

Problemática para el usuario.
Legislación y exigencias.
Deficiencias de
infraestructuras de
aprovisionamiento
energético.
Rendimientos y costes.

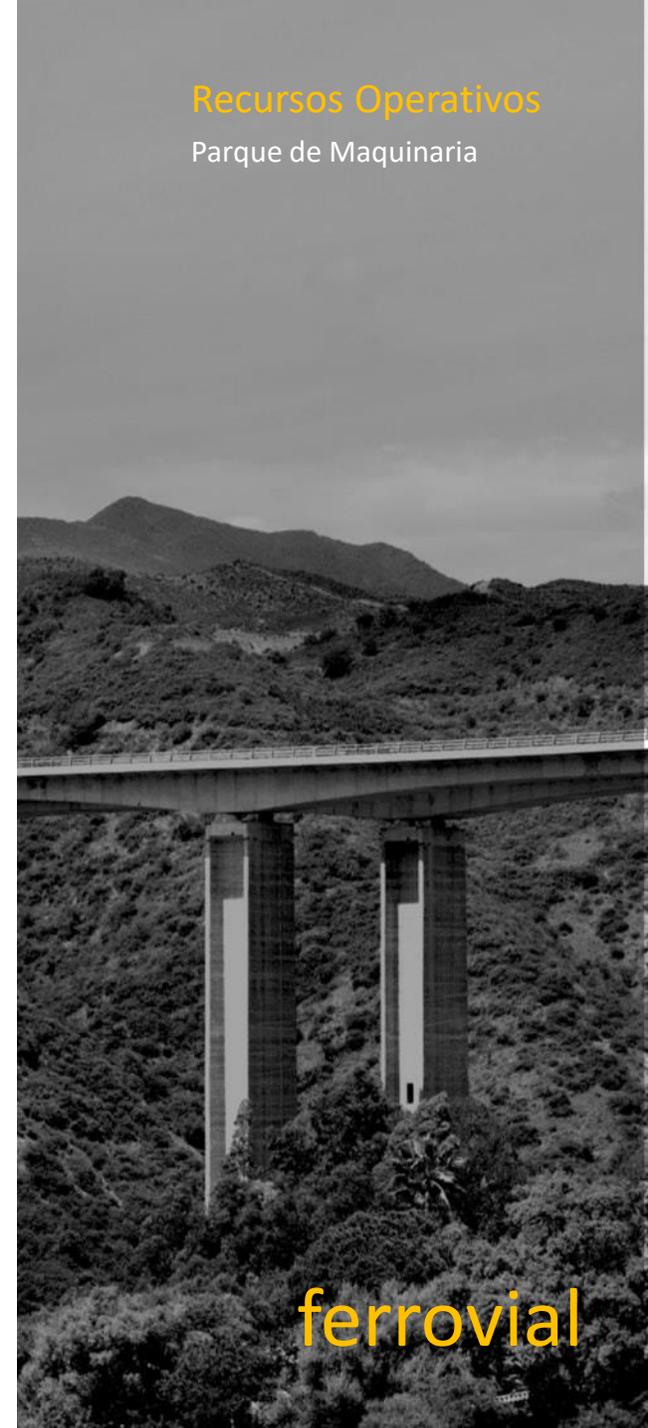
ferrovia

Recursos Operativos
Parque de Maquinaria

INDEX

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

1. En el punto de partida. Preguntas iniciales e ideas preconcebidas
2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio
3. Taxonomía de la descarbonización. Conceptos clave
4. Estrategias para reducción de carbono en la industria de la maquinaria
5. Descarbonización en la maquinaria. Mejora de la eficiencia
6. Descarbonización en la maquinaria. Nuevas tecnologías
7. Nuevas tecnologías. Electrificación directa
8. Nuevas tecnologías. Hidrogeno verde
9. Nuevas tecnologías. Combustibles descarbonizados
10. CONCLUSIONES. Estrategia corporativa Ferrovial 2030



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

1. ITINERARIO

EN EL PUNTO DE PARTIDA. PREGUNTAS INICIALES E IDEAS PRECONCEBIDAS

- Hay debate sobre si el cambio climático es REAL? Por qué un cambio modelo en el energético? Significa ésto una TERCERA revolución industrial?
- Es un hecho que existe un **pacto mundial** para reducir las emisiones de efecto invernadero por el uso de recursos fósiles antes de la primera mitad de siglo, que implicará un cambio significativo en el modelo de generación de energía e industrial.
- Recursos y residuos, descarbonización, transición energética, economía circular, electrificación, nuevos combustibles... Una nueva realidad? Por qué son la CLAVE?
- Todos ellos son nuevos conceptos para poder sustituir el consumo de los recursos fósiles de manera progresiva y sostenible por otros renovables.
- Hay un CONCIERTO GLOBAL para cambiar los marcos regulatorios de los bloques mundiales de estados y los nacionales en particular para reducir las emisiones?
- Cada alianza de países (US, UE, OEA, BRICS, etc) está legislando de forma diferente y a distintas intensidades. La UE quiere liderar y ha endurecido significativamente la legislación comunitaria.
- Y como SE ATERRIZAN estas exigencias de emisiones contaminantes en la maquinaria europea? Cambio de motores o modificación de la eficiencia del conjunto motor completo?
- Los motores de combustión evolucionan para ser mas eficientes en el consumo de carburante y emisión de gases y se optimizan los sistemas de energía del equipo.
- EL FUTURO de la maquinaria y de las instalaciones productivas. Continuidad o nuevas tecnologías.
- Que es la electrificación, el hidrogeno verde o los combustibles descarbonizados. Un NUEVO MODELO energético o varios?
- Quienes son los GANADORES y PERDEDORES en el nuevo paradigma?

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

PUNTO DE PARTIDA GLOBAL

El principal logro del **Acuerdo de París**, que entró en vigor en 2016, fue alcanzar un **pacto global** para adoptar globalmente un modelo energético global descarbonizado que permita luchar contra el cambio climático.

Los 197 países firmantes convinieron adoptar medidas sostenibles para evitar una subida de la temperatura del planeta en más de 2°C al final de este siglo “y, de hecho, esforzarse por lograr que no sea superior a 1,5° C”

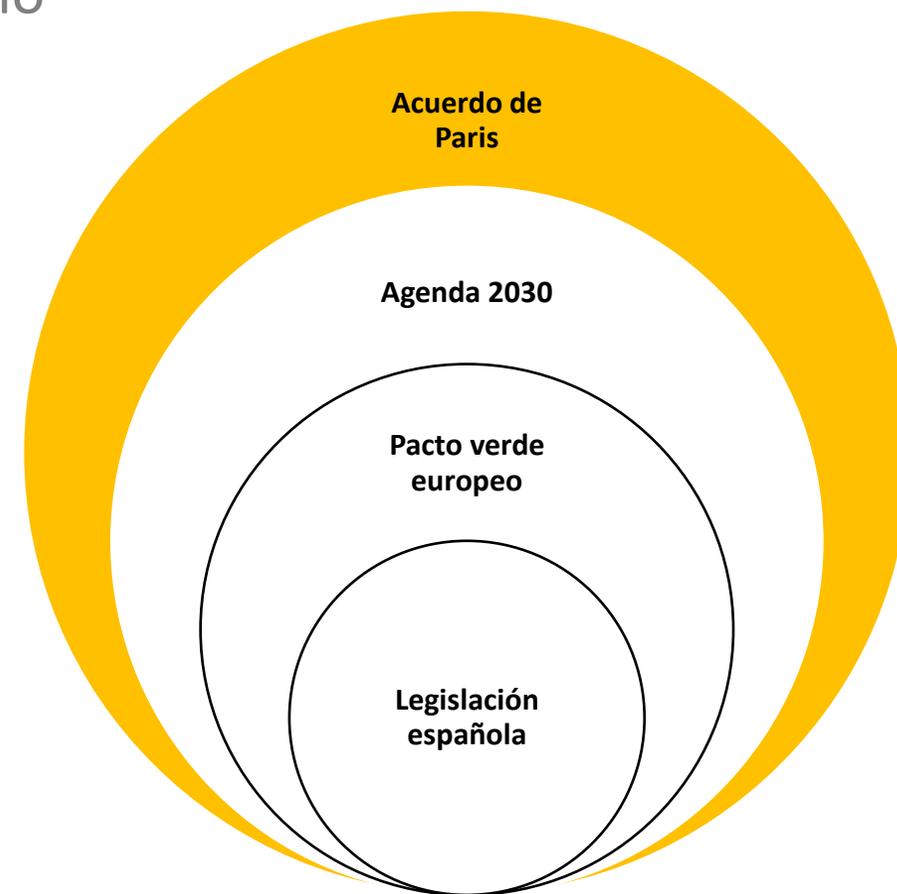
Este **cambio de modelo energético será un periplo de varias décadas** en las que transitar de un paradigma que principalmente explota de manera excesiva los combustibles fósiles, como el carbón o el petróleo, hacia otro en el que el vector eléctrico sea prioritario en nuestras industrias y las emisiones de gases de efecto invernadero vayan desapareciendo progresivamente.

El entorno regulatorio es clave para evolucionar, con el menor coste posible, hacia vectores energéticos y usos finales más eficientes y libres de emisiones, propiciando una descarbonización eficiente.

EUROPA, LIDER DEL PROCESO

La Unión Europea es, en mayor medida, la que se ha comprometido a liderar este proceso de descarbonización del planeta, aunque actualmente sus niveles de electrificación sobre el total del consumo energético son bajos (en el orden del 22%).

Tanto la Comisión Europea como los Estados miembros llevan años trabajando en el desarrollo de planes que permitan realizar esta transición lo más rápidamente posible y a un coste asequible para consumidores y empresas

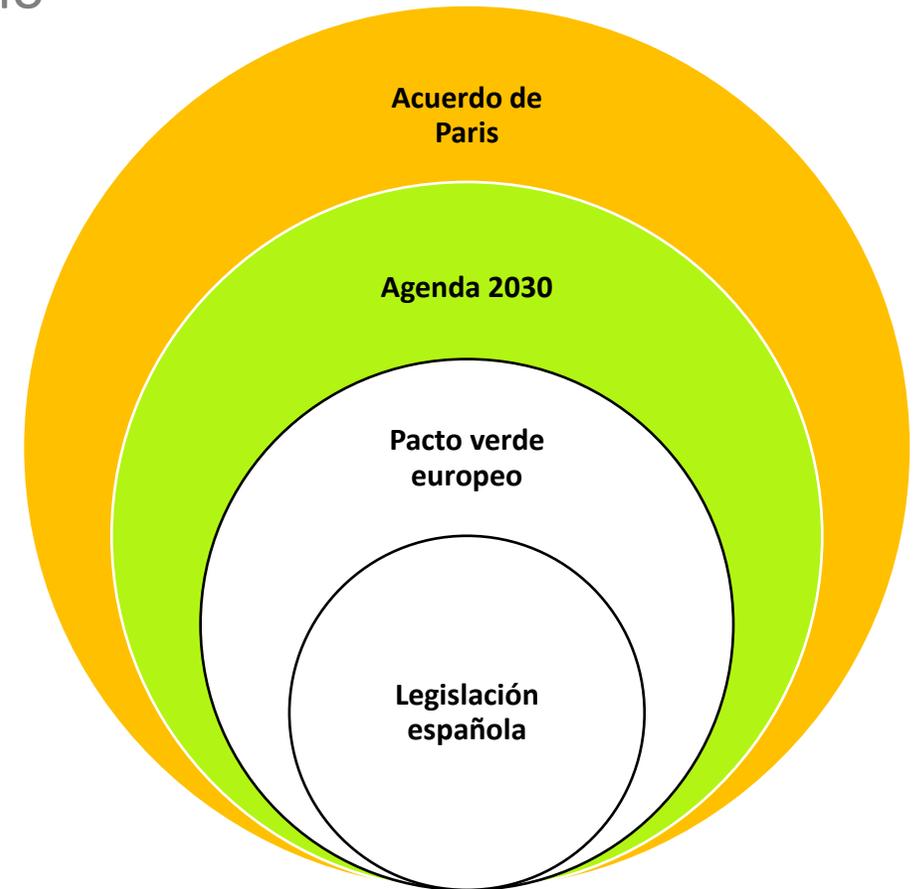


Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

AGENDA 2030 y ODS

Los beneficios de la Economía Circular se vinculan directamente con **los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030** propuestos por los estados miembros de las Naciones Unidas. Existen vínculos directos con los objetivos 7 (Energía asequible y no contaminante), 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) 9 (Industria, innovación e infraestructura), 12 (Producción y consumo responsable), 13 (Acción por el clima) y 15 (Vida de ecosistemas terrestres) y de forma indirecta con otros de los 17 objetivos.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

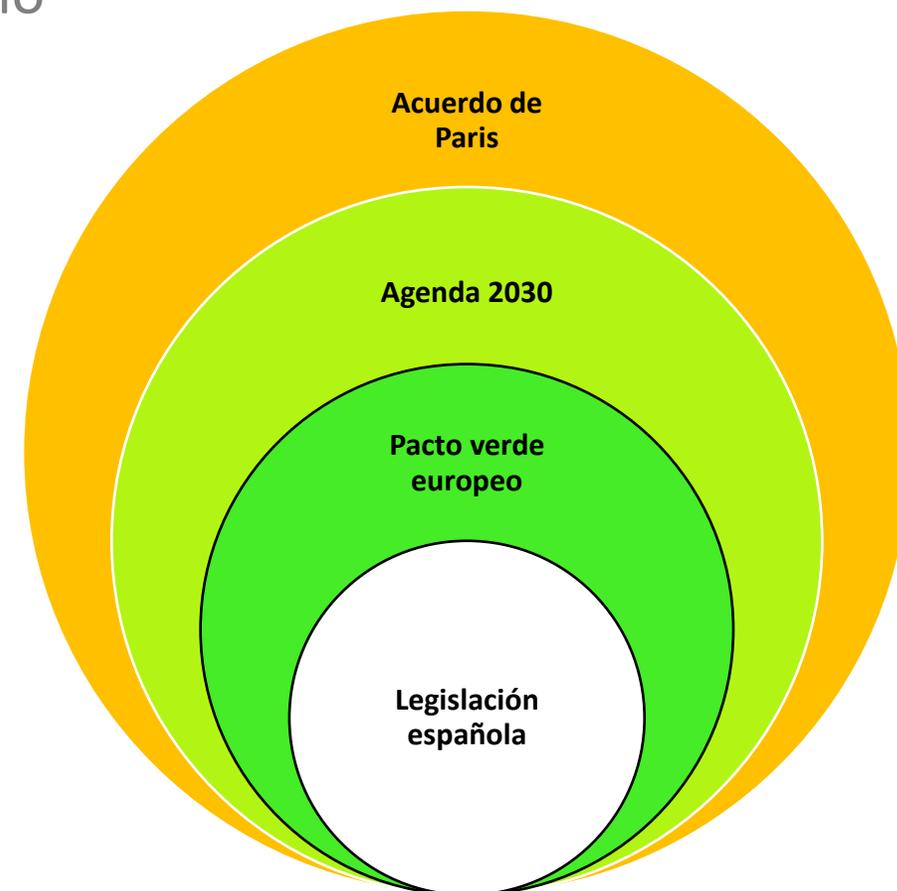
2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

PACTO VERDE EUROPEO

Con un 8 % de las emisiones mundiales, Europa es el tercer mayor contaminante del planeta tras China y EE.UU. Por ello, desde hace tiempo, la UE está liderando la lucha contra el cambio climático, con objetivos y políticas específicas para reducir el contenido de CO2 en la atmósfera.

En los últimos años, Europa es quien está impulsando de forma más decidida la transición energética mundial, respaldando con objetivos y políticas regulatorias la consecución de una economía baja en carbono. El Acuerdo Verde para los europeos (**European Green Deal**), publicado a finales de 2019, es la hoja de ruta para dotar a la Unión Europea de una economía sostenible y constituye la estrategia de la Comisión Europea para lograr la neutralidad en carbono a 2050 y mejorar la competitividad, desacoplando el crecimiento económico de la utilización de recursos.

Adicionalmente y para promover la reactivación económica, la Unión Europea ha aprobado los **fondos Next Generation EU**, un instrumento extraordinario de 750 mil millones de euros para la recuperación tras la crisis del COVID. Parte de estos fondos se dedicarán a la implantación de las medidas necesarias para alcanzar estos objetivos climáticos, de acuerdo con lo descrito en los Planes de Recuperación y Resiliencia desarrollados por cada uno de los Estados Miemb



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

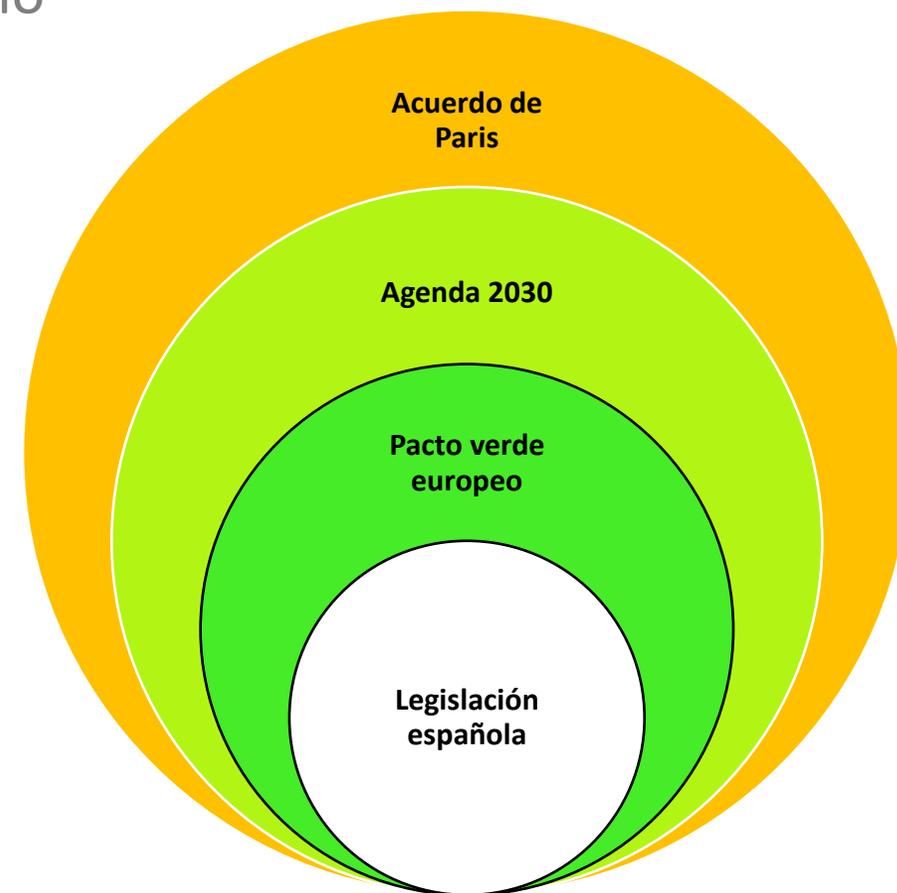
2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

PACTO VERDE EUROPEO

Los objetivos europeos en materia de energía para el **horizonte 2030** incluyen:

- Un **55 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero** respecto a 1990.
- Una **cuota del 32 % de energías renovables** sobre el consumo total de energía final bruta.
- Un **32,5 % de mejora de la eficiencia energética**.

Los principales beneficios son la reducción de la presión sobre los recursos naturales, diseñan los productos, fomenta el consumo sostenible, mejora la seguridad de suministro de materias primas, y proporciona empleo y facilita ahorro a los consumidores (competitividad, innovación y crecimiento económico)



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

LEGISLACION ESPAÑOLA

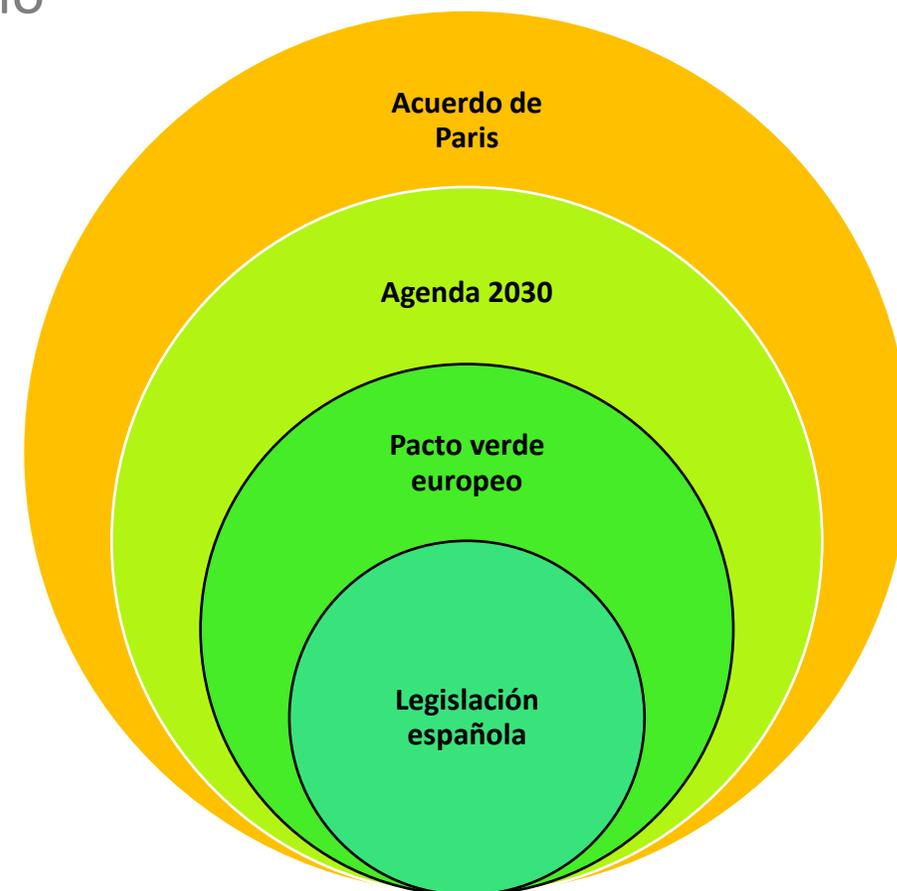
En la legislación española, esta ambición de alcanzar la neutralidad climática es liderada por Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). A principios de 2019 se presentó en España el Marco Estratégico de Energía y Clima en línea con los compromisos del Acuerdo de París y las directrices europeas. Este documento se desgana en tres pilares fundamentales:

- **Ley de Cambio Climático y Transición Energética (2021)**
- **El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030**
- **Estrategia de Transición Justa**

La Ley de Cambio Climático y Transición Energética (2021) recoge los objetivos mínimos nacionales de **reducción de emisiones** de gases de efecto invernadero, **energías renovables** y **eficiencia energética** de la economía española para los años 2030 y 2050 :

- se aprueba el compromiso de neutralidad en carbono a 2050
- las emisiones del conjunto de la economía española en el año 2030 inicialmente debían reducirse en al menos un 23% respecto al año 1990
- se establece 2040 como fecha tope para la venta de turismos que emitan dióxido de carbono.

La ley recoge como instrumentos de planificación para abordar la transición energética el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)** y la **Estrategia de Descarbonización a 2050** de la Economía Española



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Operational Resources

Machinery

Service

2. Taxonomía de la descarbonización. Marco regulatorio

LEGISLACION ESPAÑOLA

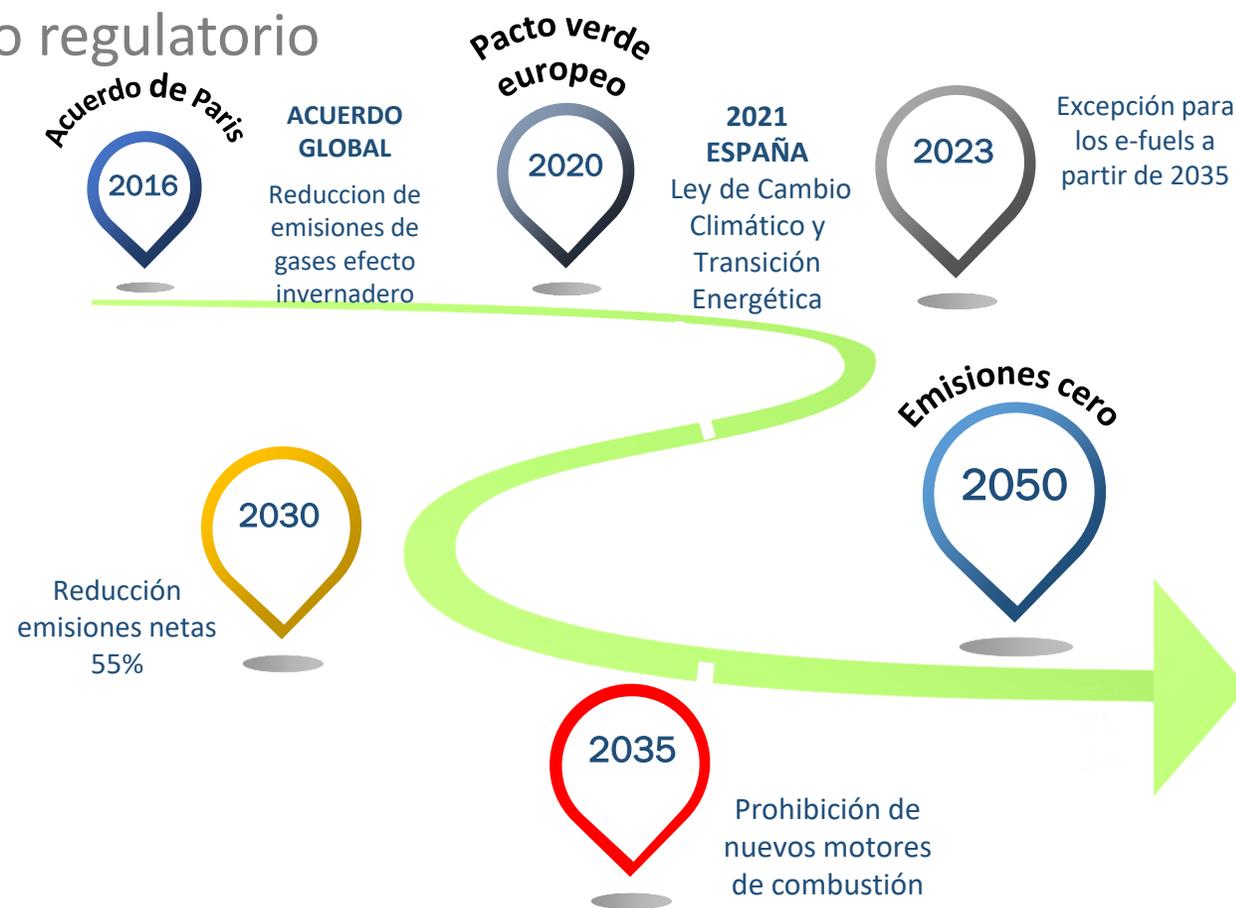
La **Estrategia de Transición Justa** contempla instrumentos para detectar y brindar oportunidades de económicas y laborales para colectivos, sectores, empresas y territorios que puedan ser más damnificados por el proceso de descarbonización.

La ley climática completa otras iniciativas legislativas como son:

- la “**Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050**” (ELP 2050), que incrementa el objetivo de reducción de emisiones a 2030, pasando al 55 % para continuar con los compromisos desde Europa. Esta modificación al alza supone revisar y reformar toda la regulación de energía y clima existente, a través del paquete llamado "Fit-for-55" de la UE.
- **El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.**
- **Plan estratégico “España Circular 2030”**
- **Los Planes de Impulso al Medio Ambiente, conocidos como PIMAs**

En todo este desarrollo regulatorio, hay un claro endurecimiento vía penalizaciones, incremento de la presión fiscal por incumplimiento de los límites establecidos (en particular para el sector automovilístico en la normativa CAFE), y por último, con bonificaciones por el uso de renovable y eléctricos. **Este endurecimiento de esta marco regulatorio, deja claro la apuesta de la Comisión Europea por un desarrollo sostenible de la economía, con la ambición de ser neutro en carbono en el 2050.**

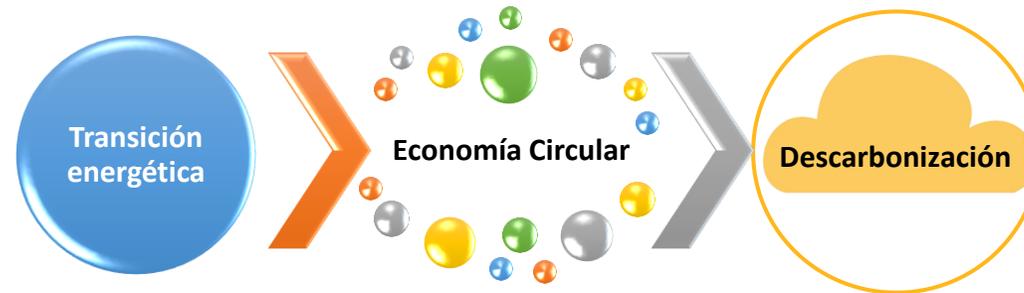
Todo ello ha creado un ‘momentum’ óptimo para acelerar ciertos procesos tanto en **descarbonización y transición energética como en economía circular**



ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

3. Taxonomía de la descarbonización. Conceptos clave



TRANSICION ENERGETICA

La transición energética es un paso necesario para descarbonizar la economía. Incluye tanto la generación de energía **como su consumo**.

Fundamentalmente se caracteriza por la transformación de nuestra manera de generar y consumir energía, que nos llevará en el año 2050 a alcanzar en Europa una economía neutra en emisiones, sustituyendo los combustibles fósiles por energías renovables.

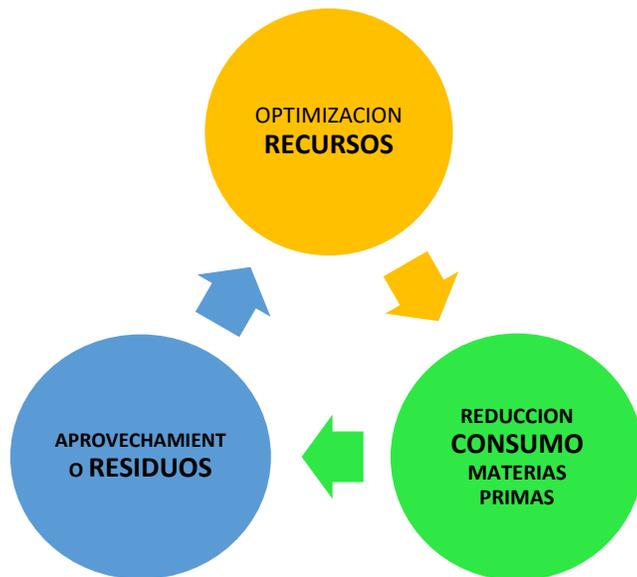
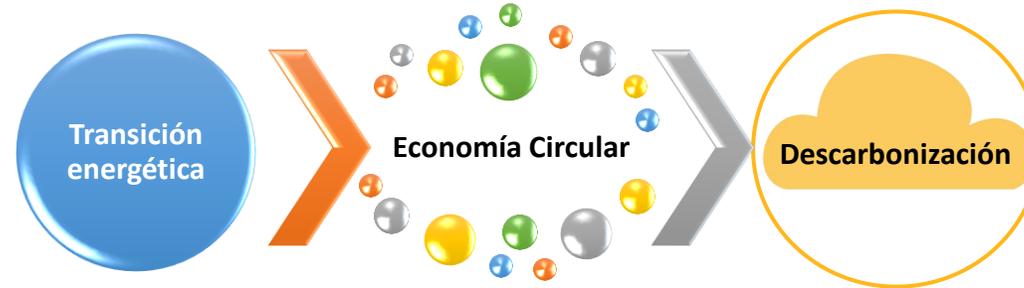
Esta transición, en el cual estamos inmersos, es un periodo de adaptación desde una economía dependiente de los combustibles fósiles a una sin huella de carbono. Como resultado, el sector energético experimentará una transformación tecnológica progresiva vinculada, especialmente, a la **penetración y despliegue de energías renovables**

En nuestro sector nos llevará a una transformación tecnológica progresiva tanto en equipamiento como en uso de combustibles alternativos y a la mejora en las buenas prácticas en nuestras actividades.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

2. Taxonomía de la descarbonización. Conceptos clave



ECONOMIA CIRCULAR

La Economía Circular es una alternativa a la economía lineal tradicional (fabricar, utilizar, desechar). La constante extracción de materia prima aumenta el consumo de energía y la emisión de CO₂, por lo que un uso más sostenible e inteligente de esta podría **reducir considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir la dependencia de los combustibles fósiles** mejorando las condiciones medioambientales.

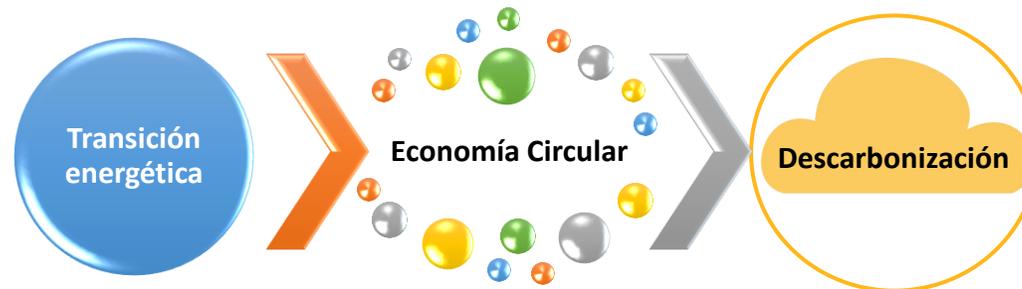
En el caso de los Parques de maquinaria, la economía circular implica a todos los eslabones del proceso productivo, incluido la subcontratación.

Ejemplos de actuaciones realizadas por el PM son el empleo de RAP, e integrarlos en las mezclas de MBC, o en el empleo en la fabricación de hormigones con la reducción de cemento mediante materiales cementantes sustitutivos en el programa MIMICRETE. Algunas de estas actuaciones llevan consigo un incremento del consumo de combustible para el calentamiento necesario pero en su conjunto se consigue una compensación por la **reducción de materias primas**.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

3. Taxonomía de la descarbonización. Conceptos clave



DESCARBONIZACION

La descarbonización, como concepto, es el proceso de reducción de emisiones de carbono, sobre todo de dióxido de carbono (CO₂), a la atmósfera. Su objetivo es lograr globalmente **la neutralidad climática** a través de la economía con bajas emisiones en carbono.

Para lograr la descarbonización es necesaria por un lado la **transición energética**, como un cambio estructural que elimine el carbono de la producción de energía mediante el despliegue de energías renovables, y por otro lado, la implantación de un uso racional y solidario de los recursos mediante una transición a un **modelo circular**.

La descarbonización eficiente es aquella que logra avanzar en la neutralidad en carbono con el menor coste posible, propiciando que cada uso final de la energía reduzca sus emisiones utilizando la alternativa más competitiva.

La electricidad es el vector energético que permite una mayor integración de renovables y, por ello, es la opción más eficaz para descarbonizar otros sectores económicos al menor coste. Además, es la única alternativa que mejora la eficiencia energética, el principio básico de la descarbonización.

Sin embargo, **hay ciertos usos finales de energía para los que la electrificación no es posible** o competitiva. En estos casos, la reducción de emisiones requiere el uso de combustibles descarbonizados, que se encuentran en un estado tecnológico inicial y cuyo coste aún es muy elevado.

Ejemplos de estos usos no electrificables, son el transporte marítimo, la aviación, el transporte pesado o la industria a alta temperatura.

En cierto modo el **sector de la industria de la maquinaria pesada o semi-pesada** puede enmarcarse también dentro de estos usos no electrificables, mientras que la **maquinaria ligera** si permite la penetración de la electrificación.

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

3. Taxonomía de la descarbonización. Plan Director PM Fco (DDP)

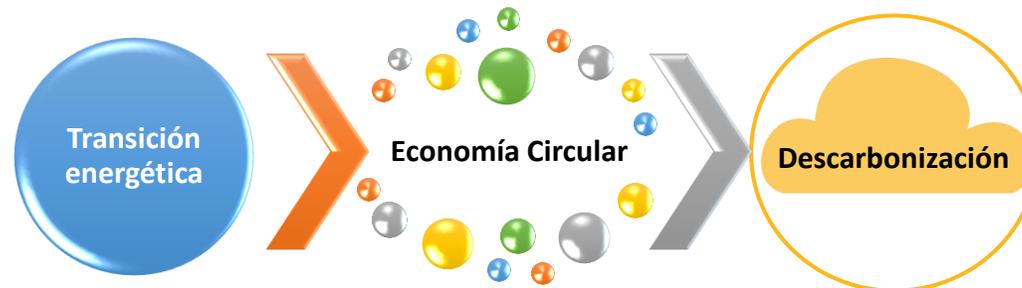


Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

4. Estrategias para reducción de carbono en la industria de la



MODERNIZACION DE LA INDUSTRIA DE LA MAQUINARIA

En este primer enfoque se pone el acento en el ahorro y eficiencia en la ecuación de la sostenibilidad, en línea con la **extensión de la vida de la maquinaria de combustión** completamente consciente que en el contexto de la maquinaria industrial la legislación actual a nivel de fabricante proporciona cobertura al **mantenimiento de piezas y servicio de 10 años**

Aunque la productividad es un enfoque clave a la hora de poner en funcionamiento un conjunto de máquinas para alcanzar un objetivo industrial, la consideración de su impacto en el medio ambiente es tan importante como su capacidad operativa.

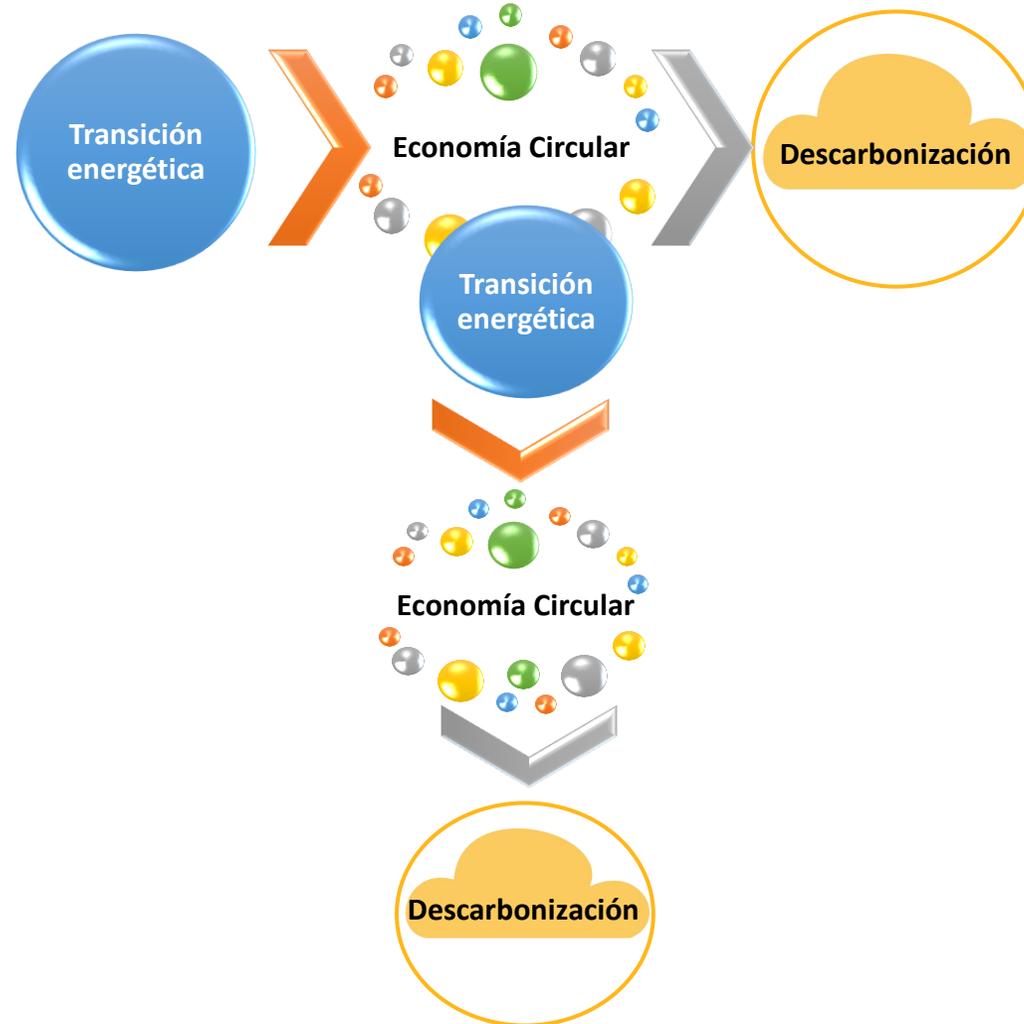
Por esta razón, la optimización del rendimiento de las máquinas, el uso responsable de los recursos en la fabricación de la maquinaria, la reducción del consumo energético durante su funcionamiento y el reciclaje de las piezas una vez finalizada la vida útil de la máquina resultan esenciales con vistas a la modernización de las máquinas de producción.

Con vistas a la modernización de las máquinas de producción, la industria de las maquinarias debe enfocarse en:

1. Utilización de materiales ligeros que permitan un uso rápido y con menos desgaste de las máquinas, lo que se traduce, además, en un aumento de la producción y vida útil, es decir mejora de rendimientos
2. Mejora en la combustión de la maquinaria de construcción a partir de la reducción del consumo de combustible.
3. Desarrollo de mejoras e innovaciones tecnológicas y digitales para la reducción de emisiones de carbono que reduzcan la incidencia negativa de la maquinaria en el medio ambiente.
4. Optimización de los procesos dentro del equipo que permitan una mejora de rendimientos y por consiguiente de consumo energético y emisiones.

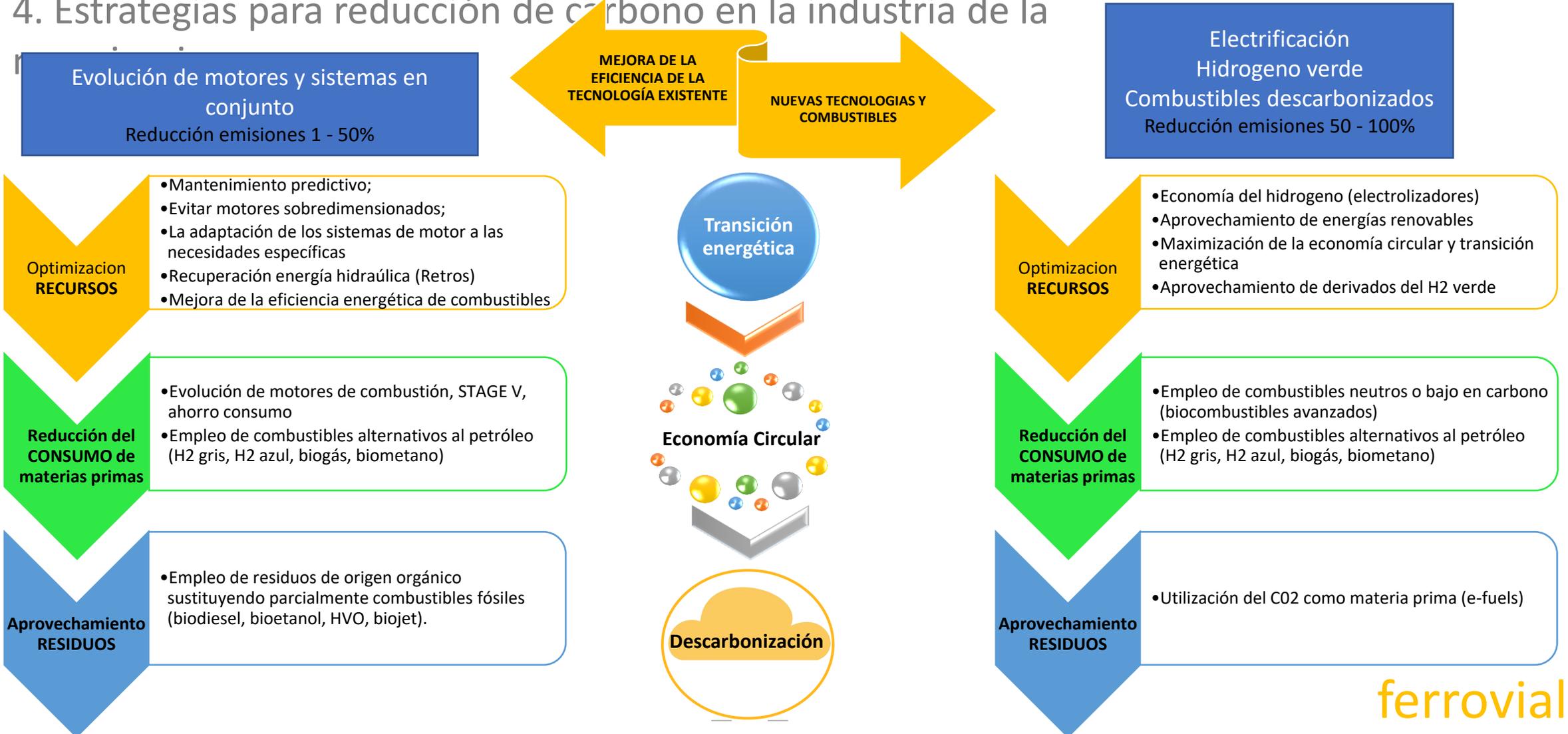
Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

4. Estrategias para reducción de carbono en la industria de la maquinaria



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

4. Estrategias para reducción de carbono en la industria de la



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia tecnología existente

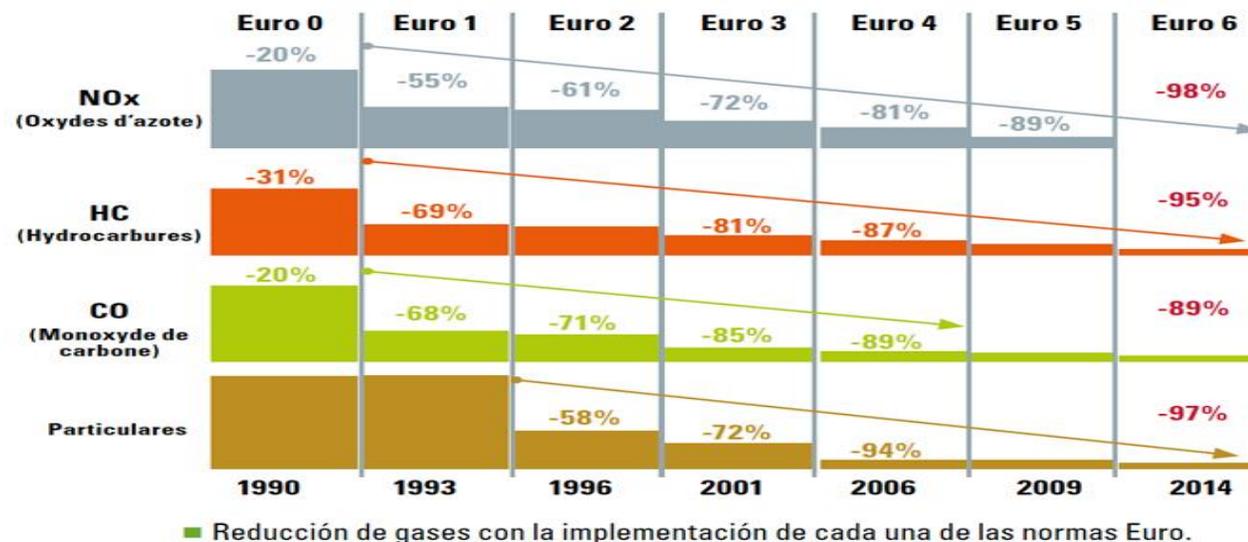
EVOLUCION DE MOTORES Y AHORRO DE EMISIONES

La evolución de los motores ha mejorado su eficiencia en términos de reducción de combustible y emisiones de CO₂, que viene dada no solo la mejora en el propio motor, si no también de los equipos y sistemas accionados, formando el sistema en su conjunto, con ventiladores, bombas y equipos de manipulación de materiales, aire comprimido o de procesamiento contribuyendo significativamente a la eficiencia de los equipos en su conjunto

La renovación de maquinaria de acuerdo al **Parque Estratégico de maquinaria** se beneficia de este ahorro de combustible y emisiones de CO₂ que puede llegar hasta el 35% respecto al grupo EURO I, mediante el empleo de maquinaria con **motores de ultima generación Stage V**. La sustitución de los equipos mas antiguos se presenta como un primer paso determinante para la reducción de emisiones por su relación impacto-precio.

Pero dependiendo de la eficiencia de base de los sistemas, se da el caso de la sustitución del motor existente por uno más eficiente con un aumento marginal de la eficiencia, entre un 1% y un 5%.

Además hay que considerar otros sistemas como pueden ser Control ralentí, de rpm, transmisión automática, sistemas de recuperación de la energía hidráulica (retros), transmisiones eléctricas, **optimizaciones sobre los que pueden suponer una mejora de la eficiencia del sistema de hasta un 20%**.



	Ahorro combustible de motor STAGE V
EURO I	35%
EURO II	30%
EURO III	20%
EURO IV	7%

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia tecnología existente. Caso

PM

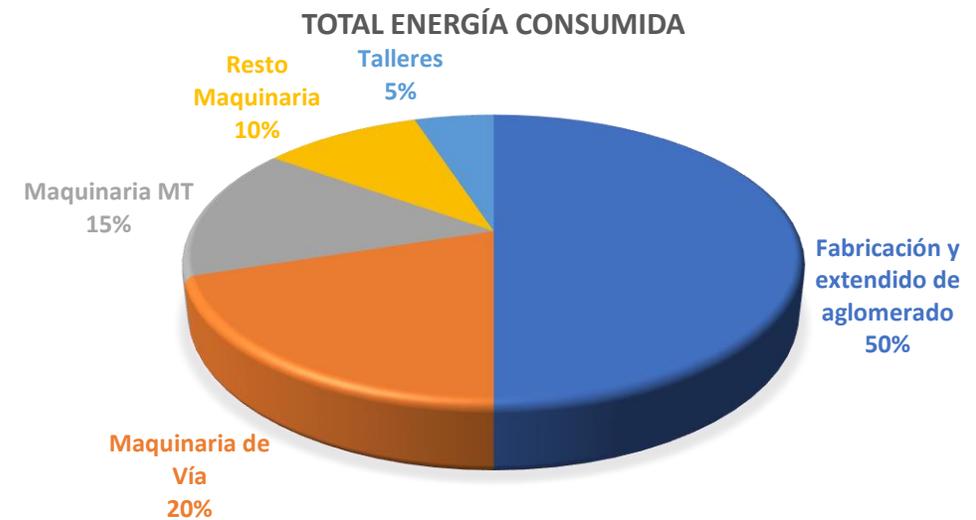
EMPLEO DE RECURSOS PROPIOS

(Maquinaria Pesada, Plantas e instalaciones, Centros de trabajo)

Tomando la media de los últimos años:

Total energía (kWh)	20MM
Fabricación y extendido de aglomerado	40-60%
Maquinaria de Vía	15-25%
Maquinaria MT	10-25%
Resto Maquinaria	5-10%
Talleres	5-10%

Estos datos varían al construir túneles con Tuneladoras.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia tecnología existente. Caso PM

En el caso de Ferrovial se opta por un modelo implementando distintas iniciativas

01

RENOVACION DE MAQUINARIA

Renovación maquinaria
Maquinaria de vía
Renovación maquinaria túneles, extendidos, tierras

TRANSICION A EQUIPOS ELECTRICOS? Y/O HIBRIDOS

- A. Eficiencia energética de la máquina.
- B. Electrificación de maquinaria.
- C. Motores hidrógeno.

02

EFICIENCIA EN PLANTAS DE ASFALTO

Manuales Buenas Prácticas
Reducción de la humedad de los áridos
Empleo de espumadores betún reducción temperatura
Inversión Quemadores ultima generación
Seguimiento RAP.

03

INNOVACIÓN

EQUIPOS IKONGREEN
Consiste en un sistema modular de suministro eléctrico y servicios integrales para distintos tipos de proyectos.
Low Carbon Concrete

04

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Con esta instalación planteada se obtiene un ahorro económico y se contribuye a la **reducción de emisiones de CO2** mediante el uso de energías renovables
Reforma edificios

05

EXPERIENCIAS EN BIOCOMBUSTIBLES

El HVO es una alternativa al gasóleo tradicional, fabricado principalmente a partir de desechos y residuos, como el aceite de cocina usado. Dado que este gasóleo procede de fuentes renovables y reduce los residuos, **se considera libre de carbono en un 90%**. También emite menos gases de escape directos, incluida una reducción de los óxidos de nitrógeno.

06

DIGITALIZACION DE PROCESOS PARA MEJORA EFICIENCIA

Proyecto EARTHWORKS FCO
Parque Digital

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia. Innovación. Caso PM

Recursos Operativos

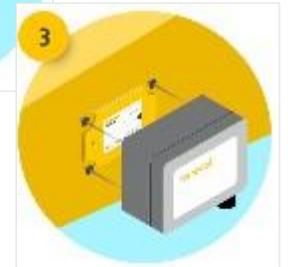
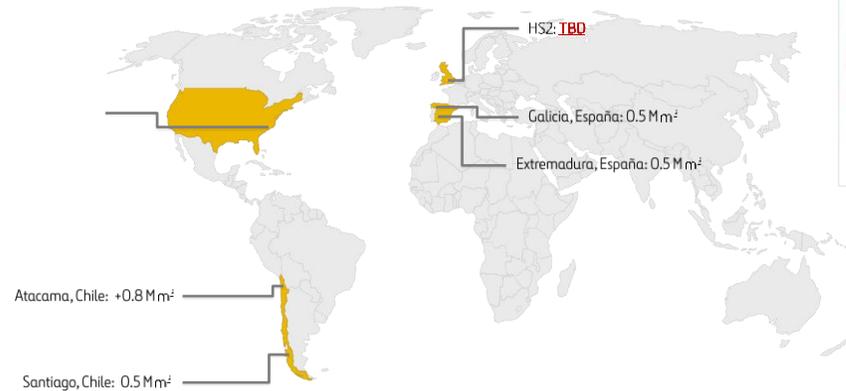
Parque de Maquinaria

GESTION DIGITAL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

FERROVIAL EARTHWORKS SYSTEM

Avance en la adopción de tecnologías logísticas avanzadas para mejorar la eficiencia de los trayectos de los camiones de movimiento de tierras, es decir, de forma que estén optimizados, sin paradas y just in time.

El Parque de Maquinaria ha impulsado su implementación en mas de 10 proyectos en América y Europa.



AMPLIACION EXPERIENCIA PILOTO
MBC
MONOTORIZACION DE TMB

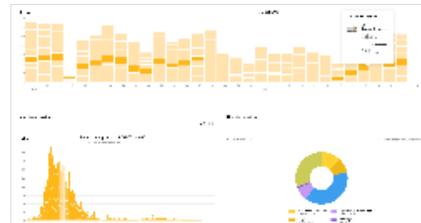
FACIL DE USAR (‘Plug & Play’)

- Se puede intercambiar entre maquinas
- Para flotas propias o subcontratadas
- Independiente del fabricante



OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION

- Numero y duración de los ciclos.
- Ciclo: Carga, descarga y tiempos espera.
- Estimación de producción y volúmenes.



IDENTIFICACION DE INCIDENCIAS (Medio-ambientales, H&S)

- Limitación de velocidad en tramos.
- Vertidos incontrolados.
- Control de rutas y zonas.



COMPLETA DIGITALIZACION

- Sin supervisión humana
- Sin albaranes



ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

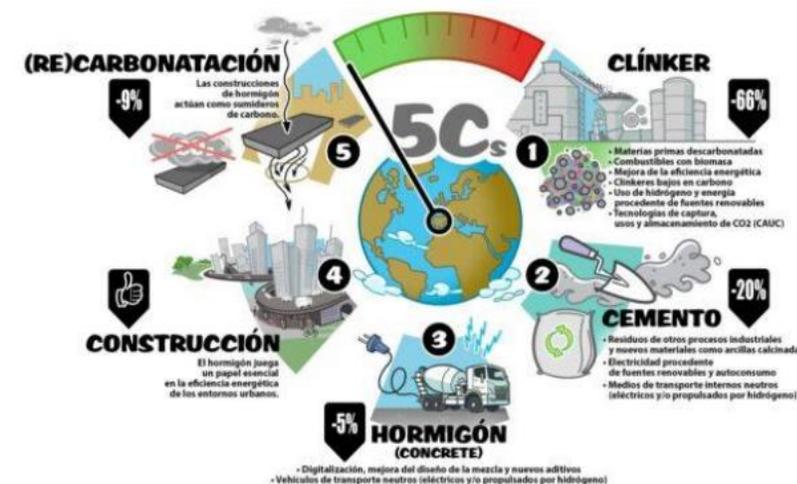
5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia. Hormigón. Caso PM

HORMIGON PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO

A nivel sectorial, organizaciones en España como la GCCA, que es una asociación internacional formada por los principales fabricantes de cemento y de hormigón, ha fijado un objetivo de reducción de la huella de carbono en un 40% para 2030 y neutralidad para 2050.

Para alcanzar este compromiso, se enumeran algunas de las acciones que el Parque de Maquinaria introduce para avanzar en su cumplimiento:

- Empleo de cementos con menor huella de carbono.
- Empleo de materias primas con menor distancia de transporte.
- Optimización de dosificaciones, empleando los contenidos de cemento estrictamente necesarios para garantizar las prestaciones demandadas y conformes con la reglamentación.
- Digitalización de la construcción en general y de la industria del hormigón en particular, lo que permitirá optimizar el diseño de estructuras, su ejecución, y los suministros de hormigón preparado.
- Renovación de flotas con reducción de consumos de combustibles fósiles e incluso con el empleo de otras energías no emisoras de gases de efecto invernadero.
- Reutilización y reciclado de materias primas.
- Participación en proyectos de digitalización y experiencias piloto con externos.
- Impulso de los cambios legislativos que faciliten y promuevan el empleo de hormigón con menor huella de carbono, mediante la participación en diferentes organismos.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

5. Descarbonización. Mejora de la eficiencia. Buenas prácticas. Caso PM

OTRAS MEDIDAS PARA MEJOR LA EFICIENCIA

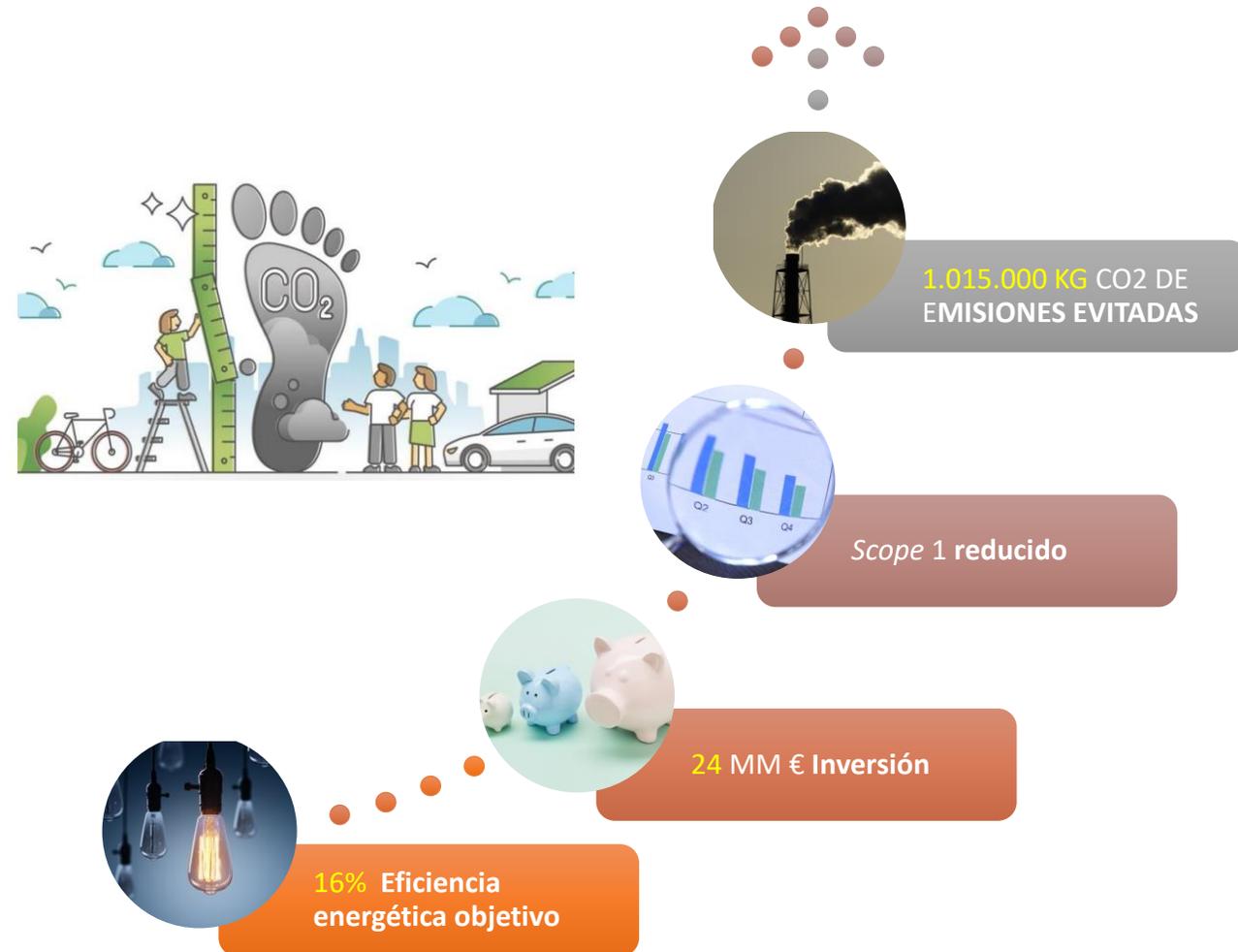
Por ultimo si se mira más allá del motor y del sistema motorizado en su conjunto, se puede reducir el consumo energético de los equipos **particularizado e identificando las mejores prácticas a su uso final en la fase de construcción.**

Ejemplos de estas medidas de optimización son el mantenimiento predictivo, la evitación de motores sobredimensionados, la adaptación de los sistemas de motor a las necesidades específicas, etc.

Adicionalmente, una conducción y manejo eficiente de la maquinaria puede **ahorrar en torno al 5% de combustible.** Los sistemas de registro de régimen de motor en las maquinas modernas ayudan a este fin. En máquinas antiguas puede mejorarse con un operador experimentado que hace de monitor.

El mantenimiento de maquinaria, es necesario limpiar los filtros de aire, al menos 1 vez a la semana. La presión de los neumáticos debe ser la adecuada y hacer comprobaciones y puestas a punto 2 veces a la semana. La no observancia de estos puntos puede incrementar el **consumo de combustible en más de un 7%.**

Mantenimiento de caminos y accesos, debidamente compactados y sin baches y, a fin de reducir la resistencia a la rodadura



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

6. Descarbonización. Nuevas Tecnologías y combustibles

**TECNOLOGÍAS NEUTRAS EN CARBONO:
COMPETIDORES o COMPLEMENTARIOS**

La transición energética hacia una economía neutra en carbono a 2050 requerirá esfuerzos importantes en sector de la maquinaria productiva, así como el uso de todas las tecnologías disponibles que sean libres de emisiones o neutras en carbono.



Electrificación directa con electricidad 100 % renovable: la generación de electricidad a partir del viento o el sol permite descarbonizar el sector eléctrico

Electrificación indirecta o **hidrógeno verde** de origen 100 % renovable (H2 verde)

Combustibles descarbonizados: constituyen alternativas neutras en carbono a través de procesos libres de emisiones y pueden ser utilizados en usos finales muy diversos.

ELECTRIFICACION DIRECTA



HIDROGENO VERDE



Combustibles descarbonizados



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

7. Nuevas Tecnologías y combustibles. Electrificación directa.

COMPETITIVIDAD DE LA ELECTRICIDAD

A partir de ahí, los grandes desafíos pendientes de la maquinaria pasa por lograr desde criterios ecológicos, la compatibilidad completa de equipo en todo su ciclo de vida o lo que sería lo mismo partir de las emisiones cero de CO2 y llegar hasta las emisiones neutras de CO2, teniendo en cuenta la suma de materias primas, componentes, montaje, producción de la energía que se utilizara en su uso y el reciclaje al final de su ciclo de vida.

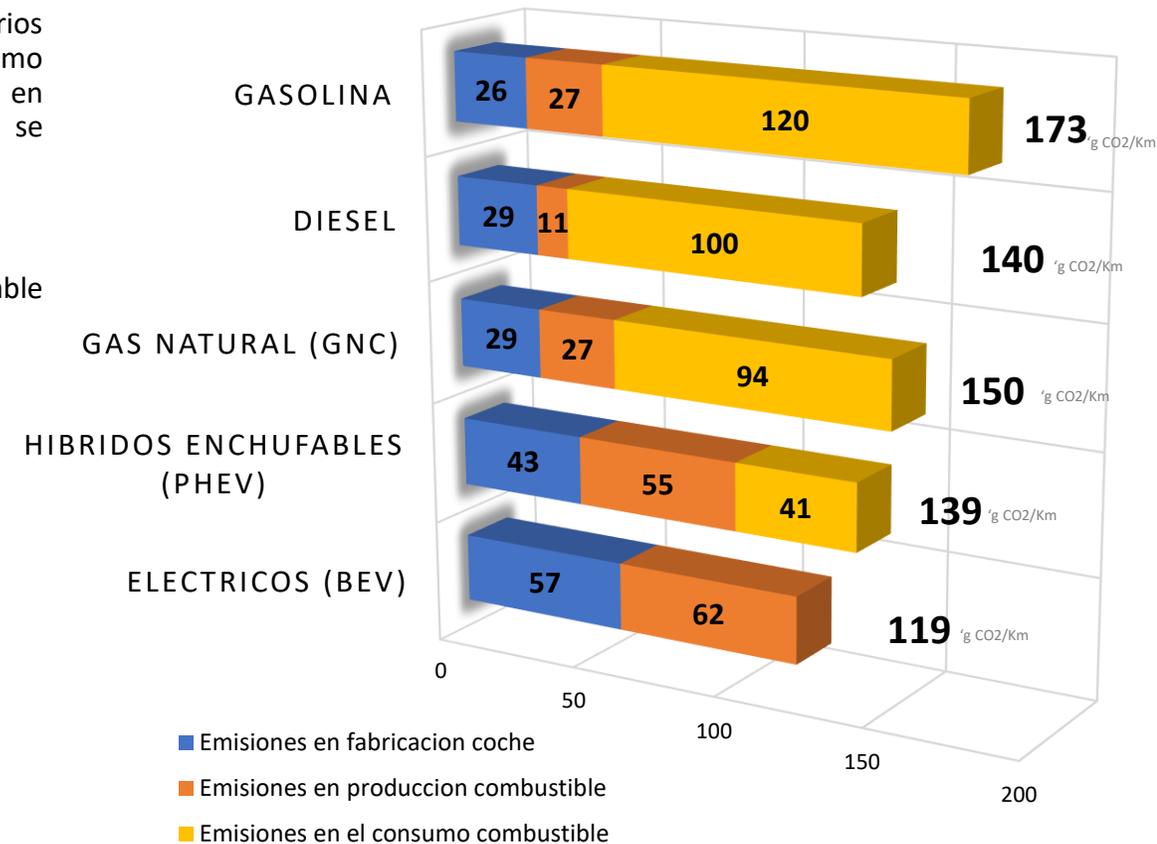
¿Es la electricidad un combustible medioambientalmente competitivo?

La respuesta es sí. Con el mix de generación eléctrico actual, en el que la generación renovable representa un 44% de la generación total.



Emisiones durante el ciclo de vida completo del equipo o maquinaria

EMISIONES (GR CO2/KM) A LO LARGO DEL CICLO COMPLETO DE UN VEHICULO TIPO



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

7. Nuevas Tecnologías y combustibles. Electrificación directa. Infraestructuras



Infraestructuras en la electrificación de los equipos



ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

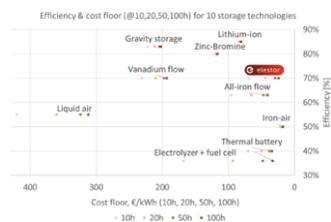
Parque de Maquinaria

7. Nuevas Tecnologías y combustibles. Estrategia PM. Electrificación directa

LOS GRANDES DESAFIOS

Las principales barreras de la hoja de ruta de la electrificación son ganar mayor autonomía en las baterías y la reducción de costes. Se estima que las baterías de ion litio 2.0 tendrán todavía un margen de mejora de su autonomía de hasta el 60% con una considerable reducción de costes y de huella ecológica en el uso de las materias primas de sus componentes.

El Parque de Maquinaria de FCo ha participado en un proyecto de implementación de baterías Aluminio-Ion que pretende contribuir con una mejora sustancial de rendimiento.



Litio-ion

2nd Life BESS

Plomo-ácido

Níquel-Cadmio

Aluminio-ion

ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO ELECTRICO



Energía específica (Wh/kg)	90-200	90-200	25-40	20-40	30-80
Ciclos	4.000	4.000	1.800	1.000	6.000 (10.000)
Profundidad de descarga, DOD (%)	80%	85%	60%	100%	100%
Roundtrip Efficiency (%)	95%	95%	70%	65%	95%
CAPEX (€/kWh)	300	450-550	150	400	100 (600)
Coste (€/kWh.ciclo)	0,08	0,13	0,15	0,54	0,02
TRL	9	8	9	9	5
Lifetime	5-8 años	5-8 años	3-6 años	3-6 años	20 (4 años)
Temperatura de operación recomendada	5-30°C	10-30°C	20-25°C	10-30°C	0-45°C

ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

7. Nuevas Tecnologías y combustibles. Electrificación directa.

VENTAJAS

- Comparativamente con otras fuentes de energía que están limitados, las **energías renovables eléctricas** ya son competitivas, se espera que continúen reduciendo su coste, previsiblemente un 40 % adicional a 2030 y su uso masivo supone un incremento de eficiencia respecto a otras alternativas.
- A corto y medio plazo, la electricidad basada en energías renovables va a continuar **siendo la alternativa más realista para descarbonizar la economía** de forma masiva. Podría permitir una descarbonización teórica del 92 % de la demanda final de energía en Europa



INCONVENIENTES

- **Falta de datos basados en experiencias reales** de los rendimientos a obtener por la maquinaria
- **Inversión intensa en la red** para adaptarla a la potencial demanda futura
- **Los tiempos necesarios para la recarga de las baterías son muy extensos.** Los sistemas de carga rápida fuerzan y sobrecargan las baterías reduciendo su vida útil y por tanto haciéndolas menos competitivas
- Mal comportamiento de las baterías en entornos o ambientes con calor, que cuando es superior a 35 °C se comienzan a deteriorar, y por encima de 40 °C la degradación se acelera.
- **Dependencia de las materias primas costosas y limitadas en su producción.** Ejemplos son el litio y cobalto
- **En maquinaria > 30t dificultades de implantación.**

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

8. Nuevas Tecnologías y combustibles. Hidrógeno Verde.

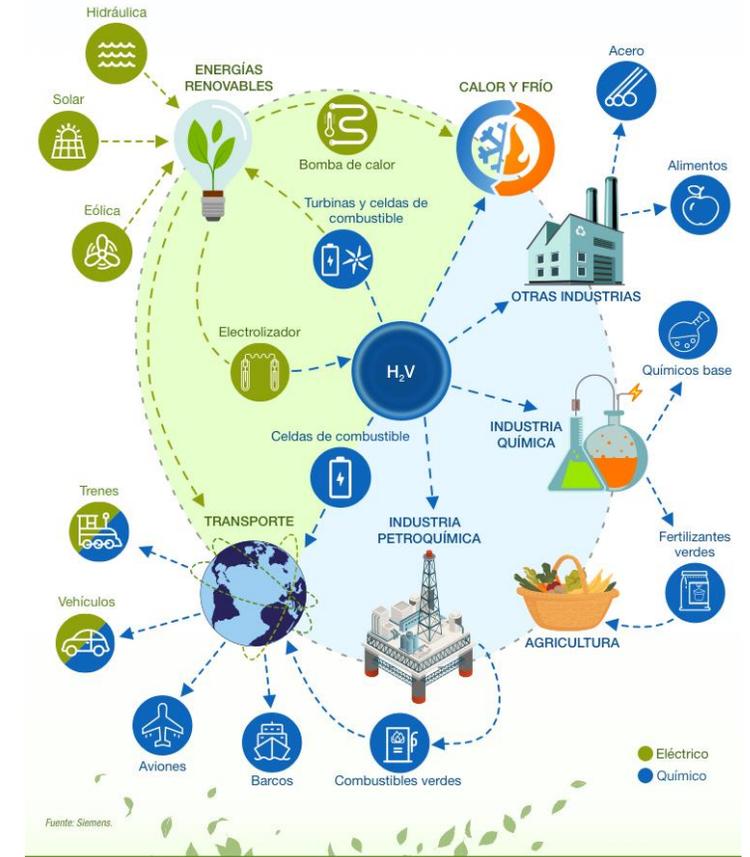
HIDROGENO VERDE

Esta tecnología se basa en la generación de hidrógeno a través de un proceso químico conocido como electrólisis. Este método utiliza la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno que hay en el agua, por lo que, si esa electricidad se obtiene de fuentes renovables, produciremos energía sin emitir CO2 a atmósfera.

El **electrolizador** es la **pieza clave en el proceso de electrólisis** que permite descomponer moléculas de agua usando electricidad para la obtención de H₂. La dificultad reside en que si la energía necesaria proviene de combustibles fósiles se generarían emisiones. En cambio, la producción del conocido como **hidrógeno verde** se basa en el uso de energías renovables para alimentar el proceso de electrólisis, idealmente cuando se utiliza el excedente de renovable existente en la red procedente principalmente de la generación eólica, solar o hidráulica.



Aplicaciones del Hidrogeno Verde



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

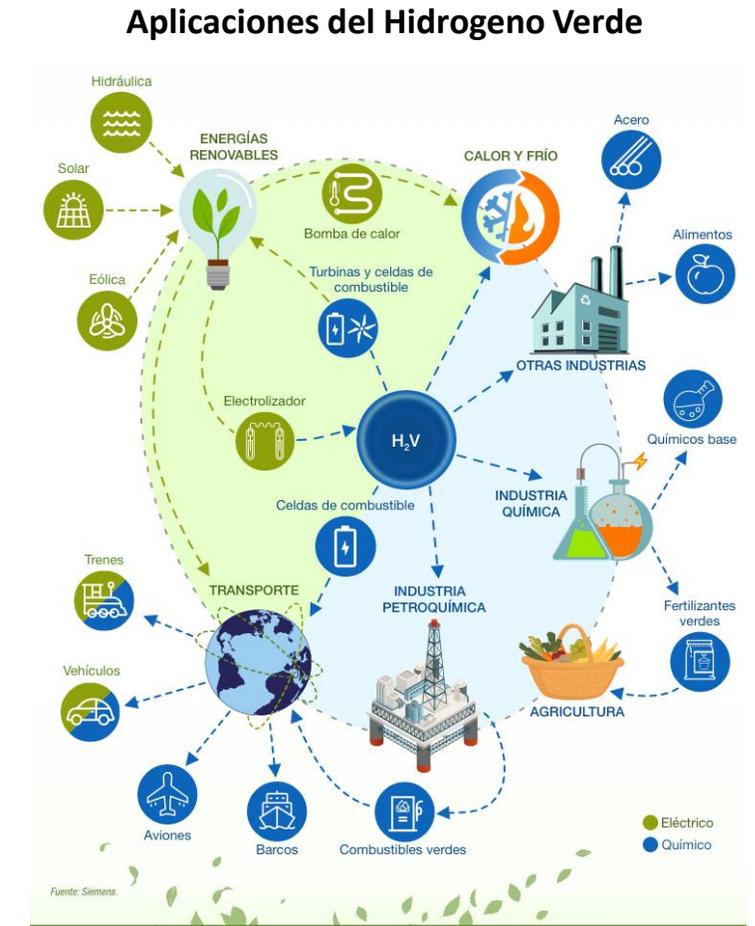
8. Nuevas Tecnologías y combustibles. Hidrógeno Verde.

HIDROGENO VERDE

Para producir H₂ verde por hidrólisis se pierde entre un 25% y un 50% de la energía que luego nos dará su combustión. Permite aprovechar los excedentes de la producción renovable para su producción a partir del agua

Mientras que el empleo del hidrogeno presenta muchos inconvenientes que lo hacen poco versátil, tiene una enorme potencialidad en términos de disponibilidad y aplicación en **usos muy concretos y bien planificados** como puede ser en el campo de la maquinaria pesada o semi pesada.

Ejemplos tenemos en la **multinacional Cummins** que ha iniciado la construcción de una gigafactoría de electrolizadores en Guadalajara, con capacidad para producir 500 MW por año.



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

8. Nuevas Tecnologías y combustibles. Hidrógeno Verde.

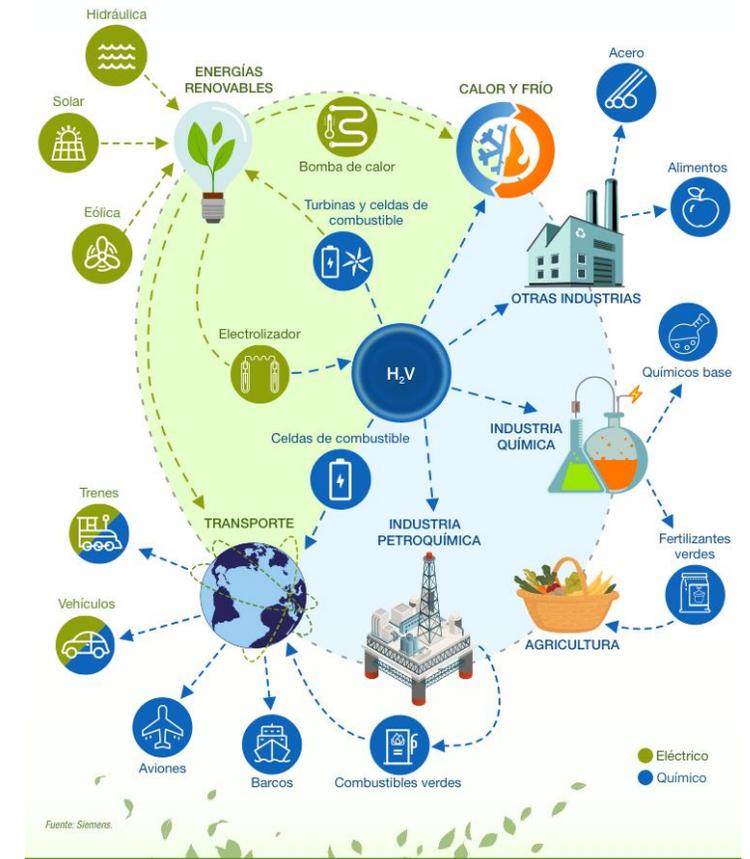
HIDROGENO VERDE

A temperatura y presión ambiente el H₂ es un gas. Para almacenar en un depósito una cantidad aceptable, se requiere una **presión considerable**. Pero la molécula de H₂ es la más pequeña que existe, lo que lo hace muy fugaz. Es usual pérdidas del 2% incluso en depósitos de pared gruesa y con buenos cierres, que por consiguiente lo hace **más pesado**.

El sistema motor suele ser híbrido, compuesto de una célula de combustible H₂ y una batería de cierta capacidad, ya que los motores de explosión tienen un rendimiento bajo, de solo el 20% de la energía del combustible. Por tanto, el H₂ se quema para producir electricidad, y que sea esa electricidad la que se use para mover el vehículo/ máquina, con mejor eficiencia.



Aplicaciones del Hidrogeno Verde



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

8. Nuevas Tecnologías y combustibles. Hidrógeno Verde.

VENTAJAS

- **El agua como elemento clave** de la *economía del hidrogeno*, es una idea muy atractiva para la transición energética. Es una fuente de energía es muy abundante, económica para la obtención de H2 como combustible empleando una tecnología existente que utiliza energía procedente de las renovables.
- **El contenido energético por Kg de H2 es muy elevado**, es un combustible energéticamente denso y por tanto, aplicable en máquinas con elevada autonomía desconectadas de la red



INCONVENIENTES

- **El H2 verde no es una fuente de energía en sí misma**, no existen yacimientos para extraerlo, precisa generarse con un coste energético, que según el 2º principio de la termodinámica, será siempre mayor que la energía que se pueda aprovechar después de su combustión.
- **Para producir H2 verde por hidrólisis se pierde entre un 25% y un 50%** de la energía que luego nos dará su combustión. El rendimiento "Well to Wheel" (del pozo a la rueda) del H2 es muy bajo. Se estima que se aprovecha solo el 25% de toda la energía inicialmente usada en una maquina con pila de H2, frente al 85% de uno eléctrico. Aun así, el hidrógeno es útil porque proporciona un vector energético como sistema para almacenar energía hasta su uso, de manera que permite aprovechar los excedentes de la producción renovable para su producción a partir del
- El principal **problema del almacenamiento se debe a que al tratarse un gas altamente inflamable y un material fugaz**, necesita deposito de pared densa, que generalmente requieren materiales raros y escasos, como el platino.
- Al peso de la célula de combustible **se añade la batería de la parte eléctrica**, contrarrestando las ventajas en peso y volumen respecto a otros sistemas.
- Otro problema adicional es que el H2 es capaz de formar hidruros que corroen el acero convencional, **requiere de una contención y manipulación especial**, mas intensa y costosa. No permite la reutilización de depósitos y conductos usados.

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

9. Nuevas Tecnologías y combustibles. Combustibles descarbonizados

Combustibles descarbonizados

Los combustibles descarbonizados constituyen una herramienta clave para lograr el objetivo neutralidad climática en 2050 ya que son ya un solución real y disponible en el mercado para sustituir progresivamente los hidrocarburos por otras materia primas de baja huella de carbono, como carburantes para el motor de combustión.

Principalmente, el H₂, el CO₂, los residuos urbanos (aceites de cocina usados), agrarios y forestales (aceites vegetales) y agroalimentarios (grasas animales) son las materias primas utilizadas para producir ecocombustibles.

¿QUE TIPOS DE Combustibles descarbonizados HAY?

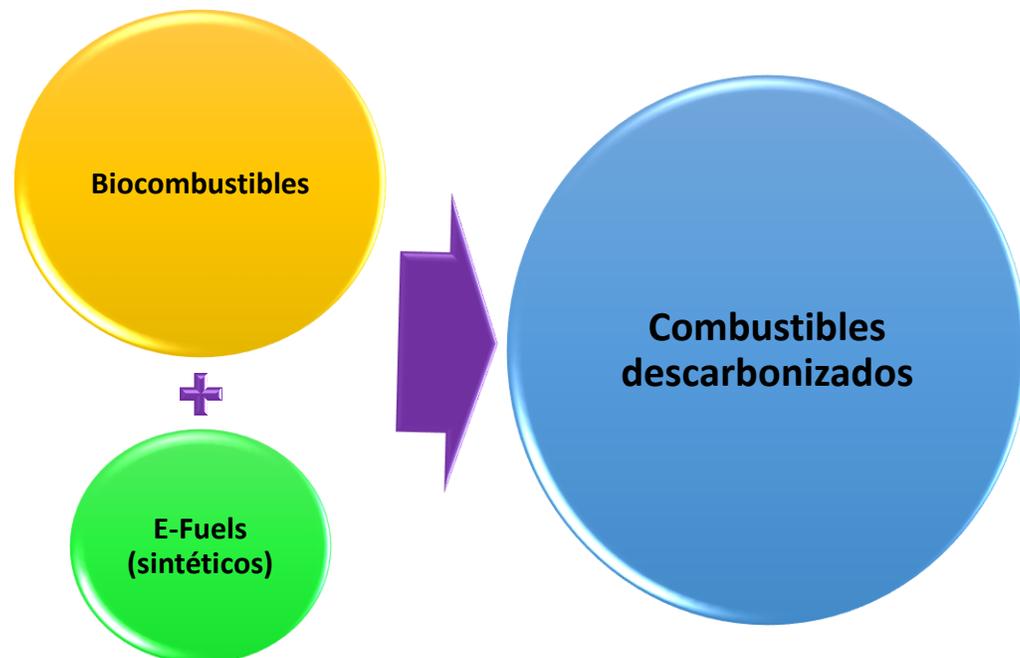
Combustibles de origen fósil: H₂ azul

Combustibles origen orgánico bajo en carbono: Biogás, biometano, biodiésel y bioetanol

Biocombustibles avanzados, contruidos a partir de residuos

Biocombustibles sostenibles, producidos a partir de biomasa

Combustibles sintéticos o e-fuels



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

9. Nuevas Tecnologías y combustibles. Combustibles descarbonizados

Combustibles descarbonizados

Los combustibles descarbonizados constituyen una herramienta clave para lograr el objetivo neutralidad climática en 2050 ya que son ya un solución real y disponible en el mercado para sustituir progresivamente los hidrocarburos por otras materia primas de baja huella de carbono, como carburantes para el motor de combustión.

Principalmente, el H2, el CO2, los residuos urbanos (aceites de cocina usados), agrarios y forestales (aceites vegetales) y agroalimentarios (grasas animales) son las materias primas utilizadas para producir ecocombustibles.

¿QUE TIPOS DE Combustibles descarbonizados HAY?

Combustibles de origen fósil: H2 azul

Combustibles origen orgánico bajo en carbono: Biogás, biometano, biodiésel y bioetanol

Biocombustibles avanzados, contruidos a partir de residuos

Biocombustibles sostenibles, producidos a partir de biomasa

Combustibles sintéticos o e-fuels



ORIGEN FÓSIL	H2 gris		Gas NO descarbonizado
	H2 azul		
ORIGEN ORGÁNICO	Biogás		Gas descarbonizado
	Biometano		Líquido NO descarbonizado
	Biodiésel y bioetanol		
	Biocombustibles avanzados		Líquido descarbonizado
ORIGEN ELÉCTRICO 100 % RENOVABLE	H2 verde		Gas descarbonizado
	Derivados H2 verde	Metano sintético	Gas descarbonizado
		Queroseno, gasolina, diésel sintético	Líquidos descarbonizados



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

9. Nuevas Tecnologías y combustibles. Combustibles descarbonizados

¿QUE TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLES HAY?

Biocombustibles avanzados, construidos a partir de residuos

Son aquellos producidos a partir de residuos de origen biológico procedentes de la industria **agroalimentaria**, **la agricultura**, **los aprovechamientos forestales** o **la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos** y que emplean estos residuos como materia prima para la fabricación de los combustibles finales. El carbono y el hidrógeno están presentes de manera natural en estos materiales, que se refinan para obtener carburantes.

Biocombustibles sostenibles

Son los combustibles líquidos producidos a partir de biomasa, que cumplen los estrictos criterios de sostenibilidad de la regulación europea.

Actualmente su uso principal es sustituir una fracción de los carburantes empleados, lo que conlleva una reducción de emisiones de dióxido de carbono superior en todos los casos al 65% respecto a los combustibles tradicionales y que puede llegar a superar el 100%, alcanzando una huella de carbono negativa.

Entre ellos, cabe mencionar el **hidrobiodiésel (HVO)** y el **biojet**.

Otros combustibles bajos en carbono: Otras materias primas de origen orgánico como el **biogas** y el **biometano** que tienen una posible utilización como combustibles de uso local cerca del lugar de producción ya que su transporte es muy costoso. Su potencial está condicionado por la disponibilidad de materia prima



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

9. Combustibles descarbonizados. Estrategia PM. COMBUSTIBLES BAJOS EN CARBONO UTILIZADOS POR EL PARQUE DE MAQUINARIA y FERROVIAL

El Parque de maquinaria ha tenido experiencias con los fuel-oils en proyectos donde ha empleado plantas de asfalto.

Ferrovial ha desarrollado programas piloto de utilización HVO o hidrobiodiesel en proyectos en UK (Heathrow y NWL), con la finalidad de su escalado como combustible de uso corporativo.

El aceite vegetal hidrotreatado (Hydrotreated Vegetable Oil en inglés, de donde se obtienen las siglas HVO, es el diésel renovable cuya materia prima es el aceite de cocina usado y que se obtiene mediante un tratamiento con hidrógeno como catalizador. El resultado de esto es un biocombustible de origen renovable que puede contaminar hasta un 90% menos que el diésel fósil tradicional: menos gases de efecto invernadero y partículas.



OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROGRAMA PARA UTILIZACION DE HVO EN FERROVIAL

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la viabilidad del uso de biocombustibles para su uso en maquinaria de obra.

Se busca realizar un análisis de problemas, costes y beneficios medioambientales.

En Madrid-Berrocales, se va a realizar un primer piloto donde se realizará un testeo del uso de HVO en un grupo electrógeno emplazado en una obra sustituyendo parcial o totalmente combustibles tradicionales.

Se han realizado dos desarrollos en Heathrow Q6 y Norwich Western Link



ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

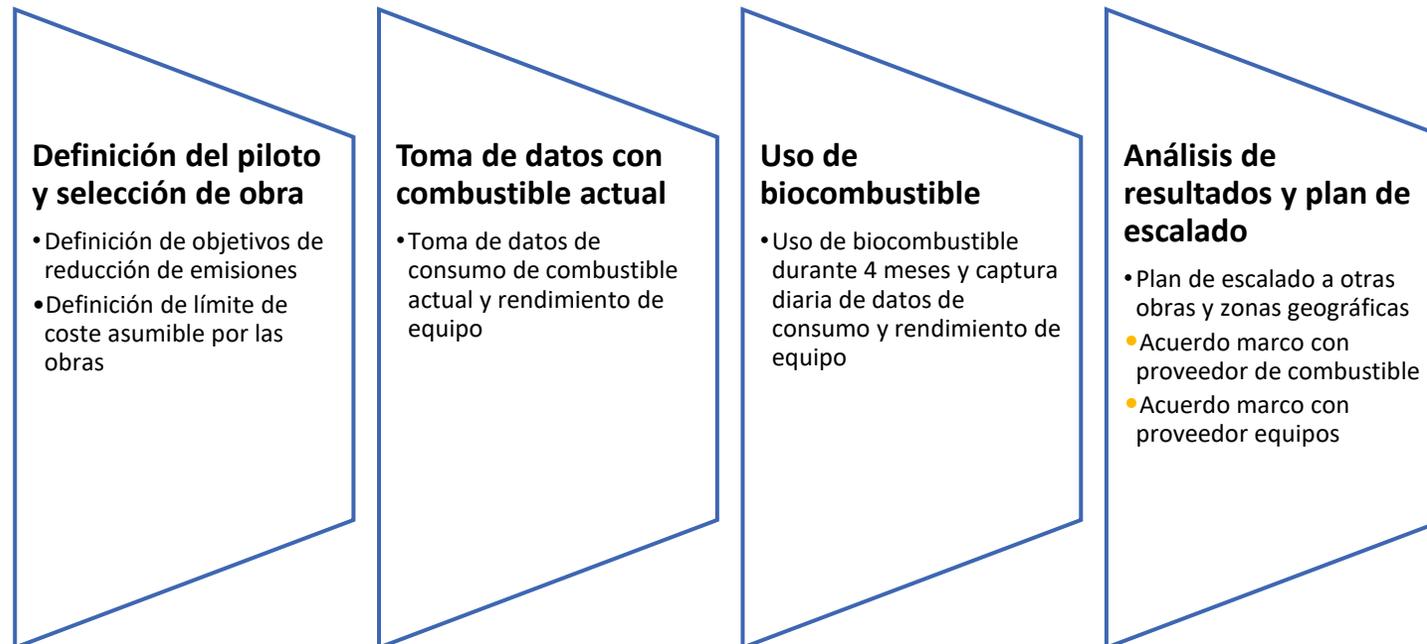
9. Combustibles descarbonizados. Estrategia PM. OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROGRAMA PARA UTILIZACION DE HVO EN FERROVIAL

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la viabilidad del uso de biocombustibles para su uso en maquinaria de obra.

Se busca realizar un análisis de problemas, costes y beneficios medioambientales.

En este primer piloto vamos a realizar un testeo del uso de biocombustibles en un grupo electrógeno emplazado en una obra sustituyendo parcial o totalmente combustibles tradicionales.

En UK, ya se han realizado dos desarrollos en Heathrow Q6 y Norwich Western Link



ferrovial

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

9. Combustibles descarbonizados. Estrategia PM.

OBJETIVO Y ALCANCE DEL PROGRAMA PARA UTILIZACIÓN DE HVO EN FERROVIAL

1. HVO vs Diesel CO₂e reduction assessment

Scenario 1 100% White Diesel	Scenario 2 HVO target plant items with >5% of total consumption	Scenario 3 HVO in plant items with evidence of use	Scenario 4 100% HVO
---------------------------------	--	---	------------------------

Volume of fuel (litres)	TOTAL	2,799,127	2,799,127	2,799,127	2,799,127
	HVO	0	1,787,327	1,999,327	2,799,127
	Diesel	2,799,127	1,011,800	799,800	0

Total tonnes of CO ₂ e	HVO	0	64	71	100
	Diesel	7,558	2,732	2,159	0
	TOTAL	7,558	2,795	2,231	100

Reduction in CO ₂ e (%)	0%	63%	70%	99%
------------------------------------	----	-----	-----	-----

Conversion factors [Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022 - GOV.UK \(www.gov.uk\)](https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022)

Total kg CO ₂ e per litre	Diesel (100% mineral)	2.7000
	HVO	0.0356

Programme (tender)	2 years
--------------------	---------



ferrovial

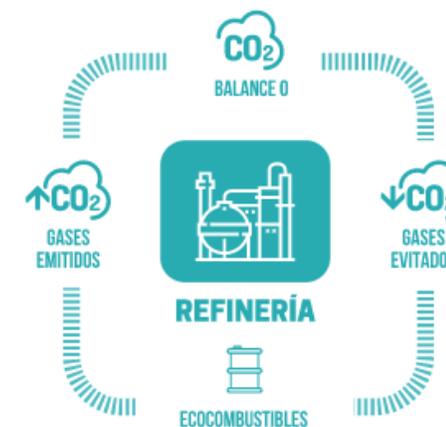
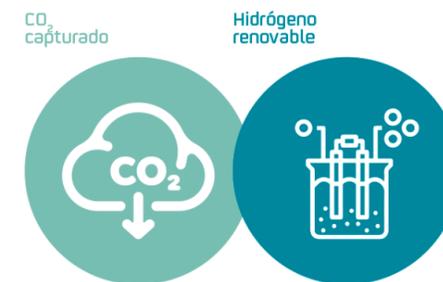
Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

9. Nuevas Tecnologías y combustibles. Combustibles descarbonizados

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS (E-FUELS)

Se fabrican únicamente a partir de CO₂ retirado de la atmósfera y/o un proceso industrial, e hidrógeno renovable u obtenido a partir del agua por un proceso de electrolisis, procedente de energía eléctrica libre de emisiones. Ambas materias primas, se combinan liberando el CO₂ que se ha capturado anteriormente para su producción, con lo que son combustibles cero emisiones netas.

Para el año 2035 se estima que la reducción de huella CO₂ en el transporte obtenida por el uso de estos combustibles en los coches con motores de combustión europeos equivaldrá al de 50 millones de vehículos eléctricos. ¡El doble del actual parque automovilístico español!



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

9. Nuevas Tecnologías y combustibles. Combustibles descarbonizados

VENTAJAS

La **primera** y más obvia la hemos mencionado ya: siendo más **limpia**, es una alternativa al combustible tradicional, lo que haría que los equipos puedan cumplir con las regulaciones de emisiones más estrictas.

La **segunda** es el hecho de que son **compatibles** con cualquier tipo de motor de combustión y, de hecho, la pueden usar incluso las maquinas antiguas porque no es necesario aplicar ningún sistema específico para que funcione

Y la **tercera** es el hecho de que gracias a ella podremos extender la vida del **motor de combustión** (al menos a priori) en un futuro a medio plazo, con el consiguiente ahorro.



REDUCIR
CONSUMO
PETRÓLEO



MANTENER
EMPLEOS
DEL SECTOR



CONTRIBUIR
ECONOMIA
CIRCULAR



OPORTUNIDADES
PARA LA ESPAÑA
VACIADA



DESCARBONIZAR
LA MOVILIDAD

INCONVENIENTES

El ritmo de producción de estos nuevos combustibles, limitado por la UE en algún caso.

La **red de fabricación, distribución y transporte** que hay que generar para este tipo de nuevos productos y que obviamente sean competitivos a nivel de costes.

Elevados costes de fabricación.

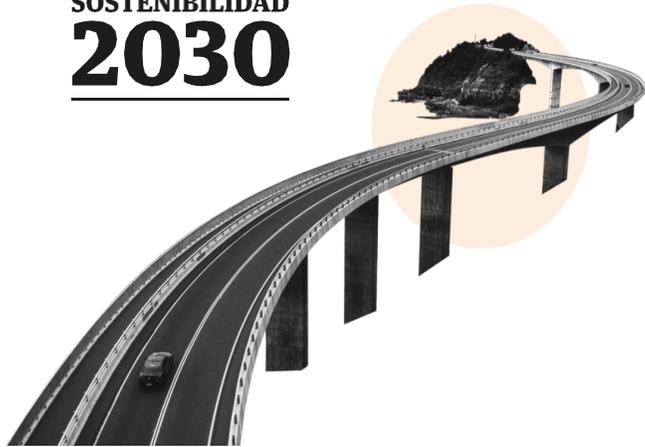
Solventar **algunos proble**



Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

10. CONCLUSIONES. Estrategia corporativa Ferrovial 2030

ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD 2030



[Estrategia de Sostenibilidad 2030- Ferrovial](#)



AGENDA 2030
Alineados con los ODS

Criterios ESG
Promover la descarbonización

HORIZON 24
Infraestructuras innovadoras y eficientes

VISION
"For a world on the move". Infraestructuras eficientes y sostenibles

Maquinaria. Exigencias medioambientales y alternativas energéticas

Recursos Operativos

Parque de Maquinaria

10. CONCLUSIONES. Estrategia corporativa Ferroviaria 2030

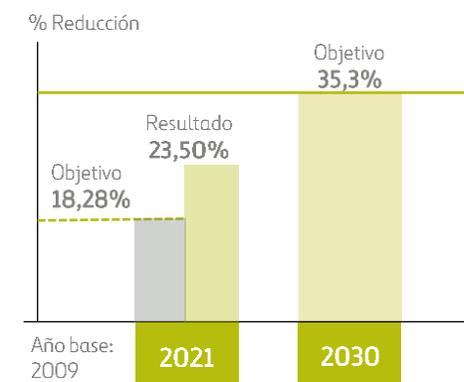
OBJETIVOS CLIMATICOS

ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD 2030

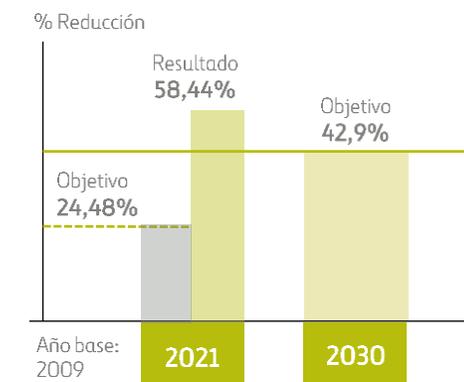


1. Objetivos de reducción de emisiones validados por Science Based Targets Initiative

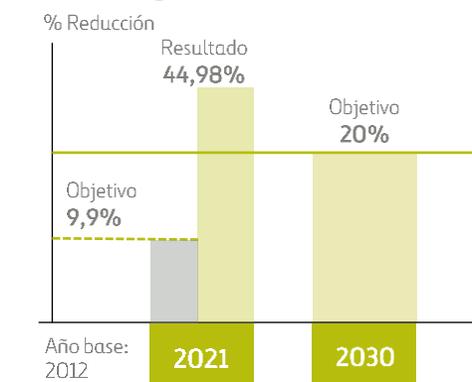
Scope 1&2 en términos absolutos (tCO₂eq)



Scope 1&2 en intensidad (tCO₂eq/millón €)



Scope 3 (tCO₂eq)



2. Electricidad renovable

% Consumo



Precio medio de las emisiones



Alineados con los ODS



ferrovial