horizonte 2020** entre otros.

5.3.2 Objetivos generales y específicos

Como ya se ha señalado, **España aspira a ser un país neutro en carbono para el año 2050** (un 90% de las emisiones respecto al año 1990). Para **2030**, la cantidad de reducción de emisiones es del **20%** con respecto a 1990 (221,8 MtCO₂eq). En la siguiente tabla se muestra la evolución de las emisiones dependiendo del sector:

Años	1990	2005	2015	2020*	2025*	2030*
Transporte	59.199	102.310	83.197	87.058	77.651	59.875
Generación de energía eléctrica	65.864	112.623	74.051	56.622	26.497	20.603
Sector industrial (combustión)	45.099	68.598	40.462	37.736	33.293	30.462
Sector industrial (emisiones de procesos)	28.559	31.992	21.036	21.147	20.656	20.017
Sectores residencial, comercial e institucional	17.571	31.124	28.135	28.464	23.764	18.397
Ganadería	21.885	25.726	22.854	23.247	21.216	19.184
Cultivos	12.275	10.868	11.679	11.382	11.089	10.797
Residuos	9.825	13.389	14.375	13.657	11.932	9.718
Industria del refino	10.878	13.078	11.560	12.330	11.969	11.190
Otras industrias energéticas	2.161	1.020	782	825	760	760
Otros sectores	9.082	11.729	11.991	12.552	11.805	11.120
Emisiones fugitivas	3.837	3.386	4.455	4.789	4.604	4.362
Uso de productos	1.358	1.762	1.146	1.236	1.288	1.320
Gases fluorados	64	11.465	10.086	8.267	6.152	4.037
Total	287.656	439.070	335.809	319.312	262.675	221.844

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

*Tabla 1 – Evolución de las emisiones en diferentes sectores en toneladas CO₂ equivalentes.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)*

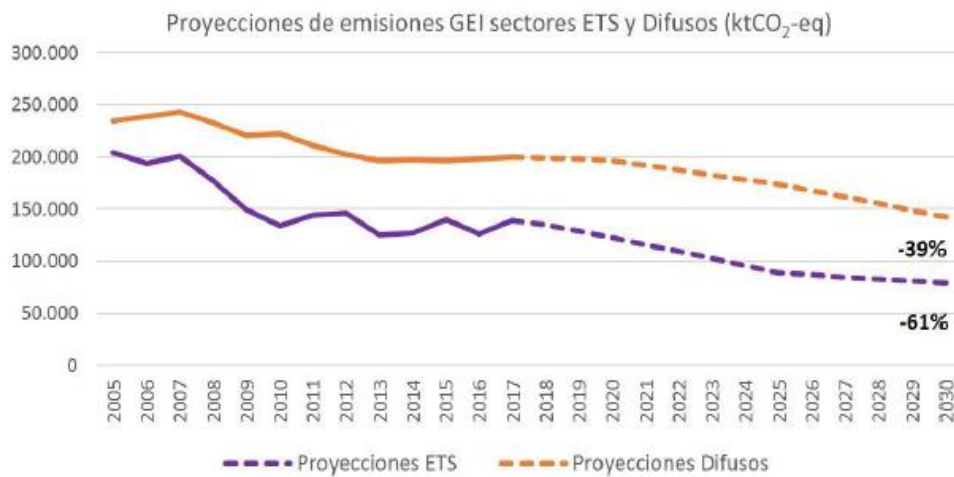
Como se puede observar, se reduce principalmente en el **sector de la generación eléctrica**. Esto se debe al aumento de las renovables y al cierre de las plantas de carbón.

En el **sector del automóvil** se irán reduciendo las emisiones debido al aumento de la eficiencia de los vehículos, el uso de modelos híbridos y eléctricos, y a un mayor uso del transporte público.

También cabe mencionar que para las **ciudades mayores de 50.000 habitantes**, se tendrá que poner una **zona de bajas emisiones para 2030**.

El Plan Nacional no solo cumple con los **objetivos de la UE**, sino que eleva sus ambiciones, esto permitirá alcanzar una **reducción de un nivel del 23% con respecto a 1990**.

En la siguientes gráficas se muestran la reducción de las emisiones prevista por las medidas hasta 2030:



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

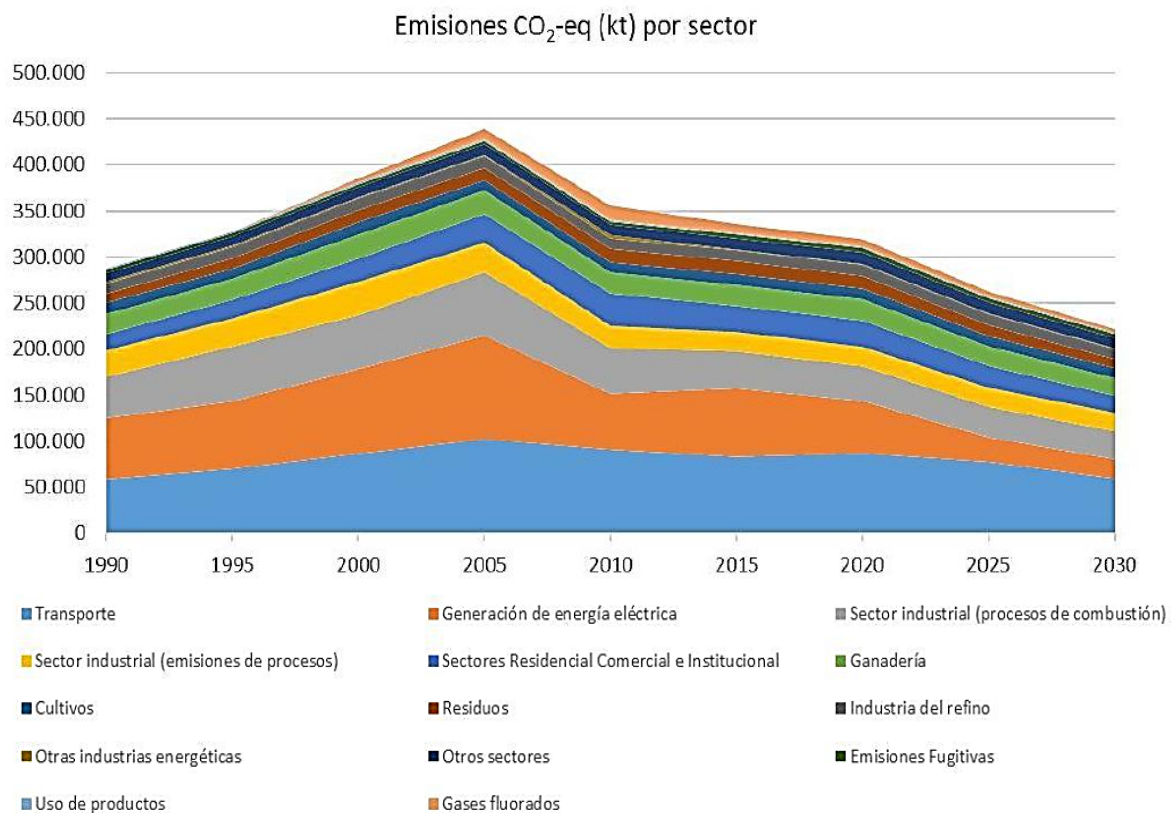
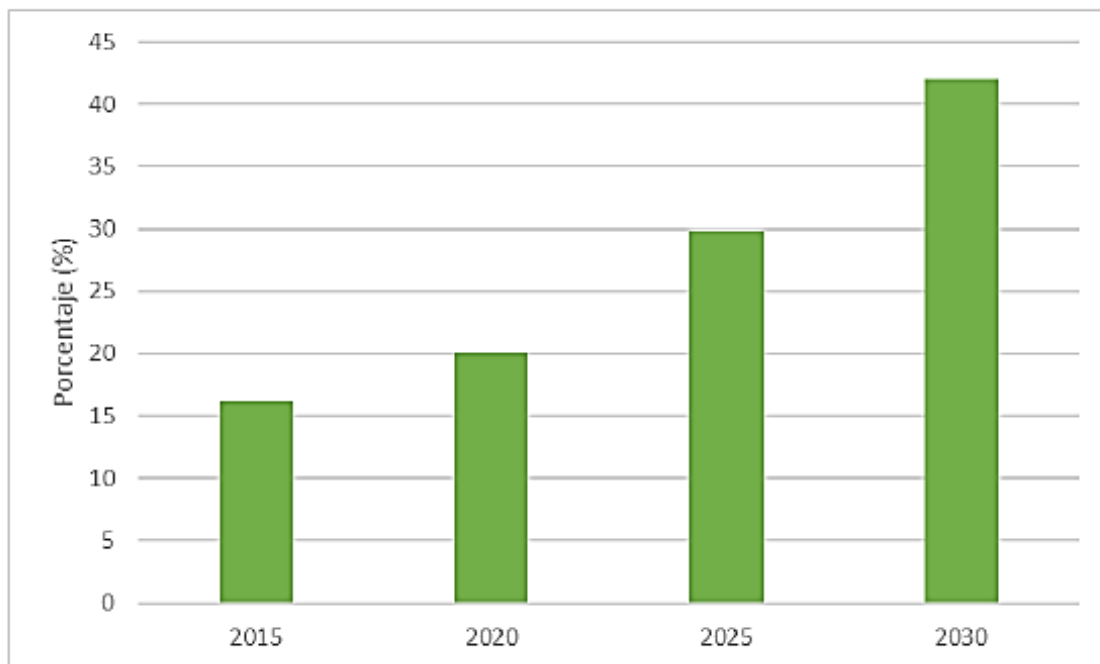


Figura 1 y 2 – Proyecciones de emisiones de los distintos sectores.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)

Se puede ver que en las figuras 1 y 2 en las que se representan los **sectores ETS** (Emissions Trading System) son los sectores sometidos a la regulación de **derechos de emisión** y los **sectores difusos**, los que **no requieren ir al mercado de derechos de emisión**. Este último grupo lo forman sectores como el residencial, los comercios, las instituciones, el transporte, la agricultura, etc.

El hecho de haber tenido en cuenta el uso de los cultivos para contabilizar las emisiones cumple con el acordado en el Acuerdo de París.

La mayor fuente de **origen de gases de efecto invernadero es el sistema energético, el cual genera tres cuartas partes de esas emisiones**, para lograr la descarbonización es necesario cumplir los objetivos del PNIEC. Con este plan se planea obtener un 42% de energía renovable para 2030.



*Figura 3 – Proyecciones energía renovable del sistema eléctrico.
(Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)*

Estas medidas persiguen alcanzar un **28% de renovables en el transporte a través de la electrificación y los biocarburantes**. Una cifra superior al 14% que pide la UE para 2030.

El plan prevé que **para 2030 la potencia total instalada sea de 161 GW**. El PNIEC contempla la integración de la nueva potencia mediante subastas. En las subastas debe primar su predictibilidad, estabilidad, inversión y las que faciliten una transición más eficiente.

Al mismo tiempo se prevé **el autoconsumo de renovables**, facilitando el recurso renovable al territorio nacional, reducción de costes y una **nueva regulación que sea simple, suprima peajes y permita la compensaciones económica por los excedentes inyectados a red.**

En la siguiente gráfica se aprecia la evolución de la capacidad y potencia instalada de las diferentes tecnologías en MW respectivamente desde 2015 a 2030:

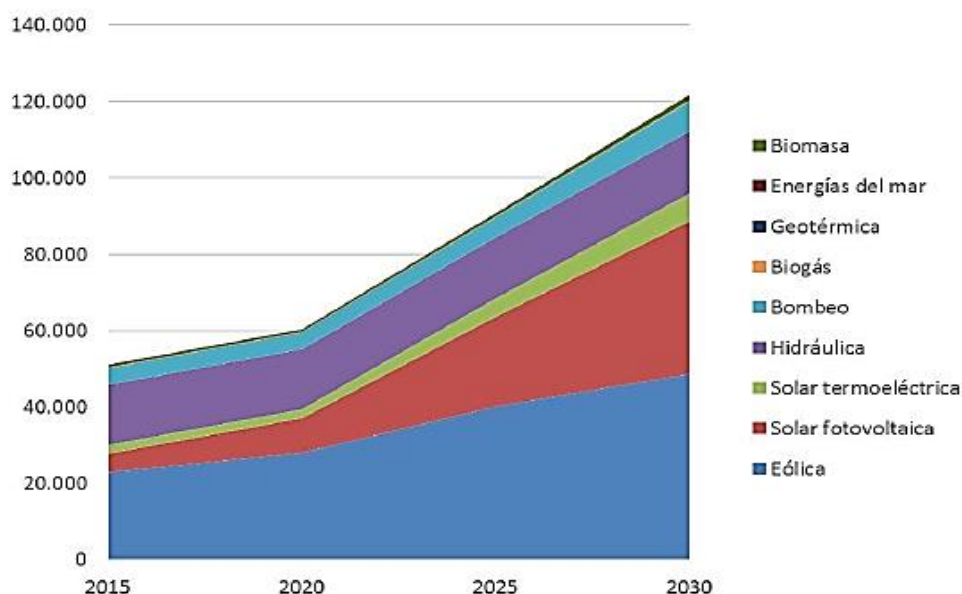


Figura 4 – Evolución de la capacidad instalada en el escenario objetivo.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)

Parque de generación del Escenario Objetivo (MW)				
Año	2015	2020*	2025*	2030*
Eólica (terrestre y marítima)	22.925	28.033	40.633	50.333
Solar fotovoltaica	4.854	9.071	21.713	39.181
Solar termoeléctrica	2.300	2.303	4.803	7.303
Hidráulica	14.104	14.109	14.359	14.609
Bombeo Mixto	2.687	2.687	2.687	2.687
Bombeo Puro	3.337	3.337	4.212	6.837
Biogás	223	211	241	241
Otras renovables	0	0	40	80
Biomasa	677	613	815	1.408
Carbón	11.311	7.897	2.165	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	6.143	5.239	4.373	3.670
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.708	3.708	2.781	1.854
Residuos y otros	893	610	470	341
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento	0	0	500	2.500
Total	107.173	111.829	133.802	160.837

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

Tabla 2 – Potencia instalada en el escenario objetivo.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)

En **2019 España** inició el proceso de elaboración de un nuevo Plan Nacional de Adaptación **PNACC-2** en el que se definen objetivos y criterios para promover la resistencia y adaptación frente al cambio climático en el etapa de 2021-2030. Los objetivos son:

- Obtener **herramientas de análisis de futuros escenarios** referidos al cambio climático.
- Promover la **evaluación de riesgos e impactos** además de medidas de mitigación y adaptación.
- Impulsar el acceso al **conocimiento** sobre los posibles impactos.
- Fomentar la incorporación en la normativa y planificación de la adaptación al cambio climático.
- Facilitar la **coordinación** entre administraciones.
- Fomentar la implicación de la **sociedad** española y movilizar actores clave.

Este plan afecta a diversos ámbitos del **sistema eléctrico** como: el suministro de primaria, la generación, transporte, almacenamiento, distribución y demanda de energía eléctrica.

Los posibles impactos potenciales del cambio climático en el sistema eléctrico son:

Componente	Amenazas clave	Medidas PNACC-2
Suministro de energía primaria	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la producción hidroeléctrica como consecuencia de la disminución de los caudales de los ríos. • Reducción de la productividad de los cultivos agrícolas y forestales orientados a la producción de biomasa debido a una menor disponibilidad de agua. • Daños a las infraestructuras de suministro energético derivados de eventos extremos. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimación del impacto del cambio climático en los potenciales de producción de energías renovables. ○ Integración de las proyecciones relativas al potencial hidroeléctrico en la planificación de la transición energética. ○ Integración de las proyecciones relativas al potencial de producción de biomasa en la planificación de la transición energética. ○ Identificación de infraestructuras altamente vulnerables e impulso de programas específicos de adaptación
Generación de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficiencia en las plantas termoeléctricas por disminución de los caudales y aumento de la temperatura del agua de refrigeración. • Cortes de agua para refrigeración de centrales térmicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimación de los impactos potenciales asociados al cambio del clima y análisis de medidas de adaptación.

*Tabla 3 parte 1 – Impacto del Plan al sistema eléctrico.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)*

Componente	Amenazas clave	Medidas PNACC-2
Transporte, almacenamiento y distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la eficiencia de las líneas de transporte y distribución eléctrica debido al calor. • Daños a las infraestructuras de los sistemas eléctricos, gasistas o derivados del petróleo como consecuencia de eventos extremos. • Vulnerabilidad de terminales de GNL, gas convencional y refinerías situadas en áreas costeras, debido a tormentas, tempestades e incremento del nivel del mar. • Reducción del producible disponible para el bombeo mixto. • Disminución del rendimiento de las baterías por incremento de la temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis del impacto del cambio climático en la funcionalidad y resiliencia de las redes de transporte y distribución de electricidad y definición de medidas de adaptación. ○ Identificación de infraestructuras energéticas altamente vulnerables a los eventos extremos e impulso a programas específicos de adaptación.
Demanda de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de los picos de demanda de electricidad asociado a necesidades de refrigeración. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Estimación del impacto del cambio climático en la demanda de electricidad.

Tabla 3 parte 2 – Impacto del Plan al sistema eléctrico.

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

El **desarrollo a gran escala de la generación de energía renovable** hace necesario organizar su integración.

La **gestión de la demanda** es el conjunto de las acciones que afectan de manera directa o indirecta a los consumidores, esta acción la realizan las empresas distribuidoras, comercializadoras de energía, empresas públicas y los **agregadores mediante la modificación el tiempo o magnitud de la demanda**. Esto contribuye a una reducción de costes y un menor impacto al medio ambiente.

En cuanto al **almacenamiento**, el plan prevé una **capacidad de 6GW de bombeo y baterías**.

El papel de la ciudadanía en la transición energética será importante. **A finales de 2016** la Comisión Europea impulsó una **directiva que garantiza a los consumidores el derecho a producir, consumir, almacenar, vender su propia energía renovables** y evaluar el potencial desarrollado.

Uno de los principios del PNIEC es el eficiencia energética. Las directivas sobre la eficiencia energética dicen que dentro del marco normativo común corresponde a cada estado proponer un objetivo de eficiencia energética, por ejemplo, uno basado en su consumo de energía primaria o final o en el ahorro de energía primaria.

España tiene como **objetivo** de cara a **la UE reducir un 32,5%** sin embargo se ha propuesto **alcanzar un 39,5% para 2030**, lo que consistirá en un consumo de **primaria máximo de 99,4 Mtep**, en la tabla 4 se puede ver el progreso.

Años	2015	2020*	2025*	2030*
Carbón	13.583	9.084	3.743	2.133
Petróleo y sus derivados	53.045	55.619	49.302	40.646
Gas natural	24.538	26.690	24.257	24.438
Energía Nuclear	14.903	15.118	15.118	6.500
Energías Renovables	16.620	20.764	26.760	33.383
Residuos industriales		302	303	381
RSU (no renovable)	252	168	142	66
Electricidad	-11	762	-1.202	-3.448
Menos usos no energéticos	-4.350	-5.105	-5.400	-5.639
Total	103.975	123.402	113.022	98.460

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

Tabla 4 – Consumo de energía primaria hasta 2030.

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

El PNIEC apuesta por realizar cambios en los siguientes ámbitos, **un cambio modal, reducción de tráficos**, el uso del transporte público, movilidad sostenible y **electrificación del sector energético**. Mejorar la intensidad energética primaria.

El PNIEC también tiene objetivos orientados hacia la seguridad, estos están descritos en la Estrategia de Seguridad de España del año 2015, estos son asegurar la diversidad del mix energético, garantizar la seguridad de abastecimiento en todo momento y fomentar **el uso de fuentes autóctonas**. Para ello se plantea la **reducción de la importación de los combustibles fósiles**, preparación para una posible interrupción del sistema y un aumento de la flexibilidad del sistema energético. En la tabla 5 se puede ver la evolución de la ratio de dependencia energética primaria Ktep.

Años	2015	2020*	2025*	2030*
Producción nacional	33.564 (27%)	37.499 (29%)	41.909 (35%)	40.646 (39%)
Carbón	1.246	1.105	0	0
Productos petrolíferos	236	146	147	148
Gas natural	54	49	49	49
Nuclear	14.903	15.118	15.118	6.500
Energías renovables	16.873	20.611	26.150	33.501
Residuos no renovables	252	470	445	448
Neto importado/exportado	89.366 (73%)	91.008 (71%)	76.513 (65%)	63.453 (61%)
Carbón	12.337	7.979	3.743	2.133
Productos petrolíferos	52.809	55.473	49.155	40.498
Gas natural	24.484	26.641	24.208	24.389
Electricidad	-11	762	-1.202	-3.448
Energías renovables	-253	153	610	-119
Total Energía Primaria	122.930	128.507	118.422	104.099

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

Tabla 5 – Evolución del ratio de dependencia energética primaria Ktep.

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

Se tiene que prever la **salida del carbón** por consecuencia de los mecanismos del **mercado (de emisiones)** y la nuclear por los diversos inconvenientes que presenta frente al resto de tecnologías.

Esa potencia retirada es compensada por una importante **penetración de energías de origen renovable** (especialmente solar y eólica). España posee un parque de gas de ciclo combinado que pueden servir de respaldo, al cual se le unirán el desarrollo de tecnología de almacenamiento a gran escala además de una mejor administración de la gestión de la demanda. Se han analizado los modelos energéticos y estos concluyen que **existen plenas garantías de cumplir los objetivos**.

Los objetivos correspondientes a dimensionar el mercado interior de la energía. Estos tienen como objetivo la interconectividad, la infraestructura del transporte, una mayor integración del mercado y la implementación de la Estrategia Nacional contra la pobreza. Al mismo tiempo se han de cumplir los objetivos de la Comisión, referenciar el precio medio en más de 2 €/MWh, el ratio de capacidad de transmisión para una demanda menor al 30% y el ratio de capacidad de transmisión de capacidad renovable con respecto al 30%.

España en 2020 es el único país europeo con **una interconexión menor al 10%**. Con este dato se debe considerar y planificar infraestructuras eléctricas submarinas tanto para el transporte como para la implantación de infraestructuras generadoras marinas.

En cuanto al mercado del gas, se trabajará en afianzar el mercado y optimizar las interconexiones, así como facilitar el acceso a otras fuentes de gas y a precios equitativos. Puesto que los peajes actuales de gas entre países de la UE no tienen el mismo precio en ambas direcciones.

En el ámbito de la investigación, innovación y competitividad se impulsarán planes que contribuyan a la sostenibilidad, la transición energética y el cambio climático.

A nivel europeo la **UE aspira** a tener un **mercado integrado a nivel continental** mediante **interconexiones** y una buena **gestión de los recursos de energías limpias**. Para ello se impulsará el desarrollo de las fuentes de energías limpias, una competitividad a nivel europeo, seguridad de abastecimiento coordinando oferta y demanda y todo esto mientras se modifican los impulsos sociales y tecnológicos hacia patrones de menor consumo. En concordancia con los objetivos antes mencionados:

- En la **generación energética** a partir de **energías renovables** se incrementará el uso de las siguientes tecnologías y de la reducción de los costes, estas son fotovoltaica, solar de concentración, biomasa, eólica (en especial marina), geotermia y oceánica.
- Se buscan **tecnologías** que ayuden a **flexibilizar y optimizar** el **sistema eléctrico**. Se prestará atención a la incorporación de las energías renovables, se pueden dividir en tres áreas, generación, almacenamiento y sistema eléctrico. En la generación se enfocará a la investigación e innovación de las tecnologías que favorezcan la gestionabilidad y el proceso de transición. En el almacenamiento se tratará de impulsar sistemas de almacenamiento eléctrico y optimización, en cuanto al sistema eléctrico, se centrará en conseguir un sistema seguro y resiliente mediante el desarrollo de la digitalización afrontando el reto de la gestionabilidad de las renovables.
- En la **energía nuclear** se prevé el **cierre** escalonado de las centrales entre 2025 y 2035 de forma segura y con una correcta utilización de los residuos.
- En relación al transporte se impulsarán las formas de **transporte sostenibles**.
- Los combustibles renovables se plantean utilizarlos para el transporte, siendo prioritario en los ámbitos de la aviación, movilidad, industria y edificios. Por ellos se ha de desarrollar más los biocarburantes avanzados y una producción de estos de origen 100% renovable.

En la siguiente tabla se observan los objetivos y las prioridades del Ministerio.

Objetivos PNIEC	Objetivos Particulares	Prioridades y Objetivos I+i+c
23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990	Residencial, comercial y servicios	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones inteligentes para el consumidor de energía. - Ciudades y comunidades inteligentes. - Sistemas de generación de calor y de frío. - Participación de energía renovable en redes urbanas de calefacción y refrigeración. - Uso de energía renovable en edificios. - Energía renovable producida por ciudades, comunidades energéticas y auto-consumidores. - Soluciones activas y pasivas en la rehabilitación energética de edificios.
	Transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte sostenible: promover un cambio de modelo en el sistema de transporte. - Desarrollo de biocarburantes avanzados obtenidos de manera sostenible a partir de materias primas renovables. - Producción de hidrógeno verde. - Baterías para movilidad y estacionarias.
	Generación Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> - Baterías para movilidad y estacionarias. - Energías limpias/renovables prioritarias. - Generación nuclear segura.
	Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologías bajas en carbono, con carácter prioritario. - Innovación y competitividad energética.
42% de renovables sobre el uso final de la energía	Innovación en tecnologías de EERR en las que ya se tiene una posición competitiva	<ul style="list-style-type: none"> - Energía Fotovoltaica (PV). - Energía Solar de Concentración (CSP). - Energía Eólica Marina. - Geotermia profunda y somera. - Energía Oceánica.
	Tecnologías que contribuyen a la gestionabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Energía Solar de Concentración (CSP). - Digitalización del sistema eléctrico.
39,5% de mejora de la eficiencia energética	Residencial, urbano y ciudadano	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalización del sistema eléctrico. - Soluciones inteligentes para el consumidor de energía. - Ciudades y comunidades inteligentes. - Sistemas de generación de calor y de frío. - Participación de energía renovable en redes urbanas de calefacción y refrigeración.
	Industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de energía renovable en edificios. - Energía renovable producida por ciudades, comunidades energéticas y auto-consumidores. - Soluciones activas y pasivas en la rehabilitación energética de edificios.
74% de energía renovable en la generación eléctrica	Generación distribuida	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalización del sistema eléctrico para la consecución de un sistema seguro y resiliente. - Sistemas de almacenamiento.

Tabla 6 – Objetivos y prioridades.

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

5.3.3 Políticas y medidas

Las políticas y medidas del plan se pueden dividir en diferentes apartados.

Medidas PNIEC	
3.1	DIMENSIÓN DE LA DESCARBONIZACIÓN
Medida 1.1.	Desarrollo de nuevas instalaciones de generación eléctrica con renovables
Medida 1.2.	Gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad
Medida 1.3.	Adaptación de redes eléctricas para la integración de renovables
Medida 1.4.	Desarrollo del autoconsumo con renovables y la generación distribuida
Medida 1.5.	Incorporación de renovables en el sector industrial
Medida 1.6.	Marco para el desarrollo de las energías renovables térmicas
Medida 1.7.	Biocombustibles avanzados en el transporte
Medida 1.8.	Promoción de gases renovables
Medida 1.9.	Plan de renovación tecnológica en proyectos ya existentes de generación eléctrica con energías renovables
Medida 1.10.	Promoción de la contratación bilateral de energía eléctrica renovable
Medida 1.11.	Programas específicos para el aprovechamiento de la biomasa
Medida 1.12.	Proyectos singulares y estrategia para la energía sostenible en las islas
Medida 1.13.	Comunidades energéticas locales
Medida 1.14.	Promoción del papel proactivo de la ciudadanía en la descarbonización
Medida 1.15.	Estrategia de Transición Justa
Medida 1.16.	Contratación pública de energía renovable
Medida 1.17.	Formación de profesionales en el sector de las energías renovables
Medida 1.18.	Revisión y simplificación de procedimientos administrativos
Medida 1.19.	Generación de conocimiento, divulgación y sensibilización
Medida 1.20.	Régimen europeo de comercio de derechos de emisión
Medida 1.21.	Reducción de emisiones de GEI en los sectores agrícola y ganadero
Medida 1.22.	Reducción de emisiones de GEI en la gestión de residuos
Medida 1.23.	Reducción de emisiones de GEI relacionadas con gases fluorados
Medida 1.24.	Sumideros forestales
Medida 1.25.	Sumideros agrícolas
Medida 1.26.	Fiscalidad
3.2	DIMENSIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
Medida 2.1.	Zonas de bajas emisiones y medidas de cambio modal
Medida 2.2.	Uso más eficiente de los medios de transporte
Medida 2.3.	Renovación del parque automovilístico
Medida 2.4.	Impulso del vehículo eléctrico
Medida 2.5.	Mejoras en la tecnología y sistemas de gestión de procesos industriales
Medida 2.6.	Eficiencia energética en edificios existentes del sector residencial
Medida 2.7.	Renovación del equipamiento residencial
Medida 2.8.	Eficiencia energética en la edificación del sector terciario
Medida 2.9.	Eficiencia energética en equipos generadores de frío y grandes instalaciones de climatización del sector terciario e infraestructuras públicas
Medida 2.10.	Eficiencia energética en explotaciones agrarias, comunidades de regantes y maquinaria agrícola
Medida 2.11.	Promoción de los servicios energéticos
Medida 2.12.	Sector público: responsabilidad proactiva y contratación pública eficiente energéticamente
Medida 2.13.	Auditorías energéticas y sistemas de gestión
Medida 2.14.	Formación de profesionales en el sector de la eficiencia energética
Medida 2.15.	Comunicación e información en materia de eficiencia energética
Medida 2.16.	Otras medidas para promover la eficiencia energética: la transición en la cogeneración de alta eficiencia
Medida 2.17.	Medidas financieras: Fondo Nacional de Eficiencia Energética

Tabla 7 – Medidas PNIEC.

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

Medidas PNIEC	
3.3	DIMENSIÓN DE LA SEGURIDAD ENERGÉTICA
Medida 3.1.	Mantenimiento de existencias mínimas de seguridad de productos petrolíferos y gas
Medida 3.2.	Reducción de la dependencia del petróleo y el carbón en las islas
Medida 3.3.	Puntos de recarga de combustibles alternativos
Medida 3.4.	Impulso a la cooperación regional
Medida 3.5.	Profundización en los planes de contingencia
Medida 3.6	Planificación para la operación en condiciones de seguridad de un sistema energético descarbonizado
3.4	DIMENSIÓN DEL MERCADO INTERIOR DE LA ENERGÍA
Medida 4.1.	Aumento de la interconexión eléctrica con Francia
Medida 4.2.	Aumento de la interconexión eléctrica con Portugal
Medida 4.3.	Infraestructuras de transporte de electricidad distintas de los "Projects of Common Interest" (PCIs)
Medida 4.4.	Integración del mercado eléctrico
Medida 4.5.	Protección de los consumidores de electricidad e incremento de la competencia
Medida 4.6.	Acceso a datos
Medida 4.7.	Integración del mercado gasista
Medida 4.8.	Protección de los consumidores de gas
Medida 4.9.	Mejora de la competitividad del sector gasista minorista
Medida 4.10.	Plan de desarrollo de gestión de la demanda de gas
Medida 4.11.	Lucha contra la pobreza energética
3.5	DIMENSIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD
Medida 5. 1.	Acción Estratégica en Energía y Clima
Medida 5.2.	Implementación del SET-Plan
Medida 5.3.	Red de Excelencia en Energía y Clima
Medida 5.4.	Incremento, coordinación, mejora y uso eficiente de infraestructuras y equipamientos científicos y tecnológicos en energía y clima
Medida 5.5.	Compra pública de innovación verde
Medida 5.6.	Fortalecimiento del capital riesgo público para la transferencia de tecnología en energía y clima
Medida 5.7.	Nuevos instrumentos de apoyo a la investigación y la innovación en energía y clima
Medida 5.8.	Innovación social por el clima
Medida 5.9.	Reducción de trámites burocráticos y cargas administrativas
Medida 5.10.	Relanzar la Fundación Ciudad de la Energía, CIUDEN
Medida 5.11.	Sistema de Información sobre Ciencia, Tecnología e Innovación para el seguimiento de la financiación
Medida 5.12.	I+i+c para la adaptación del sistema energético español al cambio climático
Medida 5.13.	Programas singulares a largo plazo en temas científicos y tecnológicos que sean estratégicos en el área de energía y clima
Medida 5.14.	Aumentar la participación española en los programas de financiación de la investigación y la innovación europeos
Medida 5.15.	Apoyar la participación de grupos de investigación españoles en foros internacionales de energía y clima
Medida 5.16.	Promocionar la iniciativa Misión Innovación
Medida 5.17	Mecanismos de financiación de innovación europeos
Medida 5.18	Cooperación internacional

Tabla 8 – Medidas PNIEC.

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

3.1 Dimensionamiento de la descarbonización

Los sectores que conseguirán **reducir la mayor cantidad de emisiones de gases** de efecto invernadero son los sectores de la **generación eléctrica y el transporte**.

M.1.1 Desarrollo de nuevas instalaciones de generación eléctrica con renovables

La **capacidad** que se planea instalar de **origen renovable es de 59 GW durante los años 2021-2030**, para cumplir estos objetivos se necesita aprovechar las fortalezas de las **distintas renovables disponibles**. Cabe destacar que en los casos de las tecnologías renovables maduras se requerirá un aporte mínimo de apoyos públicos en comparación con otras tecnologías renovables menos desarrolladas.

En el caso de las tecnologías que no han alcanzado la madurez tecnológica, se han de alcanzar la manera de apoyarlas desde las entidades públicas para que puedan competir y alcanzar su madurez tecnológica.

Los mecanismos para su ejecución son:

- **Convocatorias de subastas** para la asignación de un régimen retributivo, **anualmente se subastarán 3000 MW**, ofrecer una estabilidad de ingresos a las renovables, los objetivos de estas plantas generadoras serán la potencia a generar, en las convocatorias se podrán distinguir diversas características como disponibilidad, localización madurez tecnológica...
- La participación local en **proyectos renovables**, se favorecerá la diversificación de los actores y proyectos ciudadanos participativos. Se podrá establecer un mecanismo en el que el ciudadano pueda vender su electricidad al precio de la subasta, se reservará una cuota anual en la subasta para estos proyectos.
- Programas específicos para el desarrollo de tecnologías, existen tecnologías de generación que en la actualidad no son competitivas, para ellas se propondrá un calendario de subastas específico para proyectos de demostración.
- Los **territorios extrapeninsulares** estarán sujetos a **reglamentos que tengan en cuenta sus singularidades**, lo que conllevará un mayor uso de tecnologías convencionales, lo que repercutirá en un mayor costo eléctrico.

Las subastas se realizarán por MITECO y en el caso de los territorios extrapeninsulares se requerirá la colaboración de los gobiernos autonómicos competentes.

M.1.2 Gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad

Para **gestionar la variabilidad de la generación**, es necesario hacer uso de un nuevo modelo. Uno que pueda hacer frente a la **demanda del vehículo eléctrico**. Esto se verá con más profundidad en la medida 1.14 más adelante.

Debido a la alta penetración de los **sistemas renovables**, este excedente es interesante el almacenamiento complejo de esta. Donde sería posible **convertirlo en vertidos renovables** mediante **hidrógeno** ya que existe la posibilidad de **almacenar este combustible**.

Para todo esto es necesario el desarrollo de una normativa, un mercado y unos modelos de negocio que puedan aprovechar los recursos.

Los mecanismos para su ejecución son:

- Desarrollar un **normativo para la gestión**. Se precisa especificar los requisitos técnicos para la participación de los mercados. Se necesita un desarrollo de la figura del agregador (un empresa que gestiona la demanda de electricidad).
- Desarrollo de una normativa para **impulsar el almacenamiento**, para cumplir con el objetivo se tendrá que alcanzar **6 GW de potencia almacenable**. Actualmente los costes de las renovables alteran las perspectivas de rentabilidad de las diferentes tecnologías de almacenamiento. Para que el sistema eléctrico tenga la capacidad de almacenamiento suficiente se analizará la capacidad de almacenamiento y la posibilidad de aplicar marcos retributivos en función del grado de maduración de las diferentes tecnologías.

En especial se **promoverán** las centrales **hidroeléctricas reversibles** para la producción de renovable. También se incrementará el uso de almacenamiento térmico mediante centrales solares de concentración.

- El acoplamiento de sectores permite alcanzar un grado de gestionabilidad de la red mayor, por ejemplo, la recarga del vehículo eléctrico, la producción de hidrógeno...
- Los usuarios podrán tener que tener la capacidad de escoger y intervenir sobre su consumo. Uno de los contratos ajusta en tiempo real reflejen el valor y coste de la electricidad y el transporte.

M.1.3 Adaptación de las redes eléctricas para la integración de renovable

Mediante las **energías renovables** la **producción** de energía eléctrica en **España es el 46%** de la potencia instalada a **finales de 2017**, esto sitúa a España en el **sexto lugar a nivel europeo** en cuanto a generación renovable. El plan contempla **alcanzar el 74% en 2030**.

El aumento de la **flexibilidad** hará posible **alcanzar los objetivos** marcados en el **PNIEC** sin tener que incrementar la capacidad de ciclo combinado por gas natural como energía de respaldo. Los mecanismos para su ejecución son:

- Adaptación de la **planificación de redes eléctricas y distribución**, las cuales se han de adaptar para el **desarrollo de la generación de renovables**, para ello se han de reforzar las **redes existentes**, crear **nuevas interconexiones** internacionales, infraestructuras submarinas para los sistemas no peninsulares.
La red tendrá que tener en cuenta las necesidades de las próximas décadas.
- Los **gestores de redes** desempeñaran un papel importante en la **gestión renovable en los próximos años**.
- la capacidad de conexionado a red, con la **incorporación de la generación renovable** hace falta **revisar los criterios de acceso y conexión a cada nodo de la red**. Entre otras razones esto se hace por la hibridación de las tecnologías renovables y de almacenamiento.

M.1.4 Desarrollo del autoconsumo con renovables y generación distribuida

El **autoconsumo** posibilita el acercamiento de la generación al consumidor reduciendo las pérdidas. Al mismo tiempo se incrementa la importancia de la gestión de la demanda de los consumidores y la reducción del impacto de las renovables.

Este ámbito destaca por las siguientes aplicaciones.

Autoconsumo colectivo, permite a diversos consumidores de la misma comunidad (comunidad de propietarios, polígono industrial...) que se puedan beneficiar colectivamente de las mismas instalaciones situadas en el entorno.

Autoconsumo como medida de competitividad, la aplicación de autoconsumo **permite reducir y estabilizar los costes energéticos**.

Los mecanismos para su ejecución son:

- La estrategia nacional de autoconsumo establecerá la estrategia para el periodo 2021-2030. Estudiará su posible penetración en función de diversos sectores.
- Facilita la una financiación a base de ahorros económicos por la generación auto suministrada.

M.1.5 Incorporación de las renovables en el sector industrial

La **descarbonización** de la economía avanza debido a la introducción de las **energías renovables**. En 2015 la demanda del sector industrial supuso el 24% de la energía final y dentro de esta la biomasa un 7% fue la fuente renovable mayoritaria. Esto indica que hay un potencial de introducir las renovables en el sector industrial. Los mecanismos para su ejecución son:

- La introducción de **programas de ayudas** para las energías renovables en los procesos industriales.
- Desarrollo de capacidades institucionales, se incorporará de forma específica la vertiente energética en la política industrial.
- **Acuerdos** sectoriales y ayudas a la realización de **estudios, informes y auditorias**.

M.1.7 Biocombustibles avanzados en el transporte

El **transporte** contribuye con una gran parte de los **GEI, un 26% en 2016**, por este motivo es un sector fundamental para lograr la **descarbonización**. El **transporte por carretera y ferrocarril** hicieron uso de **una tercera parte del consumo final en 2016**. La revisión de las directivas **renovables es del 14% para 2030**.

Los **biocombustibles** constituyen la tecnología renovable con más disponibilidad y más utilizada en el transporte. Para cumplir con los objetivos de consumo de biocarburantes se requiere de un impulso para su producción. Los mecanismos para su ejecución son:

- **Obligación de venta o utilización de biocarburantes**.
- Adaptación de un sistema que **verifique los biocarburantes**.
- **Programa de ayudas para su producción**.

M.1.8 Promoción de gases renovables

Uno de los pocos **vectores energéticos** con múltiples usos son los **gases renovables**, se pueden utilizar tanto como para **generar electricidad** como para los usos energéticos de **alta temperatura y transporte**. Existen diferentes tipos de **gases renovables**, estos son **biogás, biometano e hidrógeno**, todos estos gases han de ser de origen renovable.

Hasta el momento se había limitado la producción de gases renovables mayoritariamente al biogás. El biogás podría tener un mayor uso a corto y medio plazo, por estar más desarrollado, su disponibilidad y su coste de producción.

A largo plazo podría ser **más relevante el hidrógeno 100% renovable** ya que permitiría **obtenerse del exceso de energía eléctrica de la red** y por su flexibilidad en el uso. Este hidrógeno solo puede ser considerado renovable cuando se ha producido con un 100% de renovable.

Las barreras técnicas y administrativas son:

- Un coste menor de la extracción que la producción con fuentes renovables y producción de hidrógeno por medio de combustibles fósiles o gases descarbonizado.
- La no existencia de un certificado de origen.
- La necesidad de establecer el marco normativo de los agente involucrados en la producción, transporte y comercialización (sus derechos, obligaciones y responsabilidades).
- Desconocimiento del usuario final en cuanto a su seguridad, manejo y validez.
- Actualmente hay déficit de instalaciones de suministro.

Los mecanismos para su ejecución son:

- Determinación y proyección de su potencial para el horizonte 2030-2050.
- Definición de una **estrategia eficiente y eficaz** para aprovechar el recurso.
- Diseño de mecanismos de **apoyo, para facilitar su introducción**.
- Desarrollo de **regulaciones** para la introducción de gases renovables en la inyección.
- Determinar un sistema de garantías que **acredite su procedencia**.

- **Eliminación de las barreras regulatorias** que dificulten su desarrollo, especialmente las que tienen relación con el **power to gas** (obtención mediante electricidad de otros gases).

M.1.9 Plan de renovación tecnológica de productos ya existentes

Durante la década **2021-2030, 22GW de potencia instalada habrá sobrepasado su vida útil**, sin un plan de renovación se reducirá la potencia renovable instalada.

Por otro lado, se plantea incorporar mecanismos de hibridación mediante distintas tecnologías de generación y almacenamiento mejorando la capacidad disponible de la red. Los mecanismos para su ejecución son:

- **Simplificar la administración**, dando así los permisos pertinentes de forma simple rápida y en menos de un año.
- Implicar a las comunidades autónomas en la simplificación administrativa.
- Convocar **subastas** para la asignación de un régimen retribuido para los **proyectos de renovación** tecnológica. Haciendo una subasta para aquellas plantas que hayan superado su vida útil, si estos proyectos se renuevan recibirán una posible retribución.
- **Regulación** para el fin de las **concesiones** de las centrales **hidráulicas**, con el fin que se hagan las inversiones necesarias en este sector y no terminen sin funcionar una vez termine su concesión.

M.1.13 Comunidades energéticas locales

La normativa europea impulsa la participación de la ciudadanía en la transición energética, para hacerlo realidad se han definido dos tipos de entidades, las comunidades de energías renovables y comunidades ciudadanas del clima. Ambas entidades pueden estar dirigidas por miembros y su objetivo es el de dar beneficios medioambientales, económicos y sociales a miembros de las zonas locales donde se opera.

Mientras el principal objetivo de las comunidades de energías renovables es la realización de proyectos de cualquier naturaleza las comunidades de energía se han pensado para realizar proyectos relacionados con el sector eléctrico, los cuales se incluyen la distribución, suministro, consumo, agregación, almacenamiento o la prestación de servicios de recarga. Siento toda esta energía de origen renovable. Los mecanismos para su ejecución son:

- Desarrollar un marco normativo apropiado para sus entidades jurídicas, que favorezca su desarrollo.
- Promoción de proyectos de demostración de comunidades energéticas locales que cubran la mayor parte de las necesidades posibles, posibilitando así los modelos de negocio viables para las distintas tipologías de proyecto.

M.1.20 Régimen europeo de derechos de emisión

Las **emisiones de GEI** del sector de la generación y de la industria continuarán reguladas con la **aplicación del régimen europeo de comercio de derechos de emisión**. En España se ha desarrollado mediante reales decretos. **Las emisiones de GEI** que se encuentran dentro del comercio de derechos de emisión **alcanza en torno al 40% del total nacional**.

Sectores sujetos al comercio de derechos de emisión

En España el uso de los ingresos de las subastas de derechos de emisiones se establece mediante ley. Así como desde el año 2013 se prevé destinar esos ingresos para financiar los costes del sistema eléctrico **destinados a fomentar las energías renovables (un 90%)** y otras medidas para **luchar contra el cambio climático (un 10%)**.

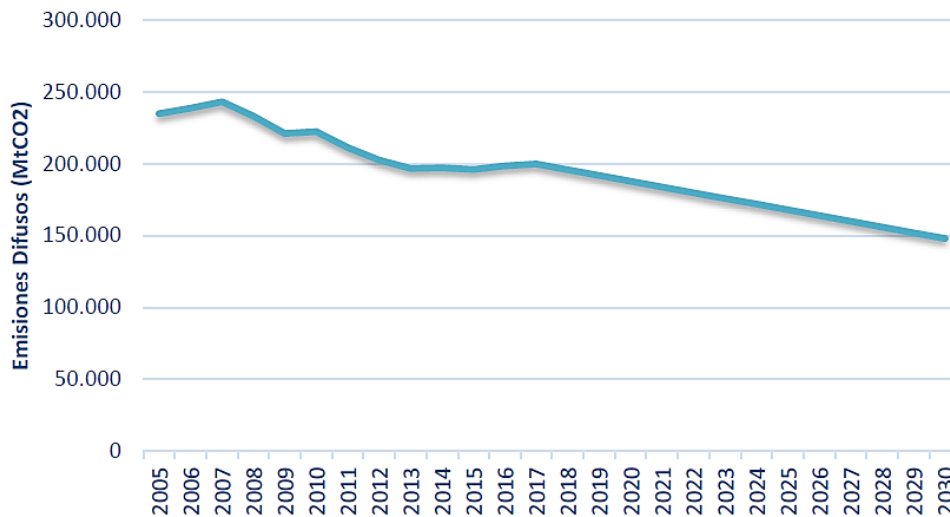
Para reducir los **niveles de GEI un 23% para 2030 con respecto a 1990** los sectores sujetos al comercio de derechos de emisión contribuirán un 60% con respecto a los niveles de 2005.

Sectores difusos

Como se han señalado en los objetivos el plan aborda la reducción de las GEI en un 23% en 2030 (respecto a 1990), estos esfuerzos se han de repartir entre los sectores sujetos al comercio de emisiones y los que no están. En lo relativo al grupo de emisores difusos (no sujetos al mercado de emisiones) se pueden dividir en:

- **Difusos energéticos** estos son: **residencial, comercial, transporte**, instituciones e industria no sujeta al comercio de emisiones.

- **Difusos no energéticos** estos son: **agricultura, ganadería, gestión de residuos y gases fluorados.**



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

Figura 5 – Emisiones difusas.

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

La **reducción global** de emisiones implica la necesidad que estos sectores contribuyan con un **descenso de un 39% con respecto a 2005 en la emisión de GEI**. En la siguiente imagen podemos ver el descenso previsto.

El **sector del transporte** es el que hace una **mayor aportación a la reducción de los GEI tras el sector eléctrico**, reduciendo 27 MtCO₂eq entre 2021 y 2030. Esto se conseguirá en parte con restricciones de los coches más contaminantes por el centro de las ciudades españolas de más de 50.000 habitantes. Estos viajes por las ciudades suponen el 35% de los viajes.

Fiscalidad

Siguiendo lo aprobado por el Consejo de ministros se debe plasmar la necesidad de cambiar el sistema impositivo a uno más actual. Al mismo tiempo que se realiza una fiscalidad verde. Para ello el Ministerio de Hacienda realizará un estudio y si se requiere desplegar un sistema tributario que estimule una economía baja en carbono y resistente al clima.

3.2 Dimensión de la eficiencia energética

En este apartado se presentan las diez medidas principales relacionadas con el eficiencia energética.

Para cumplir con los **objetivos marcados**, el plan sopesa mecanismos financieros y fiscales para hacer posible una introducción mayor y más rápida de las tecnologías eficientes. También una **mayor electrificación del transporte, autoconsumo y una gestión mayor del sistema energético**.

En relación a los combustibles, la internalización de las externalidades negativas derivadas del uso de determinados combustibles o tecnologías. Para así conseguir que se opte por tecnologías de menor impacto ambiental. En la primera gráfica se muestra el ahorro de la energía final segmentado en sectores y en la segunda la energía final ahorrada acumulada en función de las medidas.

La Ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte Público, estudia la modificación de la legislación que afecta a la masa máxima y la longitud del transporte de mercancías por tierra, las restricciones en los centros de las ciudades para los vehículos de más emisiones e impulsar la renovación de la flota de vehículos de reparto.

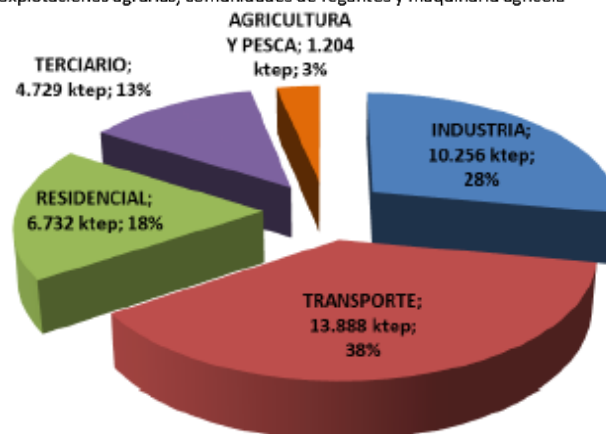
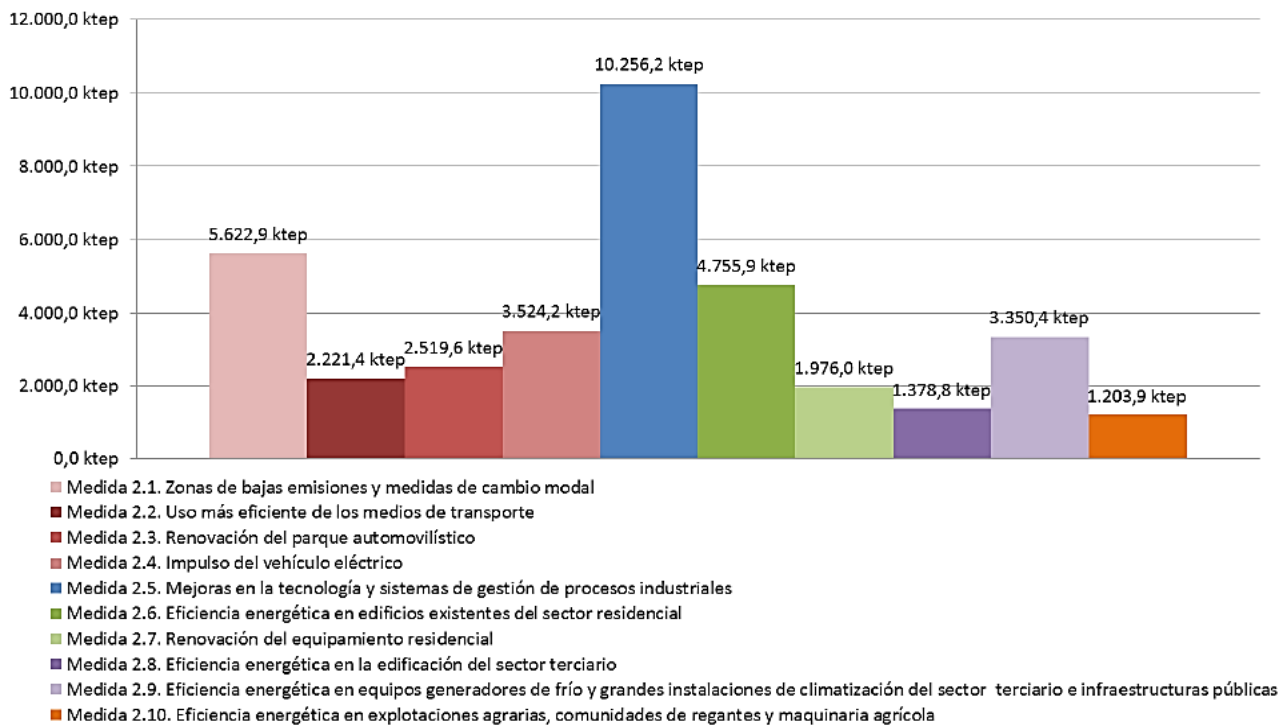


Figura 6 – Ahorro de energía final acumulada por medidas y sectores.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019)

M.2.1 Zonas de bajas emisiones y medidas de cambio nodal

Esta medida trata de **reducir el consumo de energía final y las emisiones de CO2 en la movilidad urbana y metropolitana** haciendo uso de modos de transporte más eficientes en detrimento del vehículo privado, también se fomentará el uso de transporte no contaminante (bicicleta, ir a pie, ...).

Se pretende reducir el uso del automóvil privado, con medidas como el teletrabajo, el uso de medios no motorizados y un mayor uso del transporte público.

La principal medida impulsora de este cambio se establece en 2023, en ese momento todas las ciudades de más de 50.000 habitantes han de tener una zona de bajas emisiones delimitando el acceso a los vehículos más contaminantes.

Para ello se proveerá mediante programas de apoyo contenidas en los Planes de Movilidad Urbana Sostenible para los ayuntamientos y de Planes de Transporte al Trabajo dirigido a la empresas. Los mecanismos para su ejecución son:

- Medidas legislativas,
 - la futura Ley de Cambio Climático y Transición Energética, modificando la ley para que las empresas de más de 250 trabajadores tengan un transporte de empresa.
 - La implantación de una zona de bajas emisiones en aquellos ayuntamientos de más de 50.000 habitantes, además del uso de otras medidas como la gestión del aparcamiento, la reserva de carriles para el transporte público...
 - Redactando la ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte Público. La cual abordará de manera integral las necesidades de la sociedad en los áreas de transporte público y urbano.
- Programas de apoyo público, diseño de instrumentos financieros que permitan las inversiones necesarias, como el Plan Estratégico de Apoyo Integral al Sector de la Automoción, 2019-2025 que ha presentado MINCOTUR.

M.2.2 Uso más eficiente de los medios de transporte

Su propósito es disminuir el **consumo de energía final y emisiones del transporte**. En este punto se destaca el incremento de la distribución urbana de mercancías en las ciudades, produciendo una congestión de tráfico y emisiones.

Las acciones son la instalación de sistemas tecnológicos centralizados, realizar auditorías a las flotas de vehículos y acciones dirigidas a la mejora de la gestión de flotas del personal.

Los mecanismos para su ejecución son:

- Medidas legislativas, se estudia el aplicar cambios a la normativa que equipara las masas y dimensiones de los camiones del territorio nacional a los países del entorno, aumentando la carga de los mismos.
- Programas de apoyo público.
- Comunicación promocionando a las empresas desarrollos de actuaciones de demostración referidos a la gestión y el transporte.

M.2.3 Renovación del parque automovilístico

El objetivo de esta mediada es mejorar la eficiencia del **parque automovilístico promoviendo su renovación por vehículos más eficientes**. Donde la edad media de los vehículos se sitúa en los 12 años. Al renovar los coches por otros modelos más eficientes **se reduce de manera significativa las emisiones**. Por este motivo se hace tanto énfasis en la renovación de los vehículos en los cascos urbanos.

Los mecanismos para su ejecución son:

- **Mediante la fiscalidad**, haciendo que se grave la titularidad de los vehículos listos para circular diferenciando el tipo de motor y carburante. Esto se hará en base a la norma **Euro** o en función de la **etiqueta medioambiental** del vehículo.
- Medidas legislativas que hagan que se **penalice a los vehículos más antiguos y más contaminantes**.
- Realizando programas de financiación que favorezcan la renovación de estos vehículos.

M.2.4 Impulso del vehículo eléctrico

El objetivo es **reducir el consumo de energía** del parque automovilístico **mediante la electrificación** del parque automovilístico (cuya forma de obtención de energía sea mediante la electricidad, pudiendo usar baterías eléctricas o de hidrógeno).

La penetración actual de los vehículos eléctricos es baja. Un aumento del número de coches eléctricos supondrá una serie de ventajas frente al cumplimiento por parte de los fabricantes en cuanto a los objetivos de reducción de emisiones de CO₂.

La electrificación de la mayor parte del parque automovilístico solo se conseguirá cuando **se dé una paridad de precio en cuanto a un coche eléctrico con uno de combustión**. Se espera que **cerca de 2025** se dé la paridad de precio de un coche eléctrico frente a uno de combustión por la disminución del coste de las baterías. Se espera que para **2040** todos los coches **produzcan unas emisiones de 0 gCO₂/km**.

En España el servicio de recarga pública está liberalizado por lo que son las marcas las que realizan el despliegado del servicio de recarga público según la demanda del mismo del sector.

Las diferentes administraciones públicas deben velar por el despliegue de forma ordenada respondiendo a la demanda, por ello se deben poner en marcha medidas económicas, regulatorias e informativas que faciliten el desarrollo de la infraestructura.

Los mecanismos de actuación son:

- Medidas legislativas: adaptar las medidas legislativas especialmente en lo relacionado con la construcción de **nuevos edificios** para desarrollar las **infraestructuras** mínimas para el desarrollo la **recarga inteligente de vehículos eléctricos**.
- Programas de apoyo público: su finalidad es diseñar **programas de ayudas** con las que ayudar a la **adquisición de automóviles eléctricos a particulares y empresas**, así como a la instalación de los puntos de recarga.

Desde el 2017 se establecen ayudas a las actuaciones de movilidad que fomenten la eficiencia energética, sostenibilidad e impulso de las energías alternativas. A estos fondos se le debe sumar los fondos de las Comunidades Autónomas y Locales para incentivar el uso de automóviles menos contaminantes y el aumento de puntos de recarga.

- Fiscalidad: el ministerio de Hacienda estudiará una reforma fiscal para que internalice las externalidades ambientales de los combustibles fósiles del sector del automóvil.
- Comunicación: se va a diseñar una estrategia de comunicación a medida para facilitar las características del coche eléctrico y su entorno relacionado con su uso, como por ejemplo la información del vehículo, su precio, la localización de los puntos de recarga, etc.

Es **importante promocionar los proyectos** en los que está involucrado España, en ellos se **recolectan y localizan los distintos puntos de recarga** de distintas formas de combustibles alternativos y su comparación en cuanto al precio. Habilitando en la web de MITECO.

M.2.5 Mejoras en la tecnología y gestión de procesos industriales

Con esto se pretende facilitar la **incorporación de esta tecnología de ahorro de energía final en las pequeñas, medianas y grandes empresas** no sujetas al mercado de derechos de emisión. Esto permitirá mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales.

Esta medida se ha diseñado de manera análoga con los programas de promoción de eficiencia energética puestos en marcha en España por parte de la FNEE (Fondo Nacional de Eficiencia Energética) desde 2015 a 2019.

Los mecanismos de actuación son:

- **Programas de apoyo público**, otorgando ayudas a fondo perdido o préstamos reembolsables de bajo interés dentro del marco legal.
- **Acuerdos voluntarios**, para favorecer la adopción rápida de las tecnologías eficientes se van a firmar acuerdos con las empresas que representan a los sectores con mayor uso de energía.

M.2.11 Promoción de los servicios energéticos

Para el impulso de la recuperación económica y empleo la empresa de servicios energéticos quedó sometida la ordenamiento jurídico en 2010. Desde entonces se ha aprobado planes la contratación de servicios energéticos públicos.

Los objetivos son mejorar la eficiencia en el periodo 2021-2030 mediante el ahorro y eficiencia de empresas del sector energético. Los mecanismos de actuación son:

- Medidas normativas que hagan desarrollar nuevos modelos de contratos, se fomenten los programas de ayuda, así como la información y la comunicación.

M.2.13 Auditorías energéticas y sistemas de gestión

España incorpora la directiva de en el real Decreto 56/2016 en lo que se realizan cambios en el ámbito de auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos la promoción de la eficiencia en el suministro de energía. Este decreto obliga a las grandes empresas a realizar auditorías energéticas cada cuatro años o la aplicación de un sistema de gestión energético o ambiental.

Con esto se pretende mejorar la eficiencia y ahorro energético en el periodo 2021-2030.

M.2.15 Comunicación e información en materia de eficiencia energética

Las medidas de comunicación e información de PNIEC corresponden a los artículos 12 y 17 de la Directiva de Eficiencia Energética. Para lograr los objetivos de 2050 se trata de transformar los hábitos de consumo energético.

Los sectores a los que les afecta son los sectores consumidores y el sector financiero.

El objetivo de la estrategia de comunicación es el cambio climático enfocándose en el consumo de energía y la transformación de los modelos de las ciudades.

Eficiencia energética en las infraestructuras de gas y electricidad

España ha **suprimido los incentivos** para las **tarifas** que **interfieren en obtener una mayor eficiencia energética** en los áreas de generación, transporte, distribución, suministro de energía o que obstaculizan la respuesta a la demanda, equilibrio en el mercado y contratación de servicios auxiliares.

Las medida que se consideran que contribuyen a incrementar la eficiencia energética de la red nacional de electricidad se incluyen medidas como: criterios de diseño más eficientes, secciones de líneas y cables mayores, elevación de tensiones, mejora de factores de potencia, renovación de las subestaciones, gestión de la demanda, optimización de la red de baja tensión y mallada, optimización mediante el uso de contadores inteligentes y reducción del fraude.

Para las infraestructuras gasistas tanto en el transporte como es la distribución se ha establecido un procedimiento de mermas con el fin de desincentivar el uso de estas por parte del usuario final.

3.3 Dimensionamiento de la descarbonización

La reducción de la dependencia energética por la importación de combustibles fósiles provocará un incremento de la eficiencia energética y por la incorporación de fuentes de energía autóctona (renovables). Como consecuencia de estas medidas para 2030 se espera una disminución del 34% en la importación de combustibles fósiles.

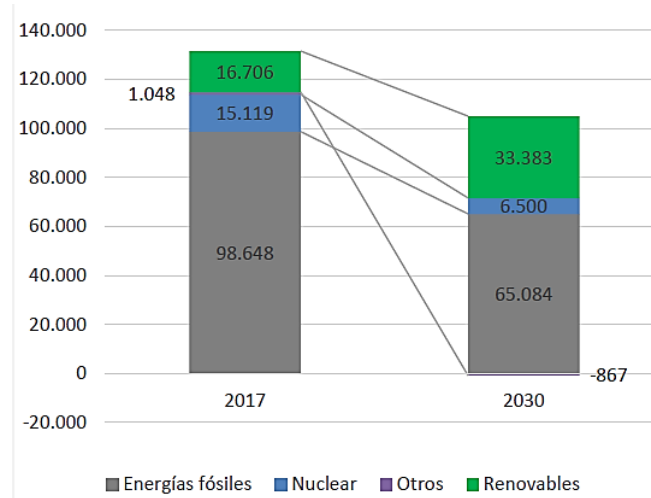


Figura 7 – Mix de energía primaria.

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

Seguridad Nacional tiene la tarea de valorar los riesgos y amenazas, así como el estudio de diversos escenarios que puedan derivar en una situación de interés en relación a la seguridad energética.

En cuanto a la **ciberseguridad**, se debe garantizar el **uso seguro de las redes y sistemas de información y comunicación**. Para ello se debe fortalecer la capacidad de prevención, detección y respuesta a los ciberataques, contribuyendo así a **crear un ciberespacio seguro y fiable**.

M.3.1 Mantenimiento de existencias de seguridad de productos petrolíferos y gas

En relación al petróleo

Es **obligatorio** el mantener unas **existencias mínimas de seguridad de los productos petroleros** en España, actualmente la cantidad exigida equivale a **92 días de venta y consumo**. Es estos 92 días **42 los mantiene CORES** (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos), mientras que los **50 días** restantes los debe **almacenar la industria**.

Los sujetos obligados a tener estas reservas son: los operadores al por mayor de productos petrolíferos, las empresas distribuidoras al por menor, los consumidores (mediante el almacenamiento al por mayor y distribuidores), grupos de estaciones de servicio, grupos de destilados medios y los grupos fuelóleos.

En relación al gas

Al igual que con el petróleo, es **obligatorio mantener unas existencias mínimas** de gas natural en España, siendo **20 días de consumo y ventas del año anterior** que deben ser mantenidas por algunos sujetos y en almacenamientos subterráneos. Estas existencias mínimas son controladas por CORES que es el organismo encargado de controlar el mantenimientos de estas.

La movilización de estas existencias mínimas de seguridad corresponde al gobierno. Para hacerse una idea de la cantidad de gas almacenado en abril de 2019 fueron de 28.113 GWh, 8.803 GWh en plantas de regasificación (31,3%) y 19.310 GWh en almacenamientos subterráneos (68,7%).

Los sujetos obligados a tener estas reservas son los comercializadores de gas natural con ventas de carácter firme en territorio nacional y los consumidores directos en mercado.

Las medidas tomadas son las siguientes, en 2019 se inició un proceso de consulta con el fin de modificar la normativa actual de mantenimiento de existencias mínimas. El objetivo es establecer un mantenimiento de existencias mínimo con el fin de que se permita garantizar la seguridad del suministro.

M.3.2 Reducción de la dependencia del petróleo y el carbón en las islas

Se incentivará la adopción de estrategias de **energía sostenible en las islas**. La aportación del mix energético de las islas disminuirá a menos de un 50% con respecto a 2019.

Se piensa aplicar con la planificación de la red de transporte de energía incluye inversiones para mejorar la interconexión y reducir los costes de generación a la vez que se integra mejor la generación de energía renovable. También se piensa interconectar las ciudad autónoma de Ceuta y también se piensa incorporar una segunda interconexión con las islas baleares.

M.3.3 Puntos de recarga de combustibles alternativos

Incentivará la instalación de puntos de recarga de combustibles alternativos.

Esta medida está enfocada al sector eléctrico, transporte y de producción de combustibles renovables. La directiva europea 2014/94/UE y el Real Decreto 639/2016 establecen un marco de medidas para la implantación de infraestructuras de combustibles alternativos. En concreto, para automóviles eléctricos se aborda en la Medida 2.4 de este documento.

M.3.5 Profundización en los planes de contingencia

El sistema energético se encuentra en una posición avanzada con respecto a la preparación frente a contingencias (refiriéndose al sector eléctrico y gasista, por ejemplo).

En el sector eléctrico los planes preventivos y de emergencias se enfocan en prevenir los incidentes con graves repercusiones en el suministro o en la generación, minimizar los que se puedan producir, devolver el sistema a la normalidad lo antes posible por incidentes que hayan producido cortes. Se realizan análisis de seguridad a nivel global y local evaluando el riesgo de falla en el suministro.

En cuanto al sector gasista se ha actualizado el Plan de Acción Preventivo y el Plan de Emergencia. En cuanto a la evaluación del riesgo gasista destacan los siguientes:

- Emplear el criterio n-1, el cual consiste en que cuando haya algún fallo del sistema sus efectos no se puedan propagar al resto, así como que no haya efecto cascada.
- Siendo el mayor riesgo gasista de España es que el principal proveedor (Argelia) no suministre. Cabe destacar que aun con el periodo de inestabilidad que ha sucedido en este estado el suministro se ha mantenido, por lo que se considera un suceso poco probable.

Los mecanismos buscaremos:

- Desarrollar la Estrategia de Seguridad Nacional a través del Comité Especializado de Seguridad Energética.
- La adaptación del reglamento europeo sobre la preparación frente a los riesgos en materia de seguridad.
- La evolución de los planes preventivos y de emergencias en el sector eléctrico, gasista y de los derivados del petróleo.

Los mecanismos de actuación son:

- Actualizar el Plan de contingencia ante situaciones de crisis en los mercados petroleros. Actualizar el Plan de medidas de restricción de demanda ante crisis en el mercado petrolífero.
- La implantación de la obligación de almacenar 90 días de consumo o 60 días de importación de crudo y productos petroleros a nivel regional o comunitario.

M.3.6 Planificación para la operación en condiciones de seguridad de un sistema energético descarbonizado.

El Plan permite el cumplimiento de las garantías de suministro para 2030, con una economía descarbonizada y un sector 100% eléctrico para 2050. Para ello se han de analizar e identificar las barreras y las oportunidades para operar con garantías la red eléctrica.

La apuesta por las energías renovables en la generación implica una mayor variabilidad en los perfiles de generación. Esta variabilidad por el lado de la oferta puede ser compensada mediante distintas soluciones como el almacenamiento, una mejor gestión de las renovables y también desde la demanda con soluciones que hagan más gestionable el sistema. Por todo esto se va a adaptar la normativa del Mercado Interno de la energía:

- Generación y almacenamiento distribuido de electricidad, en relación al autoconsumo.
- Ahondamiento de la eliminación de impedimentos para el vehículo eléctrico, como la eliminación de la figura de gestor de cargas.
- Incorporación de la figura de agregación de demanda en la generación, respuesta a la demanda y almacenamiento (virtual power plants).
- Colaboración de las renovables en mayores servicios de sistema eléctrico como gestión de desvíos, servicios de regulación, etc.

3.4 Dimensionamiento del mercado interior de energía

El 9 de Julio de 2019 en Madrid se reunieron en una **jornada de trabajo sobre cooperación regional organizada por MITECO** en la que participaron representantes de **España, Francia, Portugal y la Comisión Europea**.

Las principales conclusiones de ese encuentro fueron:

- **Los tres EEMM comparten la visión sobre obtener la neutralidad de carbono para 2050**, para ello se hará uso de las energías renovables, una reducción del consumo, una electrificación de los usos finales de la energía y una mayor eficiencia de los edificios.
- La relevancia de realizar Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima como punto de partida para inversores y diferentes grupos de interés.

- Para conseguir los objetivos será muy importante el trabajo de los operadores de red para aplicar los planes del PNIEC, así como el trabajo de ENTSO-E (la Red Europea de Gestores de Redes de Transporte de Electricidad) y compartir sus planes de riesgo en un futuro.
- Para realizar las interconexiones se considera importante la participación de gestores de la red de transporte. También la aceptación social del proyecto. El almacenamiento y las interconexiones se consideran complementarios para lograr los objetivos.
- Se analizarán de forma conjunta los futuros proyectos transfronterizos.

M.4.1 Aumento de la interconexión eléctrica con Francia

Se construirán las **siguientes interconexiones**:

- La **interconexión entre Aquitania (FR) y el País Vasco (ES)** será de 5 GW, en el Golfo de Vizcaya.
- La **interconexión entre Aragón (ES) y Atlantic Pyrenees (FR)** y la interconexión entre Navarra (ES) y Landes (FR) se incrementará 8 GW.

Las interconexiones son importantes para la seguridad energética y mejoran la eficiencia de los eléctricos. Estas instalaciones hacen más eficiente la generación por lo que hace que no se requiera un mayor número instalaciones generadoras de electricidad para las fronteras involucradas. Esto permite una **mayor integración en la red de tecnologías renovables no gestionables**.

Los mecanismos de actuación son la planificación de la red de transporte para el periodo posterior a 2020. Estos proyectos se planificarán en los años 2021-2026. Para su financiación se hace uso del programa "Connecting Europe Facilities" el cual da impulso a infraestructuras de especial interés para la UE. Se proporcionan las ayudas a convocatorias de propuestas de carácter competitivo y solicitudes de financiación de los organismos encargados de la construcción.

M.4.2 Aumento de la interconexión eléctrica con Portugal

La conexión del sistema eléctrico con Portugal es más fluida por la creación del Mercado Ibérico de la electricidad (MIBEL) en 2007. En 2017 el 6,7% de las horas no casaron con el mercado diario debido a la congestión de la capacidad de intercambio entre ambos países, por lo que se aumentará la capacidad de interconexión mediante un proyecto en se que se crearán las siguientes instalaciones en territorio español:

- Líneas eléctricas a 400 KV (DC); para la entrada y salida a 400KV de Bearriz, para la conexión Bearriz-Fontefría y la conexión Fontefría-Frontera Portuguesa.
- Subestación de transporte a 400 KV en Bearriz y Fontefría.

La planificación del proyecto se realizó en el periodo 2015-2020, para los proyectos que no se hayan puesto en marcha se estudiarán y se realizaran una nueva planificación en el periodo actual de 2021-2026.

M.4.3 Infraestructuras de transporte de electricidad distintas de los “Projects os Common Interest”

La planificación del sistema eléctrico del periodo 2015-2020 se **sustituirá por la nueva planificación del periodo 2021-2026**. La cual desarrolla nuevos proyectos; de interconexión entre distintos países, con objetivos de **realizar mallados, refuerzo de distintas conexiones incluida extrapeninsulares**.

Estos proyectos requieren de una planificación de la red de eléctrica que **permita la incorporación masiva de energía renovable**. Esta planificación se ha de hacer al ritmo necesario para lograr los objetivos a medio y largo plazo **garantizando la seguridad y el mínimo coste a los consumidores**.

M.4.4 Integración del mercado eléctrico

El progreso en la integración del mercado eléctrico se compone de las diferentes iniciativas.

Se procura avanzar en la implicación de las **energías renovables en los servicios de ajuste y balance** a través de medidas de almacenamiento, gestión de la demanda contribuyendo a la seguridad energética.

Se ha de aprobar las medidas necesarias para impulsar la descarbonización de la economía.

Llevar a cabo medidas para mejorar la gestión de la energía hidráulica integrándose con el resto de las renovables y desempeñando un mayor uso como almacenamiento eléctrico.

Fomentar la participación de consumidores en el mercado eléctrico puede hacer que el sistema sea más estable. Al incentivar la demanda el mercado puede cambiar hacia un mercado con la participación activa de la demanda.

Impulsar el autoconsumo y la generación distribuida para impulsar las energías renovables.

Desarrollar el próximo almacenamiento energético como medio para garantizar el suministro eléctrico. De este modo la generación, demanda y almacenamiento podrán proporcionar almacenamiento

En 2018 se suprimió la figura de gestor de cargas dejando que cualquier usuario pueda acceder a servicios de recarga. Con este cambio se permite la posibilidad de por ejemplo gestores de aeropuertos, puertos e infraestructuras ferroviarias puedan prestar servicio eléctrico a embarcaciones, aeronaves o ferrocarriles mientras se encuentran en las instalaciones. Así se consigue electrificar diversos vehículos durante el periodo en que está en las instalaciones conectándolo a la red.

M.4.6 Acceso a datos

Para que los usuarios y empresas puedan tomar decisiones es determinante una información detallada, accesible y comprensible para seleccionar una tarifa o hacer inversiones más eficientes.

Tras el despliegue de sistemas de medición inteligentes de consumo eléctrico, en los Estados miembros es posible realizar diferentes modelos de gestión de esos datos.

Los objetivos de estas medidas son hacer a la ciudadanía participe de la transición energética, desarrollar servicios como la figura del agregador y realizar una administración eficiente de políticas y medidas mediante el uso de los datos de consumo eléctrico.

M.4.7 Integración del mercado gasista

Se plantean las siguientes proyectos para mejorar la incorporación en el mercado.

Se establece un modelo logístico de plantas de regasificación a través de la consentimiento del CNMC por la que se constituyen los mecanismos de acceso y capacidad a aplicar sobre el sistema. De esta forma se confía en poder avanzar hacia un modelo donde se pueda hacer compraventa del GNL (Gas Natural Licuado) en un mayor número de lugares independientemente de su ubicación.

También se pretende aprovechar la capacidad de almacenamiento de gas natural licuado y de su regasificación en un lugar de referencia.

Se plantea facilitar la entrada de nuevas comercializadoras y también reducir las cargas administrativas en relación con la administración.

M.4.8 Protección de los consumidores de gas

En lo relacionado con la protección del consumidor, se le han de dar al consumidor la información necesaria para que el consumidor pueda tomar la decisión necesaria en relación al gas natural.

Las medidas que están vigentes son y serán modificadas (actualizadas a las nuevas necesidades): agilización de las acometidas, agilización del proceso de cambio de comercializadora, reducción del fraude y la implantación de contadores inteligentes. La implantación de contadores inteligentes permite analizar el consumo y los volúmenes de gas que se consumen en cada momento.

M.4.9 Mejoras de la competitividad del sector gasista minorista

Se sugieren las siguientes proyectos para mejorar la competencia.

Establecimiento de nuevas obligaciones para los operadores dominantes en función de su cuota de mercado en el mercado minorista.

La creación de un único lugar al que enviar las estadísticas centralizado en la Secretaría de Estado de Energía.

La agilización del proceso de darse de alta en las comercializadoras.

Estas medidas proporcionarán información al consumidor, así como los volúmenes de gas consumidos y su huella medioambiental.

M.4.10 Plan de desarrollo de gestión de la demanda de gas

Se estudiará las áreas geográficas en las que la interrupción del suministro de gas pueda resultar imprescindible para la seguridad energética, al mismo tiempo también se ha de seleccionar a aquellos clientes que por volumen de gas y consumo puedan ser adecuados para aplicar los siguientes mecanismos.

Las medidas propuestas son:

- El peaje interrumpible, en el cual a los clientes acogidos a este suministro se pueda disminuir la demanda en caso de falta de suministro o saturación de gaseoductos.
- Sistemas de gestión de la demanda, permitiendo a renunciar a volúmenes de gas contratados.

3.5 Dimensión de investigación, innovación y competitividad

La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación se incorpora a la Acción Estratégica en Energía y Cambio Climático financiando así planes para I+D+I en energía y clima.

M.5.2 Implementación del SET-Plan

La función del **SET-Plan** consiste en **desarrollar y desplegar tecnologías bajas en carbono**.

Dentro del SET-Plan el MCI junto con MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) se está trabajando en grupos para abordar objetivos como; la energía solar fotovoltaica, solar de concentración, eólica, geotérmica, baterías, tecnologías oceánicas, uso del carbono (captura, almacenamiento y uso del mismo), biocombustibles, nuevos materiales, eficiencia energética (en edificios e industrias) y sistemas inteligentes de energía.

El SET-Plan se desarrolla para conseguir los siguientes objetivos:

- **Europa ha de ser líder mundial en renovables** de nueva generación.
- Se tiene que facilitar la implicación de consumidores en la transición.
- Se promoverán los sistemas energéticos eficientes y sistemas de transportes más sostenibles.

M.5.3 Red de Excelencia en Energía y Clima

Los centros de excelencia sobresalen por la calidad de sus investigaciones científicas como por las cooperaciones con el tejido productivo, le otorga un carácter de socios tecnológicos e innovación.

Para fortalecer esta colaboración se ha de incrementar la transferencia y gestión del conocimiento, dando a cambio intercambio de experiencias y colaboración, optimización de los recursos, difusión de los resultados y promoción de las investigaciones e innovaciones.

M.5.6 Fortalecimiento del capital riesgo público para la transferencia de tecnología en energía y clima

El capital riesgo público es el mecanismo por el cual se puede facilitar el desarrollo y crecimiento de las empresas en los nuevos desarrollos tecnológicos.

Se plantea abordar la innovación e impulsar la transferencia de tecnología desde los centros públicos de investigación a la sociedad.

Para cumplir lo anteriormente mencionado se crearán dos nuevos fondos:

- El Fondo de Co-inversión, que participará en compañías disruptivas
- El Fondo de Transferencia de Tecnología, este fondo es especializa en invertir en empresas de base científica y tecnologías en fase temprana fomentando su uso en el tejido productivo.

M.5.9 Reducción de trámites burocráticos y cargas administrativas

Los **trámites burocráticos y cargas administrativas** para la investigación pueden ser **limitantes** y no favorecer una respuesta rápida ante los cambios y novedades que suceden en el sector.

El exceso de trabas administrativas no solo no ayuda, sino que incluso ocasiona parte de la llamada “fuga de talentos”, lo cual no ayuda a competir a nivel internacional. Por este motivo se le otorgará más medios y financiación a las universidades y centros de investigación.

Se planea flexibilizar la contratación de personal labora por parte de los agentes ejecutores para agilizar la gestión de las contrataciones de carácter laboral, así como la duración de los mismos en el horizonte temporal laboral.

5.3.4 *Análisis de impacto de las políticas y medidas*

Introducción

En esta sección se recogen los principales resultados de la evaluación del impacto económico, social, sobre el empleo y en la salud de las medidas del Plan.

Metodología

El modelo utilizado para conocer el impacto económico del PNIEC es el modelo DENIO. DENIO es el modelo Econométrico Dinámico Input-Output de la economía española basado en el modelo FIDELIO de Joint Research Centre de la Comisión Europea.

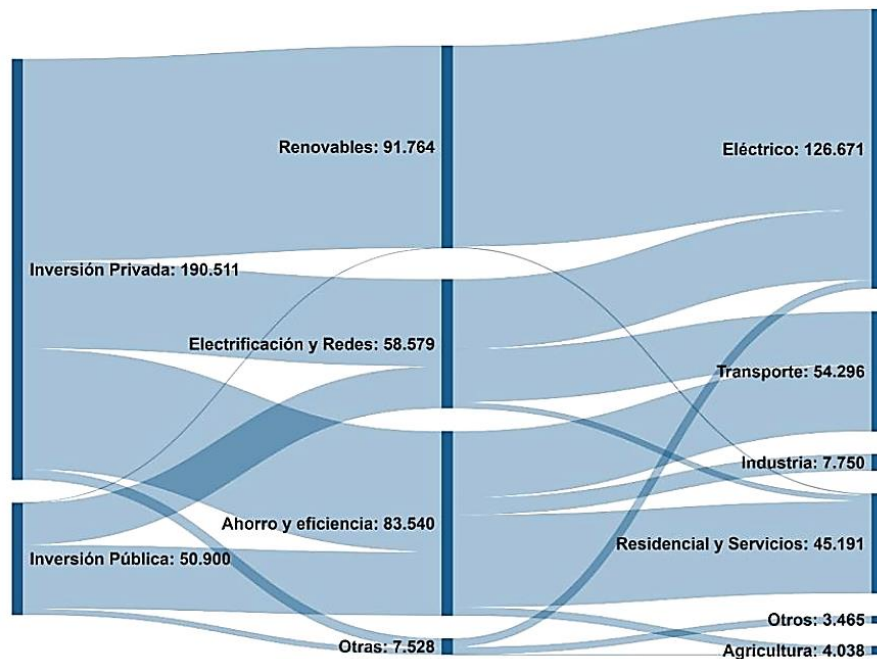
DENIO se caracteriza por una detallada descripción de la economía española en términos; sectoriales (74 sectores), hogares (22.000 hogares representables) y con diversas categorías de consumo (16 categorías).

Estimación inversiones del PNIEC 2021-2030

Una parte importante del **impacto económico del PNIEC** se debe a las **inversiones realizadas para el mismo**. Hay que tener en cuenta que las inversiones provienen de diferentes fuentes.

Las inversiones asociadas a medidas de ahorro y eficiencia provienen del IDAE. Las inversiones provenientes de las energías renovables y las bombas de calor provienen de la Secretaría de Estado de Energía mediante el modelo TIMES-SINERGIA. Las inversiones en redes de transporte, distribución e interconexiones proceden de diferentes fuentes, por ejemplo, REE. En los sectores difusos no enérgicos principalmente proceden de la oficina Española de Cambio Climático.

Las inversiones totales para alcanzar los objetivos del PNIEC son de 241 mil millones de euros para el periodo 2021-2030, los cuales se repartirán en diversos tipos; ahorro y eficiencia (35%, 83.540 M€), renovables (38%, 91.765 M€), redes y electrificación (24%, 58.79M€) y el resto de sectores (3%, 7.528M€).



*Figura 8 – Flujo de inversiones del PNIEC.
 (Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019)*

Según el **origen de las inversiones** la mayor parte sería para el **sector privado (80%)** se aplicarán al despliegue de renovables, redes de distribución y transporte. El resto de la inversión (20%) se empleará para implementar medidas de ahorro energético, fomento de la movilidad sostenible y cambio modal.

Resultados

El **impacto económico** está determinado por **dos efectos**.

El **efecto** de la “**nueva inversión**” a lo largo de las cadenas de los sectores asociados, este generará un impacto muy notable especialmente los primeros años de inversión.

El **efecto “cambio energético”** incluye impulso económico derivado del ahorro energético, su efecto se aprecia a medio y largo plazo cuando las políticas fomenten la reducción del consumo energético y un alza de los precios de la energía.

Se prevé que el PNIEC genere entre 16.500-25.7000 M€ al año. En la siguiente imagen se puede ver el impacto en el PIB en cada año las medidas del PNIEC.

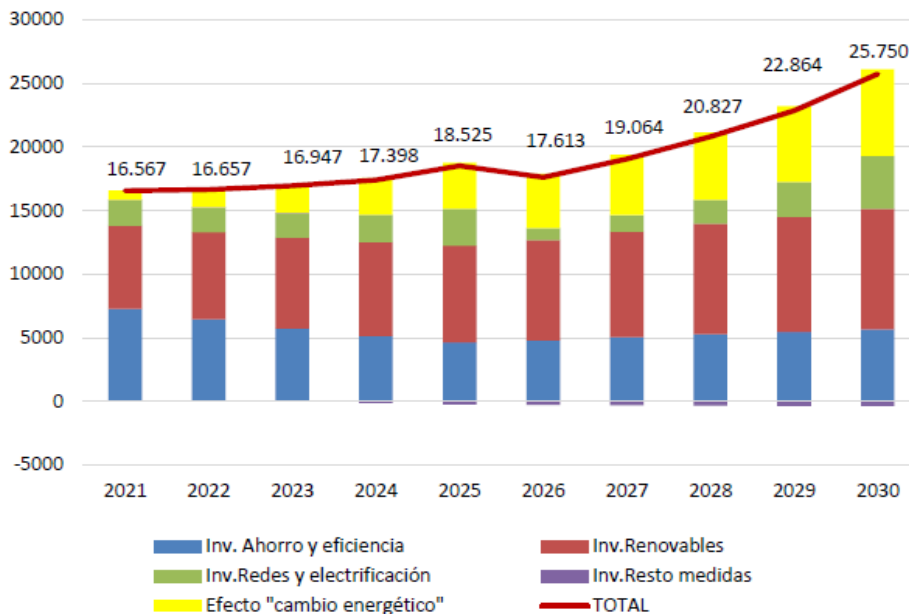


Figura 9 – Impacto en el PIB por tipo de medida.
 (Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019)

El PNIEC genera un aumento neto en el empleo de entre 253.000 y 348.000 personas al año (un 1,7% más para 2030) **reduciendo la tasa de paro entre un 1,1% y 1,6%.**

Las medidas contenidas en el PNIEC consiguen **reducir los GEI** como los **principales contaminantes**. En las siguientes gráficas se puede observar las reducciones de los

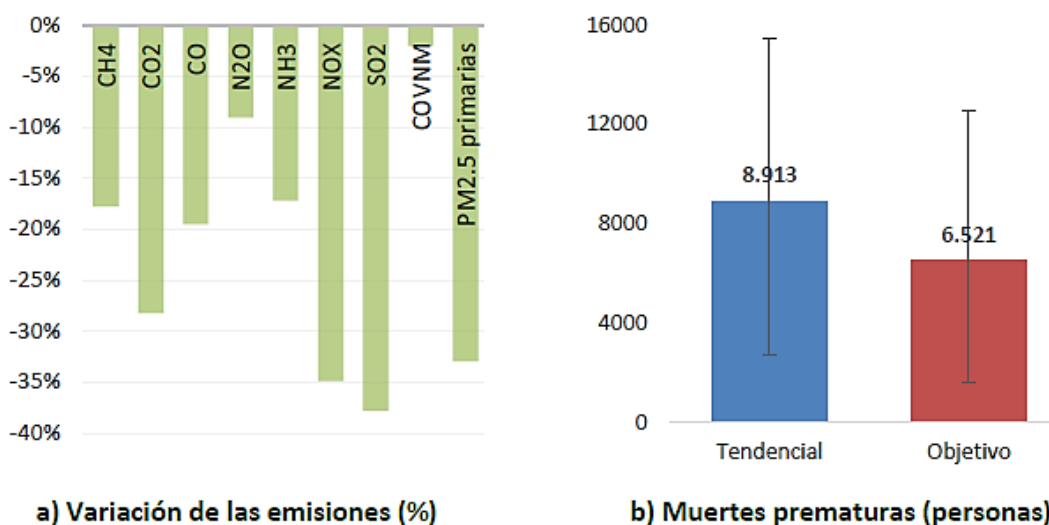


Figura 10 – Variación de emisiones y muertes prematuras por la contaminación.
 (Fuente: Basque Centre for Climate Change, 2019)

diferentes GEI (gráfica de la izquierda) y muertes prematuras asociadas a la calidad de los mismos (gráfica de la derecha).

Las mejoras de los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos están asociadas con mejoras de la calidad ambiental, por lo que afectan a los daños en la salud con una disminución de muertes prematuras.

5.3.5 Anexo A Situación actual y proyecciones: escenario tendencial y escenario objetivo

A.1 Evolución prevista de los principales factores exógenos que influyen en el sistema eléctrico y en las emisiones de gases de efecto invernadero

La proyección del PIB para el horizonte contenido en el programa de estabilidad económica española prevé un **crecimiento para 2030 del 16%**, se ha tenido en cuenta la evolución de la población según el informe de la Comisión Europea “*The 2018 Ageing Report: Economic and Budgetary Projections for the EU Member States (2016-2070)*”.

Proyección de Producto Interior Bruto de España (miles de M€ a precios constantes de 2016)				
Años	2015	2020	2025	2030
PIB	1.071	1.223	1.334	1.421

Tabla 8 – Proyección del PIB de España.

(Fuente: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital)

Los escenarios macroeconómicos **no prevén cambios en los sectores destacables**, los valores porcentuales se prevén prácticamente constantes a lo largo del periodo 2020-2030 en el PIB; siendo la agricultura un 3%, la industria un 17%, la construcción un 8% y el sector servicios un 72%.

La tendencia global en relación a los **combustibles fósiles** es que el precio del **derecho a emisión** se incrementa. Como consecuencia el precio por usar combustibles fósiles en grandes cantidades será más caro debido al incremento del precio en la compra y por los derechos de emisión.

Precios internacionales de los combustibles fósiles (€ a precios constantes de 2016/ barril equivalente de petróleo)				
Años	2015	2020	2025	2030
Petróleo	46,65	69,17	91,47	100,77
Gas	40,40	44,15	56,08	60,99
Carbón	11,71	16,58	18,36	22,04

Fuente: Comisión Europea

Precios internacionales de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Unidades: € a precios constantes de 2016/ tCO ₂)				
Años	2015	2020	2025	2030
Coste del derecho de emisión	7,8	15,5	23,3	34,7

Fuente: Comisión Europea

A.2 Dimensión de la descarbonización

El objetivo del **PNIEC** es lograr una **reducción de GEI de un 20% con respecto a 1990**.

En las tablas se muestran las emisiones de CO₂ eq. de los escenarios tendencial y objetivo.

Proyección de emisiones en el Escenario Tendencial (miles de toneladas de CO ₂ equivalente)						
Años	1990	2005	2015	2020	2025	2030
Transporte	59.199	102.310	83.197	89.762	90.721	88.193
Generación de energía eléctrica	65.864	112.623	74.051	57.013	42.228	43.025
Sector industrial (combustión)	45.099	68.598	40.462	38.234	36.889	33.512
Sector industrial (emisiones de procesos)	28.559	31.992	21.036	21.697	22.003	22.166
Sectores Residencial Comercial e Institucional	17.571	31.124	28.135	28.314	26.326	23.393
Ganadería	21.885	25.726	22.854	23.218	23.167	23.116
Cultivos	12.275	10.868	11.679	11.404	11.412	11.419
Residuos	9.825	13.389	14.375	13.832	13.060	12.209
Industria del refino	10.878	13.078	11.560	13.070	12.837	11.870
Otras industrias energéticas	2.161	1.020	782	814	733	760
Otros sectores	9.082	11.729	11.991	12.577	12.943	13.222
Emisiones Fugitivas	3.837	3.386	4.455	5.036	5.034	4.731
Uso de productos	1.358	1.762	1.146	1.237	1.298	1.340
Gases fluorados	64	11.465	10.086	8.267	6.152	4.037
Total	287.656	439.070	335.809	324.476	304.804	292.994

Tabla 11 – Proyección de emisiones en el Escenario Tendencial.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Proyección de emisiones en el Escenario Objetivo (miles de toneladas de CO ₂ equivalente)						
Años	1990	2005	2015	2020	2025	2030
Transporte	59.199	102.310	83.197	87.058	77.651	59.875
Generación de energía eléctrica	65.864	112.623	74.051	56.622	26.497	20.603
Sector industrial (combustión)	45.099	68.598	40.462	37.736	33.293	30.462
Sector industrial (emisiones de procesos)	28.559	31.992	21.036	21.147	20.656	20.017
Sectores residencial, comercial e institucional	17.571	31.124	28.135	28.464	23.764	18.397
Ganadería	21.885	25.726	22.854	23.247	21.216	19.184
Cultivos	12.275	10.868	11.679	11.382	11.089	10.797
Residuos	9.825	13.389	14.375	13.657	11.932	9.718
Industria del refino	10.878	13.078	11.560	12.330	11.969	11.190
Otras industrias energéticas	2.161	1.020	782	825	760	760
Otros sectores	9.082	11.729	11.991	12.552	11.805	11.120
Emisiones fugitivas	3.837	3.386	4.455	4.789	4.604	4.362
Uso de productos	1.358	1.762	1.146	1.236	1.288	1.320
Gases fluorados	64	11.465	10.086	8.267	6.152	4.037
Total	287.656	439.070	335.809	319.312	262.675	221.844

Tabla 12 – Proyección de emisiones en el Escenario Tendencial.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

En estas gráficas se puede ver el desglose de la proyección de emisiones de CO₂ por distintos sectores, tanto los sectores sujetos a los derechos de emisión como los difusos. Los sectores sujetos al derecho de emisión se espera que emitan 78.940 mil toneladas de CO₂ eq., mientras que los sectores difusos se espera que emitan 142.903 mil toneladas de CO₂ eq.

Se puede apreciar que para el **año 2030** hay una **reducción** de alrededor de **71.000 mil de toneladas de CO₂ eq.** que se reduciría para 2030. La energía renovable sobre el consumo de energía final se puede ser en la siguiente gráfica.

Porcentaje de energías renovables sobre consumo de energía final en el Escenario Objetivo							
Años		2015*	2020	2022	2025	2027	2030
Consumo de EERR de uso final (excluyendo el consumo eléctrico renovable)	Agricultura (ktep)	4.310	119	148	192	203	220
	Industria (ktep)		1.596	1.624	1.667	1.711	1.779
	Residencial (ktep)		2.640	2.623	2.598	2.709	2.876
	Servicios y otros (ktep)		241	279	337	376	435
	Transporte (ktep)		176	2.348	2.369	2.401	2.285
Energía suministrada por bombas de calor (ktep)		353	629	1.339	2.404	2.851	3.523
Generación renovable eléctrica (ktep)		8.642	10.208	12.438	15.784	18.187	21.792
Energía renovable total (ktep)		13.481	17.780	20.821	25.383	28.324	32.736
Energía final corregida con las pérdidas del sistema eléctrico, los consumos en aviación y la energía suministrada por las bombas de calor (ktep)		83.361	88.548	86.081	85.023	82.050	77.589
Porcentaje de energías renovables sobre consumo de energía final		16%	20%	24%	30%	34%	42%

* Los datos del año 2015 son reales, el resto son proyecciones realizadas por el MITECO

Tabla 13 – Porcentaje de energías renovables sobre el consumo final.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Se puede ver que el objetivo **para 2030 es llegar al 42% de la energía final sea renovable**. Con el escenario tendencial actual (sin PNIEC) se espera que el consumo de energía final **de origen renovable sea del 26%**, habiendo una diferencia de un 16% entre ambos escenarios.

En el transporte hay dos tipos de porcentaje representado: el porcentaje directo determinado por el porcentaje de aportación de renovables al consumo final y la Directiva 2018/2001 en la que se incluyen las correcciones al consumo final de aviación, biocarburantes, biogás y electricidad renovable.

Porcentaje de energías renovables en el sector transporte					
Método cálculo	Escenario	2015*	2020	2025	2030
Directiva 2018/2001	Escenario Tendencial	1%	10%	10%	11%
	Escenario Objetivo	1%	10%	15%	28%
Porcentaje directo	Escenario Tendencial	1%	7%	7%	7%
	Escenario Objetivo	1%	7%	8%	11%

* Los datos del año 2015 son reales, el resto son proyecciones realizadas por MITECO

Tabla 14 – Porcentaje de energías renovables en el sector del transporte.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Se puede observar que aplicando la Directiva 2018/2001 se llega holgadamente al objetivo de superar el 14% establecido alcanzando el 28%. A estos datos hay que añadir que en 2015 no se había introducido en los datos los biocarburantes sin certificado de sostenibilidad representando un 5,3%.

Estos objetivos se pueden cumplir gracias a un trasvase nodal con modos de transporte más eficientes, a la introducción acelerada del vehículo eléctrico, a la introducción del transporte ferroviario electrificado y al uso de biocarburantes y biogás.

Las **energías renovables en 2030** se esperan a que realicen una **contribución al sistema eléctrico del 74%**. En el sector eléctrico el escenario tendencial (sin PNIEC) la potencia total instalada es de 114,5 GW en 2020 y 126 GW en 2030, incrementándose principalmente eólica y solar. En el **escenario objetivo** la **potencia total instalada es de 161 GW en 2030**, incrementado un **30% con respecto al año tendencial**.

Cabe destacar que en el escenario objetivo de 2030 las tecnologías de bombeo instaladas y solar termoeléctrica tienen una potencia instalada de 3,5 y 5 GW respectivamente. Se espera que también se instalen 2,5 GW de baterías.

La suma total de energía renovable se incrementa a 122,7 GW. Hay que destacar el descenso de potencia nuclear instalada de 4 GW, el cierre de las centrales de carbón por el incremento del precio de emisión del CO₂, la repotenciación del parque renovable tras finalizar su vida útil y se hará sin incrementar la potencia térmica adicional de respaldo.

Parque de generación del Escenario Objetivo (MW)				
Año	2015	2020*	2025*	2030*
Eólica (terrestre y marítima)	22.925	28.033	40.633	50.333
Solar fotovoltaica	4.854	9.071	21.713	39.181
Solar termoeléctrica	2.300	2.303	4.803	7.303
Hidráulica	14.104	14.109	14.359	14.609
Bombeo Mixto	2.687	2.687	2.687	2.687
Bombeo Puro	3.337	3.337	4.212	6.837
Biogás	223	211	241	241
Otras renovables	0	0	40	80
Biomasa	677	613	815	1.408
Carbón	11.311	7.897	2.165	0
Ciclo combinado	26.612	26.612	26.612	26.612
Cogeneración	6.143	5.239	4.373	3.670
Fuel y Fuel/Gas (Territorios No Peninsulares)	3.708	3.708	2.781	1.854
Residuos y otros	893	610	470	341
Nuclear	7.399	7.399	7.399	3.181
Almacenamiento	0	0	500	2.500
Total	107.173	111.829	133.802	160.837

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNEC.

Tabla 15 – Parque de generación en el escenario objetivo.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Se prevé que la generación eléctrica anual y el balance eléctrico objetivo sea la de las siguientes gráficas.

Generación eléctrica bruta del Escenario Objetivo* (GWh)				
Años	2015	2020	2025	2030
Eólica (terrestre y marina)	49.325	60.670	92.926	119.520
Solar fotovoltaica	8.302	16.304	39.055	70.491
Solar termoeléctrica	5.557	5.608	14.322	23.170
Hidráulica	28.140	28.288	28.323	28.351
Almacenamiento	3.228	4.594	5.888	11.960
Biogás		813	1.009	1.204
Geotermia	743	0	94	188
Energías del mar		0	57	113
Carbón	52.281	33.160	7.777	0
Ciclo combinado	28.187	29.291	23.284	32.725
Cogeneración carbón	395	78	0	0
Cogeneración gas	24.311	22.382	17.408	14.197
Cogeneración productos petrolíferos	3.458	2.463	1.767	982
Otros	216	2.563	1.872	1.769
Fuel/Gas	13.783	10.141	7.606	5.071
Cogeneración renovable	1.127	988	1.058	1.126
Biomasa	3.126	4.757	6.165	10.031
Cogeneración con residuos	192	160	122	84
Residuos sólidos urbanos	1.344	918	799	355
Nuclear	57.196	58.039	58.039	24.952
Total	280.911	281.219	307.570	346.290

Tabla 16 – Generación eléctrica bruta en el escenario objetivo.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

Balance eléctrico del Escenario Objetivo (GWh)				
Años	2015	2020	2025	2030
Generación eléctrica bruta	281.021	281.219	307.570	346.290
Consumos en generación	-11.270	-10.528	-10.172	-10.233
Generación eléctrica neta	269.751	270.690	297.398	336.056
Consumos en bombeo y baterías	-4.520	-6.381	-7.993	-15.262
Exportación	-15.089	-9.251	-26.620	-48.325
Importación	14.956	18.111	12.638	8.225
Demanda en barras de central	265.098	273.170	275.424	280.694
Consumos en sector transformación de la energía	-6.501	-7.552	-6.725	-6.604
Pérdidas en transporte y distribución	-26.509	-25.161	-25.022	-24.868
Demanda eléctrica final de sectores no energéticos	232.088	240.457	243.677	249.222

Tabla 17 – Balance eléctrico en el escenario objetivo.
 (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

En las gráficas de generación de electricidad podemos ver un descenso de la energía generada a lo largo del año en todas las fuentes consideradas no renovables.

Anexo D. Informes Red Eléctrica de España

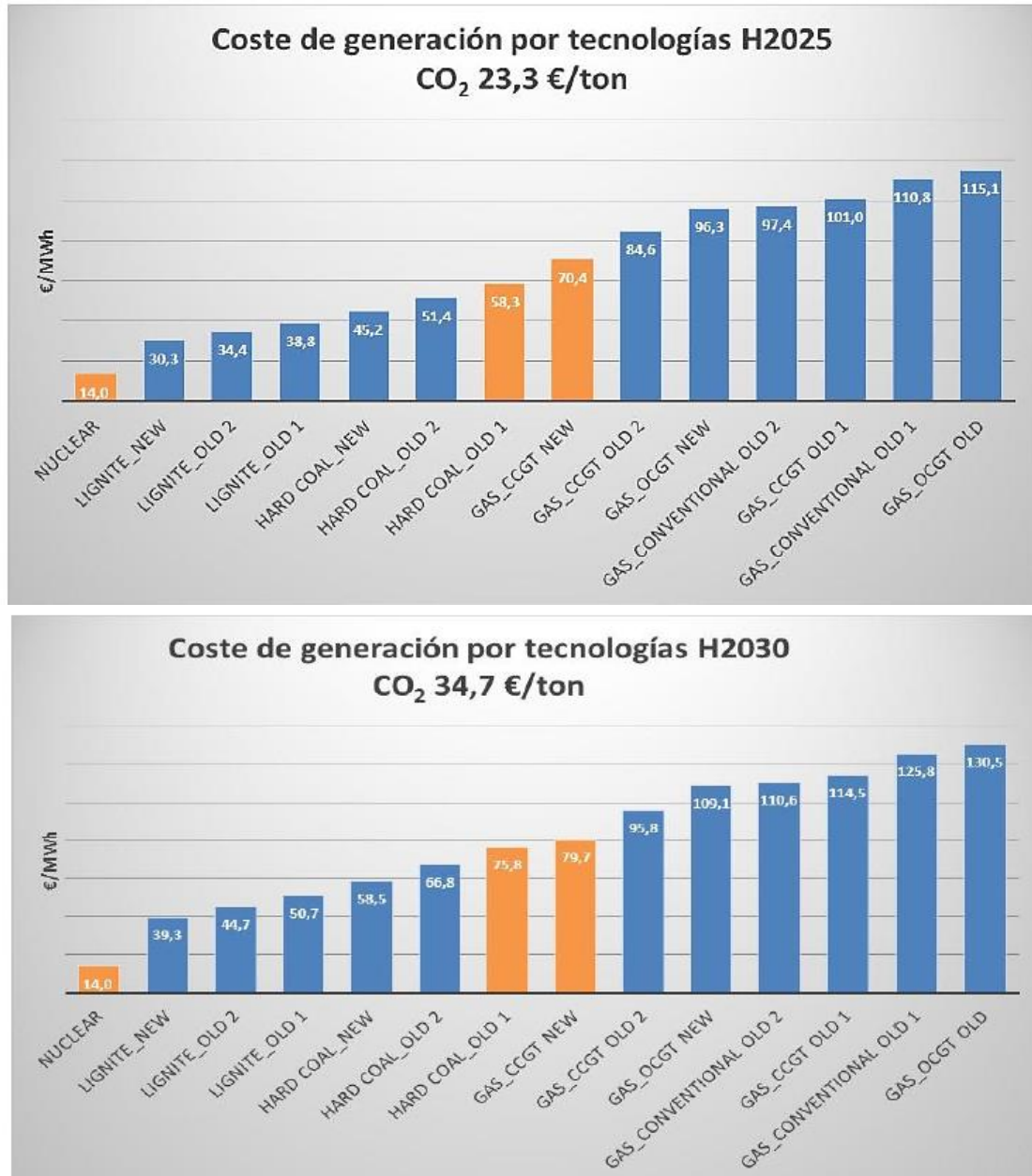
El objetivo del apartado es mostrar los resultados de los escenarios “tendencial” y “objetivo” por el PNIEC para los años 2025 y 2030.

		Escenarios MITECO		Escenarios ADAPTADOS	
		2025	2030	2025	2030
€/net GJ	Nuclear			0,47	0,47
	Lignite			1,1	1,1
	Hard Coal	3,2	3,8	3,2	3,8
	Gas	9,6	10,5	9,6	10,5
	Light oil			18,7	21,8
	Heavy oil			15,3	17,9
	Oil shale			2,3	2,3
€/ton	CO ₂ price	23,3	34,7	23,3	34,7

Tabla 18 – Precios de combustibles para 2025 y 2030.
 (Fuente: Red Eléctrica de España)

Para determinar el coste variable de la generación térmica se han utilizado los siguientes precios de coste de los **combustibles** y el **coste de las emisiones de CO₂** para los años **2025** y **2030**.

Como resultado de las **anteriores hipótesis** se han obtenido los **distintos precios** las **siguientes gráficas**. En **naranja** se han representado los combustibles de las **tecnologías de generación instaladas en España**.



Figuras 11 y 12 – Coste de generación por tecnologías 2025 y 2030.
 (Fuente: Red Eléctrica de España)

Se puede apreciar en las figuras 11 y 12 que el **precio del carbón y del gas natural incrementarán** en los próximos años.

Con el PNIEC se han reducido las horas de cogeneración y restos y se han **incrementado la eólica terrestre**. Según las previsiones se espera que las horas de funcionamiento de generación eléctrica renovable serán las de las siguientes tablas.

Tecnologías	Horas funcionamiento anuales MITECO			
	2025 Objetivo	2030 Objetivo	2025 Tendencial	2030 Tendencial
Eólica terrestre ⁽¹⁾	2.100./2.300./2.500	2.100./2.300./2.500	2.100./2.300./2.100	2.100./2.300./2.100
Eólica marina	3.100	3.100	-	-
Termosolar existente	2.558	2.558	2.558	2.558
Termosolar futura	3.594	3.594	-	-
Fotovoltaica	1.800	1.800	1.800	1.800
Cogeneración y otros ⁽²⁾	4.825	4.609	5.145	4.845
Resto RES ⁽²⁾	6.780	7.055	6.771	6.963

Tecnología (datos en MW)	Escenario Objetivo MITECO (nacional)		Escenario Objetivo Peninsular ADAPTADO	
	2025	2030	2025	2030
Nuclear	7.400	3.180	7.117	3.050
Carbón de importación	2.115	0	2.085	0
Carbón nacional	50	0	0	0
Ciclo combinado	27.300	27.070	24.560	24.560
Hidráulica	16.000	16.250	16.000	16.250
Bombeo	5.260	7.890	5.260	7.890
Eólica (terrestre y marina) (*)	40.630	50.330	39.226	48.550
Solar fotovoltaica (**)	21.680	39.150	21.064	38.404
Solar fotovoltaica autoconsumo aislado	30	30	30	0
Solar termoeléctrica	4.800	7.300	4.800	7.300
Biogás	240	240		
Biomasa	810	1.410		
Energías del mar	25	50		
Geotermia	15	30		
Resto RES	1.090	1.730	1.090	1.730
Cogeneración carbón		0		
Cogeneración gas	3.755	3.220		
Cogeneración productos petrolíferos	360	200		
Cogeneración renovable	250	240		
Cogeneración residuos	20	10		
RSU	160	60		
Similar a cogeneración	280	250		
Cogeneración y otros	4.825	3.980	4.825	3.980
Fuel/Gas (TNP)	2.090	1.400		
Almacenamiento	500	2.500	500	2.500
Total	133.770	160.810	126.557	154.214

(*) Para el Escenario Adaptado solo se considera eólica marina en 2030

(**) Incluye la FV y la FV en régimen de autoconsumo

Tablas 19 y 20 – Horas de funcionamiento anuales y potencia instalada.

(Fuente: Red Eléctrica de España)

Según el plan de actuación del PNIEC si se cumplen los objetivos se espera una **potencia instalada en España de 133.700 MW para 2025 y 160.870 MW para 2030**. La siguiente tabla desglosa en función de cada tecnología la potencia instalada en los años 2025 y 2030 a nivel nacional y en la península.

La potencia generada por energía nuclear en los próximos años irá disminuyendo por el cierre progresivo y programado de las diversas centrales.

La capacidad de intercambio de energía con Francia y Portugal esperada para 2025 y 2030 es la siguiente.

NTC (MW)	Escenarios Tendencial y Objetivo MITECO	
	2025	2030
ES->FR	5.000	8.000
FR->ES	5.000	8.000
ES->PT	4.200	4.200
PT->ES	3.500	3.500

*Tabla 21 – Valores de interconexión.
 (Fuente: Red Eléctrica de España)*

Todo esto conlleva a que en 2025 y 2030 se obtengan los siguientes resultados en cuanto al sistema eléctrico.

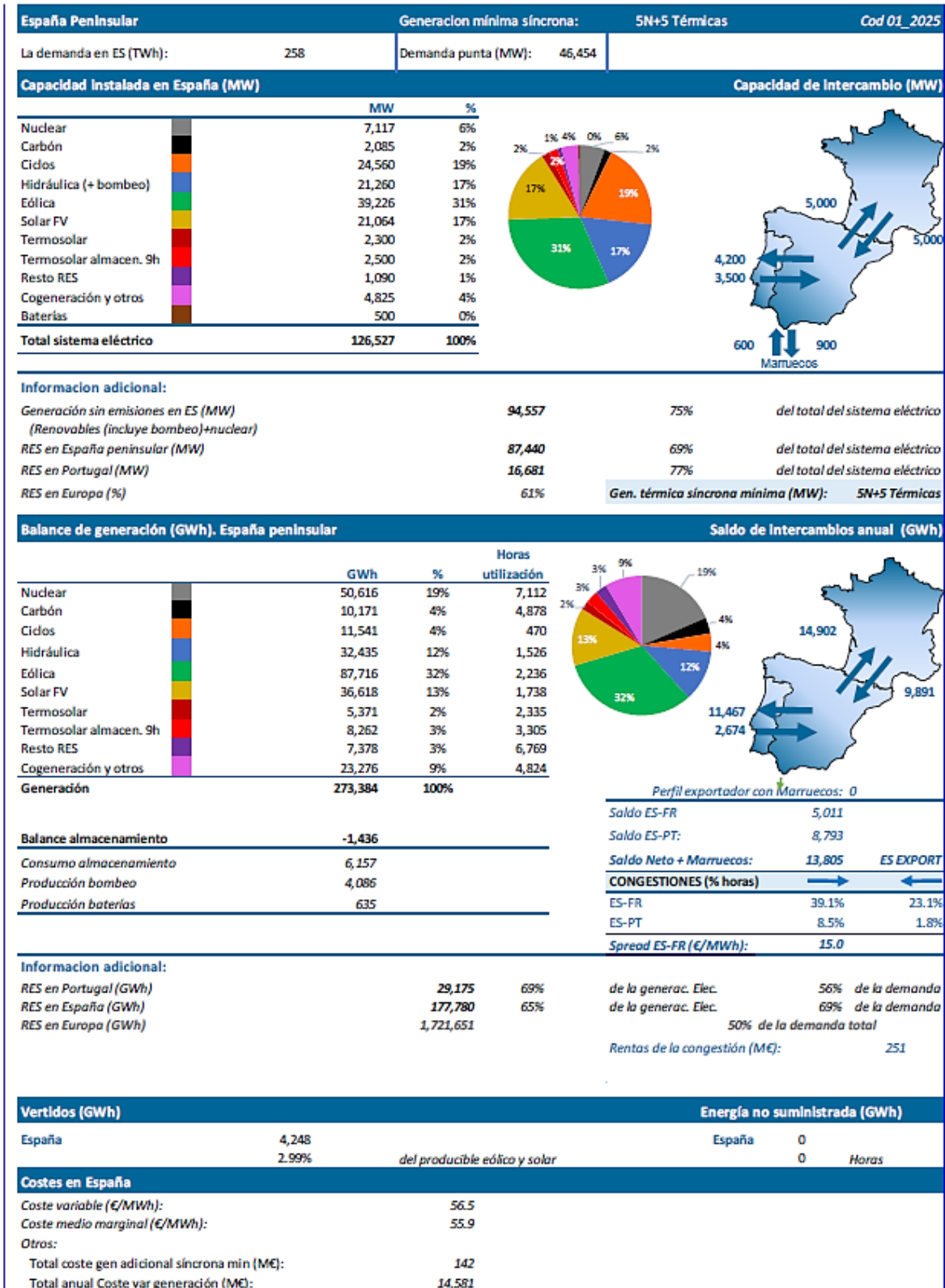


Figura 13 – Resultado escenario tendencial 2025.
 (Fuente: Red Eléctrica de España)

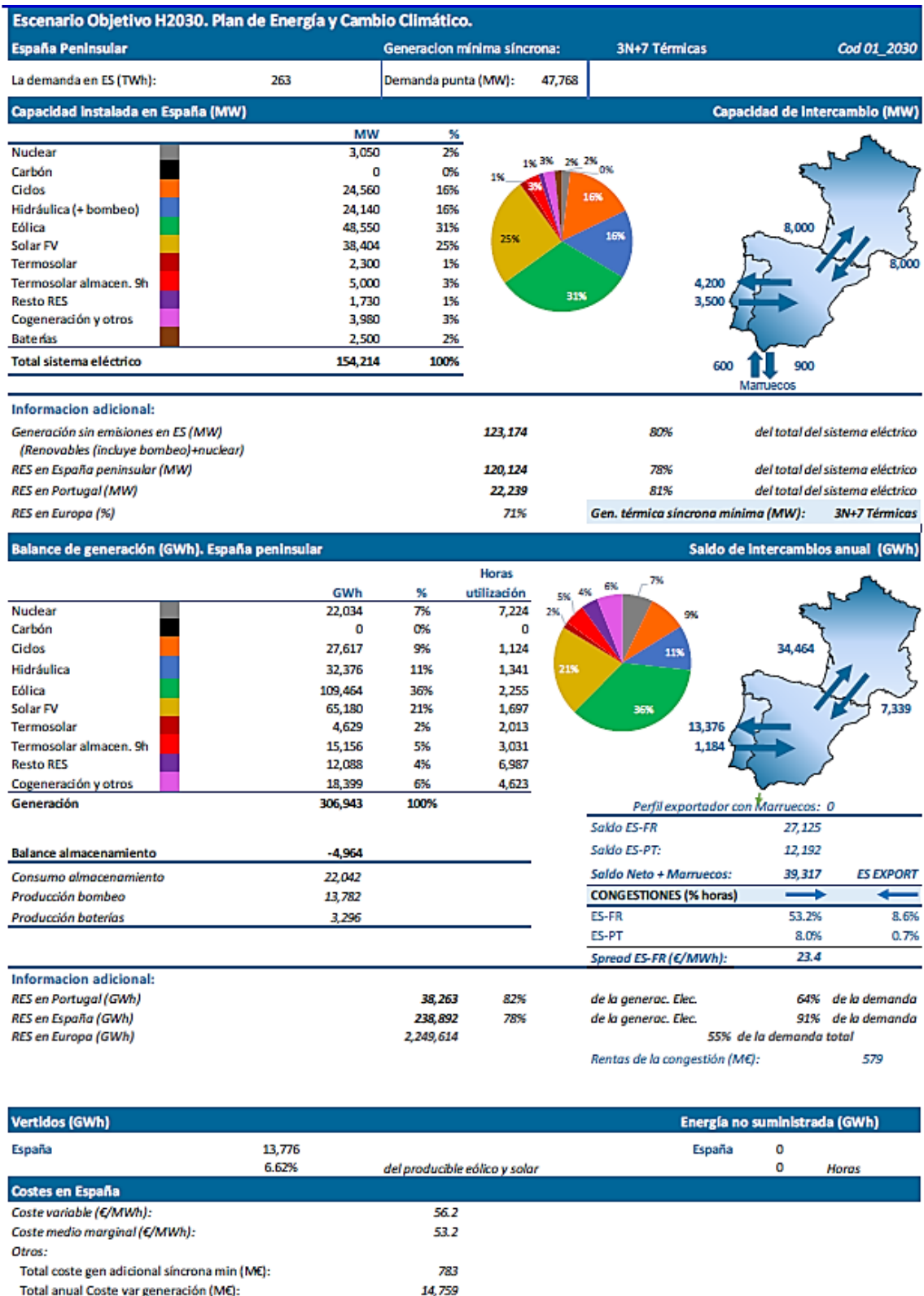


Figura 14 – Resultado escenario objetivo 2025.
 (Fuente: Red Eléctrica de España)

También se han reflejado los cambios que se esperan por la aplicación del PNIEC.

Escenarios	Objetivo H2030 (1)	Tendencial H2030.(2)	Diferencias (1)-(2)
DEMANDA [TWh] (*)	262,7	268,2	-5,5
GENERACIÓN [GWh]	306.943	271.935	35.008
Nuclear [GWh]	22.034	51.630	-29.596
<i>% sobre la generación total</i>	7,2%	19,0%	-11,8%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	3.050	7.117	-4.067
<i>Horas equiv.p.c.</i>	7.224	7.255	-31
Carbón [GWh]	0	9.942	-9.942
<i>% sobre la generación total</i>	0,0%	3,7%	-3,7%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	0	2.085	-2.085
<i>Horas equiv.p.c.</i>	0	4.768	-4.768
Ciclo combinado [GWh]	27.617	40.676	-13.059
<i>% sobre la generación total</i>	9,0%	15,0%	-6,0%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	24.560	24.560	0
<i>Horas equiv.p.c.</i>	1.124	1.656	-532
Hidráulica [GWh]	32.376	32.484	-108
<i>% sobre la generación total</i>	10,5%	11,9%	-1,4%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	24.140	20.140	4.000
<i>Horas equiv.p.c.</i>	1.341	1.613	-272
Eólica [GWh] (**)	109.464	78.947	30.517
<i>% sobre la generación total</i>	35,7%	29,0%	6,6%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	48.550	36.350	12.200
<i>Horas equiv.p.c.</i>	2.255	2.172	83
Solar FV [GWh] (***)	65.180	32.564	32.616
<i>% sobre la generación total</i>	21,2%	12,0%	9,3%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	38.404	18.144	20.260
<i>Horas equiv.p.c.</i>	1.697	1.795	-98
Termosolar [GWh]	19.785	5.767	14.018
<i>% sobre la generación total</i>	6,4%	2,1%	4,3%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	7.300	2.300	5.000
<i>Horas equiv.p.c.</i>	2.710	2.508	203
Resto RES [GWh]	12.088	5.709	6.378
<i>% sobre la generación total</i>	3,9%	2,1%	0,8%
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	1.730	820	1.190
<i>Horas equiv.p.c.</i>	6.987	6.963	-472
Cogen y otros [GWh]	18.399	14.215	-3.577
<i>% sobre la generación total</i>	6,0%	5,2%	16.494
<i>Pot. Instalada [MW]</i>	3.980	2.790	9.621
<i>Horas equiv.p.c.</i>	4.623	5.095	3.296
BALANCE ALMACENAMIENTO [GWh]	-4.964	-1.387	-3.577
Consumo bombeo y baterías [GWh]	22.042	5.549	16.494
Producción baterías [GWh]	13.782	4.161	9.621
Producción bombeo [GWh]	3.296	0	3.296
GENERACIÓN RENOVABLE [GWh]	238.892	155.472	83.421
Vertidos renovable [GWh]	13.776	176	13.600
INTERCONEXIONES			
Saldo neto [GWh] (+ exportación desde ESPAÑA)	39.317	2.342	36.975
FRANCIA [GWh]	27.125	-2.054	29.179
PORTUGAL [GWh]	12.192	4.396	7.796

Tabla 21 – Resultado comparación escenario tendencial y objetivo 2030.

(Fuente: Red Eléctrica de España)

Escenarios	Objetivo H2030 (1)	Tendencial H2030.(2)	Diferencias (1)-(2)
Congestiones (% horas) ES-FR			
ES->FR	53,21%	17,74%	35,5%
FR->ES	8,55%	15,09%	-6,5%
Congestiones (% horas) ES-PT			
ES->PT	7,96%	2,03%	5,9%
PT->ES	0,65%	2,68%	-2,0%
SPREAD MEDIO ES - FR [€/MWh]	23,4	4,9	18,4
COSTES DEL SISTEMA			
Coste marginal [€/MWh]	53,2	77,5	-24,3
Coste variable de generación [€/MWh]	56	77,8	-21,6
Total anual coste vble gen [M€]	14.759	20.868	-6.108,9
RENTA CONGESTIÓN ESPAÑA [M€]	579	166	412,4
COSTE VARIABLE TOTAL [M€ anuales]	14.180	20.701	-6.521
Indicadores participación RES (%)			
Res/demanda	91%	58%	33%
Res/Gen total	78%	57%	21%

Notas: (*) Incluye demanda autoconsumida.

(**) En el Escenario Objetivo, se incluye la generación de eólica terrestre y marina.

(***) Incluye generación de FV y FV en régimen de autoconsumo.

Coste medio marginal (€/MWh): Coste de adquisición de la energía ponderado por la demanda.

Coste variable generación (€/MWh): Coste de adquisición de la energía más el coste de la generación térmica adicional necesaria para alcanzar el umbral mínimo de generación síncrona despachable.

Total anual coste variable generación (M€): Coste total de adquisición de la energía más el coste total de la generación térmica adicional.

Tabla 22 – Resultado comparación escenario tendencial y objetivo 2030.

(Fuente: Red Eléctrica de España)

En cuanto a los cambios que realiza el PNIEC en el año **2030** se espera una **mayor** cantidad de **generación renovable solar, eólica e hidráulica**. Al mismo tiempo la **generación por la energía nuclear, carbón y ciclo combinado** descenderán enormemente.

También hay que destacar el **incremento** de la energía que se espera **almacenar mediante baterías y bombeo**.

Con estos cambios se espera que España **incremente su capacidad exportadora** en el balance neto de energía hacia Francia y Portugal a lo largo del año. Esto derivará en un problema de congestión de traspaso de energía desde España a Francia.

Estas medidas **conseguirán reducir a 53,2 €/MWh el precio de costes del sistema** frente a los 77,5 €/MWh del escenario tendencial, por lo que el precio de la electricidad se espera que en 2030 por la aplicación del PNIEC sea más barato.



5.4 HOJA DE RUTA DEL HIDRÓGENO [4]

5.4.1 Resumen general

El **hidrógeno renovable** es una **solución sostenible** para **descarbonizar la economía**. El hidrógeno forma parte de la **estrategia de neutralidad para 2050** y desarrolla **cadena de valor** tanto en **España** como en la **UE**.

Se espera que el **hidrógeno renovable** sea un **vector energético** para el uso final más eficiente para lograr el **objetivo de descarbonización**. Para ello es necesario **crear y fomentar un entorno favorable para la demanda y oferta** de hidrógeno renovable.

Se debe fomentar los **usos finales** para el hidrógeno en aquellos ámbitos **donde la electrificación no sea posible** a medio plazo. El **hidrógeno** al ser muy versátil como vector, se ha de evaluar y priorizar como **alternativa renovable** para **almacenar energía o descarbonizar el sector del calor**.

El hidrógeno debería tener **normas comunes para toda la UE**, esto facilitaría el despliegue y garantizaría la igualdad de condiciones, por otro lado, los impuestos y los mercados de emisiones pueden contribuir en la introducción de este combustible.

La Hoja de Ruta del Hidrógeno estudia los **retos y oportunidades** que presenta el hidrógeno verde en España, proporcionando medidas para conseguir **inversión** aprovechando el consenso europeo en esta cuestión. **España** tiene la **oportunidad** de ser **referente tecnológico** en la producción y el uso al hidrógeno renovable, al dar impulso a la cadena de valor del hidrógeno se conseguiría la descarbonización de la economía.

5.4.2 Introducción

El **hidrógeno renovable** es uno de los principales **vectores energéticos a largo plazo** debido a su producción y **consumo neutral** sin generar gases contaminantes.

El Pacto Verde Europeo tiene la intención de desarrollar la aprobación en varias estrategias y mecanismos de financiación para su promoción y desarrollo del mismo. Existe la Estrategia Europea del Hidrógeno donde se constituyen los pasos para hacer progresar el hidrógeno limpio disminuyendo las emisiones de la economía de la UE.

El ecosistema del **hidrógeno** es factible que se **despliegue** de forma **gradual** a distintas velocidades en **diversos sectores y regiones**. Por tanto, se necesitarían soluciones políticas.

Para garantizar el avance del hidrógeno el escenario se ha dividido en tres fases.

- **Primera fase 2020-2024**, se **instalarán 6 GW de electrolineras en la UE** y se producirá hasta **1 millón de toneladas de hidrógeno renovable**. Las electrolineras **principalmente se instalarán cerca de refinerías, plantas de acero y complejos químicos**. Se espera que se alimenten con fuentes locales de origen renovable.

También se instalarán **hidrogeneras para alimentar autobuses y posteriormente camiones eléctricos de pila de combustión**.

- **Segunda fase 2025-2030**, el hidrógeno deberá convertirse en **parte importante del sistema energético** con el propósito de instalar **40 GW de electrolineras para 2030** y producción de **10 millones de toneladas de hidrógeno**. Se espera que el hidrógeno renovable será cada vez más competitivo.
- **Tercera fase 2030-2050**, las tecnologías de hidrógeno deberán **desplegarse a gran escala** y llegar a los sectores más difíciles de descarbonización.

El plan Nacional de Energía y Clima (**PNIEC**) destina la **medida 1.8** a los gases renovables como biogás, biometano o **hidrógeno renovable** mediante la **aprobación de planes específicos para su uso y obtención**. La **medida 1.2** dice que se podrá usar el hidrógeno para la **gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad del sistema eléctrico**. La **medida 2.4** impulsa el desarrollo de **coches eléctricos de pila de combustible**.

La Ley de Cambio Climático y Transición Energética dice que fomentará la aprobación de planes específicos para el uso de gases renovables.

El hidrógeno es un vector energético, significa que es un medio por el que traspasar energía incluso en ocasiones haciendo uso de distintas formas de energía diferentes a la forma con la que se ha obtenido el hidrógeno. Permite almacenar energía para después liberarla de forma gradual en el momento que se requiera.

Existen **tres tipos de hidrógeno** en función de la forma en la que se ha obtenido.

- El **hidrógeno renovable o verde**: es el **generado a partir de electricidad renovable** haciendo uso como materia prima el **agua mediante electrolisis** o el reformado del biogás o mediante conversión química de la biomasa.
- El **hidrógeno gris**: es el **producido mediante gas natural o hidrocarburos** como metano o gases licuados.
- El **hidrógeno azul**: es el obtenido **como el hidrógeno gris, pero con procedimientos de captura de CO₂ de al menos el 95% de las emisiones**.

La cadena de valor del hidrógeno es la que se muestra en el siguiente diagrama.

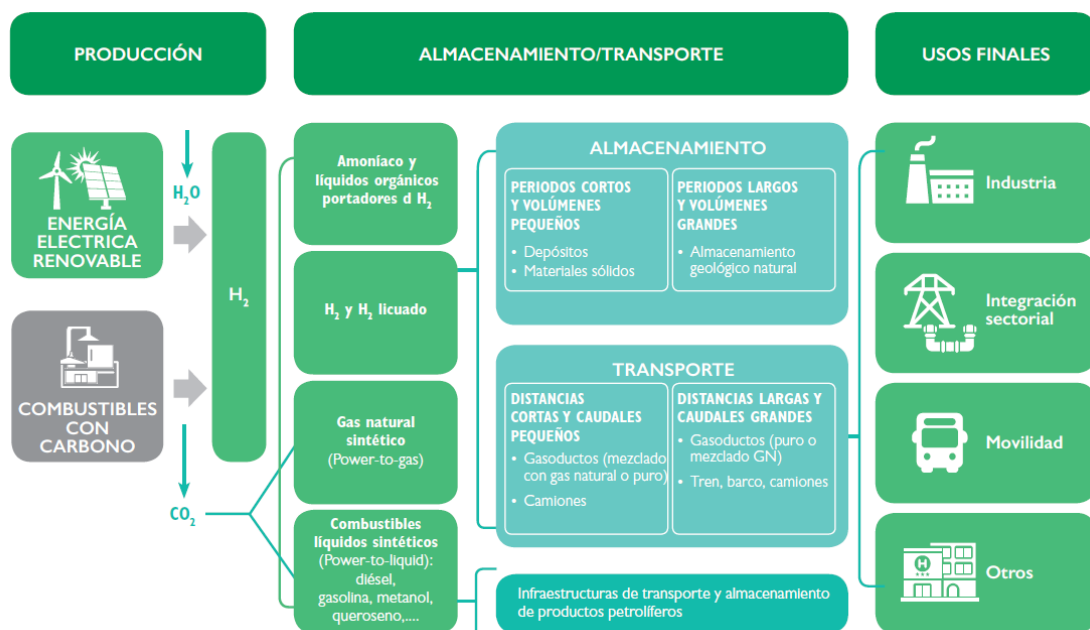


Figura 15 –Etapas de la cadena de valor.
 (Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno)

Como se puede apreciar el **hidrógeno** posibilita la **conversión de la energía eléctrica en un combustible almacenable** con la opción de convertirse en otros combustibles usando procedimientos de captura de CO₂. Además de poder llegar con relativa facilidad a sectores en los cuales la electrificación es compleja.

5.4.3 Producción

El **hidrógeno** es capaz de **obtenerse** mediante varias tecnologías.

El hidrógeno renovable se obtiene principalmente de la **electrólisis**. La electrolisis es un proceso en el que se disocian moléculas de hidrógeno y oxígeno mediante corriente continua mediante dos electrodos.

Hay de varios tipos:

- Electrolizadores alcalinos; se produce una conducción de iones por una disolución alcalina, tienen la mayor rentabilidad económica y madurez tecnológica.
- Electrolizadores de Proton Exchange Membrane (PEM); el electrolito es un polímero sólido conductor de protones, permite trabajar con mayores corrientes, soportan mejor la corrosión, pero es más caro.
- Electrolizadores de Anion Exchange Membrane (AEM); en este caso el electrolito es aniónico, es más barata y más estable. Se encuentra en fase de investigación.
- Electrolizadores de óxido sólido (SOEC); es la tecnología menos desarrollada, es capaz de realizar el proceso inverso, el electrolito es cerámico.

Aquí se representa una comparativa entre las diferentes tecnologías y lo que se espera de cada una de ellas a largo plazo.

	Electrolizador alcalino			Electrolizador PEM			Electrolizador SOEC		
	Hoy	2030	Largo plazo	Hoy	2030	Largo plazo	Hoy	2030	Largo plazo
Eficiencia eléctrica (% PCI)	63-70	65-71	70-80	56-60	63-68	67-74	74-81	77-84	77-90
Presión de operación (bar)	1-30			30-80			1		
Temperatura de operación (°C)	60-80			50-80			650 1 000		
Vida media del stock (horas de funcionamiento)	60 000 90 000	90 000 100 000	100 000 150 000	30 000 90 000	60 000 90 000	100 000 150 000	10 000 30 000	40 000 60 000	75 000 100 000
Rango de carga (% relativo a carga nominal)	10 - 110			0-160			20-100		
Superficie ocupada (m ² /kW _e)	0.095			0.048					
CAPEX (\$/kW _e)	500 1 400	400 850	200 700	1 100 1 800	650 1 500	200 900	2 800 5 600	800 2 800	500 1 000

*Tabla 23 –Características de diferentes tecnologías de electrolizadores.
 (Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno)*

El hidrógeno se puede formar a partir de gas natural o biogás:

- Reformado con vapor (SMR); se hace reaccionar vapor a alta temperatura y presión con un catalizador que produce gas sintético.
- Oxidación parcial (POX); donde se hace que un hidrocarburo sufra una combustión incompleta (con menos oxígeno del requerido) haciendo que se forme el gas.
- Reformado autotérmico (ATR); es una combinación de las tecnologías SMR y POX, se crea una corriente de vapor el cual hace uso del oxígeno no para generar calor como el SMR, sino que el ATR “quema directamente” el oxígeno.

5.4.4 Almacenamiento y transporte

El **hidrógeno** puede presentarse en **varios estados**, para decidir cuál es el estado ideal para su transporte se han de tener en cuenta varios factores; el caudal producido y consumido en los diferentes lugares (Nm³/h), distancia desde el punto de producción y consumo, usos finales y diferentes tipos de consumo.

Las alternativas para el transporte de hidrógeno que se plantean en la actualidad son las siguientes:

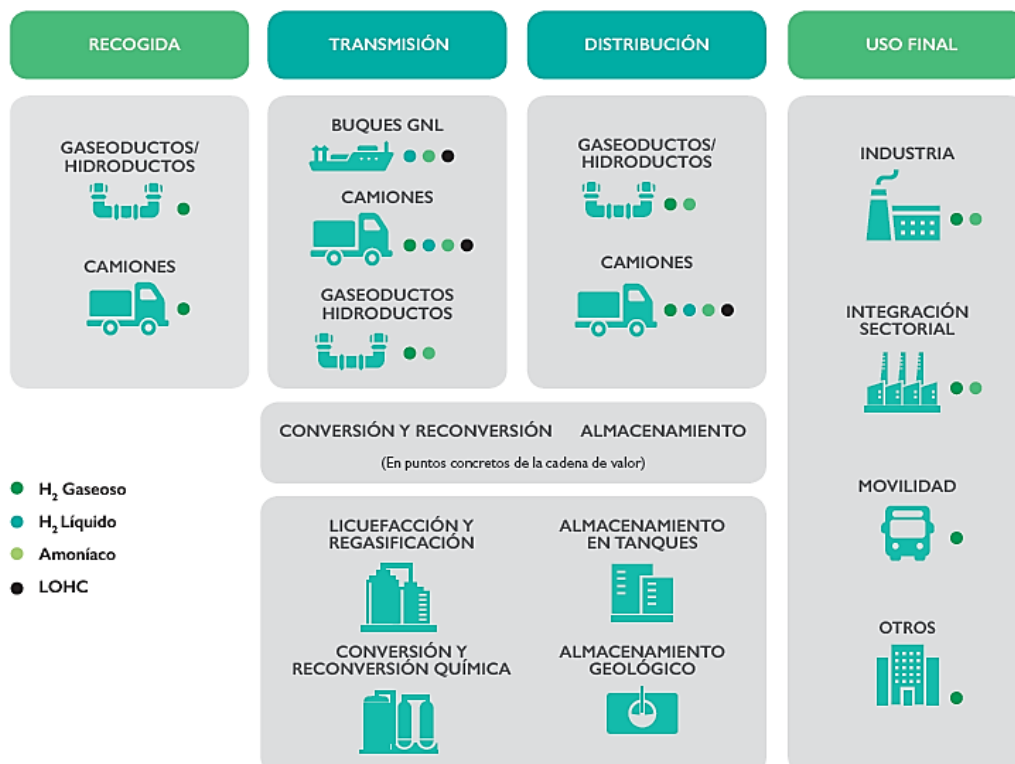


Figura 16 –Logística de hidrógeno.
 (Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno)

Portadores de hidrógeno como **amoniaco o líquidos orgánicos (LOHC)**; el hidrógeno puede transformarse rápidamente en sustancias líquidas con el amoniaco, metanol u octano en la que se puede emplear la actual red de suministro, entre ellas destaca el amoniaco por no tener carbono en sus moléculas.

Hidrógeno en estado gaseoso; es un **gas de muy baja densidad** haciendo que sea **más caro su almacenamiento y transporte a grandes escalas**. Sin embargo, el hidrógeno puede transportarse (aunque no es fácil) en estado gaseoso por gaseoductos dedicados.

Hidrógeno licuado; es una forma similar al gas natural licuado (GNL), siendo esta la alternativa **más viable para su almacenamiento en grandes cantidades**, sin embargo, hay que tener en cuenta que **cuesta un aporte energético mantener el hidrógeno en ese estado** (líquido).

Hidrógeno combinado; se utiliza el hidrógeno para obtener combustibles similares a los fósiles.

El grado de madurez de las siguientes tecnologías en diferentes sectores se representa en la siguiente tabla:

		Hidrógeno líquido	Amoniaco	LOHC (MCH)
Proceso y madurez tecnológica	Conversión	Pequeña escala: Alto Gran escala: Bajo	Alto	Medio
	Almacenamiento depósitos	Alto	Alto	Alto
	Transporte	Barco: Bajo Gasoducto/Hidroducto: Alto Camión: Alto	Barco: Bajo Gasoducto/Hidroducto: Alto Camión: Alto	Barco: Bajo Gasoducto/Hidroducto: Alto Camión: Alto
	Reconversión	Alto	Medio	Medio
	Integración en la cadena de suministro	Medio/Alto	Alto	Medio

*Tabla 23 –Madurez tecnológica.
 (Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno)*

En relación al empleo del hidrógeno a pequeña escala para hacer uso en un periodo próximo, las tecnologías más plausibles son las siguientes:

- **Depósitos a altas presiones;** para su almacenamiento en vehículos se necesitan de **350 a 700 bar**, para el transporte o almacenamiento en **hidrogeneras de 200 a 1000 bar**. La principal limitación de estos depósitos es que la densidad energética del hidrógeno es inferior a la de otros combustibles.

Se está estudiando el utilizar depósitos de 800 bar subterráneos en grandes centros urbanos para su almacenamiento.

- **Materiales sólidos;** existen diferentes metales los cuales forman hidruros con los metales, esta tecnología está desarrollada teniendo como inconveniente que los productos de esta técnica son más pesados que el hidrógeno puro.

Cuando el **almacenamiento a gran escala** es complicado se puede almacenar durante un periodo de **tiempo prolongado** en **almacenamientos geológicos**.

En relación al **transporte** hay que considerar en cada caso como se transporta, **en gas, líquido o líquido portador**, atendiendo criterios se decidirá cuál es el mejor transporte según la distancia, volumen y situación del entorno del consumidor.

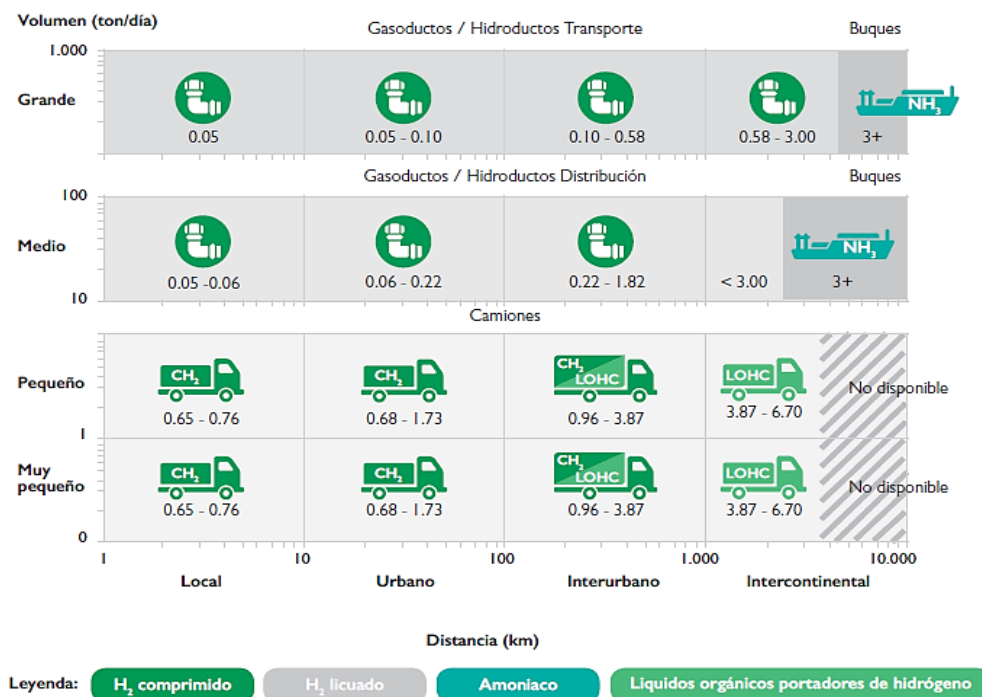


Figura 16 –Costes transporte.
 (Fuente: Hoja de Ruta del Hidrógeno)

Dependiendo de las distintas propiedades del vehículo se disponen de las siguientes opciones:

- **Transporte por carretera;** el transporte se realiza con camiones cisterna de hidrógeno líquido o comprimido hasta **4.300 Kg y 360 Kg respectivamente**. La distribución en botellas de hidrógeno aporta flexibilidad en la cantidad y su contenido.
- **Transporte por ferrocarril;** se utilizan las cisternas, pero con mayor volumen de entre **2.900 y 9.100 Kg** de hidrógeno.
- **Transporte marítimo;** los tanques tienen una capacidad de **70 toneladas de hidrógeno**.

Por otro lado, el hidrógeno gaseoso se puede transportar por las infraestructuras del sector gasista inyectando el hidrógeno verde por líquidos portadores como el amoniaco. Estas alternativas favorecen el aprovechamiento de las infraestructuras actuales ahorrando costes.

Sigue habiendo **desafíos** sobre como **adoptar los criterios para la inyección de hidrógeno renovable**. Existe la posibilidad de crear una red de infraestructura gasista a nivel nacional.

La última etapa de la cadena de valor del hidrógeno dependerá del uso que se le de como combustible, vector energético o materia prima.

5.4.5 Usos finales

En la **industria** se **consumen cerca de 500.000 toneladas de hidrógeno al año** (principalmente gris), casi la totalidad se usa en la creación de procesos industriales (amoniaco) y en la refinerías. Esto hace que se pueda asegurar que el hidrógeno verde tiene futuro en el sector de la industria.

- En la industria de la refinería, los principales usos son en la eliminación de las impurezas del crudo o mejora de crudos más pesados.
- En la industria química, por su estructura química se usa principalmente para crear amoniaco y metanol para después crear fertilizantes, biocombustibles o plásticos.
- En la industria metalúrgica, para crear ciertas aleaciones de acero se necesitan elevadas temperaturas y se usa el hidrógeno como vector energético.

En diversos **sectores** se pretende usarse como **vector energético**.

- En el **almacenamiento energético**, se pretende usar como almacenamiento de energía.
- En el **sector eléctrico**, el hidrógeno permitirá **mayor flexibilidad en la red almacenando el excedente de energía**.
- En el sector gasista, está la propuesta de incorporarlo gradualmente incrementando los sectores energéticos a los que se pretende llegar.

En el **ámbito de la movilidad** el hidrógeno puede ser usado como **pilas de combustible** (generar electricidad) así como combustible de forma directa. El rendimiento de los vehículos de hidrógeno es menor que los eléctricos.

- En el **transporte por carretera**, incluye a los turismos, vehículos ligeros y vehículos pesados. Se espera un incremento que usen esta tecnología.
- En el **transporte ferroviario**, actualmente se utiliza principalmente como recurso energético eléctrico, próximamente se intentará usar como alternativa al diésel para la movilidad en el trayecto.
- En el **transporte marítimo**, se fomentará el uso de pilas de combustible en las embarcaciones y la maquinaria de los puertos.
- En la **aviación**, al igual que con el marítimo se plantea propulsar los aviones con pilas de combustible (o en un futuro directamente con el hidrógeno como combustible).

5.4.6 Oportunidades para España

El desarrollo e implementación del **hidrógeno** traerá consigo **multitud de oportunidades**:

- **Eliminar las emisiones contaminantes de GEI.**
- **Desarrollar cadenas de valor en la economía** en torno al hidrógeno y posicionar a España en relación a esta tecnología.
- Permitir un **mayor porcentaje de energías renovables en el sistema eléctrico.**
- **Disminuir la dependencia energética** nacional y europea.
- Impulsar a **España** como una potencia de **generación de energías renovables.**
- Favorecer la **descarbonización de territorios aislados.**
- Potenciar el I+D+I del estado.

5.4.7 Instrumentos regulatorios

En este apartado de describirán las medidas que implementarán focalizadas en el hidrógeno.

Simplificación administrativa y eliminación de las barreras en la producción e hidrógeno

Medida 1 Modificar la **distinción** de la actividad para la producción de **hidrógeno renovables** en las **estaciones de servicio in situ.**

Distinguir la producción del hidrógeno de los demás procesos industriales por su **impacto ambiental.**

Medida 2 Analizar los **distintos procesos** para el **trámite** de la operación y ejecución de las **instalaciones de hidrógeno verde a pequeña** escala. Evaluando su simplificación sin despreciar el impacto ambiental.

Medida 3 Promover las **medidas regulatorias** que **faciliten el despliegue** de las líneas eléctricas dedicadas a la producción de hidrógeno verde en el sector eléctrico y en el transporte del mismo en los hidroductos.

Creación de un sistema de Garantía de Origen

Medida 4 En colaboración con la Unión Europea crear un **sistema de Garantías de Origen** del hidrógeno renovable.

Favorecer la competitividad del hidrógeno renovable

Medida 5 Considerar la **fiscalidad verde**, en concreto en los impuestos indirectos favoreciendo el hidrógeno verde.

Monitorización de la producción y consumo del hidrógeno

Medida 6 Establecer un sistema **estadístico de control** con el cual se pueda conocer el consumo y producción del hidrógeno según su uso.

Medida 8 Establecer **instrumentos de apoyo** a la economía española consumidora y la adaptación de procesos e infraestructuras de suministro.

Medida 9 Establecer estrategias a nivel nacional a largo plazo para los **sectores más difícilmente electrificables** para cada sector.

Medida 10 **Identificar los consumos** de hidrógeno y **fomentar los clústeres** de hidrógeno (zonas de alta concentración de uso de hidrógeno).

Impulso en el transporte

Medida 11 **Fomentar el consumo** de hidrógeno en el transporte mediante la transposición de la DER II (cuota mínima de biocarburante en los carburantes).

Transporte terrestre

Medida 12 Colaborar en foros internacionales para el desarrollo de una metodología para el consumo de los vehículos pesados por hidrógeno.

Medida 13 Desarrollar **planes de incentivo** en la compra de vehículos y la implementación de la infraestructura necesaria.

Medida 15 Fomentar **estudios de viabilidad y ensayos** de reemplazo de trenes diésel por trenes de pila de combustible de hidrógeno por líneas no electrificadas.

Medida 17 Desarrollar una **legislación específica** para las hidrogeneras donde especifique los requisitos administrativos y los permisos de construcción y gestión.

Medida 18 Incluir hidrogeneras dentro de las **actuaciones subvencionables** y que favorezcan a la incorporación de **flotas logísticas**.

Medida 19 Equiparar los **hidrogeneras** con los actuales estaciones tradicionales de servicio desde la **perspectiva del suelo**, con intención de que se puedan introducir surtidores de hidrógeno en las estaciones actuales.

Las medidas 20 - 26 se centran en impulsar el hidrógeno en el **transporte marítimo y aéreo**.

Integración de los vectores energéticos

Medida 27 Establecer un **marco legal** para la entrada de plantas energéticas **Power to X (P2X)** y las instalaciones de electrólisis.

Medida 28 Clarificar el **marco operacional** de los electrolizadores en los **servicios de ajuste** para garantizar el **suministro energético**.

Medida 29 Flexibilizar el hidrógeno verde en plantas de generación y cogeneración para realizar una participación en el sistema eléctrico.

Medida 30 Revisar los aspectos técnicos y regulatorios en la inyección de gases y uso del hidrogeno en la red de gas natural, así como el transporte y almacenamiento del mismo.

Medida 31 Evaluar los **dispositivos de la industria** y de las centrales de generación de electricidad para que se permita un mayor uso de concentraciones de hidrógeno verde.

Medida 32 Realizar una **análisis de las necesidades de equipos** para introducir la integración gradual en los hogares de hidrógeno verde.

Campañas informativas y aptitudes profesiones sectoriales

Medida 35 Flexibilizar el hidrógeno verde en plantas de generación y cogeneración para realizar una participación en el sistema eléctrico.

Medida 36 Adaptar los perfiles de inspección técnica para realizar labores relacionadas con el hidrógeno; bomberos, asistentes de carretera, talleres ...

Medida 37 Impulsar estudios de tecnologías relacionadas con el hidrógeno en planes educativos existentes a nivel universitario, grado medio y superior.

Medida 38 Crear conferencias para **posicionar a España** como referente en el sector.

Potencial de producción y consumo de hidrógeno renovable en España

Medida 39 Realizar un **análisis de producción, logística y consumo** del hidrógeno, distinguiendo las distintas formas de producción.

Refuerzo del posicionamiento del estado en el mercado internacional

Medida 47 Incentivar el diálogo con Francia y Portugal además de otros países para favorecer el posicionamiento de la Península Ibérica en la **producción y potencial suministro de los excedentes**.

Medida 48 Garantizar y fomentar la **participación de empresas** y instituciones españolas en los foros de hidrógeno europeos e internacionales.

Medida 49 Fomentar la participación de las **empresas españolas** en los **Comités Internacionales de Normalización** de hidrógeno verde.

Apoyo a la I+D+I

Medida 55 Fomentar la I+D+I en las **tecnologías de reciclado de electrolizadores**, pilas de combustible y otros componentes utilizados en la **cadena de valor del hidrógeno**.

Medida 56 Impulsar el desarrollo de **tecnologías de producción de calor** basadas en hidrógeno incluyendo la cogeneración y la cogeneración de pilas de combustible.

ACUERDO DE
PARÍS

PACTO VERDE
EUROPEO

PLAN NACIONAL
INTEGRADO DE
ENERGÍA Y CLIMA

HOJA DE RUTA
DEL HIDRÓGENO

NEGOCIOS N :
NAVARRA Y LA
MOVILIDAD, EL
FUTURO DE LA
INDUSTRIA

5.5 NEGOCIOS EN NAVARRA: NAVARRA Y LA MOVILIDAD, EL FUTURO DE TODA LA INDUSTRIA [5]

Se ha caracterizado el contenido descrito por cada orador, para una mayor contexto recalcar que este texto está siendo redactado en 2021.

Mikel Irujo Consejero del foro económico empresarial

España es el estado de la UE que **más coches produce por trabajador**. Este dato deja patente la **importancia** del **sector del automóvil** en el estado.

La pandemia y los **fondos** como **NextGenerationEU** o **Horizon Europe** han provocado una **aceleración de los objetivos** que ya se tenía propuestos, entre ellos la movilidad sostenible para reducir las emisiones GEI. Estos fondos obligan a **transformar la industria**.

Navarra puede ofrecer **proyectos “maduros”** (ya tenían un desarrollo previo) y cuenta con que los fondos de la UE tienen como uno de sus objetivo un reparto equitativo de los mismos.

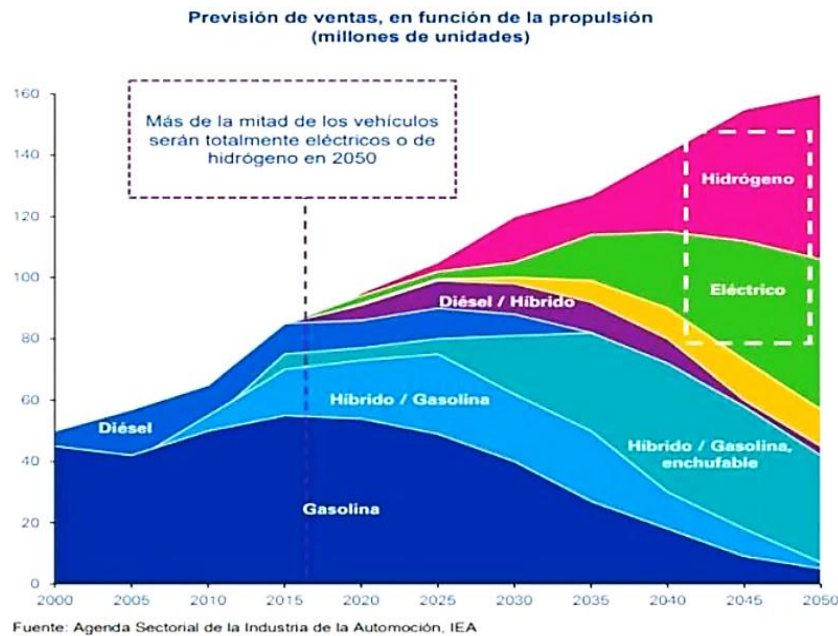
El **reto de Navarra** ha sido impulsar el **coche eléctrico** tanto en su diseño, desarrollo e implantación del mismo junto con las **infraestructuras de recarga asociadas**.

Estibaliz Erauzquin Directora general NAITEC

El **sector de la automoción** en Navarra es **“absolutamente crítico”** en materia de PIB, creación de empleo, tecnología y cohesión territorial.

El eje de producción de automóviles se ha movido hacia Asia y Europa empieza a quedar relegado, la tendencia dice que China liderará la producción de coches eléctricos hasta 2023 por varios motivos; actualmente lidera la producción de los mismo, ayuda que las grandes empresas hayan trasladado ahí parte de la producción, tienen buenos tecnólogos, son grandes consumistas y porque han invertido grandes cantidades de dinero en innovación de baterías.

Se espera que el european green deal (Pacto Verde Europeo) cambie el paradigma de la producción del automóvil eléctrico. El **Pacto Verde Europeo** conlleva una **gran transformación de la industria**.



*Figura 17 –Previsión de ventas.
 (Fuente: Negocios en Navarra)*

A partir de **2050** se espera que la **mayoría** de los **coches** tengan **propulsión eléctrica** de algún tipo o que hagan uso de **fuentes de energía respetuosas** con el **medio ambiente**.

En materia de innovación se están estudiando los coches autónomos y sostenibles. La tendencia actual es incrementar notablemente la cantidad de sensorización dando diferentes niveles de autonomía a los coches. Es muy probable que esté dirigido por inteligencia artificial y que incluso esté conectado a la nube. En cuanto al **vehículo sostenible** tendrán un modelo de **propulsión sostenible**. Se espera que china controle alrededor del 60% de las **baterías** por medio de la producción o por medio de contratos ventajosos por tener en su territorio las materias primas como tierras raras. El **objetivo** es tener una **mayor independencia en este ámbito**.

El **hidrógeno** fabricado de manera verde proporciona cierta **independencia** en cuanto a la **demanda de baterías**.

Han aparecido diferentes “players” (competidores) en el mercado de vehículos que no han surgido del sector de la automoción tradicional.

Se prevé que el coche evolucione hacia un modelo en el que el coche se transforma en una plataforma en la cual uno no tiene que ser el propietario, además se espera que el automóvil se vaya a comprar en otros lugares que no sean concesionarios.

Hay empresas que no son del sector automovilístico que se van a entrar en el sector automovilístico, como colaboradores o como competidores con la intención de alcanzar un nuevo nicho de mercado por la cantidad de tecnología que integrarán los vehículos. En este escenario Navarra posé una ventaja competitiva por tener industria relacionada con la tecnología.

Se espera que los **procesos de fabricación** se hagan cada vez más de forma **más simple**, limpia y con **menos desperdicios** en muchos ámbitos (espacio, sobrantes...), además un mayor automatización (con interacción entre personas y máquinas), **digitalización y más sostenible**.

Las tecnologías que marcarán los próximos años en el ámbito tecnológico son; sensórica, conectividad, nube, materiales sostenibles, procesos sostenibles, fabricación inteligente, inteligencia artificial, ciberseguridad y analítica de datos.

NAITEC es una empresa de Navarra dedicada a la automoción y mecatrónica de pequeño tamaño. Se trabaja en temas como sistemas asistidos, conectividad e inteligencia artificial. Se está **colaborando** con otras **empresas navarras** (mediante convocatorias del gobierno de Navarra) en proyectos como **SOFIA** (sistema de freno inteligente especializado en la conducción autónoma), **VELETA** (vehículo eléctrico con motores integrados en las ruedas para una mayor eficiencia, **UPNA** participa en **este proyecto**) o **VAIVEC** (desarrollo de una plataforma de entrega autónomo industrial con potencial en un futuro poder ser usado en movilidad urbana).

En Navarra hay una plataforma para fomentar el vehículo eléctrico y autónomo, NAVEAC. Es importante que para que la tecnología se pueda desarrollar hace falta llegar a una masa crítica de usuarios de las mismas. Las **conclusiones** son:

- Para **Navarra la movilidad en un sector económico crítico**.
- A **medio plazo** no solo importará la **productividad** sino la **huella de carbono** y la reducción de costes.
- La **deslocalización perderá ventajas** en los próximos años, dando prioridad a una mayor independencia tecnológica de terceros.
- La **inteligencia artificial** y los **nuevos procesos de fabricación** son cuestiones que hay que desarrollarlas.

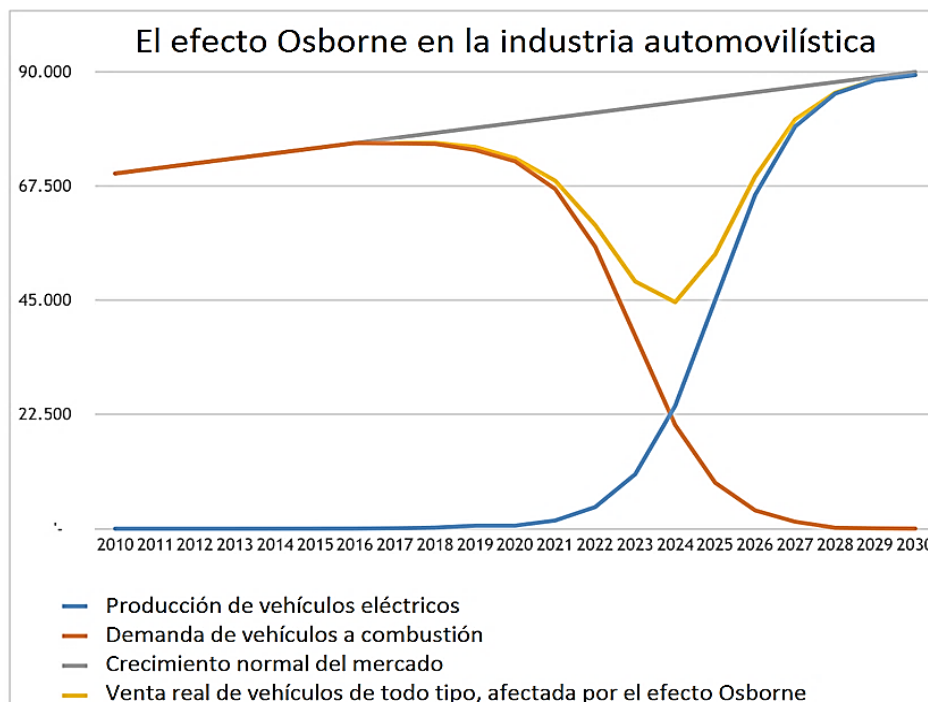
- Navarra ha de **afianzar el liderazgo** en los **ámbitos de energía, tecnología y productividad** para los próximos años.
- Es necesario la **cooperación** entre el esfuerzo **público y privado y coordinarlo**.
- En los **próximos años** la industria realizará **diferentes cambios** y esto supone una **gran oportunidad**.

Carlos Bergera Responsable relaciones externas Smart Movility en Iberdrola

El **siguiente gráfico** es una imagen simplificada pero ilustrativa, representa el **efecto Osborne** en el sector del automóvil.

[El **efecto Osborne** es un efecto social en el cual los **clientes cancelan o aplazan los pedidos** del producto actual porque pronto quedará **obsoleto de manera prematura**. Este efecto se da en el sector del automóvil por la demanda pospuesta, la curva de coste de las baterías (nueva tecnología) y la aceptación del mercado de la nueva tecnología.

El consumidor tiene dificultades para decidirse por cuales son las ventajas de la nueva tecnología. Las principales limitaciones son el precio del mismo, las limitaciones del mismo (Km) y puntos de recarga.



*Figura 18 –Efecto Osborne automóvil.
 (Fuente: Negocios en Navarra)*

El **coche eléctrico** inicia una **n** para la industria del automóvil. Se aprecia en la imagen es un descenso paulatino de la ventas de coches de la tecnología actual frente al vehículo eléctrico, lo que sí se puede hacer es activar la demanda para lograr una transición más rápida posible y sea menos acusado el efecto antes mencionado.

La **transición eléctrica ya no es una opción. Volkswagen quiere verse** de cara al mercado no solo como una empresa de automoción sino **como una empresa tecnológica** (pareciéndose a Tesla).

En este proyecto **España** tiene algunas **ventajas competitivas**. Como ser dentro del proceso de automoción el **tercer país a nivel mundial con mayor competitividad** en el sector del automóvil o que España produce una gran cantidad de la **energía eléctrica de origen renovable**. Otro punto a favor es que España está muy bien posicionado en cuanto a lo preparado que tiene la **red eléctrica para integrar el coche eléctrico**, entre ellos que esté muy digitalizado.

Aparecen **nuevas cadenas de valor** en las que confluye el sector del automóvil con el **sector eléctrico**. Este nuevo panorama generará valor a los sectores asociados, tienen un gran impacto de valor ya que se estima que la mitad de los **nuevos puestos** sean profesionales **con estudios superiores**. Estos nuevos sectores son empresas nacionales. La apuesta por el **coche eléctrico** produce una **menor dependencia energética** y un ahorro de la importación de derivados petrolíferos.

Iberdrola apuesta por una electrificación de la economía. Tiene proyectos **orientados a la descarbonización** de la electricidad como en la **electrificación de la demanda**. Algunos de los proyectos que tiene pensado Iberdrola en Navarra son; digitalización de redes de distribución, **H2 renovable**, **descarbonización**, **eBus**, **despliegue de red de recarga**, **autoconsumo**, reciclaje palas, fotovoltaica, actualización de centrales hidráulicas y flexibilizar la plataforma a los clientes.

En los **próximos años** se verá **reforzado** el plan de **instalación de puntos de recarga** posibilitando la **recarga en los domicilios o en el trabajo**. Además, se van a colocar puntos de recarga **cada 50 Km** haya por lo menos un punto de **50 KW de recarga**, **cada 100 Km** haya por lo menos un punto de **150 KW de recarga** y **cada 200 Km** haya por lo menos un punto de **350 KW de recarga**.

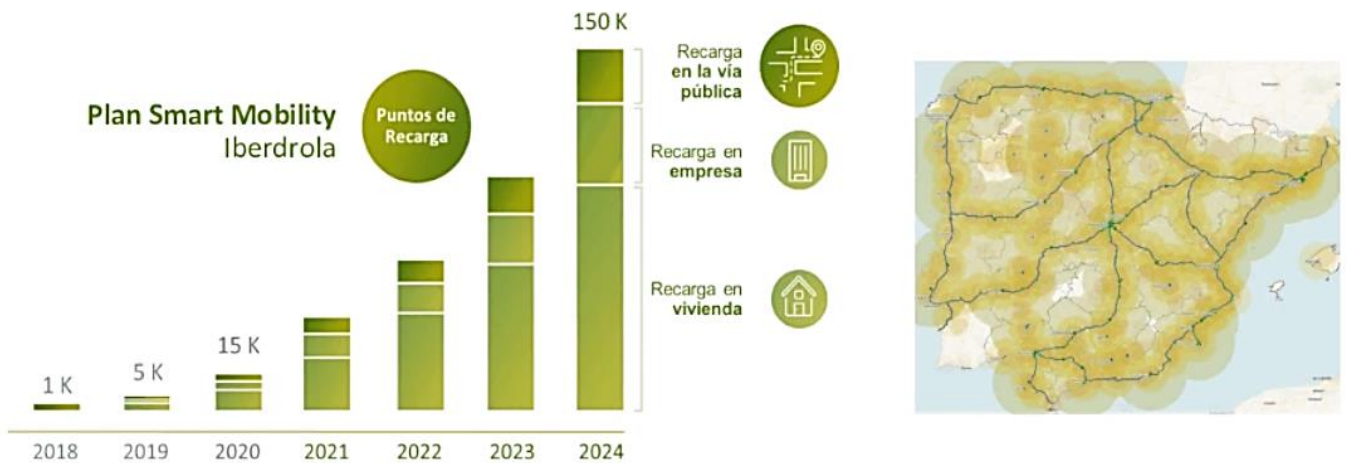


Figura 19 –Red puntos de recarga públicos.
 (Fuente: Negocios en Navarra)

En una localidad de **Pamplona** ha costado **más de dos años** la colocación de **un punto de recarga de 50 KW**. Por estos casos es necesario **agilizar los trámites** para conseguir las autorizaciones pertinentes en menos tiempo.

Iberdrola ha realizado acuerdos con gran multitud de marcas de tal forma que al comprar un coche eléctrico también se **instale un cargador** para el coche eléctrico en la **propia vivienda**.

Raúl Blanco Secretario general de industria y Pyme

Menciona a Carlota Pérez, economista que analiza las revoluciones tecnológicas desde un punto de vista de estructura económica y cambio de patrones de vida. Esto es importante pues nos puede indicar en qué **momento de cada revolución tecnológica estamos**. Parece ser que en estos momentos (2021) se cree que estamos en un **intervalo de reacomodo cerca de la entrada de la etapa de despliegue** (sinergia y madurez) de la **tecnología** en cuestión.

Hay que recordar que España ha pasado por varias **etapas industriales**, primero una etapa industria protectora, luego una segunda en la que se pensaba que “la mejor política industrial es la que no se hace” (quiere decir que se esperaba que la industria apareciera por si sola, con pocos apoyos y poca legislación) y en la **actual** en la que la **política participa en la cocreación de mercados generando valor público**.

Los fondos Next Generation EU son fondos de recuperación que ayudarán en la crisis económica actual, de distintas formas. Estos fondos se distribuirán en función de la situación de cada país. Siendo España el segundo país con mayor asignación por parte de este mecanismo, muy cerca de la mayor asignación (Italia). **Recibirá alrededor de 60.000 millones de euros en el periodo 2021-2023.**

Explica como son distribuidos los fondos y las condiciones con la que se van a proporcionar. La **mayor parte dirigida a la industrialización sostenible** y aclarar que estos fondos son poco flexibles pues se tiene que justificar el fin de los mismos para los distintos fines.

Pero para poder **optar a estos fondos** es necesario desarrollar e **implementar reformas estructurales y normativas**, además de implementar las reformas necesarias para una **industria más sostenible** y la **incorporación del coche eléctrico**.

Para conseguir esto se está trabajando en un pacto de estado por la industria, **actualizado el marco legal de la industria**.

Turno de preguntas

¿Cómo se ve a Navarra en relación a optar a los fondos europeos?

Hay dos elementos a tener en cuenta. Por un lado, las características de la industria navarra en la que hay empresas de Navarra presentes. Por otro lado, la **colaboración continua con la comunidad foral** que facilita la labor del **trabajo continuo y la movilización de proyectos**.

¿En los PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica) van a colgar convocatorias, licitaciones o inversiones? ¿Qué formatos de apoyo a la transición puede haber para la cadena que componen las empresas de menor tamaño que tienen que adquirir tecnologías y conocimientos?

Los PERTE acabarán en convocatorias en el BOE, siendo rigurosas y transparentes para las empresas. Todo tipo de empresas pueden participar en los PERTE. Hay que definir esa cadena de valor y llegar a cierto consenso con aquellas empresas que han manifestado interés y comprobar que responden a las necesidades. Cualquier empresa con capacidad para realizar los proyectos que se definen se podrán presentar. La idea es ir a una convocatoria por PERTE, siendo aproximadamente una o dos al año.

¿Cuál es la situación de las baterías en Navarra?

El proyecto de **Navarra** se **centra** más en el ámbito de **battery pack para logística de plantas de automoción**. Hay una propuesta interesante por el apoyo del gobierno de navarra y puede ser llamada a participar en las convocatorias.

María Chivite Presidenta del gobierno de Navarra

Navarra está bien **posicionada a la transición**, ese paso adelante hay que **plantearlo con el trabajo conjunto entre instituciones, empresas y sociedad**. Navarra al tener una industria que aporta mucho al PIB esto **exige** estar a **la altura del desafío** que representa esta **transformación**. El gobierno ha de implicarse en todos los procesos, proyectos y empleo de calidad.

El **talento** es un valor **fundamental en la industria**, como lo es la **formación continua** y adaptación a los nuevos procesos. El esfuerzo inversos se hará desde la **inversión pública y privada**.

6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ENTORNO TECNOLÓGICO

6.1 Hidrógeno

Para entender mejor acerca del **hidrógeno** hay que tener unos breves **conocimientos previos** de como es este **nuevo vector energético** del que se plantea hacer uso.

El hidrógeno (partícula) es el primer elemento químico de la tabla periódica siendo este el más simple, pequeño y liviano de todos. El hidrógeno en estado puro no se encuentran todas sus partículas separadas, sino que se juntan dos partículas de hidrógeno para formar la **molécula H₂**, la unión le otorga una mayor estabilidad. Esta es la **molécula** de la se habla y **reconoce como hidrógeno en la literatura normativa**.

Esta molécula se encuentra en forma de **gas a presión normal**, pero aplicándole presión y temperaturas bajas es posible forzarlo a un **estado líquido** a 13 atm y -240 °C (33 K). Como la temperatura aplicada para convertir el hidrógeno en estado líquido es muy baja cercana al cero absoluto (-273,15 °C, 0 K) **es necesario aplicarle criogenia** (la criogenia es el uso de técnicas y utilización de materiales a temperaturas muy bajas). Por este motivo **los mayores usos** que se van a desarrollar para el hidrógeno es el **hidrógeno en estado gas** a muy altas presiones donde se puede comprimir grandes cantidades de gas con un mantenimiento más bajo.

El interés por el hidrógeno procede es el combustible sintético más barato de producir por unidad de energía almacenada (29.000 Kcal/Kg frente a los 10.000 Kcal/Kg del diésel o 11.000 Kcal/Kg del gas natural), a pesar de ello se requiere de una infraestructura compleja distinta a la actual. [6]

Descarbonización de la economía

Como se describen en los documentos anteriores el **hidrógeno** es el **vector energético** para el uso final **más eficiente** para conseguir **descarbonizar la economía**, pues además de poderse obtener una alta eficiencia es posible obtenerlo mediante electrolisis con fuentes de energía renovables. Esta alternativa puede ser usada con fines de **almacenar energía o consumirla** en alguna de sus formas. Para su consumo final se puede convertir en otra materia prima (combustible), consumirse en forma de gas o convertirse en energía eléctrica.

Según la Hoja de ruta del hidrógeno en la una **primera fase (hasta 2024)** se centrará la construcción de **electrolineras cerca de refinerías, algunos sectores del transporte, plantas de acero y complejos químicos**, ya que son industrias que hacen uso del hidrógeno en sus procesos y habrá demanda. También hay que tener en cuenta que el hidrógeno generado será **hidrógeno verde** por lo que deben estar **cerca de fuentes de energía renovable**. En adelante se espera que llegue a más sectores, reduzcan los precios y se despliegue a gran escala. Hay que recordar que el único hidrógeno que interesa es el hidrógeno verde generado a partir de fuentes renovables. [4]

Producción, almacenamiento y transporte

Hay que tener en cuenta que como el **hidrógeno (H₂)** es el elemento más ligero de todos en lo relacionado con el **almacenamiento** en los depósitos **casi todo el peso procede del propio peso del depósito**, siendo el peso del hidrógeno una porción pequeña del peso total. [7]

La producción de **hidrógeno verde** (renovable) se realiza **mayoritariamente por electrólisis**. La tecnología de electrólisis se espera que en los próximos años (**2025-2026**) baje tanto el precio por la producción a escala que sea **competitivo la generación de hidrógeno verde** (3-1,5€). Desde 2018 hasta la actualidad se estima que la generación de un metro cúbico estándar en 2018 era de 7.000€ y en la actualidad ha descendido entre 4.500 y 5.500 €. Los electrolizadores han bajado de precio en China. Es probable que cuando la electrónica de los electrolizadores sea un producto de masas los precios caigan drásticamente, pues la mayoría de electrolizadores se han fabricado en procesos con poca automatización. [8]

Según pv-magazine.es hay empresas como HyFive que invertirá 1.000 millones (se planea) en los próximos 8 años en 5 plantas de hidrógeno verde en España (1,5 GW). El primero que se espera que comience en 2023 tendrá una capacidad de 20 MW y generará 1500 toneladas de hidrógeno verde al año y ampliar su capacidad hasta 200 MW para 2030. [9]

Producir 1 Kg de H₂ verde (según la Agencia Internacional de la Energía, IEA) se produce con **33 KWh** y tiene un coste de entre **3,50 y 5 € el Kg y 0,10 y 0,15 €/KWh respectivamente**. [10] y [11]

Esto podría ser interesante de cara a la implantación de electrólisis en algunas estaciones de recarga pues si esos puntos de recarga cuentan con energías renovables cercanas, **podrían generar hidrógeno** a partir de los **excedentes** o en un caso de urgencia generarlos mediante la **red eléctrica**. Luego se podría consumir en forma de hidrógeno o se podría usar un generador especializado o pila de combustible para convertirlo a energía eléctrica. Estas opciones se profundizarán más adelante.

En cuanto al **transporte** se espera que la mayor cantidad de hidrógeno a **corto plazo** sea por carretera para alimentar la **industria cercana y puntos de recarga**. Para transportar hidrógeno a las ciudades se puede hacer uso de la red ferroviaria con cisternas las cuales tienen una capacidad muchísimo mayor que la que pueden alcanzar los camiones cisterna de hidrógeno. El uso de **gaseoductos** al corto plazo **solo es realizable para transportar hidrógeno a industria cercana** pues para su transporte es caro crear una nueva red dedicada al hidrógeno (a gran escala) y la introducción de hidrógeno en la de gas natural el volumen de hidrógeno introducirle es pequeño además de que la circulación del gas dependerá en mayor medida de la circulación del gas natural que la del hidrógeno pues están mezclados e interferirán en su circulación. [4]

Se espera que los **nuevos materiales** que conforman los **depósitos de hidrógeno sean más baratos, resistentes y ligeros** con la incorporación de los nuevos materiales tales como fibra de vidrio, fibra de carbono, epoxi y similares. Mediante esta innovación se puede conseguir que para almacenar 700 bar (200, 300 y 700 bar son las presiones estándar del sector automovilístico) **cada tanque pese entre 10 y 20 Kg para 25 L de H₂ lo que sería alrededor de 1 Kg de H₂**. [12]

Por lo que cada depósito estándar de 25 L (capacidad más habitual) a 700 bar tendrá de forma aproximada 1 Kg de H₂. **El consumo (en 2021) de los automóviles de hidrógeno es de entre 0,9 y 0,55 Kg H₂ por cada 100 Km recorridos**. En el mercado hay automóviles de hasta 5,6 Kg (Toyota Mirai) de hidrógeno a 700 bar. [13]

Cálculo simplificado sobre su almacenamiento

Existe una gran diferencia cuando el **hidrogeno se almacena** en forma de gas **dependiendo** a la **presión y temperatura** a la que se vayan a exponer, pues al ser gas este se **dilata y contrae** en función de la presión y la temperatura. Es por eso que tiene una gran relevancia a la presión a la que se vaya a almacenar pues cabrá más material o menos combustible además de que afectará a la estructura con la que está hecha el mismo depósito.

La **fórmula tradicional** de gases ideales es $P * V = n * R * T$ pero en este caso **no sirve** puesto que **para altas presiones como las que se van a utilizar** se hace uso de la siguiente formula $P * V = Z * n * R * T$ en la que se incorpora el **factor de compresibilidad (Z)**.

El **factor de compresibilidad** es la relación entre el volumen molar del gas real y el volumen molar del gas ideal, este término se incorpora porque a altos valores de presión no es lineal el volumen molar del gas real y este valor lo corrige.

Presión (bar)	1	200	350	700	900
F. Compre. (Z)	1,000	1,132	1,236	1,489	1,632

$$P * V = Z * n * R * T$$

Siendo; P la presión en atm, V el volumen en L, Z el factor de compresión, n número de moles en moles, R es la cte. $0,082 \frac{\text{atm} * \text{L}}{\text{mol} * \text{K}}$ y T la temperatura en K. [14]

6.2 Pila de hidrógeno

La **pila de combustible** es un aparato que tiene la función de **convertor de energía transformando energía química en eléctrica**. A diferencia de los motores de combustión la pila de hidrógeno **no utiliza la combustión**, ya que en la combustión los enlaces químicos se rompen por reconfiguración electrónica y con la pila de combustible el combustible y el oxidante forman una reacción química.

Las **pilas de hidrógeno producen energía eléctrica** mediante reacciones con el **hidrógeno** y el **oxígeno**. A efectos prácticos el conjunto de pila de hidrógeno y los **depósitos de hidrógeno funcionan como una batería**. Al no producirse transformación química en térmica ni en mecánica de forma significativa tiene un mayor rendimiento que en procesos de combustión interna.

La **energía es obtenida por la liberación de los electrones** en el proceso haciendo uso de reacciones electroquímicas. Siendo las reacciones que ocurren dentro de la pila las siguientes:

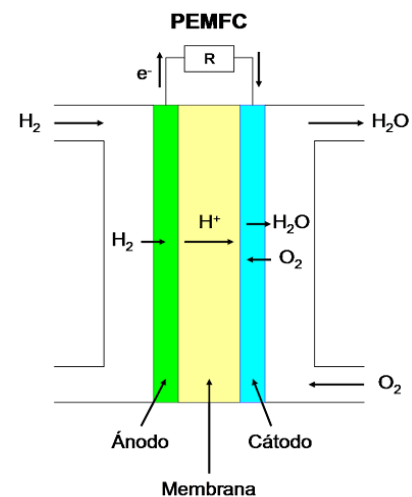
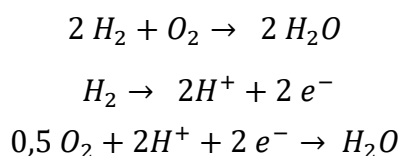


Figura 20 –Proceso pila combustible.
 (Fuente: Oscar Santiago apilados.com)

Para lograr separar la reacción y hacer que los electrones pasen por el circuito se hace uso de una membrana que separa el ánodo y el cátodo. El combustible se suministra al catalizador (ánodo) y el oxidante en el (cátodo). [15]

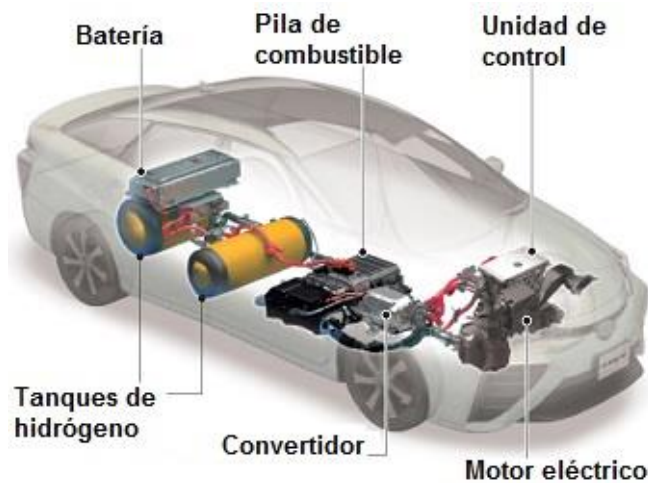
La **pila de hidrógeno** seguirá produciendo electricidad hasta que no se le proporcionen los reactivos necesarios. Actualmente tienen un **rendimiento teórico del 83%**, pero **en la práctica** se reduce entre el **50-60%**. La **electricidad que produce es a demanda**, por esta razón puede ser interesante para automóviles que en su circulación hagan uso de grandes cargas y una alta variabilidad en sus velocidades. [16]

Entre las **ventajas** de la pila de hidrógeno están la baja temperatura de funcionamiento, **la respuesta rápida, alta eficiencia**, densidad de potencia, bajo ruido y alta presión de salida. Además, se espera que en los próximos años se incremente su eficiencia y se reduzcan los precios. [17]

Toyota ha diseñado un motor de combustión de hidrógeno inyectado directamente al mismo. No hay mucha información al respecto por lo que a fecha de hoy no se puede realizar una buena comparación entre la pila de hidrógeno y un motor de combustión de hidrógeno. El motor de Toyota que he mencionado antes es un motor que consume hidrógeno mediante combustión destinado principalmente a usos deportivos que saldrá al mercado en un futuro próximo.

Un automóvil que haga uso de **pila de combustible** los siguientes **componentes** [18]:

- Unidad de control de la energía, permite controlar de forma óptima la potencia de la pila de combustible, así como la carga y descarga de la batería.
- Conversor de voltaje de la pila de combustible, adapta la tensión de la pila de combustible para tener más tensión a su salida y se conectan con la unidad de control de la energía.
- Motor eléctrico, optimizado para el uso del automóvil.
- Depósito de hidrógeno, contienen el combustible de hidrógeno.
- Pila de combustible, transforman una gran cantidad de potencia partiendo desde el combustible de hidrógeno y se conecta con el conversor de voltaje.
- Batería, flexibiliza la demanda, en especial durante la aceleración.



*Figura 21 –Coche de pila de combustible.
(Fuente: Tecnotaller)*

6.3 Sistema eléctrico

El **sistema eléctrico** ha de cambiar para **adaptarse** a la integración de las **energías renovables** y los desafíos que implica cambiar los combustible fósiles por otros **sostenibles**.

En relación a las **interconexiones España** no ha cumplido con el objetivo de tener un 10% de interconexión en 2020. Para 2030 se espera que logre alcanzar un 15%.

Para ello se construirán dos nuevas interconexiones con Francia (una en el País Vasco de 5 GW y otra en Aragón de 8 GW) y una nueva interconexión con Portugal (una línea eléctrica de 400 KV).

La digitalización del sistema eléctrico español es uno de los más digitalizados de Europa, sin embargo, se sigue requiriendo de un mayor grado de digitalización para así poder generar nuevos servicios que se basen en la respuesta a la demanda o domótica entre otros objetivos.

Se **mejorarán las conexiones entre diferentes puntos de interés** cuya actual conexión no favorezca el transporte de capacidad eléctrica necesario para diversos fines o para incrementar el rendimiento de la red.

Se prevé que en la próximas décadas suceda un descenso de las **tecnologías de generación eléctrica de gas natural, carbón y nuclear** que deberán de ser **sustituidas o actualizadas** (en una menor cantidad) a un modelo más sostenible. Por otro lado, está la necesidad de renovar el parque eólico existente que en la próxima década una gran cantidad del mismo alcanzará su vida útil prevista.

El cambio más importante que se ha de llevar a cabo es un **nuevo marco regulatorio** para el **sistema eléctrico**, junto con Red Eléctrica de España (REE). Los principales objetivos a cumplir son; avanzar en el desarrollo e integración de **nuevas instalaciones renovables**, permitir un mayor grado de **gestión de la demanda, almacenamiento y flexibilidad** y por último la adaptación de la normativa del sistema eléctrico al **autoconsumo** doméstico e industrial. [3]

Uno de los mayores cambios que se producirán en el mercado eléctrico será la introducción de la figura del **agregador independiente a principios del 2022**. La finalidad de la figura del agregador de demanda es **gestionar la generación, demanda o almacenamiento** de varios consumidores para su venta o compra en diferentes mercados eléctricos. Proporcionará oportunidades de negocio haciendo un **mercado más dinámico**. Esta figura se espera que no puedan hacer uso de la gestión de formas de **energía contaminantes**. Por lo que contribuirá a la **incorporación de las energías renovables en el mercado**.

La figura del agregador de demanda seguirá desarrollándose a lo largo de los próximos años para conseguir el mejor encaje posible en el sistema eléctrico. **REE** ha creado un grupo de trabajo para **determinar qué modelo de AI** (agregador independiente) que se quiere **implantar**. Los agregadores no estarán vinculados con la venta de energía por lo que no funcionarán como comercializadoras. Tiene potencial para gestionar consumos como por ejemplo los generados por los automóviles eléctricos. [19], [20] y [21]

6.4 Rendimiento esperado de las diferentes tecnologías

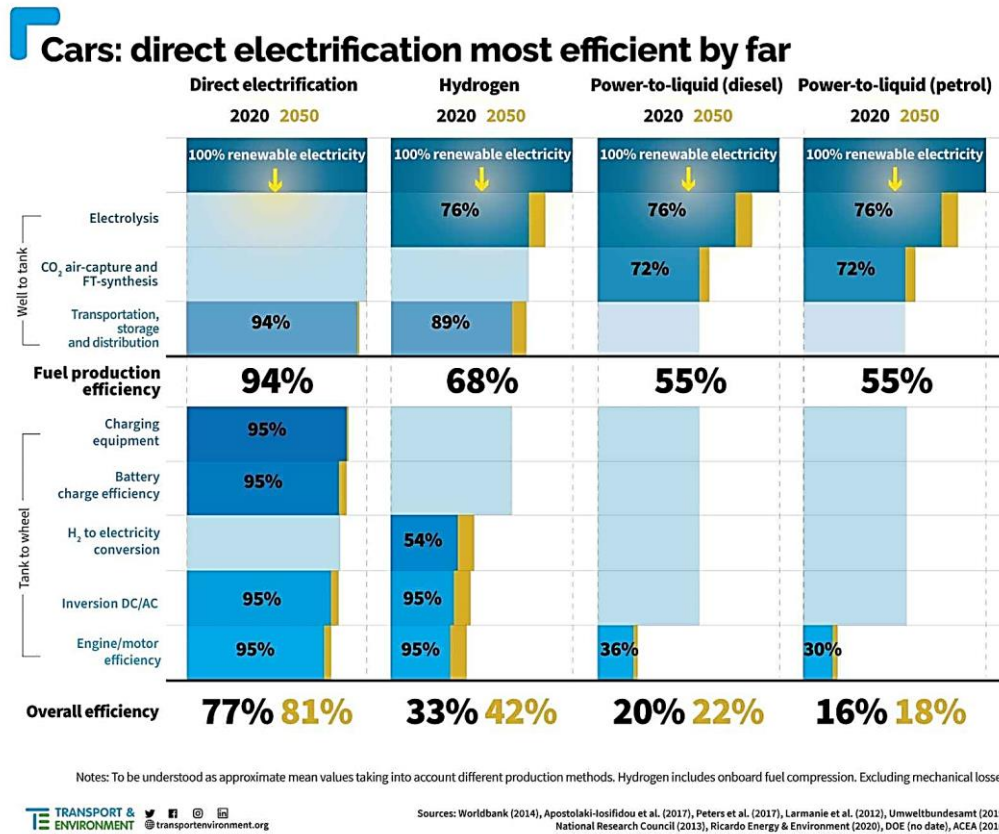


Figura 22 –Rendimientos vectores energéticos sostenibles.
 (Fuente: Transport & Environment)

Tal y como se puede ver en la imagen no todas las diferentes **tecnologías sostenibles** tienen el mismo rendimiento. Según Transport & Environment la **electrificación directa es la tecnología con mayor rendimiento**, seguido por el hidrógeno con pila de combustible y por último el diesel y gasolina sintéticos. [22]

Este gráfico revela que el **hidrógeno** tendría **retencias** por su **baja eficiencia frente a la electrificación directa**. Por lo que se **refuerza** la idea de que a **medio plazo** tendrá una mayor protagonismo en los sectores donde la **electrificación sea muy difícil**. El diesel sintético puede ser usado para tener un mayor porcentaje de diesel y gasoil de origen renovable en el diesel y gasoil común. Al tener tener tan poco rendimiento se incetivara su no uso como combustible principal.

A pesar de la baja eficiencia del **hidrógeno el tiempo** que tarda en **recargar los depósitos** son mucho **menores que los de un vehículo eléctrico**. Por lo que según qué casos el automóvil de hidrógeno puede ser más interesante que uno a hidrógeno. [17]

7 INTERESES, PROPUESTAS Y PROYECTOS DE EMPRESAS LÍDERES NO AUTOMOVILÍSTICAS

La **UE obliga** a que en un futuro haya un **punto de recarga eléctrico cada 60 Km** y uno de **hidrógeno cada 150 Km antes de 2031**. Hay que matizar que cuando se habla de punto de recarga se habla de un único dispositivo con el que repostar el vector energético del que se haga uso, normalmente para un único automóvil. En una estación de recarga puede haber varios puntos de recarga agrupados. [23]

Normalmente las compañías cuando instalan cargadores eléctricos los instalan para las siguientes potencias **50 KW (carga rápida), 150 KW (carga super rápida) y 350 KW (carga ultra rápida)**. [2], [3] y [4]

En referencia a los puntos de recarga de hidrógeno la **UE exige que haya un punto de recarga cada 150 Km en la red de transeuropea de transporte y que haya 450 Km máximos de distancia entre cualquier punto de recarga**. Estos puntos de recarga tienen que poder suministrar 2 toneladas al día y con un mínimo de 700 bar. Al ser el hidrógeno un vector energético que se obtiene mediante energías renovables la mayor parte de la producción será por medio de empresas energéticas. [2]

7.1 Iberdrola

Es una empresa que instala un gran número de cargadores eléctricos a lo largo del territorio. Su red de cargadores actualmente asegura por lo menos **una estación de recarga cada 100 Km**. Sus planes son establecer **cargadores de 50 KW cada 50 Km, 150 KW cada 100 Km y 350 KW cada 200 Km**.

Actualmente se sabe que posee más de **3000 puntos de recarga públicos accesibles** desde su App de recarga pública tanto suyos como de terceros.

La **mayor parte de estos puntos de recarga públicos** están establecidos en **entornos urbanos** distribuidos en las calles o en algún local de comida. Tras los puntos de recarga en el entorno urbano, **la mayor parte restante se centran en estaciones de servicio de carretera**. Actualmente los puntos de recarga de automóviles eléctricos fuera del entorno urbano se centran en las autopistas y carreteras más transitadas y de fácil acceso.



Figura 23 –Mapa puntos de recarga.
(Fuente: Iberdrola)

Es complejo determinar si estos puntos de recarga de acceso público en especial de **estaciones de recarga** hacen uso de **energías renovables cercanas como fuente de energía**. Esto se debe a que Iberdrola hace colaboraciones con un gran número de empresas y no se sabe en qué condiciones se han establecido ni los intereses de las empresas asociadas. [24]

Hay que recalcar que **Iberdrola tiene como objetivo desplegar 150.000 puntos de recarga en hogares, empresas y vías públicas en 5 años**. Este nuevo objetivo supone un gran aumento en su programa de construir 25.000 puntos hasta 2021. [25]

Iberdrola también tiene planes con respecto a los puntos de **recarga de hidrógeno**, pero con un **menor desarrollo** que con los puntos de recarga eléctricos. Ha iniciado la **construcción de la mayor planta de hidrógeno verde de Europa para uso industrial**, se empleará para producir **amoníaco para fertilizantes**. [26]

En el País Vasco Iberdrola tiene el proyecto de instalar hidrogeneras para abastecer específicamente al transporte pesado (camiones, autobuses ...). Estas **hidrogeneras** generarían el hidrógeno **mediante plantas de energía solar instaladas junto a los surtidores**, por lo que todo el proceso de creación del hidrógeno se realiza en el mismo lugar. Este proyecto contaría con **10 hidrogeneras** que en su conjunto generarían **4.000 Kg de hidrógeno diarios**. También contará con **baterías para almacenar el excedente de energía solar**. No especifican si en forma de hidrogeno o baterías eléctricas, pero como se ha visto antes la eficiencia de volver a convertir el hidrógeno en electricidad es poco eficiente se espera que sea baterías eléctricas. El uso que se le dará a estas baterías es el de para almacenarla para los momentos de mayor consumo. [27] y [28]

7.2 Repsol

Esta empresa cuenta actualmente con **1.700 puntos de recarga, 230 son públicos**, 50 de recarga rápida y 2 de recarga ultra rápida. La empresa dice que se abastece de energía 100% renovable. [29]

En sus planes está instalar puntos de recarga cada **50 Km hasta llegar a las 1000 estaciones en los próximos años**. [30]

En cuanto a la visión de Repsol con respecto al **hidrógeno** es que tiene en mente realizar proyectos de **producción a gran escala para disminuir los costes de producción**. Los actuales proyectos de esta empresa se centran mayoritariamente en un desarrollo rentable del hidrógeno y la construcción de plantas de **hidrógeno verde para fines como la producción de biocombustibles**, uso para ciertas flotas de vehículos o usos industriales.

María Victoria Zingori directora del negocio químico y comercial de **Repsol señala que montar una hidrogenera tiene un coste de entre 1,5 y 2 M € y una estación de recarga eléctrica entre 300.000 y 500.000 €**. [31]

Parece ser que su estrategia a seguir en el **corto plazo** es producir **hidrógeno verde** para **uso industrial, biocombustibles y ciertas flotas de automóviles** (para uso no público). Luego a **medio y largo plazo** cuando la tecnología de hidrógeno se abarate centrarse en **introducir biocombustibles a su oferta de productos e ir introduciendo un servicio de recarga con hidrógeno verde**.

Los interés al crear biocombustibles es reducir la contaminación de sus instalaciones más contaminantes como refinerías y agregar una mayor porción de combustible no contaminante a sus productos. De este modo reduce la cantidad de carbono que emite esta empresa anteriormente centrada en los combustibles fósiles. [32]

7.3 Endesa

Esta empresa ya ha incorporado **2.000 puntos de recarga públicos durante el 2021**. Estos puntos de recarga se **centrarán en la principal red de autovías y áreas urbanas del país, se dispondrán cada 100 Km y en las ciudades de más de 35.000 habitantes**. [33]

Para 2023 y 2050 tiene planeado instalar 8.500 y 16.385 puntos de recarga respectivamente.

Sus puntos de recarga públicos son de entre 22 y 50 KW. **No se dice expresamente si actualmente todos sus puntos de recarga hagan uso de fuentes renovables**. En algunos casos si dice que su energía es renovable pero solo en casos específicos. En esta segunda fase la localización de los puntos de recarga son principalmente centros comerciales, parkings, cadenas comerciales, áreas de servicio, vía pública y las principales autopistas. [34]

En cuanto al **hidrógeno verde** se recalca que actualmente **no es una opción de negocio competitiva con los combustibles fósiles**. Sin embargo, instalará **hidrogeneras a gran escala con energía renovable de un modo centralizado con usos para la industria química, usos térmicos y transporte pesado**.

En sus planes está disponer de **38 hidrogeneras antes de 2025** a lo largo de todo el territorio nacional. La mayoría (un 80%) se pondrán en **funcionamiento entre 2023 y 2024**. [35]



Figura 23 –Mapa Endesa hidrogeneras.
 (Fuente: Endesa)

7.4 Naturgy

Esta empresa a diferencia que las anteriores se centrará más en la **distribución de gas de hidrógeno para los automóviles que en la instalación de electrolineras**. [37]

En relación a los puntos de recarga esta empresa tiene planeado **desplegar su propia red de puntos de recarga**. Se centrará en diversos puntos de interés, así como **cada 200 Km por carretera y en núcleos urbanos de más de 50.000 personas**. Esperan instalar más de 1.100 puntos de recarga en toda España. [36]

En cuanto al **hidrógeno** esta empresa creará su **propia red de recarga** partiendo desde **dos estrategias** diferentes. Una de las estrategias es **creando el propio hidrógeno en el lugar de consumo** y la otra es **crearlo desde un lugar centralizado para luego distribuirlo**.

Esta red de electrolineras contará con **20 hidrogeneras de producción in situ y unas 18 con su producción centralizada en otro lugar**. Prevé disponer de estas 38 hidrogeneras para **antes de 2025**. Se estima que esta infraestructura suponga un ahorro de 124 GWh al año en energía primaria no renovable.

Estas **hidrogeneras** alimentarán **principalmente automóviles**, aunque se espera que también su hidrógeno pueda ser usado en el **sector ferroviario**.

Se puede apreciar que una de sus plantas de hidrogeneras in situ se situará en Noain Navarra. [38]



Figura 24 –Mapa hidrogeneras Naturgy.
 (Fuente: Naturgy)

8 INTERESES, PROPUESTAS Y PROYECTOS DE EMPRESAS LÍDERES AUTOMOVILÍSTICAS

Uno de los **sectores más contaminantes** del cambio climático es el del **transporte**. Este sector contribuye con el **30% de las emisiones de CO2 de la UE**. Las **furgonetas, autobuses y camiones representan alrededor del 2% de los vehículos, pero representan el 22% de las emisiones por carretera**. Está previsto que el transporte de mercancías por carretera presente un incremento del 56% para 2050 respecto al 2010. Uno de los acuerdos de la UE consiste en que los fabricantes reduzcan un 15% las emisiones de CO2 para 2025 y un 30% para 2030 con respecto 2019. [3]

En cuanto a los automóviles más comunes los coches se espera que en los **próximos años** (corto plazo) se incrementen el número de **coche eléctricos e híbridos enchufables**. Esto ocurre por el **poco desarrollo** en la actualidad del **coche de hidrógeno**, habiendo pocos modelos disponibles. A **medio y largo plazo** se espera que el **coche de hidrógeno** empiece a ganar terreno al coche híbrido una vez haya una **red de recarga de hidrógeno** accesible y competitiva.

El **coche eléctrico e híbrido** empezará a **incrementar sus ventas** cuando la **red de puntos de recarga pública** esté suficientemente **desplegada**.

Me centraré en los camiones pues son los más contaminantes y el automóvil del que **más uso hace la industria**. Un camión sostenible presenta varias dificultades tales como que son vehículos que han de soportar gran cantidad de carga y recorren muchos kilómetros. Esto hacen que consuman una gran cantidad de energía.

Un camión de combustión consume entre 25-40 L de diésel cada 100 Km y sus depósitos suelen tener entre 400 y 500 L dando alrededor de 1.000 Km de autonomía. [39] y [40]

Los camión eléctrico debería tener equipado un gran número de celdas de baterías para poder proporcionar la energía suficiente para acercarse al autonomía de los camiones de combustión. Además, se incrementaría enormemente el peso del vehículo lo cual es contraproducente, pues incrementaría también su propio consumo también la carga de los mismos duran varias horas.

Todas estas características **indican** que los **camiones de largas distancias con grandes baterías no serán viables a corto plazo**. Sin embargo, **es posible hacer uso de los mismos para usos de poca autonomía y relativamente poca carga**, como pueden ser el reparto de última milla.

El **camión de hidrógeno** estará equipado de una **batería de menor tamaño**, tanques de hidrógeno y una pila de combustible entre los componentes de mayor relevancia. Se cargan mediante el llenado a presión de hidrógeno a alta presión de los tanques. Parece ser que **mayoritariamente se pretende usar hidrógeno gaseoso**, aunque hay algunos modelos en los que se piensa usar hidrógeno líquido. Los tanques como se ha podido ver tienen margen de mejora para ser más livianos y el hidrógeno apenas aporta peso. Por otra parte, **el peso de los tanques con el hidrógeno rondará como máximo los 150- 200 Kg rondando en la mayoría de los modelos los 80 Kg**. Con esta capacidad se espera que el **autonomía ronde los 400-1.000 Km**. Por el bajo peso de los tanques y el gran autonomía posibilitan su uso como transporte de grandes distancias. [41] y [42]

8.1 Volvo

Volvo ha desarrollado unos camiones eléctricos llamados Volvo FE y FL Electric. El modelo FE Electric consta de varias baterías con capacidad de transportar 27 toneladas y una **autonomía de 127 a 200 Km**. Tarda en **cargarse entre 2 y 11 h**. Este automóvil estará disponible para **mediados de 2022**. [43] y [44]

La empresa Volvo con una colaboración con Daimler están desarrollando **camiones de hidrógeno**. Este automóvil estará **disponible sobre 2025**. [45]

8.2 Toyota

Esta empresa ha anunciado que está desarrollando varios modelos de camiones. Entre ellos un **camión de hidrógeno de 600 Km de autonomía** con una carga de 25 toneladas. Funciona mediante pila de combustible de hidrógeno y un tanque que contendrá todo el hidrógeno a **700 bar**. [46]

No se ha encontrado referencias a camiones eléctricos con batería eléctrica, la empresa **Toyota se ha centrado en el combustible de hidrógeno**.

8.3 Renault

Para **2023** la compañía ofrecerá una **oferta de modelos 100% eléctrica** en los segmentos de distribución, construcción y larga distancia. [47]

Renault ha desarrollado varios modelos de camiones con baterías eléctricas como el Renault Trucks y el Renault D Wire ZE. El Renault Trucks tiene **200 Km de autonomía** con una carga de 26 toneladas para distancias cortas y el Renault D Wire ZE tiene motores de mayor potencia, 26 toneladas de carga y **180 Km de autonomía dedicado a la logística**. El Renault Trucks se producirá a partir de 2022 y la producción del Renault D Wire ZE ya ha comenzado. [48] y [49]

La empresa también ofrece alternativas de transporte mediante **hidrógeno** como son los modelos comerciales ligeros. Estos modelos son Master Citybus, Master Van y Master Chasis Cab. Son un minibús de hasta 15 pasajeros con **300 Km de autonomía**, una furgoneta con **500 Km de autonomía** y un camión de **250 Km de autonomía**. Funcionan mediante pila de combustible y sus depósitos varían de **3-7 Kg de hidrógeno**. [50]

8.4 Tesla

Tesla ha desarrollado un modelo de **camión eléctrico** llamado Tesla Semi (con dos variantes) con una autonomía de **480 y 800 Km**. Tesla promete una autonomía de **650 Km con 30 minutos de carga**. La batería consta de sus nuevas baterías 4680. Su **despliegue** se realizará a lo largo de **2022**. [51]

Tesla solo desarrollará vehículos eléctricos no con combustible de hidrógeno.

8.5 Mercedes

Esta empresa junto con Daimler comercializará una serie de **camiones eléctricos y de hidrógeno**.

Los Mercedes eActros LongHaul y eActros son camiones con **baterías eléctricas de 400 y 200 Km respectivamente**. Sus funciones son aportar un servicio de medio y corto recorrido. Son capaces de recargarse en **un 80% en 90 minutos mediante recarga rápida**. En concreto la batería del modelo LongHaul tiene 550 KWh de capacidad.

Para que la recarga se cumpla en esos tiempos la potencia del cargador debe rondar los 300 KW, siendo el valor de potencia de **punto de recarga más estandarizado de 350 KW**. Hay que recalcar que **hay pocos cargadores públicos con esa potencia**. En caso de hacer uso de otro **cargador como de 150 KW** se estima que tardaría en **cargarse un 80% en aproximadamente 3 horas**. Se **producirán** en serie a partir de **2024**.

También ha desarrollado modelos de **hidrógeno** como el Mercedes GenH2. Un **camión capaz de ofrecer 1.000 Km de autonomía**. Las pruebas en flotas de clientes serán en 2023 y en **2025** comenzará su **producción en masa**. [52]

8.6 Scania

Ha desarrollado tanto **camiones de baterías** como de **hidrógeno**. A pesar de haber desarrollado camiones de hidrógeno su **centrarán en los camiones de baterías**.

Su camión eléctrico consta de una **autonomía de 250 Km**, con 40 toneladas de carga y con una capacidad de 300 KWh realizar su **recarga en 45 minutos**. Solo puede suceder con la potencia estandarizada de los **cargadores de 350 KW**. No se sabe la fecha en la que se **producirá**, pero se estima que **antes de 2025**. [53]

En cuanto a su modelo con hidrógeno se ha realizado mediante una colaboración con ASKO. Su propósito ha sido el de crear un proyecto piloto de camiones de hidrógeno para largas distancias. No se conoce si producirá en un futuro camiones con pilas de combustible. [54]

9 ENTORNO GLOBAL

9.1 Euro 7

La **normativa euro 7** es la normativa de la **Comisión Europea** que establece el límite de emisiones contaminantes **a partir de 2025-2026**. Se terminará de redactar a finales de 2021. Esta normativa es especialmente rigurosa con las emisiones que los coches contaminantes pueden emitir.

Los nuevos límites consisten en gasolina y diésel pasar de 60 y 80 mg/Km a 10 y 30 mg/Km, además de otras restricciones en gases como CO, metano, NO, etc. Las restricciones en cuanto a las emisiones de CO pasan de entre 500-1000 mg/Km a 100-300 mg/Km. Estas **nuevas restricciones** hacen que casi todos los coches de combustión tengan que tener **sistemas de anticontaminación muy caros** o **cambiar a** otros modelos de coches como los **híbridos enchufables**. Los nuevos modelos de automóviles que cumplen con los criterios son los automóviles eléctricos e híbridos.

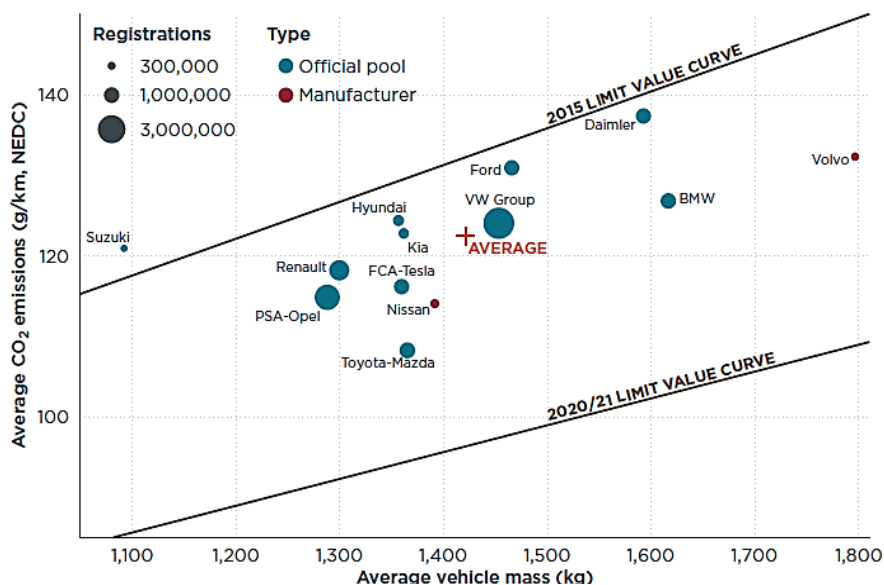


Figura 25 –Coche de pila de combustible.

(Fuente: Uwe Tietae. Peter Mock. Jan Dornoff theicct.org)

Esta imagen representa las emisiones de los vehículos de las diferentes marcas en 2019 con los límites de 2015 y 2021 (año de aprobación de la Euro 7).

Esta normativa busca forzar a la industria al cambio a vectores energéticos más sostenibles. [55]

9.2 Fábrica de baterías en Europa

Tras el endurecimiento de los límites de contaminación Euro 7 y el horizonte marcado por el Pacto Verde Europeo, el PNIEC ... hace que se **necesiten grandes cantidades de baterías eléctricas**.

Las baterías en la actualidad son un componente que **se produce en países terceros** y luego se importan. Para los próximos vehículos se van a requerir grandes cantidades, por lo que incrementará mucho importancia y se buscará un mayor control. Además, puede proporcionar un valor distintivo en diversos ámbitos como independencia tecnológica, innovación, fabricar para otros (produce ingresos extra) ...

Como en la actualidad la mayor parte de la fábricas de baterías son foráneas de la UE. **Se invertirán grandes cantidades en la construcción de grandes fábricas de baterías a lo largo de toda Europa**. Parte de estas fábricas las financiará el estado o alguno de los diversos fondos de la UE, como por ejemplo el fondo Next Generation.

9.3 Reticencias al cambio de vehículo

Como se va visto en el congreso de **Negocios en Navarra** durante el **cambio de tecnología de combustión a eléctrico habrá una disminución de ventas**. Ocurre por la incertidumbre del mercado y la cercana incorporación de otra tecnología que deja “antigua” la tecnología actual. Pero además hay que tener en cuenta otro suceso que ocurre en España el gran mercado de compra de coches de segunda mano.

En los últimos años se ha incrementado el precio de los automóviles que se consideran de entrada (básicos). Para poder vender un coche a bajo coste se ha de hacer uso de la estrategia de incrementar el número de ventas para obtener un determinado número de ingresos. Normalmente la gente joven es el nicho de mercado de esta categoría de coches.

Dicho esto, hay varios motivos por los que los coches de acceso no se venden tan bien como años atrás, son los siguientes: una mayor posibilidad de moverse sin coche propio (especialmente gente joven), tener coche ha dejado de ser una necesidad, el interés de algunos jóvenes por coches de mayor categoría y un gran mercado de coches de segunda mano. [56]

Por las razones anteriormente expuestas **se piensa que los primeros modelos de coches eléctricos o híbridos de entrada sean pocos modelos y con una producción limitada**.

Pero a partir de aproximadamente **2025-2027** cuando se espera que los automóviles sostenibles tengan la infraestructura necesaria, la tecnología esté más desarrollada y **se produzcan en masa, lo que bajará el precio**. Esta hipótesis concuerda con lo mencionado en el congreso de Negocios en Navarra.

9.4 Estados Unidos

El presidente de los **Estados Unidos** Biden ha realizado **un acuerdo (no vinculante) con los mayores fabricantes de automóviles del país**. Este acuerdo lo conforman General Motors, Ford y Stellantis. En él se acuerda que **para 2030 entre el 40-50 % de los vehículos que se fabriquen sean de cero emisiones**. [57]

Este acuerdo incrementa el nivel de competencia en materia de automóviles con las marcas de Europa y Japón, donde hay países con objetivos similares. De este acuerdo no solo se incrementa la competitividad sino también hará que otras marcas por iniciativa propia tengan objetivos similares, pues sino quedarán relegadas tecnológicamente. Además, que habrá más fabricantes compitiendo por desarrollar la tecnología necesaria para desplegar la infraestructura necesaria, elemento crucial de la transformación tecnológica.

El equivalente a la Hoja de Ruta del Hidrógeno en Estados Unidos es el plan *Hydrogen Program Plan*. El cual es un informe redactado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. Por lo que se puede apreciar interés en ciertos objetivos similares a los de Europa. [58]

9.5 Japón

Este país también tiene interés en dejar de depender de los combustibles fósiles. **Su plan es impulsar enormemente el hidrógeno como vector energético clave**. En Japón se ha descubierto enormes reservas de hidrato de metano, es un tipo de gas natural congelado con agua y metano.

La idea principal es obtener ese gas natural, transformarlo en hidrógeno capturando el CO2 producido y mediante energías renovables emplearlo en la realización de combustibles sintéticos.

En vista de estos objetivos energéticos **la producción de hidrógeno en este país será elevada**. Así como la infraestructura que se requerirá. Por esta razón este país posee bastantes intereses en común con Europa y con la tecnología que planean desarrollar e integrar. [59] y [60]

10 REPASO DE LA INFORMACIÓN SOBRE PUNTOS DE RECARGA

10.1 *Puntos de recarga para automóviles eléctricos*

En la **ITC-BT 52** (Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos) se **especifican los detalles y condiciones con las que se ha de llevar a cabo la instalación de uno o más puntos de recarga.**

Este documento hace referencia a la figura de gestor de cargas, figura que REE ha eliminado y que ha sustituido por la figura del **agregador de demanda**. La figura de gestor de carga era una figura más limitada en la que sociedades podían revender la energía eléctrica únicamente para dar servicios de recarga energética. La figura de agregador de demanda (todavía en desarrollo) gestiona la demanda y generación (de energía renovable) dando más control sobre la demanda de energía que no solo puede ser ahora para la recarga de coche eléctrico.

Esta ITC distingue cinco lugares diferentes en el que poder instalar un punto de recarga: aparcamientos de viviendas, aparcamientos colectivos de viviendas, aparcamientos de flotas privadas, aparcamientos de acceso público (gratuitos o de pago) y aparcamientos en vías públicas. En este caso desarrollaré los aparcamientos de acceso público y en vías públicas.

Existen diferentes formas de recargar un automóvil con una base de corriente específica para la carga de un automóvil o una base de carga genérica. En este trabajo se estudia la base de carga genérica porque en los puntos de carga públicos son los que se emplean. Existen diferentes modos de recarga según la ITC, **los que se emplearán serán el modo 3 y 4.**

El modo 3 se recarga mediante corriente alterna, es un dispositivo fijo como Wallbox, en monofásica y trifásica su potencia máxima es 7,2 y 43 KW respectivamente. El modo 4 se recarga mediante corriente continua, son los cargadores de carga rápida con potencias superiores a 50 KW. [61]

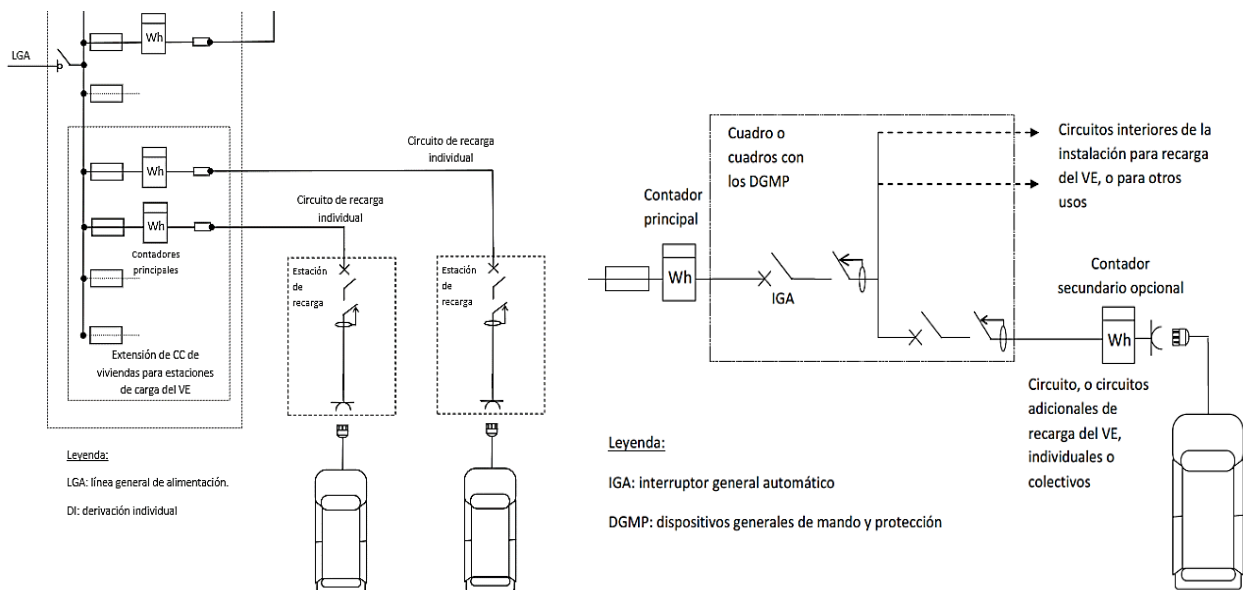


Figura 26 –Esquema puntos de recarga modo 3 y 4.
 (Fuente: ITC-BT 52)

La **potencia** que se suele instalar en los lugares de **vía pública y electrolineras** son de 22 KW (semi rápida), 50 KW (carga rápida), 150 KW (carga super rápida) y 350 KW (carga ultra rápida).

Los lugares donde se suelen instalar son están establecidos en **entornos urbanos distribuidos en las calles, en entornos industriales o en algún lugar de interés**. Tras los puntos de recarga en el entorno urbano las mayor parte restante se centran en **estaciones de servicio de carretera**. Actualmente los puntos de recarga de automóviles eléctricos fuera del entorno urbano se centran en las autopistas y carreteras más transitadas y de fácil acceso.

Uno de los **grandes problemas** son los **trámites administrativos**. Hacen incrementar el tiempo de la instalación, hacen que el coste de la instalación se incremente y la velocidad a la que se instalan los diferentes puntos de carga disminuya.

El **objetivo** de realizar las **instalaciones** de puntos de recarga es poder **realizar viajes con cualquier tipo de automóvil** sin necesidad de preocuparse por la recarga del mismo. Lo cual es uno de los mayores impedimentos para poder vender este tipo de automóviles.

Estos puntos de recarga funcionan durante todo el día y con la figura del **agregador de demanda** podrán hacer uso de **energías renovables cercanas** mediante la red eléctrica actual. Hay que mencionar que **no es obligatorio** el uso de **energía renovable**, pero se puede solicitar que se haga uso de la misma a la comercializadora o instalando una infraestructura. Sin embargo, **cuando la energía de origen renovable escasee se verán obligados a recurrir a energía de la red eléctrica.**

Los distintos puntos de recarga o estaciones de recarga se conectan la línea general de alimentación más cercana o mediante un transformador a la red de transporte más cercana. En algunos casos puede haber fuentes renovables cercanas a las que conectarse en vez de conectarse directamente a la red.

10.2 Puntos de carga para automóviles de hidrógeno

Como ya se ha visto en los planes de instalación de las diferentes empresas las **hidrogeneras** obtienen su hidrógeno de **fuentes renovables**. Algunas de ellas optan por generar hidrógeno para ciertas flotas de vehículos para empresas privadas. En cambio, las hidrogeneras públicas pueden generarlo en el mismo lugar o depender de un centro de generación en otro lugar y después distribuirlo hasta el lugar de consumo.

La estrategia de generarlo en un solo lugar puede ser interesante. Si ese hidrógeno por algún motivo no se usa en las hidrogeneras circundantes puede ser usado para otros usos. Además de que se puede centralizar la generación de energía renovable con el único inconveniente de tener que realizar de forma constante su distribución.

Por otro lado, siempre está la opción de incluir un generador de hidrógeno y energía renovables en los alrededores de las hidrogeneras. Esto puede dar una ventaja competitiva cuando bajen los precios de los distintos componentes.

Las hidrogeneras también han de hacer uso de energías renovables. **Se debe tener cerca alguna fuente de energía renovable para poder producir el hidrógeno verde.**

Cuando este tipo de vehículo esté extendido y sea una necesidad su mantenimiento, aunque no se especifique, cuando haya una alta demanda de hidrógeno y desafortunadamente no haya fuentes renovables de donde obtenerlo, es probable que se obtendrá mediante la energía de la red eléctrica. Al hacer uso un gran volumen de vehículos se ha de asegurar el suministro del vector energético correspondiente.

Hay que mencionar los límites que ha impuesto la **UE imponiendo** que haya un **punto de recarga cada 150 Km** en la red de transeuropea de transporte y que haya **450 Km máximos de distancia entre cualquier punto de recarga**. Estos puntos de recarga tienen que poder suministrar **2 toneladas al día** y con un mínimo de **700 bar**. [62]

11 CONCLUSIONES: TIPOLOGÍAS DE PUNTOS DE RECARGA PROPUESTAS

11.1 *Renovables y electrificación*

Tanto Europa como la mayoría de los países desarrollados están tendiendo hacia una electrificación de su economía. Las razones son varias como una mayor dependencia energética, agregar una nueva cadena de valor a la industria o ser pionero en una nueva tecnología.

España apuesta claramente por la electrificación de sus demandas energéticas con objetivos de que para 2030 el 74% del sistema eléctrico y el 42% de la energía final sea renovable. Esto ocasionará principalmente la instalación de grandes cantidades de energía solar y eólica.

Los **cambios más significativos** de la infraestructura tendrán lugar cuando se **incorporen a gran escala los coches eléctricos**. Pues consumen grandes cantidades de energía para su recarga. Para solucionar este inconveniente se ha incorporado la figura del agregador (independiente) de demanda y se reforzarán las infraestructuras pertinentes de transporte a medida que se requieran.

Se espera que la mayor parte de las **instalaciones de cargadores** de automóviles sean en **entornos privados**.

En los próximos años hasta que no haya una gran cantidad de cargadores de automóviles en lugares privados no afectará significativamente el incremento de demanda. **Pero cuando su uso de los automóviles sostenibles se extienda, habrá que actualizar la infraestructura de distribución.**

En esta línea en la actualidad, los puntos de recarga urbanos e industriales no afectan significativamente a la red de distribución puesto que son pocos los instalados. Además, hay edificios cercanos que hacen un uso cotidiano de una mayor demanda energética. Cuando la demanda de estos automóviles sobrepase la capacidad estimada se actualizará la infraestructura de distribución pertinente.

No se empleará el uso de amoníaco como vector energético para el almacenaje de hidrógeno por su peligrosidad y toxicidad al medio ambiente.

11.2 Transporte

En cuanto al transporte se espera que para la **logística y desplazamientos de poca distancia se incorporen vehículos eléctricos**. Esto se deduce ya que habrá una mayor catálogo de automóviles eléctricos que de hidrógeno en los próximos años y por el mayor despliegue de la infraestructura de carga eléctrica.

Para el **transporte a largas distancias la UE tiene interés de hacer uso del hidrógeno como vector energético**. Estos vehículos además tendrán la posibilidad de tener una mayor autonomía, un menor peso y de repostar en un menor tiempo que su contraparte eléctrica.

La UE obliga a instalar hidrogeneras **cada 150 Km en la red de transeuropea de transporte y que haya 450 Km máximos de distancia entre cualquier hidrogenera**. Sin embargo, la incorporación de la infraestructura relacionada con el hidrógeno será más lenta debido a que es más cara y a los pocos modelos que hay actualmente de vehículos.

En los **próximos años** van a presentarse coches híbridos, eléctricos y de combustión. Sin embargo, debido a la normativa **Euro 7** (todavía en desarrollo) se espera que la cantidad de **coches de combustión disminuya** ligeramente. Esto se debe a la salida al mercado de híbridos y eléctricos, estos serán pocos. También hay que mencionar que con la nueva normativa **Euro 7 se limitarán mucho las emisiones de NOx**, por lo que se deberán hacer mayores esfuerzos en los próximos vehículos que hagan uso del diésel. Estos esfuerzos pueden ser usados para otros fines en coches que no hagan uso del diésel sino de la gasolina, el cual es un combustible que emite mucho menos NOx.

Cabe mencionar que habrá una **transición de modelos** de coche **cada vez más electrificados**. El mejor ejemplo es en los coche híbridos donde en un momento donde la **tecnología de las baterías está desarrollándose y son escasas**. Dicho esto, se sabe que a **mayor grado de electrificación del vehículo más grande será su batería**, hasta el punto que **la batería de un coche eléctrico es varias veces la de un coche híbrido**.

Esto puesto en contexto muestra como las compañías ante la **escasez de baterías priorizarán al coche híbrido**. Hay que recordar los siguientes conceptos: que las **baterías son de los elementos más caros del un vehículo electrificado**, con ellos tienen mayores márgenes de ganancia, existen diferentes modelos con diferente autonomía y que algunos modelos son enchufables.

Por lo que se **concluye** que en el **futuro más cercano** los coches diésel y de gasolina **tenderán más hacia coches híbridos de gasolina que a totalmente eléctricos**. Además, habrá una **pequeña transición de los modelos híbridos** en la que cada vez el **coche híbrido** tenga una **mayor electrificación**.

11.3 *Puntos de recarga e hidrogeneras*

Con la información obtenida de los apartados anteriores se puede hipotetizar como se conformarán las diferentes tipologías de los puntos de recarga. Se han dividido las tipologías en función del entorno. Estas son entorno urbano, lugares de interés, lugares logísticos e industriales, estaciones de servicio en carretera y en entorno urbano.

Hay que mencionar que en los **puntos de recarga no es obligatorio que el origen de su energía sea renovable**, sin embargo, **en la hidrogeneras sí**. El consumo del hidrógeno como vector energético se extenderá a más sectores que los del transporte y por eso la única forma de **garantizar la independencia energética** es haciendo uso del **hidrógeno verde**.

Entorno urbano

Estos lugares se caracterizan por tener por tener el **mayor número de puntos de recarga distribuidos por su entorno y por su lenta introducción del hidrogeneras**. Pues lo más seguro que debido al cuidado con el que hay que transportar y producir el hidrógeno. Se instalarán mayoritariamente en estaciones de servicio, lugares dedicados para hidrogeneras y lugares industriales. En cuanto a los puntos de recarga la mayor parte de ellos serán de potencias de hasta 50 KW siendo los más comunes los de 7, 12 y 22 KW. Este servicio está pensado para ser usado principalmente por los residentes y trabajadores locales. Los **puntos de recarga privados** serán los que se instalen un mayor número, el origen de su electricidad será el de la propia red eléctrica.

Se irá incrementando progresivamente el número de **puntos de recarga públicos** de forma distribuida en función de la demanda de coches eléctricos de la zona y de su frecuencia de uso. Esto se debe a que los encargados de instalar los puntos de recarga son empresas mayoritariamente del sector energético. Buscan tener presencia en esta transición además de no dejar de ser rentables con cada instalación de un punto de recarga.

Relacionado con el uso de **energía renovable local, es difícil su implementación**. Algunos motivos son a la altura de los edificios adyacentes o la infraestructura requerida para obtener esa cantidad de energía. Se podría construir cerca una pequeña instalación de **energía renovable**. Pero es más realista el alquilar parte del techo de algún edificio adyacente preferentemente industrial para su uso. Luego hacer uso de la **figura de agregador de demanda**.

A corto plazo la infraestructura actual soportará el incremento de puntos de recarga, haciendo que en muchos casos las modificaciones requeridas no causen una gran modificación en el servicio de distribución eléctrico. Los puntos de recarga de este entorno tienen una potencia de entre 7 y 50 KW, sin embargo, la infraestructura está preparada para una mayor potencia que la empleada por los puntos de carga. Los edificios y locales circundantes pueden llegar a consumir cada uno de ellos cientos de KW.

A medio y largo plazo es posible que se requerirán alguna modificación del sistema de distribución del sistema eléctrico, dependerá de la demanda del lugar. Esto ocurre debido a que en los garajes privados todavía se van a colocar cargadores de vehículos eléctricos, haciendo que la demanda energética se incremente mucho.

Lugares logísticos e industriales

Los lugares logísticos e industriales se caracterizan por tener una **alta demanda de puntos de recarga e hidrogenas**. Los puntos de carga demandan una gran cantidad de energía. Mayoritariamente se espera que los **puntos de recarga sean privados** y que cada empresa se haga cargo de los suyos.

En cuanto las estaciones y **puntos de recarga eléctrico** se usarán para recargar **mayoritariamente** cuando salgan al mercado **camiones y autobuses de corta y media distancia**. En cuanto a las **hidrogenas** su nicho de mercado **se enfocará en los camiones de larga distancia**.

La energía de la recarga de los lugares logísticos e industriales no tiene que provenir de fuentes renovables. **Solo tiene que provenir de origen renovable si es para generar hidrógeno verde**. Lo que más se empleará por parte de las empresas es hacer uso de la red eléctrica sin tener autoconsumo.

La **infraestructura** de los **lugares logísticos e industriales** se caracteriza por ser capaz de hacer uso de una **gran potencia**. En el caso de tener que cargar un vehículo pesado eléctrico habría que **estudiar cada caso si es necesario modificar la infraestructura de suministro de energía**. Para una industria pequeña y con unos horarios de carga bien administrados no sería necesario modificar la infraestructura. Sin embargo, si hubiese un gran número de vehículos eléctricos para el dimensionamiento de la industria, si sería necesario modificar su infraestructura.

Lugares de interés

Considero lugares de interés lugares como restaurantes, teatros, centros comerciales o diversos lugares comerciales concurridos de carácter no industrial. **Este grupo se caracteriza por tener una mayor densidad de puntos de recarga en los parkings próximos a sus instalaciones, con una ligera tendencia a que sean más potentes que los del entorno urbano.** La potencia es mayor ya que el cliente estará menos tiempo que en el entorno urbano. Al igual que en entorno urbano las hidrogeneras no habrá una gran cantidad de ellas debido a las medidas de seguridad que se requieren para el suministro de este gas.

Progresivamente se irá incrementando los puntos de recarga y cuando haya un volumen significativo de vehículos que hagan uso de los puntos de recarga se considerará **un valor añadido**. Estos puntos de recarga aportarán una mejor experiencia final en el usuario además de un incentivo para que conozcan el lugar y sus comercios, facilitando el retorno de clientes. Se sabe que en la actualidad a los usuarios de vehículos eléctricos no les importa moverse unos kilómetros si tienen un comercio o restaurante con punto de recarga que puedan usar.

La **energía** que se empleará en estos lugares no tiene por qué ser de **origen renovable**. Solo ha de ser renovable la energía para la creación de hidrógeno verde. Hay un valor añadido el poder decir que la energía de los puntos de recarga es de origen renovable.

Dicho esto, en este **entorno es más fácil generar energía renovable** mediante el uso de placas solares en las marquesinas de los parkings o en los tejados de los edificios de los alrededores. Lo más seguro es que en vez de crear una un sistema de obtención de energía renovable **sean las comercializadoras las que proporcionen esa energía renovable**.

A corto plazo los comercios que dispongan de la **infraestructura** más desarrollada serán los relacionados con **grandes empresas** (tiendas internacionales y centros comerciales). Seguidos por los **servicios de relacionados con la comida** (supermercados y restaurantes) y los lugares de mayor interés comercial dentro de las ciudades.

A medio y largo plazo seguirán escalando la infraestructura de recarga hasta ver **cubierta la necesidad de demanda** en cada caso.

Estaciones de servicio en entornos urbanos e industriales

En el caso de las estaciones de servicio en entorno industriales o urbanos no tienen por qué ser de origen renovable. En el caso de las estaciones de servicio que generen hidrógeno si han de incorporar energía renovable cercana para su generación.

Hay que hacer un **estudio de cada caso de si es necesario hacer una modificación en la infraestructura de distribución**. Por el momento en la mayoría de los casos no es necesario tal modificación, debido a que el número de puntos de recarga instalados en cada estación de servicio es limitado. Ocurre lo mismo que con los puntos de carga de los entornos rurales, los puntos de recarga se **irán incrementando** a medida que exista una **demandas de ellos**.

Los **puntos de carga de las estaciones de servicio** serán de **carga rápida** ya que están obligada a ello, además les interesa dar un servicio rápido pues pueden tener más clientes en un mismo espacio.

Por el momento debido al coste y temprano desarrollo tecnológico del hidrógeno en las estaciones de servicio mayoritariamente se incorporarán puntos de recarga.

Las **hidrogeneras** que se incorporarán serán de **hidrógeno verde producido por renovables**. En la mayoría se almacenará el **hidrógeno en depósitos** o el **excedente de energía en baterías**. El almacenar energía es interesante ya que generar hidrógeno demanda mucha energía. El exceso de energía se puede verter a la red o hacer uso del mismo en caso de picos de alto consumo. Si hay un exceso de demanda de hidrógeno es posible que se pueda realizar un suministro externo del mismo en camiones cisterna.

La **energía renovable** la pueden conseguir mediante autoconsumo local o mediante el uso de la figura de **agregador de la demanda**.

A **corto plazo** se centrarán en incorporar puntos de recarga. A **medio y largo plazo** incorporarán hidrogeneras.

En **función de las necesidades** que haya en cada caso **incorporarán placas solares, bancos de baterías o depósitos de hidrógeno** para obtener y almacenar el suministro sin dimensionar la infraestructura existente.

Las **estaciones de servicio** seguirán haciendo un **uso mayoritario** de los **combustibles fósiles** hasta dentro de **más de una década**.

Estaciones de servicio en autopistas

Las estaciones de servicio situadas en autopistas **tienen la peculiaridad de que están más aisladas y pasan un gran número de vehículos**. Este tipo de estaciones de servicio **están obligadas a instalar puntos de recarga y hidrogeneras**. Al instalar paneles solares o otra fuente de energía renovable son capaces de incrementar la potencia de la instalación sin modificar la línea de suministro.

Es posible que a medio y largo plazo instalen diversas fuentes renovables en las cercanías. La **energía** que se empleará en estos lugares no tiene por qué ser de **origen renovable**. Hay que mencionar que en el caso de generar **hidrógeno verde in situ** se ha de hacer uso de **energías renovables cercanas**. La **energía renovable** la pueden conseguir mediante autoconsumo local o mediante el uso de la figura de **agregador de la demanda**.

Este tipo de instalaciones instalará **puntos de recarga según la demanda** que tengan que soportar. Sin embargo, este tipo de instalaciones tenderá a **almacenar el hidrógeno en depósitos** para los periodos en los que las fuentes de energía renovables no estén produciendo energía y así poder suministrarla. Si hay un exceso de demanda de hidrógeno es posible que se pueda realizar un suministro externo del mismo en camiones cisterna. Si quisieran **almacenar energía eléctrica** la estrategia que están empleando más es almacenarla en **baterías**. Pues la **eficiencia** de la conversión electricidad - hidrógeno - electricidad **es muy pequeña**.

A corto plazo se instalarán un **pequeño número de puntos de recarga**.

A medio plazo se **instalarán hidrogeneras** en algunas estaciones de servicio. También se **incrementará** la cantidad de **puntos de recarga**.

A largo plazo se **asentará la tecnología de hidrógeno** y se instalarán una **mayor cantidad de hidrogeneras**.

En **función de las necesidades** que haya en cada caso **incorporarán placas solares, bancos de baterías o depósitos de hidrógeno** para obtener y almacenar el suministro sin dimensionar la infraestructura existente.

Las **estaciones de servicio** seguirán haciendo un **uso mayoritario** de los **combustibles fósiles** hasta dentro de **más de una década**.

11.4 *Aplicación de fuentes renovables en las estaciones de recarga*

Como se ha visto antes las fuentes renovables serán obligatorias en la generación de hidrógeno, pero no en los puntos de recarga. Hablando de estaciones de recarga, también se ha visto que para almacenar energía es mucho más eficiente el almacenamiento de energía en baterías que en hidrógeno para su después volver a convertirlo en energía eléctrica.

Por lo que el almacenamiento de hidrógeno presumiblemente se almacenará en tanques de hidrógeno. El almacenamiento eléctrico funcionará como reserva de energía para momentos de una mayor demanda que la soportada por el suministro eléctrico o para hacer uso de la energía renovable obtenida sin haciendo un menor uso de la red eléctrica.

Las alternativas de **obtención de renovables** serán **mayoritariamente energía solar seguido por la energía eólica**. La energía solar se obtendrá de los tejados de los emplazamientos, de marquesinas en los parkings o de emplazamientos cercanos. Para los emplazamientos cercanos lo más probable es que se haga uso de la figura del **agregador de demanda**.

La **eólica** se puede **implementar** de varias formas. Con aerogeneradores pequeños cercanos para lugares con una cantidad razonable de viento a lo largo del año. O por otra parte desde algún parque de aerogeneradores cercanos haciendo uso de la figura de gestor de la demanda. [63]

El **incremento de puntos de recarga** irá **asociado** a la **demand**a del servicio que se solicite. Hay que tener en cuenta que debido a la espera de la carga eléctrica se requerirá grandes áreas donde puedan estar estacionado durante entre media hora y una hora.

Por otro lado, se ha avanzado mucho en torno a la carga rápida de vehículos hasta tal punto que es motivo de promoción. Hasta hace unos años la carga rápida aceleraba más acusadamente la degradación de las baterías.

En 2021 el precio del KW de baterías ronda los cerca de los 100 dólares y sigue bajando cada año alrededor de un 10-20 %. Esto hace que la incorporación de las baterías sea más rentable.[64]

Si tal como se están planteando en estaciones de recarga hacer uso de potencias de 22, 50, 150 y 350 KW de potencia.

Por ejemplo, para una **estación de recarga** en la que están **dos vehículos pesados** eléctricos (300-550 KWh) a 350 KW y **diez vehículos ligeros** (45-80 KWh) a 50 KW la **potencia demandada ronde alrededor de 1,2 MW**. La potencia obtenida es muy elevada para el actual dimensionamiento de las estaciones de servicio.

Si embargo si **una estación consta de diez cargadores de 50 KW** supondrá una **demandada de 500 KW**. La potencia calculada es mucho más asumible solo con cargadores de 50 KW que rara vez se usarán todos a la vez que con algún cargador de 350 KW.

Por lo que **se espera que** solo las **estaciones** estratégicamente situadas en **puntos de tránsito importantes** y estaciones de recarga **cercanas a una red de distribución de energía instalen puntos de 350 KW**. Esto se debe a que al gran consumo de estos cargadores y al coste que suponer instalar uno y tener la capacidad de poder suministrar esa energía. En ocasiones también se ha de pagar la línea de distribución. **Acorde baje el precio de las baterías y se instalen energías renovables menos energía de la línea de distribución se necesitará.**

Los puntos de recarga de las **estaciones más alejadas deberán realizar cambios**. Ampliar la demanda de la misma red de distribución que estén empleando, instalar baterías, sistemas de gestión de potencia y instalar energías renovables en los alrededores. **Este tipo de estaciones con que tengan instalados un número pequeño de puntos de recarga serán suficientes para abastecer la demanda.**

12 PROPUESTAS DE ESTUDIO

- Sería interesante estudiar si para el transporte de hidrógeno en grandes cantidades sería rentable hacer uso de la criogenia. Así la cantidad de volumen que se podría transportar es mucho mayor. El estudio se basaría en si la conversión del hidrógeno a hidrógeno líquido durante la etapa del transporte sería rentable económicamente y si generaría un transporte más fluido del vector energético.
- Sistemas que sustituyan a los dispositivos que hagan uso de combustibles fósiles por otros de hidrógeno o conectados a la red.
- Crear y desarrollar iniciativas útiles para la industria que partan de la UPNA con la intención de posicionarla en la transición energética. Como por ejemplo la creación de un manual sobre seguridad y buen empleo del hidrógeno por parte de la universidad. Esto busca la formación de docentes en la materia, promocionar a la universidad y posicionarla de cara a las empresas.
- Un estudio para conocer en más detalle que vehículos requerirían baterías eléctricas y en cuales sería más ventajoso el uso de hidrógeno.
- Al inicio de la transición energética se espera que haya un incremento de vehículos eléctricos y de hidrogeno que requieran de asistencia en carreteras. El diseño de un sistema de carga ultrarrápida portátil y una pequeña hidrogenera móvil serían propuestas interesantes de cara a empresas cuyo servicio sea acudir a emergencias en las carreteras.
- Sistema de gestión de excedentes para así poder usarlos en la recarga de los automóviles u otros aparatos.
- Sistema de gestión de excedentes enfocado a las estaciones de servicio.
- Estudio sobre la evolución del coche híbrido de gasolina. Este modelo de híbrido parece ser que será el más producido a corto plazo.

13 BIBLIOGRAFÍA

- [1] ONU, CMNUCC. (2016, 6 de noviembre). Convención Marco de las Naciones Unidas, Acuerdo de París. [En línea]. Disponible: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- [2] UE, Comunicación de la Comisión Europea. (2019, 11 de diciembre). Hoja de ruta legislativa, Pacto Verde Europeo. [En línea]. Disponible: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/es/ip_19_6691/IP_19_6691_ES.pdf
- [3] España, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020, 16 de marzo). Hoja de ruta legislativa, Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). [En línea]. Disponible: https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf
- [4] España, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020, 7 de octubre). Hoja de ruta legislativa, La Hoja de Ruta del hidrógeno. [En línea]. Disponible: https://www.miteco.gob.es/images/es/hojarutahidrogenorenovable_tcm30-525000.PDF
- [5] Revista Negocios en Navarra. Navarra y la movilidad, el futuro de toda una industria. (16 de marzo de 2021). [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=bJLPpK7vE8I>
- [6] E. Junyent Guinart, "Hidrógeno. Estudio de sus propiedades y diseño de una planta de licuado", TFG, Facultad de Náutica de Barcelona, Barcelona, 2011. Accedido el 25 de noviembre de 2011. [En línea]. Disponible: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13884>
- [7] O. Santiago. "Almacenamiento de hidrógeno comprimido: tipos de tanques | Apilados". Apilados. <http://apilados.com/blog/almacenamiento-hidrogeno-comprimido-tipos-tanques/>
- [8] C. Lichner. "El hidrógeno es cada vez más barato". pv magazine España. <https://www.pv-magazine.es/2020/03/23/el-hidrogeno-es-cada-vez-mas-barato/>
- [9] P. Sánchez Molina. "HyFive invertirá 1.000 millones en los próximos 8 años en 5 plantas de hidrógeno verde en España". pv magazine España. <https://www.pv-magazine.es/2021/07/06/hyfive-invertira-1-000-millones-en-los-proximos-8-anos-en-5-plantas-de-hidrogeno-verde-en-espana/>

- [10]V. Fuentes. "Bajar el precio del hidrógeno verde: gigantes energéticos de todo el mundo se alían para conseguir su gran reto". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos. <https://www.motorpasion.com/industria/bajar-precio-hidrogeno-verde-gigantes-energeticos-todo-mundo-se-alian-para-conseguirlo>
- [11]PV Magazine. "El hidrógeno verde alcanzará la paridad de precios con el hidrógeno gris en 2030 - World Energy Trade". World Energy Trade. <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/gas/el-hidrogeno-verde-alcanzara-la-paridad-de-precios-con-el-hidrogeno-gris-en-2030>
- [12]O. Santiago. "3 métodos para el almacenamiento de hidrógeno | Apilados". Apilados. <http://apilados.com/blog/3-metodos-almacenamiento-hidrogeno/>
- [13]G. García. "¿Toyota contra la ciencia? El Mirai de hidrógeno recorre más de 1.000 km con una sola carga". Híbridos y Eléctricos. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/hidrogeno-toyota-ciencia-mirai-recorre-mas-1000-km-sola-carga/20210601120213045600.html>
- [14]O. Santiago. "El hidrógeno como gas real. Factor de compresibilidad | Apilados". Apilados. <http://apilados.com/blog/el-hidrogeno-como-gas-real-factor-de-compresibilidad/>
- [15]O. Santiago. "¿Cómo funciona una pila de combustible de hidrógeno? | Apilados". Apilados. <http://apilados.com/blog/como-funciona-una-pila-de-combustible-de-hidrogeno/>
- [16]D. Iriarte. "¿A pila de hidrógeno o a baterías? | forococheselectricos". forococheselectricos. <https://forococheselectricos.com/2014/12/pila-de-hidrogeno-o-baterias.html>
- [17]D. Nuevo. "La pila de combustible | Formación de ingenieros". Cursos de formación de ingenieros. <https://www.tecpa.es/pila-combustible/>
- [18]D. Murias. "Anatomía de un coche eléctrico: su sencilla mecánica, al desnudo". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos. <https://www.motorpasion.com/coches-electricos/anatomia-coche-electrico-su-sencilla-mecanica-al-desnudo>
- [19]S. Martínez. "La necesidad de impulsar la figura del Agregador Independiente en España". El Periodico de la Energía. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-necesidad-de-impulsar-la-figura-del-agregador-independiente-en-espana/>

- [20]C. Raso. "REE crea un grupo de trabajo para implantar la figura del agregador".
elEconomista.es.
<https://www.economista.es/energia/noticias/10969784/12/20/REE-crea-un-grupo-de-trabajo-para-implantar-la-figura-del-agregador.html>
- [21]J. López de Benito. "Todo lo que tienes que saber sobre la figura del agregador de demanda". Energy News. <https://www.energynews.es/agregador-de-demanda/>
- [22]S. A. Amelang. "Electric highways offer the most efficient path to decarbonise trucks". Clean Energy Wire. <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/electric-highways-offer-most-efficient-path-decarbonise-trucks>
- [23]D. Gutiérrez. "La UE planea obligar por ley a instalar cargadores para coches eléctricos cada 60 km". Híbridos y Eléctricos.
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/cargadores-coches-electricos-cada-60-km-propuestas-union-europea/20210712115618046885.html>
- [24]N. López Redondo. "El nuevo plan de Iberdrola: carga rápida cada 50 km y ultra rápida cada 200 km - Movilidad Eléctrica". Movilidad Eléctrica.
<https://movilidadelectrica.com/iberdrola-anuncia-150-000-puntos-de-carga-en-hogares-empresas-y-via-publica/>
- [25]D. Galán. "Iberdrola redobla sus esfuerzos en el coche eléctrico: promete contar con 150.000 puntos de recarga en 5 años". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos. <https://www.motorpasion.com/industria/iberdrola-redobla-sus-esfuerzos-coche-electrico-promete-contar-150-000-puntos-recarga-5-anos>
- [26]Iberdrola. "Iberdrola pone en marcha con Fertiberia la mayor planta de hidrógeno verde para uso industrial en Europa". Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-pone-marcha-fertiberia-mayor-planta-hidrogeno-verde-para-industrial-europa>
- [27]J. Vadillo. "Iberdrola surtirá con hidrógeno verde al transporte pesado en Euskadi". Cinco Días.
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/05/19/companias/1621414514_162125.html
- [28]Iberdrola. "Iberdrola proyecta la Y vasca del hidrógeno verde que electrificará el transporte pesado en Euskadi". Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/iberdrola-proyecta-vasca-hidrogeno-verde-electrificara-transporte-pesado-euskadi>

- [29]REPSOL. "Estaciones de recarga para vehiculos eléctricos - Gasolineras eléctricas Repsol". REPSOL. <https://www.repsol.es/es/productos-y-servicios/estaciones-de-servicio/servicios/recarga-electrica/index.cshtml>
- [30]"Repsol prevé instalar un punto de recarga rápida cada 50 km hasta alcanzar más de 1.000 estaciones". Híbridos y Eléctricos. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/repsol-preve-instalar-punto-recarga-rapida-cada-50-km-alcanzar-mas-1000-estaciones/20210418133507044351.html>
- [31]El Periodico de la Energía. "Repsol no descarta construir y operar renovables donde ya tiene presencia". El Periodico de la Energía. <https://elperiodicodelaenergia.com/repsol-no-descarta-construir-y-operar-renovables-donde-ya-tiene-presencia/>
- [32]REPSOL. "Repsol produce por primera vez en España biocombustible para aviones". REPSOL. <https://www.repsol.com/es/sala-prensa/notas-prensa/2020/repsol-produce-por-primera-vez-en-espana-biocombustible-para-aviones/index.cshtml>
- [33]Endesa. "Endesa X supera los 2.000 puntos de recarga instalados para vehículo eléctrico en España". Endesa. <https://www.endesa.com/es/prensa/sala-de-prensa/noticias/transicion-energetica/movilidad-electrica/endesax-supera-2000-puntos-recarga-instalados-vehiculo-electrico-espana>
- [34]Endesa. "Endesa X supera los 2.000 puntos de recarga instalados para vehículo eléctrico en España". Endesa. <https://www.endesa.com/es/prensa/sala-de-prensa/noticias/transicion-energetica/movilidad-electrica/endesax-supera-2000-puntos-recarga-instalados-vehiculo-electrico-espana>
- [35]Endesa. "Endesa contempla el desarrollo en España de 23 proyectos de hidrógeno verde con una inversión de 2.900 millones de euros". Endesa. <https://www.endesa.com/es/prensa/sala-de-prensa/noticias/transicion-energetica/endesa-contempla-desarrollo-23-proyectos-hidrogeno-verde-espana>
- [36]J. López de Benito. "Naturgy continúa con su estrategia para implantar 1.100 puntos de recarga". Movilidad Eléctrica. <https://movilidadelectrica.com/naturgy-estrategia-de-puntos-de-recarga/>
- [37]"Alberto Fariza (Naturgy): "Queremos tener un punto de carga cada 200 kilómetros"". El Español. https://www.lespanol.com/invertia/observatorios/movilidad/20210424/alberto-fariza-naturgy-queremos-tener-punto-kilometros/575943699_0.html (accedido el 31 de agosto de 2021).

- [38]Naturgy. "Naturgy impulsa la movilidad sostenible con la construcción de sus primeras 38 hidrogeneras en España - Naturgy - Sala de prensa". Naturgy. https://www.naturgy.com/naturgy_impulsa_la_movilidad_sostenible_con_la_construccion_de_sus_primeras_38_hidrogeneras_en_espana (accedido el 31 de agosto de 2021).
- [39]Blog Maddel Transports. "El consumo en camiones - Blog Maddel Transports". Blog Maddel Transports. <http://blogmaddeltransports.com/archivos/372>
- [40]Webfleet Solutions. "¿Conoces el consumo de diésel de un camión por km?" Conduciendo el futuro de la movilidad. https://www.webfleet.com/es_es/webfleet/blog/conoces-el-consumo-de-diesel-de-un-camion-por-km/
- [41]D. Galán. "Mercedes-Benz promete un camión de hidrógeno de 1.000 km de autonomía en 2023 para liderar el transporte sin emisiones". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos. <https://www.motorpasion.com/furgonetas-y-caravanas/mercedes-benz-promete-camion-hidrogeno-1-000-km-autonomia-2023-para-liderar-transporte-emisiones>
- [42]hyundai. "Coches de hidrógeno en España: viabilidad, repostaje y más". hyundai.com. <https://www.hyundai.com/es/zonaeco/eco-drive/tecnologia/coches-de-hidrogeno-en-espana>
- [43]"Volvo presenta el FE eléctrico, con 200 kilómetros de autonomía y 27 toneladas de MMA | TodoTransporte". TodoTransporte. <https://www.todotransporte.com/volvo-presenta-el-fe-electrico-con-200-kilometros-de-autonomia-y-27-toneladas-de-mma/>
- [44]D. Gutierrez. "Volvo Trucks lanza 3 nuevos camiones eléctricos pesados: estas son sus prestaciones al detalle". Híbridos y Eléctricos. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/volvo-trucks-lanza-camiones-electricos-pesados-fh-fm-fmx-electric-tecnologia/20210629132242046476.html>
- [45]D. Galán. "Volvo y Daimler crean una empresa conjunta para acelerar el camión de hidrógeno, y abaratarán costes sin dejar de ser rivales". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos. <https://www.motorpasion.com/furgonetas-y-caravanas/volvo-daimler-crean-empresa-conjunta-para-acelerar-camion-hidrogeno-abarataran-costes-dejar-ser-rivales>
- [46]D. Gutierrez. "Toyota anuncia su camión eléctrico de hidrógeno y promete 600 km de autonomía". Híbridos y Eléctricos. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/toyota-anuncia-camion-hidrogeno-25-toneladas-hino/20200324105653034064.html>

- [47]"Renault Trucks tendrá una familia de camiones 100% en 2023". Transporte 3.
<https://www.transporte3.com/noticia/16431/renault-trucks-tendra-una-familia-de-camiones-100-en-2023>
- [48]D. Galán. "El Renault D Wide Z.E. es el primer camión eléctrico con paneles solares de Renault, y ya trabaja abasteciendo supermercados". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos.
<https://www.motorpasion.com/renault/renault-d-wide-z-e-primer-camion-electrico-paneles-solares-renault-trabaja-abasteciendo-supermercados>
- [49]D. Galán. "El Renault D Wide Z.E. es el primer camión eléctrico con paneles solares de Renault, y ya trabaja abasteciendo supermercados". Motorpasión - Coches y actualidad del motor. Vehículos, marcas y modelos.
<https://www.motorpasion.com/renault/renault-d-wide-z-e-primer-camion-electrico-paneles-solares-renault-trabaja-abasteciendo-supermercados>
- [50]G. García. "Estos son los tres vehículos de hidrógeno que Renault ofrece a través de HYVIA". Híbridos y Eléctricos.
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/vehiculos-electricos-hidrogeno-renault-hyvia/20210707141721046761.html>
- [51]G. García. "Ya sabemos la capacidad del Tesla Semi: 500 kWh, ¿escasa para un camión eléctrico?" Híbridos y Eléctricos.
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/capacidad-tesla-semi-500-kwh-camion-electrico/20210215115152042499.html>
- [52]G. García. "Nuevos camiones eléctricos de Daimler: 500 km con baterías y más de 1.000 con hidrógeno". Híbridos y Eléctricos.
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/camiones-electricos-daimler-500-km-baterias-1000-hidrogeno/20200917104330038177.html>
- [53]D. Gutierrez. "Scania lanzará un camión eléctrico de 40t y da pistas sobre su autonomía". Híbridos y Eléctricos.
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/scania-lanzara-camion-electrico-40-toneladas-da-pistas-autonomia/20210125121526041900.html>
- [54]"Los camiones Scania con pila de hidrógeno ya son una realidad". Transporte 3.
<https://www.transporte3.com/noticia/14945/los-camiones-scania-con-pila-de-hidrogeno-ya-son-una-realidad> (accedido el 31 de agosto de 2021).
- [55]E. Pérez. "Euro 7 señala el fin de los motores de combustión: un estricto límite que ha llevado a Audi a abandonar sus desarrollos en diésel y gasolina". Xataka - Tecnología y gadgets, móviles, informática, electrónica.
<https://www.xataka.com/vehiculos/euro-7-senala-fin-motores-combustion-estricta-norma-que-ha-llevado-a-audi-volvo-a-abandonar-sus-desarrollos-diesel-gasolina>

- [56]carwow.es. Por qué están desapareciendo los coches baratos. (23 de febrero de 2021). [Video en línea]. Disponible:
<https://www.youtube.com/watch?v=iZNFINdeY80>
- [57]RTVE. "Biden fija el objetivo de que el 50 % de los vehículos de EE.UU. sean eléctricos en 2030". RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20210806/biden-objetivo-mitad-vehiculos-eeuu-sean-electricos-2030/2152660.shtml>
- [58]N. López Redondo. "Plan de Hidrógeno de Estados Unidos". Energy News.
<https://www.energynews.es/plan-hidrogeno-eeuu-71639/>
- [59]Revista Ingeniería. "El metano reciclado por el carbono puede ser reconocido como combustible para barcos con cero emisiones | Revista Ingeniería Naval". Revista Ingeniería Naval. <https://sectormaritimo.es/el-metano-reciclado-por-el-carbono-puede-ser-reconocido-como-combustible-para-barcos-con-cero-emisiones>
- [60]M. Henriques. "Qué es el hielo inflamable y por qué puede convertirse en la energía del futuro - BBC News Mundo". BBC News Mundo.
<https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-46515566>
- [61]Infraestructura para la recarga de Vehículos eléctricos, ITC-BT 52, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018. [En línea]. Disponible:
<https://www.lugenergy.com/imagenes//2018/01/guia-aplicación-itc-bt-52.pdf>
- [62]D. Villarreal. "Vía libre al coche de hidrógeno: la Unión Europea exigirá un surtidor cada 150 kilómetros (y mucho más)". diariomotor.com.
<https://www.diariomotor.com/electricos/normativa/coche-hidrogeno-union-europea-surtidor-150-kilometros/>
- [63]"Ventajas de los aerogeneradores de eje vertical". energiacasera.wordpress.
<https://energiacasera.wordpress.com/2009/11/29/ventajas-de-los-aerogeneradores-de-eje-vertical/>
- [64]"El coche eléctrico tardará más tiempo en ser más barato que el de explosión". ADSLZone. <https://www.adslzone.net/noticias/tecnologia/coste-baterias-2021-revision-objetivos-60-dolares-kwh/>