

PRESENTACIÓN DEL INFORME:

***“MOVILIDAD SOSTENIBLE.
El papel de la electricidad y el gas natural en varios países
europeos”***

**Club Español de la Energía
Madrid, 10 de enero de 2018**

INDICE

1. **INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?**
2. **FINALIDAD Y ALCANCE DEL ESTUDIO**
3. **MOVILIDAD SOSTENIBLE. CONCEPTOS Y ENFOQUES**
4. **EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS**
 - ✓ **PANORÁMICA GLOBAL**
 - ✓ **ITALIA**
 - ✓ **HOLANDA, ALEMANIA, SUECIA**
5. **LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE**
 - ✓ **PANORÁMICA GLOBAL**
 - ✓ **FRANCIA**
 - ✓ **ALEMANIA, HOLANDA, NORUEGA, SUECIA**
 - ✓ **ALGUNAS COMPARACIONES**
6. **ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO**
 - ✓ **ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**
 - ✓ **SUPUESTOS ECONÓMICOS**
 - ✓ **PENETRACIÓN PROGRESIVA**
7. **CONCLUSIONES**

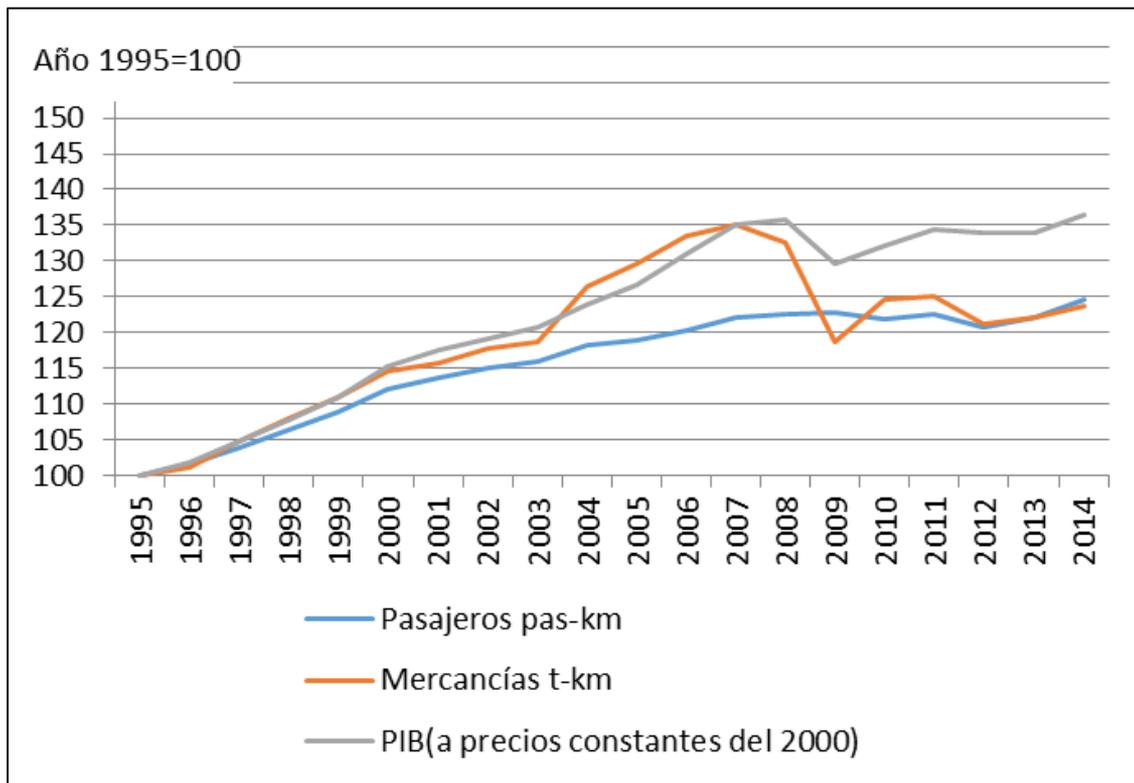
1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

- **La transformación del transporte es una necesidad.**
 - ✓ **En el marco general de la transformación energética.**
 - ✓ **Por tener que contribuir a la reducción de emisiones de GEI (CO₂eq), y de gases contaminantes.**
 - ✓ **Por la contribución a los objetivos fundamentales del marco de clima y energía para 2030 adoptado por la Unión Europea y la disminución de la dependencia del petróleo.**
 - ✓ **Por la aplicación del Marco de Acción Nacional de Energías Alternativas en el Transporte.**

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

GRÁFICO 1. Evolución del transporte en la UE-28 (valores relativos respecto a 1995)

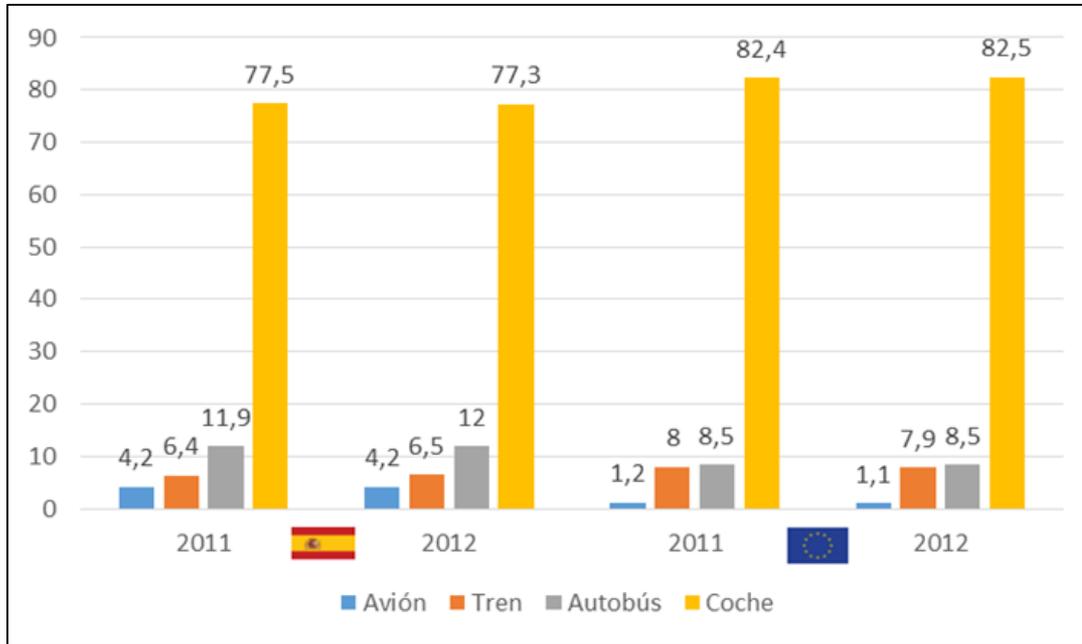


- **Crecimiento paralelo del transporte y la economía en la UE, y es de esperar por tanto que el transporte siga creciendo.**
- **El transporte representa el 96% del consumo de derivados del petróleo de la UE.**

Fuente: elaboración propia a partir de (Comisión Europea, 2016).

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

GRÁFICO 2. Mix modal de pasajeros en 2011 y 2012 (pas-km, %) en España y la Unión Europea

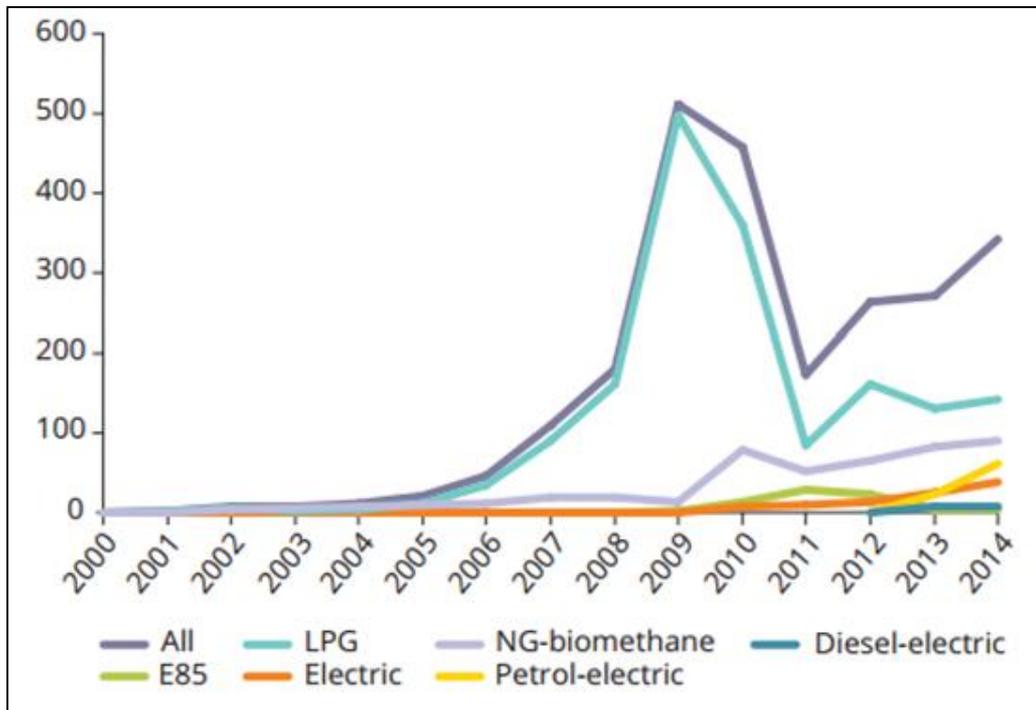


Fuente: elaboración propia a partir de (Fundación Repsol, 2014).

- **Relevancia del transporte por carretera en Europa; 82,5% de los pas-km en 2012.**
- **Papel clave de los vehículos de pasajeros en Europa, así como en el resto de la OCDE. Se prevé similar en países en vías de desarrollo.**
- **El autobús tiene un peso mayor en España que en Europa.**

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

GRÁFICO 3. Evolución de las matriculaciones de vehículos de combustibles alternativos en la Unión Europea (miles de vehículos)



Fuente: (EEA, 2015).

- La reducción de las emisiones de CO₂ y el consumo de petróleo son claros objetivos de la UE.
- Legislación y documentos importantes sobre transporte y energía (vinculantes e indicativos) sobre calidad del aire (2008), impulso a las renovables (2009) e implementación de infraestructuras para energías alternativas (Directiva DAFI 2014).
- Hasta ahora la evolución de las energías alternativas ha sido volátil.

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

TABLA 1. Mercados de transporte posibles para los combustibles alternativos

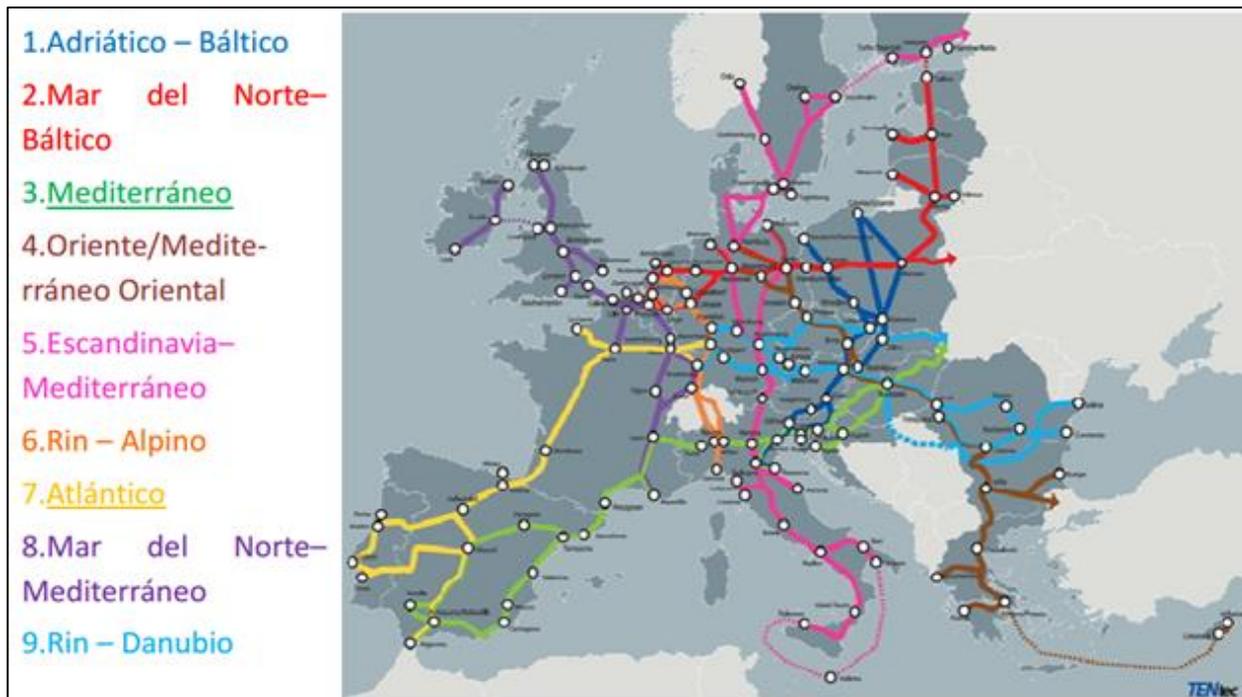
Mercado	Modo (categoría)	Subcategoría	Personas	Límite de peso	Combustible convencional	GLP	GNC	GNL	Energía eléctrica
Transporte de pasajeros	Carretera/M	M1	Hasta 9 pasajeros (incluyendo conductor)	<3.500 kg	Gasolina/Disel	X	X		X
		M2	Más de 9 pasajeros	<5.000 kg	Gasolina/Diesel	X	X	X	X
		M3		>5.000 kg	Diesel		X	X	
	Marítimo				MGO			X	
Transporte de mercancías	Carretera (N)	N1	No autorizado	<3.500 kg	Diesel	X	X		X
		N2		3.500<PBV>12.000 kg	Diesel		X	X	
		N3		12.000 kg>PBV	Diesel			X	
	Ferrocarril				Diesel			X	X
	Marítimo/fluvial				MGO/Fuel Oil			X	

Fuente: elaboración propia..

- **Diferentes aplicaciones según el tipo de energía.**

1. INTRODUCCIÓN. ¿POR QUÉ EL TRANSPORTE?

FIGURA 1. Corredores de transporte europeos



- La Unión Europea promueve el desarrollo de nuevas infraestructuras estratégicas en el transporte.
- Los costes en infraestructuras pueden suponer barreras a su desarrollo.

Fuente: (MINETUR, 2015).

2. FINALIDAD Y ALCANCE DEL ESTUDIO

2. FINALIDAD Y ALCANCE DEL ESTUDIO

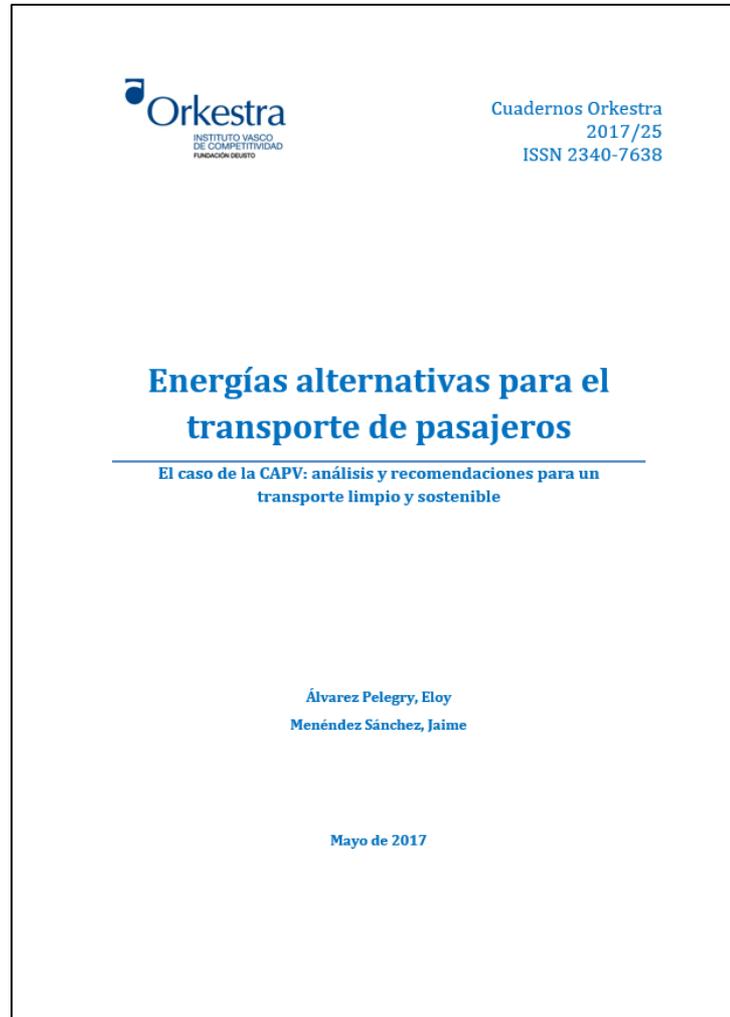
- **Examinar papel del gas natural y la electricidad en varios países europeos.**
- **Situar el rol de esas energías en el contexto de la movilidad sostenible.**
- **Tratar de identificar las estrategias, las claves y los factores que impulsan el desarrollo de energías alternativas en el transporte.**

2. FINALIDAD Y ALCANCE DEL ESTUDIO



- Para ello se ha llevado a cabo, por la Cátedra de Energía de Orkestra, el estudio *“MOVILIDAD SOSTENIBLE. El papel de la electricidad y el gas natural en varios países europeos”*.
- Autores: Eloy Álvarez Pelegrý, Jaime Menéndez Sánchez y Manuel Bravo López.

2. FINALIDAD Y ALCANCE DEL ESTUDIO



- Este estudio complementa el realizado sobre la aplicación de las energías alternativas en el transporte, en el País Vasco.

3. MOVILIDAD SOSTENIBLE. CONCEPTOS Y ENFOQUES

3. MOVILIDAD SOSTENIBLE. CONCEPTOS Y ENFOQUES

- ***Movilidad*** es la facilidad de una persona para satisfacer sus necesidades de desplazamiento, cualquiera que sea la causa del mismo, por si misma o mediante cualquier medio.
- ***La movilidad sostenible*** satisface las necesidades de movilidad del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

3. MOVILIDAD SOSTENIBLE. CONCEPTOS Y ENFOQUES

- **Gestión de la eficiencia**
 - ✓ Vehículos
 - ✓ Nivel de ocupación
 - ✓ Nivel de tráfico
 - ✓ Infraestructura de transporte
- **Gestión de la demanda**
- **Gestión del impacto**
 - ✓ Calidad del aire
 - ✓ Cambio climático
- **Automatización del transporte**
 - ✓ Cinco niveles

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

✓ *Panorámica global*

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

TABLA 2. Consumo de gas natural (GN) en el transporte en la UE (2015)

País	Consumo de GN en el transporte ktep	% sobre el consumo total de GN
Italia	1.087,4	1,9
Francia	149,3	0,4
Alemania	426,6	0,6
Polonia	268,4	2,6
España	311,8	1,2
UE	3.226,1	0,9

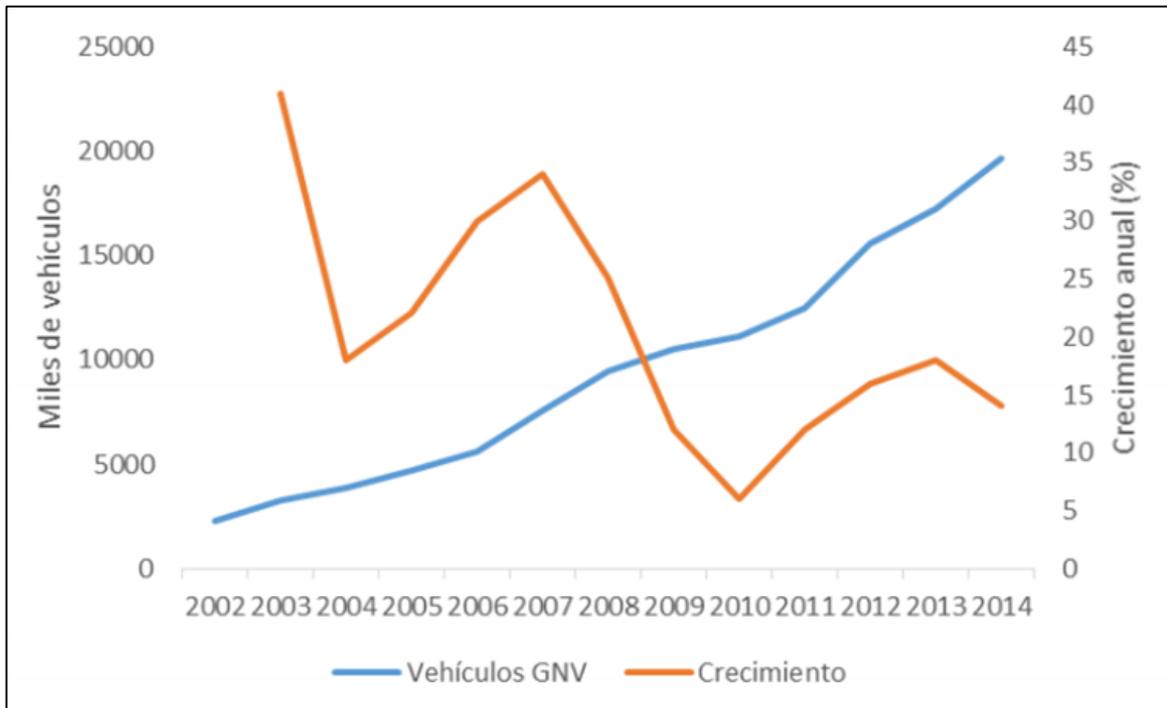
- **El GN en el transporte tiene bajas cuotas de participación respecto a la demanda total del gas.**

Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2015).

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

GRÁFICO 4. Número mundial de vehículos a GN y porcentajes de crecimiento anual



- **A nivel mundial, fuertes tasas de crecimiento, aunque “volátiles”.**
- **Crecimiento sostenido de vehículos a gas natural.**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

TABLA 3. Mercados disponibles en el transporte para el gas natural en la UE

Modo	Combustible referencia	Combustible gas natural	Mercado Mtep/año
Carretera (pasajeros)	Gasolina/diésel	GNC	91,0 (*)
Carretera (mercancías)	Diésel	GNL	113,0
Navegación interior	Gasóleo marino /Fuel Oil	GNL	3,96
Navegación internacional	Fuel Oil/Gasóleo marino	GNL	41,5

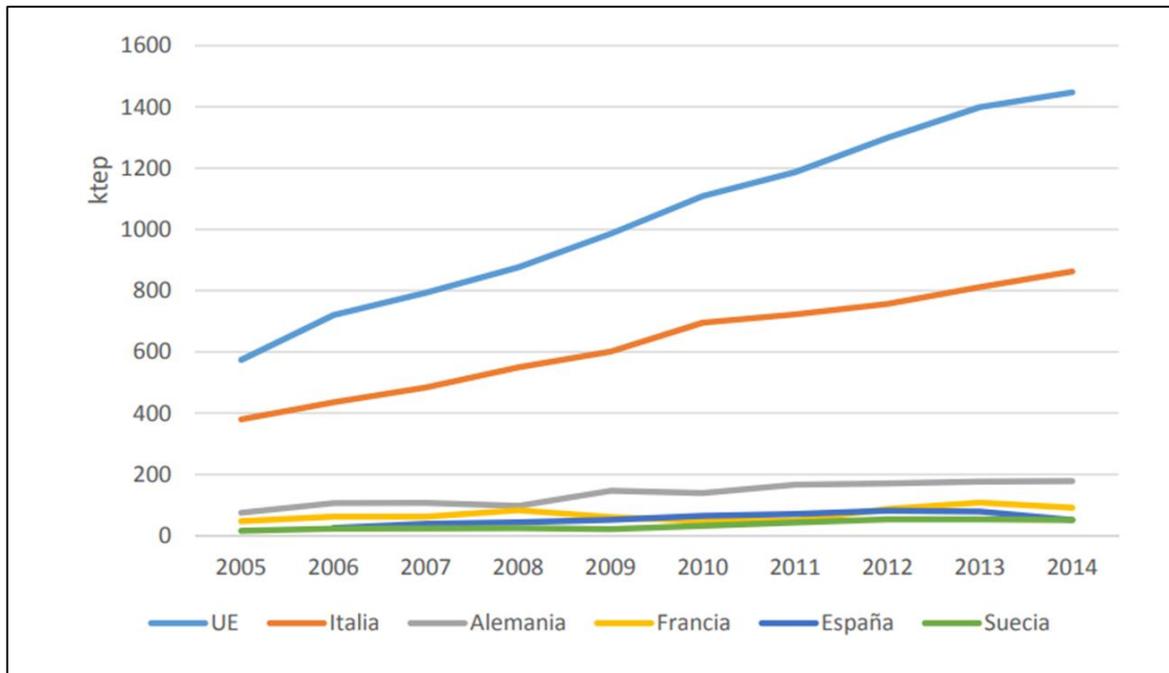
Fuente: elaboración propia.

- **Importante la diferencia GNC/GNL en el transporte (pasajeros y mercancías).**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

GRÁFICO 5. Evolución del consumo de GN en el transporte en los países mayores consumidores de la UE

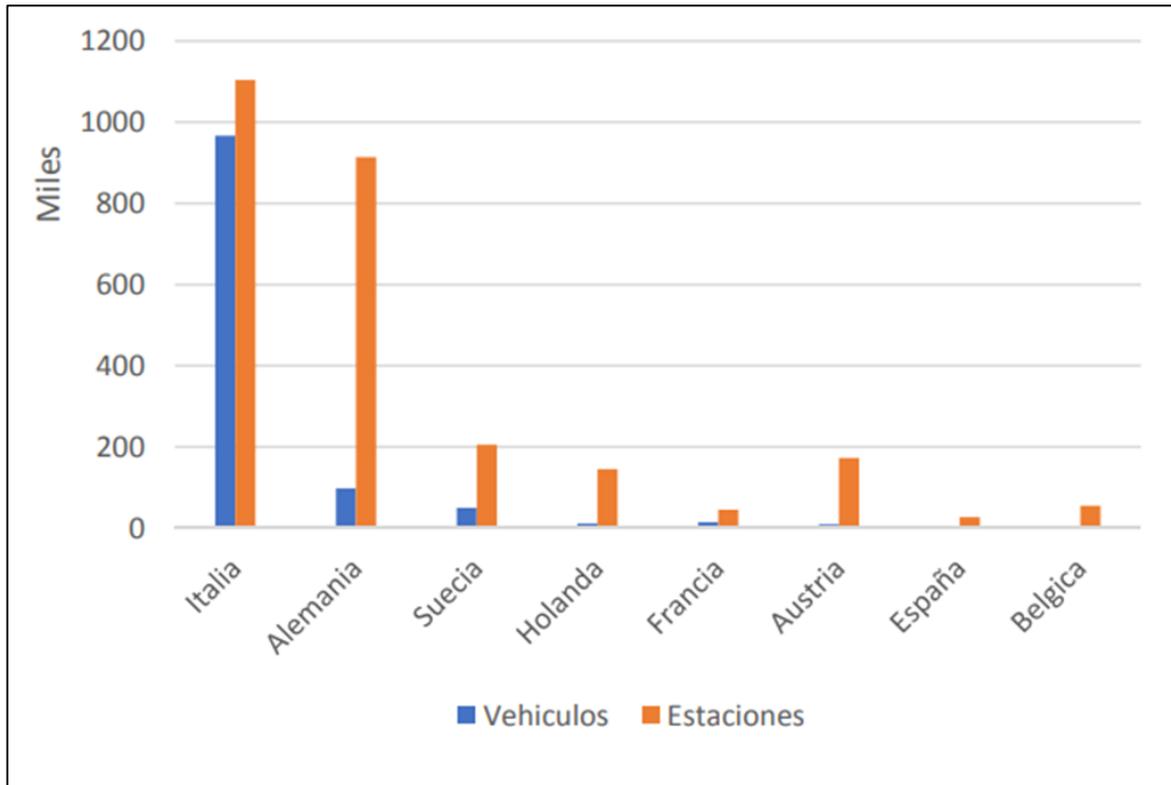


- **Italia destaca en Europa por el volumen de GNC y por un crecimiento sostenido.**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

GRÁFICO 6. Número de vehículos y estaciones de servicio de GNC por vehículo

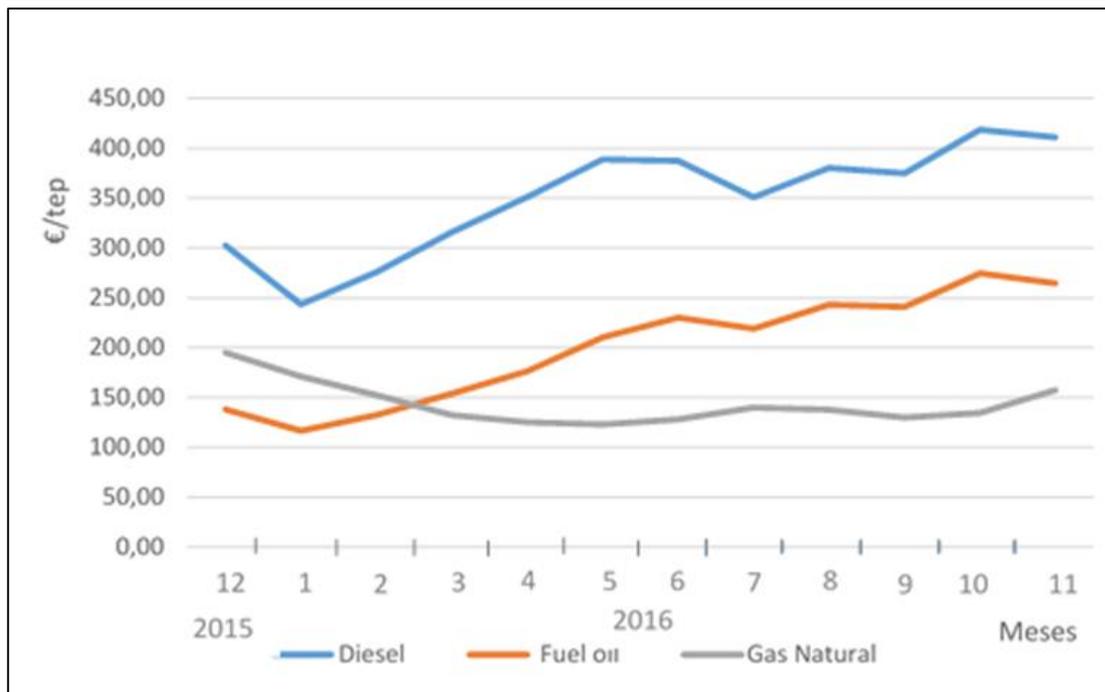


- En la Unión Europea destaca Italia por vehículos y estaciones.
- Alemania por el número de estaciones.

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

PANORÁMICA GLOBAL

GRÁFICO 7. Evolución de los precios del diésel y gas natural en Europa en 2016



- Los precios del gas en Europa en 2016 han ampliado el diferencial respecto a los del diésel, y fueron inferiores a los del fuel oil de bajo azufre.

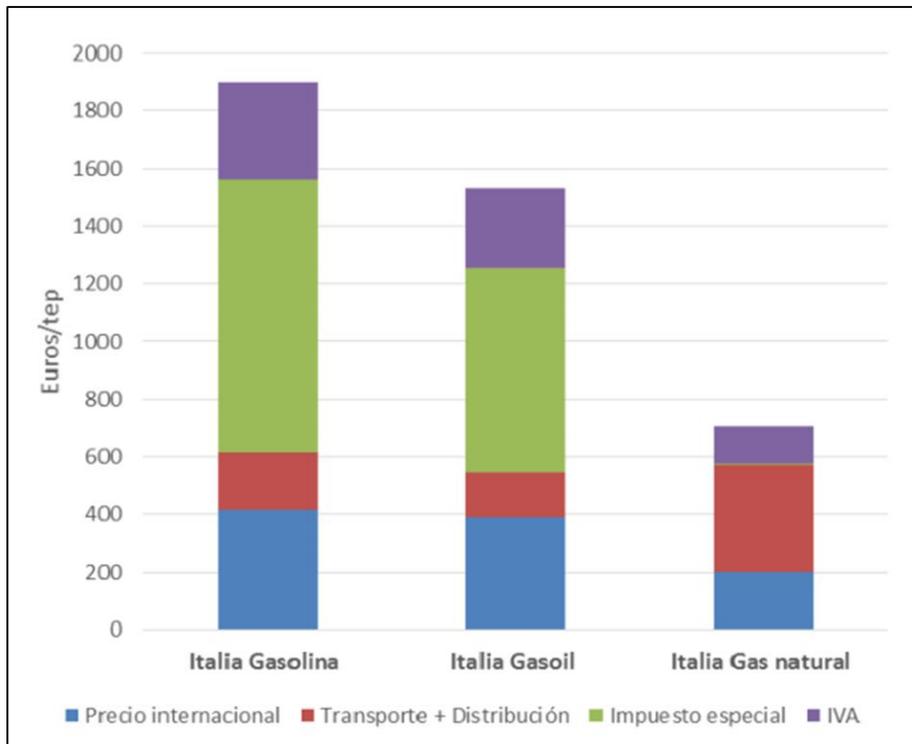
4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

✓ Italia

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Italia

GRÁFICO 8. Estructura de precios de la gasolina, gasoil y gas natural en Italia (datos nov. 2016)



- El precio final es el resultado del precio internacional más el coste del suministro y distribución al que se añaden los impuestos.

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Italia

- **Importante número de agentes en el mercado.**
- **Liderazgo en la normativa.**
- **Industrias “maduras”, de gas natural y de transformación de vehículos a gas.**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Italia

FIGURA 2. Distribución regional de las estaciones de suministro de GNC en Italia

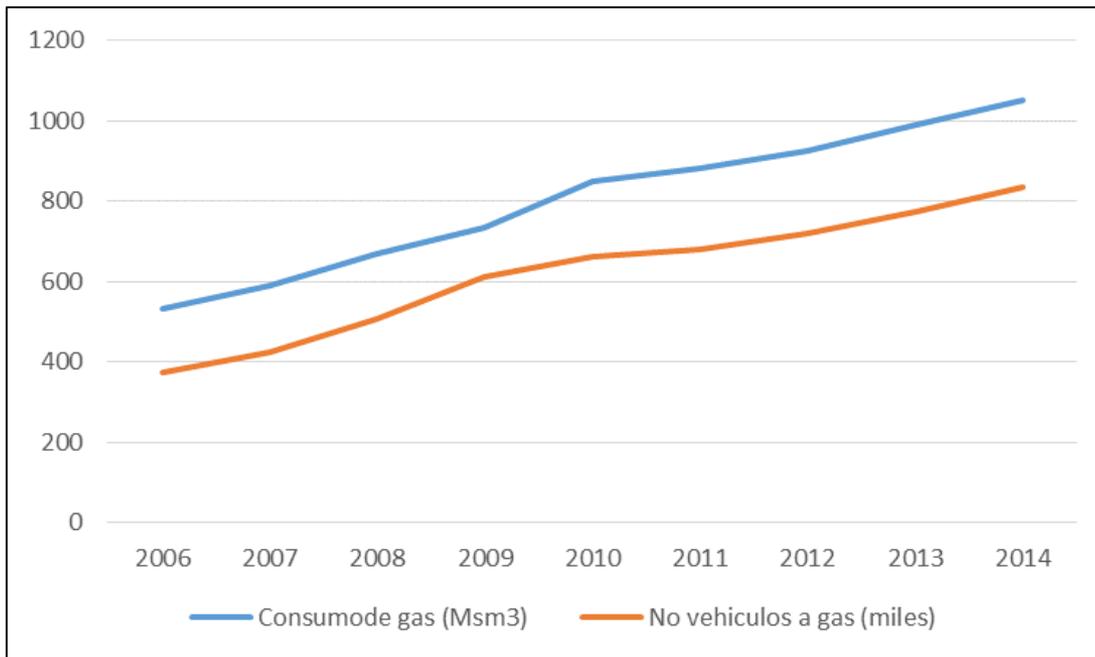


- Los *Blue Corridors* facilitan el desarrollo de las infraestructuras de gas, no solo para el transporte de mercancías.

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Italia

GRÁFICO 15. Evolución del consumo de gas natural y el número de vehículos a gas en Italia



- **El gas natural vehicular en Italia ha continuado desarrollándose en los últimos años.**
- **Consumo medio de los vehículos a gas de 5,5 sm³/100 km.**

Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2015) y (ANFIA, 2015).

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Italia

- La situación de Italia, más que consecuencia de una estrategia de impulso a la sostenibilidad, históricamente se ha propiciado por la existencia de recursos domésticos.
- Italia ha desarrollado una industria interna del vehículo a gas natural, ha impulsado el desarrollo de la normativa, liderado su adopción internacional y ha impulsado la distribución en las estaciones de servicio convencionales.
- Con todo, el consumo del gas natural en el transporte en Italia, basado en GNC y en vehículos ligeros, es solo el 3% del consumo total en el transporte por carretera, aunque ha mantenido un crecimiento sostenido del 9% anual.
- La situación permite afirmar que las infraestructuras son condición necesaria, pero no suficiente. Las matriculaciones han caído del 6% en 2014 al 2,1%, en 2016.

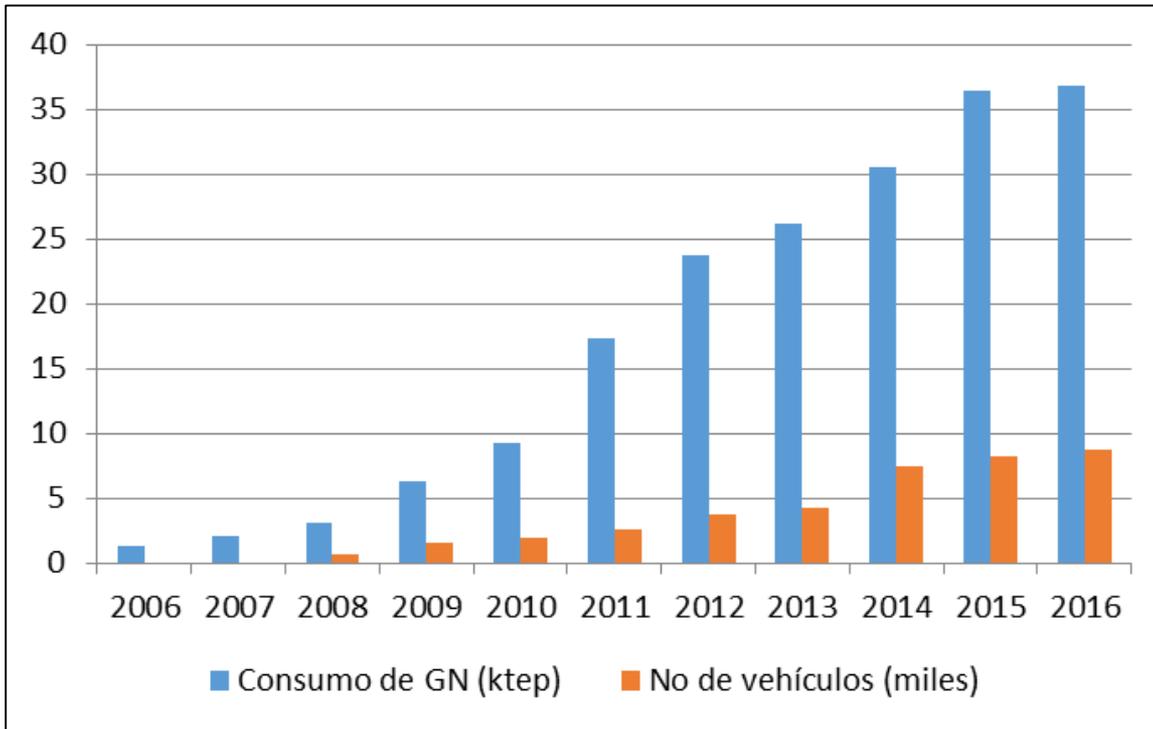
4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

✓ *Holanda, Alemania, Suecia*

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

Holanda

GRÁFICO 10. Evolución del número total de vehículos a gas natural y consumo de gas en Holanda

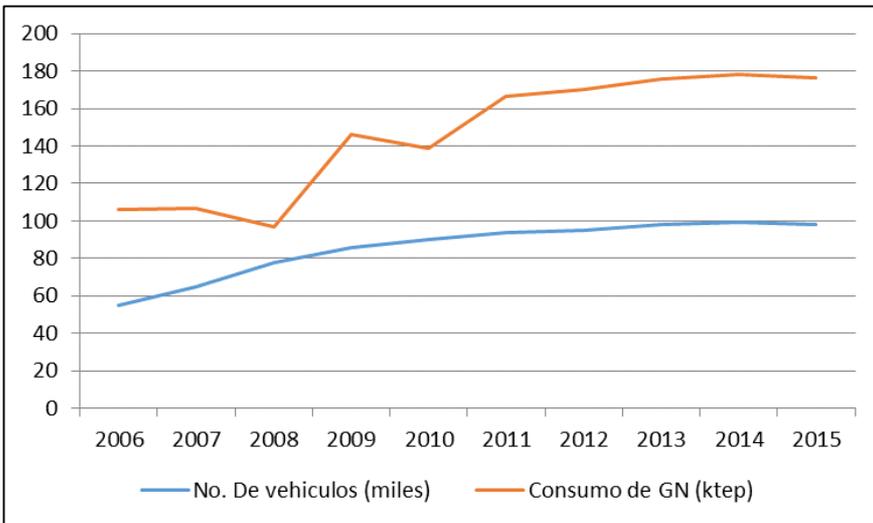


- **Claro ejemplo de una apuesta a largo plazo más por la electricidad que por el gas natural en el transporte ligero, y en el caso del gas natural orientándose al biogás.**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

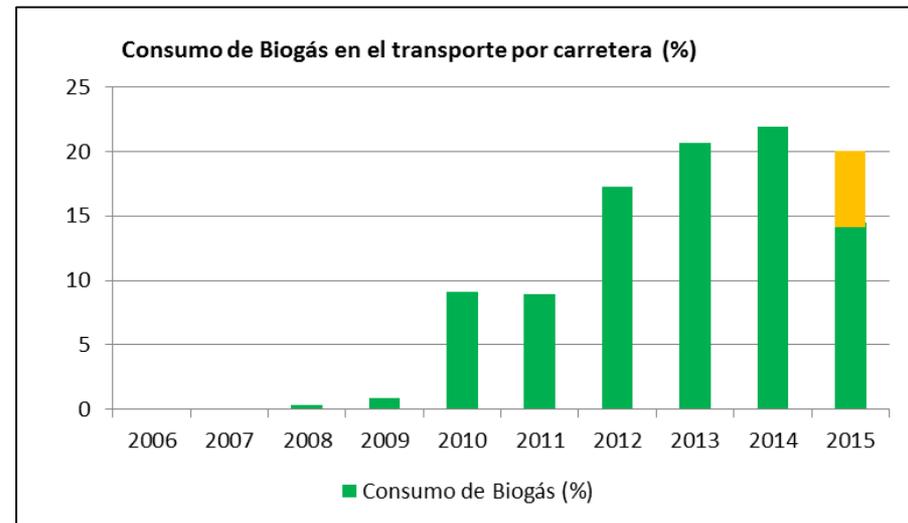
Alemania

GRÁFICO 10. Evolución del número total de vehículos a gas natural y consumo de gas en Alemania



Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2015) y (KBA, 2015).

GRÁFICO 11. Cantidad de biometano mezclado en el gas natural utilizado en el transporte en Alemania



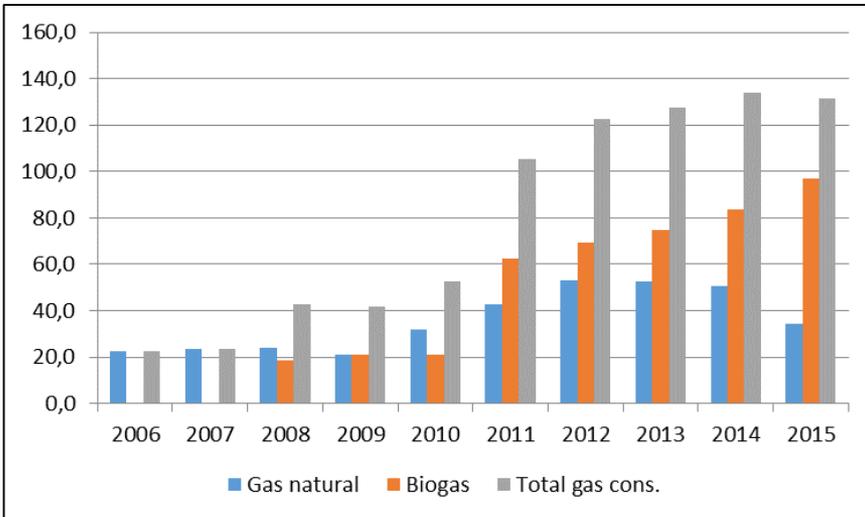
Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2015).

- **Alemania es el segundo país de la UE en infraestructuras de suministro de gas natural, pero el número de vehículos por estación está por debajo de otros países con un número menor de estaciones de suministro.**
- **Destaca también la cuota del biogás.**

4. EL GAS NATURAL EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

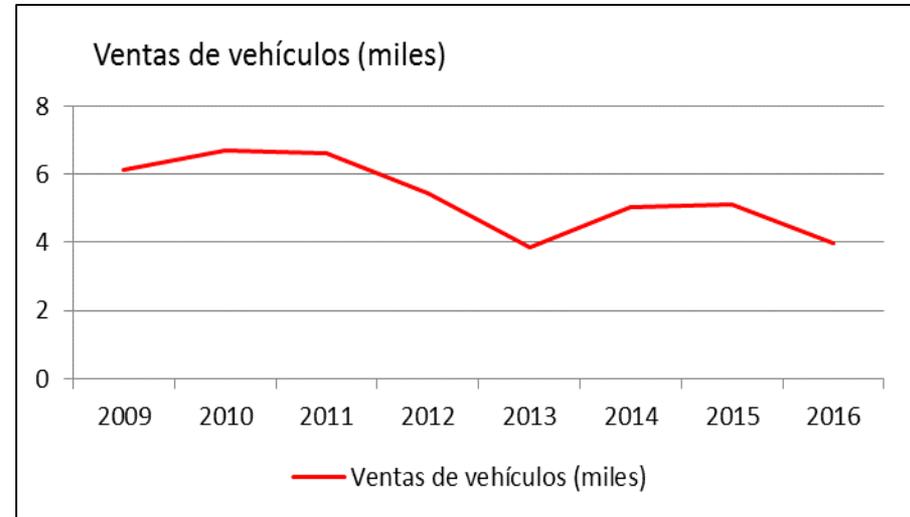
Suecia

GRÁFICO 12. Consumo de gas natural y de biogás en el transporte por carretera en Suecia



Fuente: elaboración propia.

GRÁFICO 13. Evolución de la ventas de vehículos a gas natural en Suecia



Fuente: elaboración propia.

- **La clara apuesta por la reducción de emisiones en el transporte con vehículos de cero emisiones favorece el uso del biogás, que ha aumentado considerablemente su peso en el gas natural vehicular.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

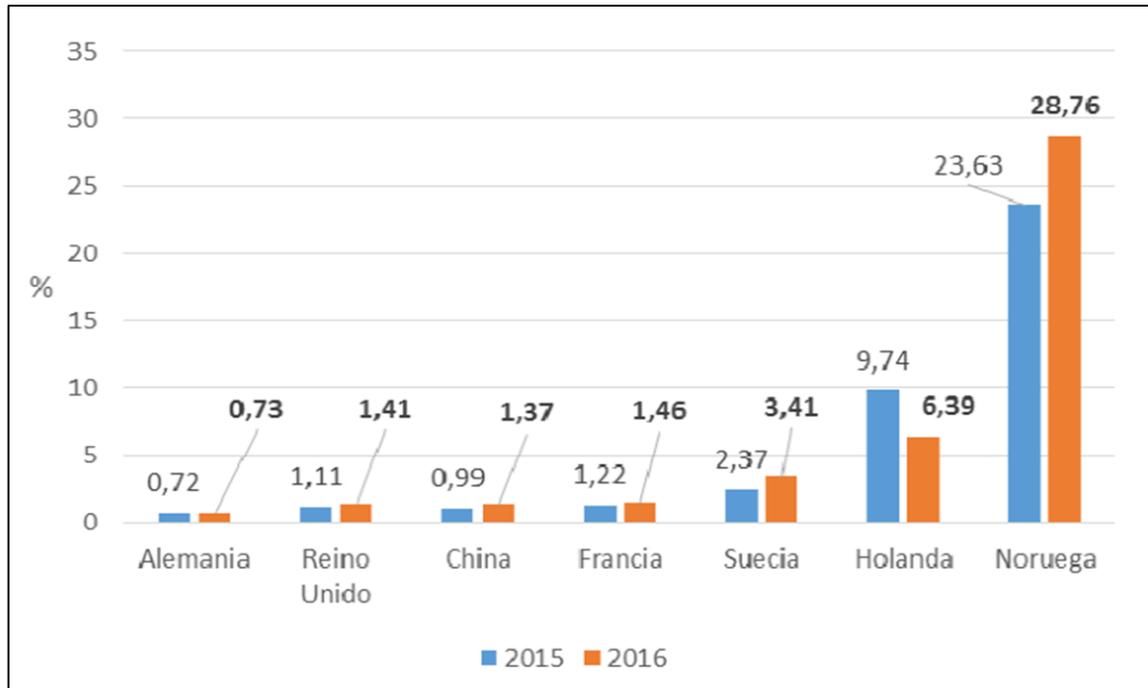
5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

✓ *Panorámica global*

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Panorámica global

GRÁFICO 14. Porcentaje de ventas de vehículos eléctricos en los mercados nacionales de los países que en 2015 y 2016 superaron el 1% (y Alemania)

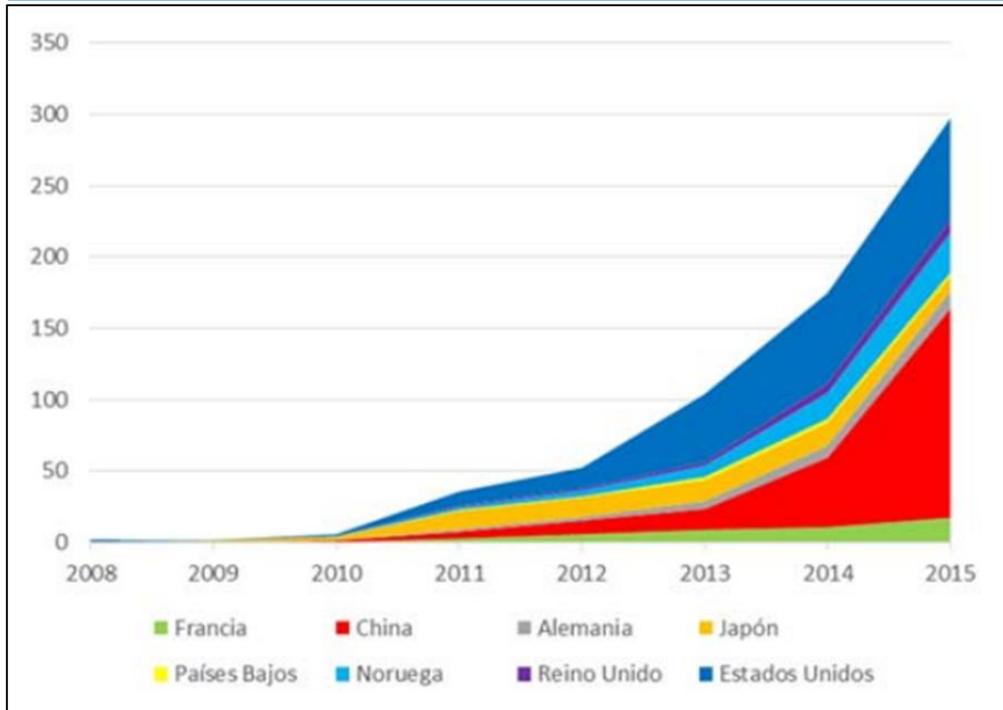


- En porcentaje sobre ventas destacan Noruega, Holanda, Suecia y Francia.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Panorámica global

GRÁFICO 15. Evolución de las matriculaciones de vehículos eléctricos de batería en los ocho mercados/países principales (miles de vehículos)

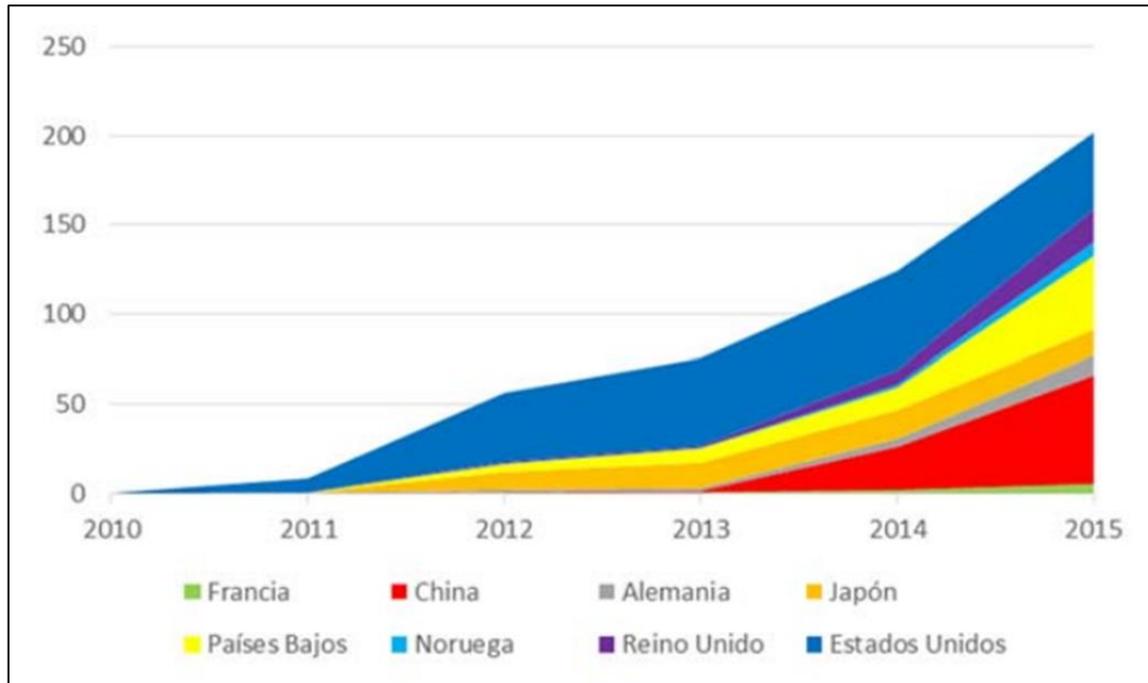


- **China, EEUU y varios países europeos suponen la mayoría de las ventas.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Panorámica global

GRÁFICO 16. Evolución de las matriculaciones de vehículos híbridos enchufables en los ocho principales mercados (miles de vehículos)

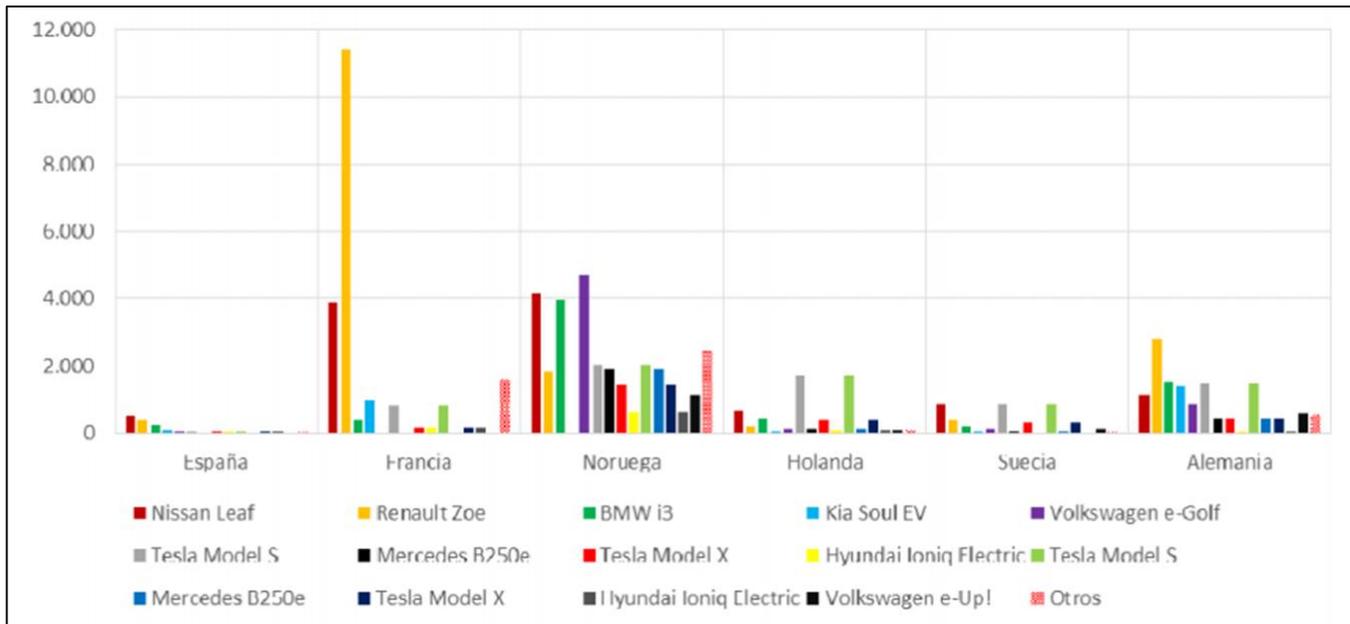


- Es relevante el peso que tienen los híbridos enchufables.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Panorámica global

GRÁFICO 17. Distribución de ventas de los principales modelos de BEV de pasajeros según países en 2016



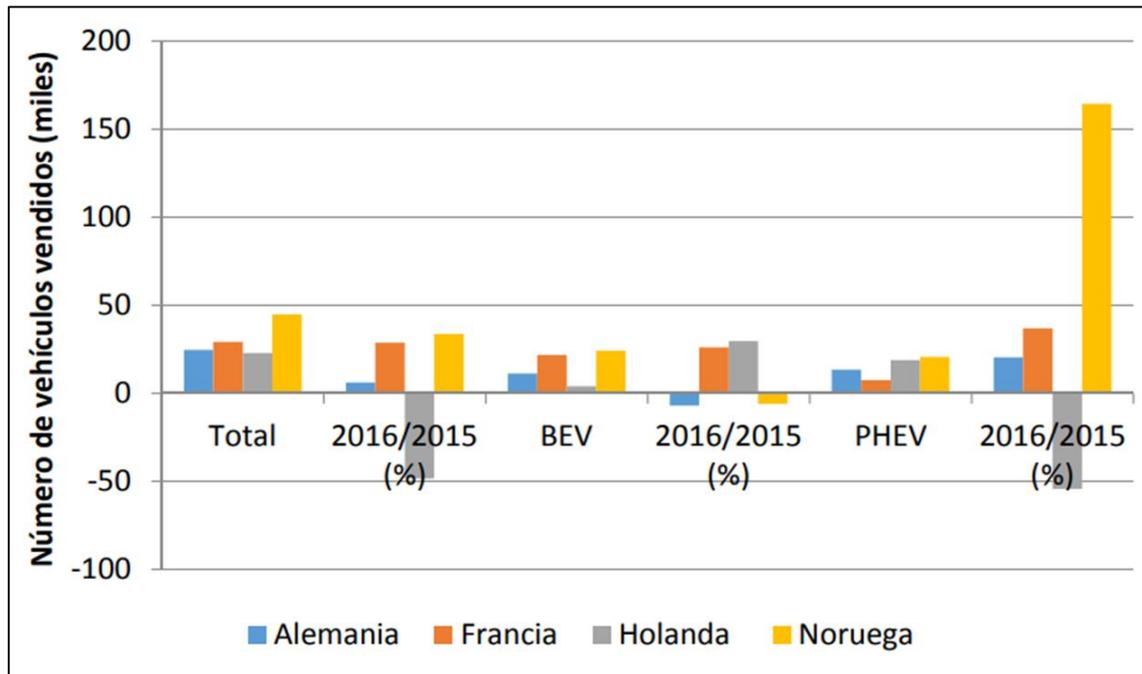
- Existe ya una notable diversidad de modelos de vehículos eléctricos (BEV).

Fuente: elaboración propia a partir de (EAFO, 2017).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Panorámica global

GRÁFICO 18. Evolución del número de ventas BEV y PHEV y tasas de crecimiento de 2016/2015, en los principales mercados europeos



- Las ventas de BEV y PHEV muestran crecimientos sostenidos, salvo en Holanda.

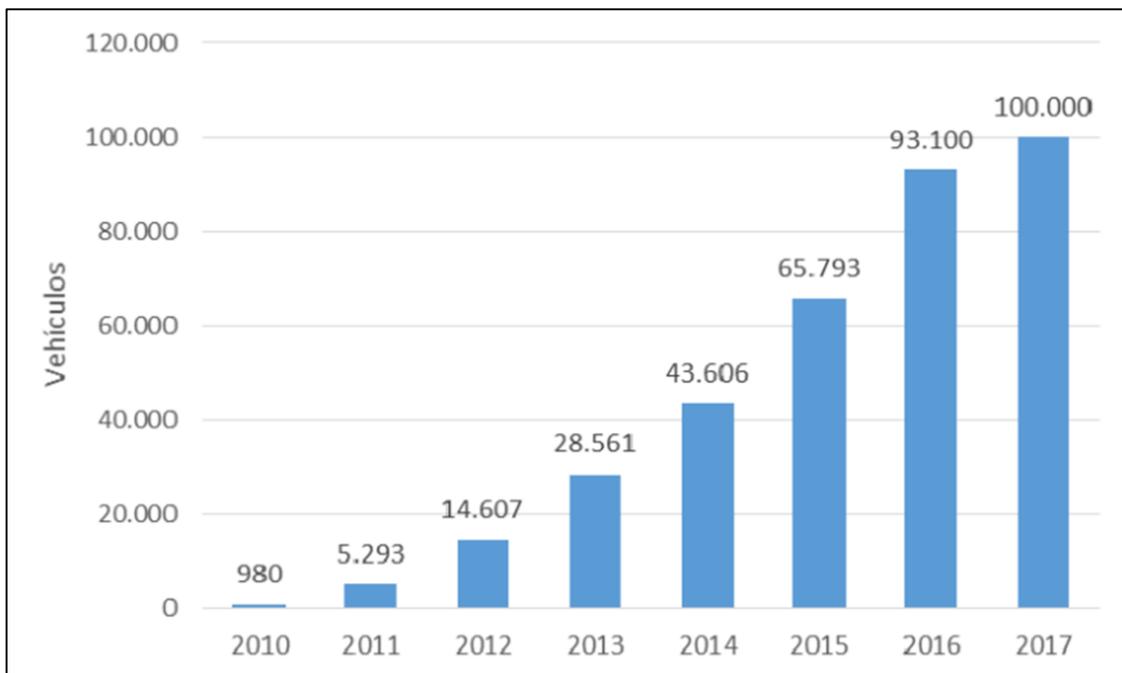
5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

✓ *Francia*

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

GRÁFICO 19. Evolución de las matriculaciones acumuladas de vehículos eléctricos de batería en Francia (hasta marzo de 2017)



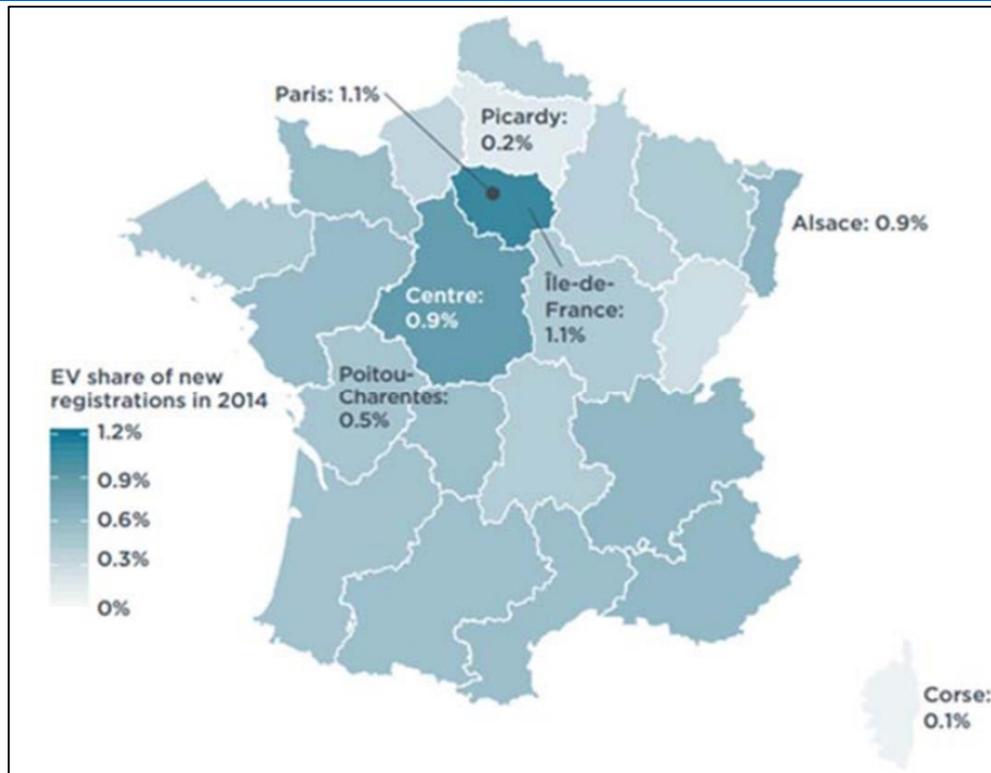
- **Fuerte crecimiento de matriculaciones de VE desde 2010.**

Fuente: elaboración propia a partir de (AVERE, 2017).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

FIGURA 3. Porcentaje de vehículos eléctricos matriculados respecto al total de matriculaciones por regiones de Francia. Año 2014

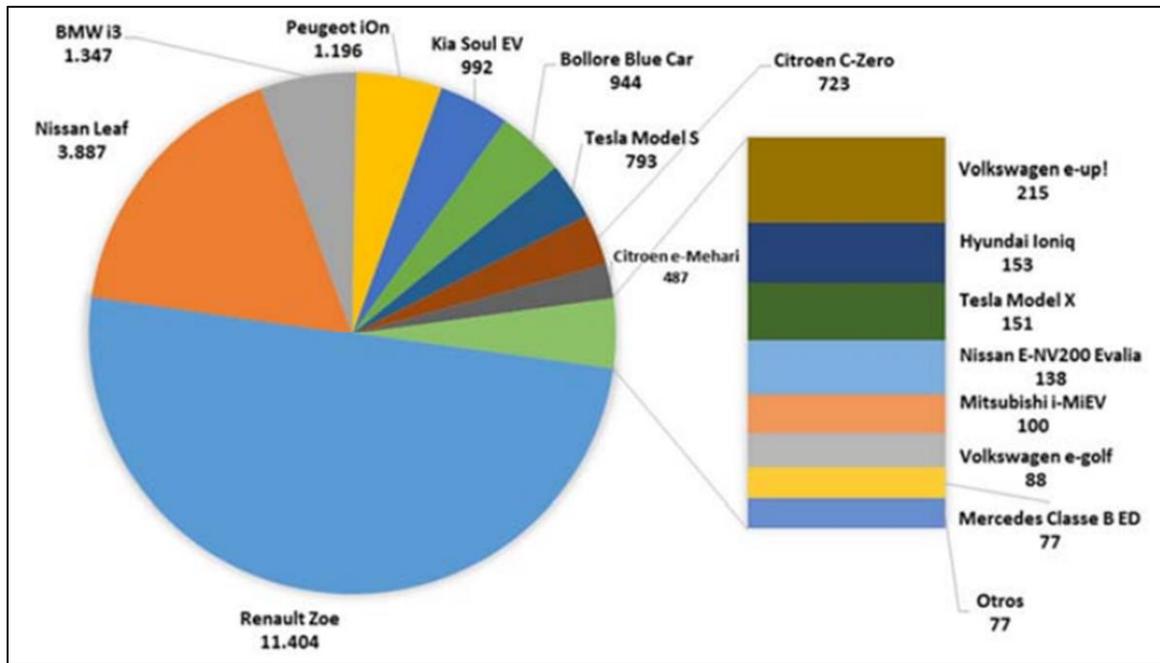


- **Con dispersión de crecimiento por regiones.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

GRÁFICO 20. Ventas por modelos de vehículos eléctricos de batería (BEV) particulares en 2016



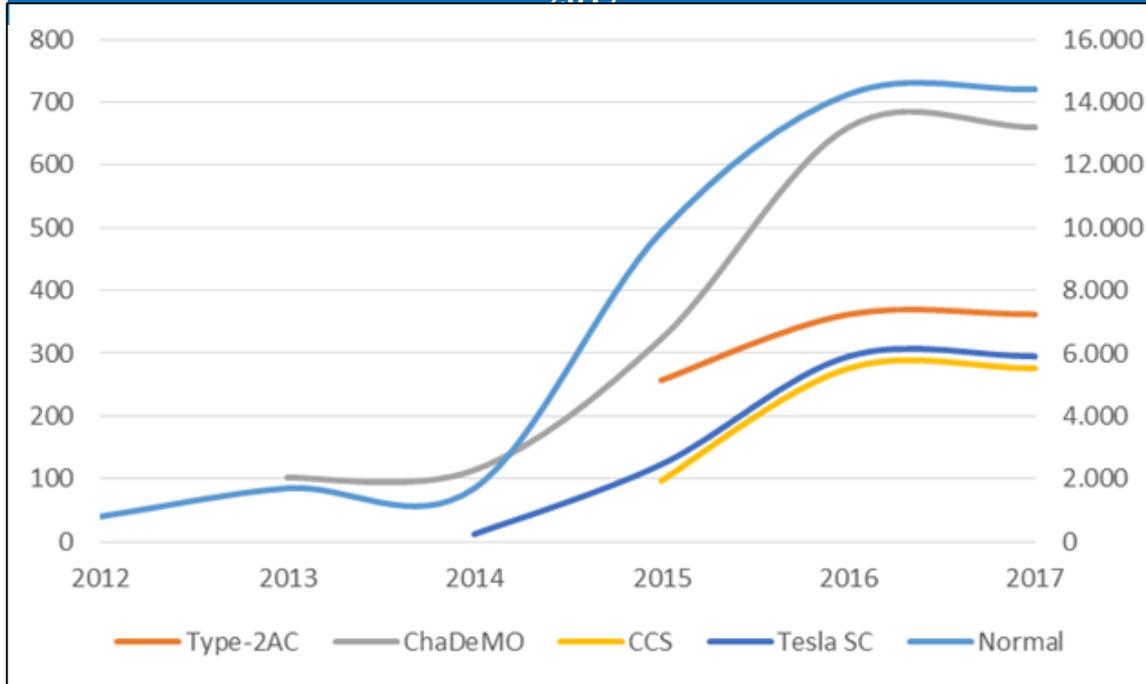
- **Con predominio del Renault Zoe y del Nissan Leaf (26.000 €, 250 km de autonomía).**

Fuente: (AVERE, 2017).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

GRÁFICO 21. Evolución de los puntos de carga en Francia hasta mayo de 2017



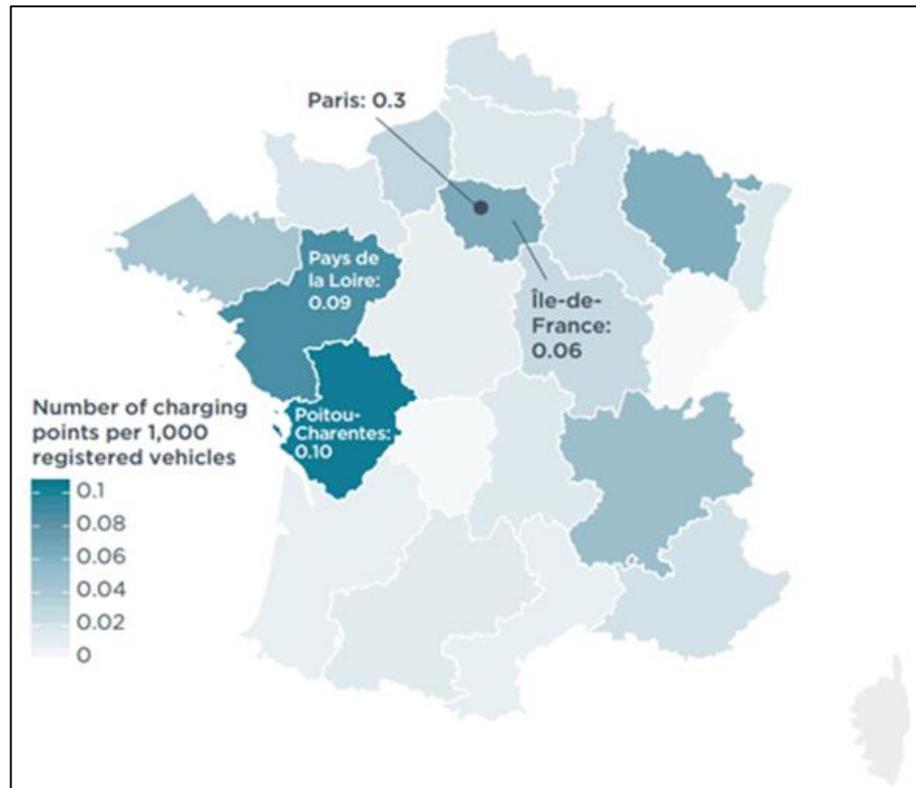
- **Con crecimiento de puntos de recarga, la mayoría de recarga normal.**

Fuente: (EAFO, 2017).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

FIGURA 4 Relación del número de puntos de recarga públicos por cada 1.000 vehículos matriculados por regiones de Francia. Año 2014

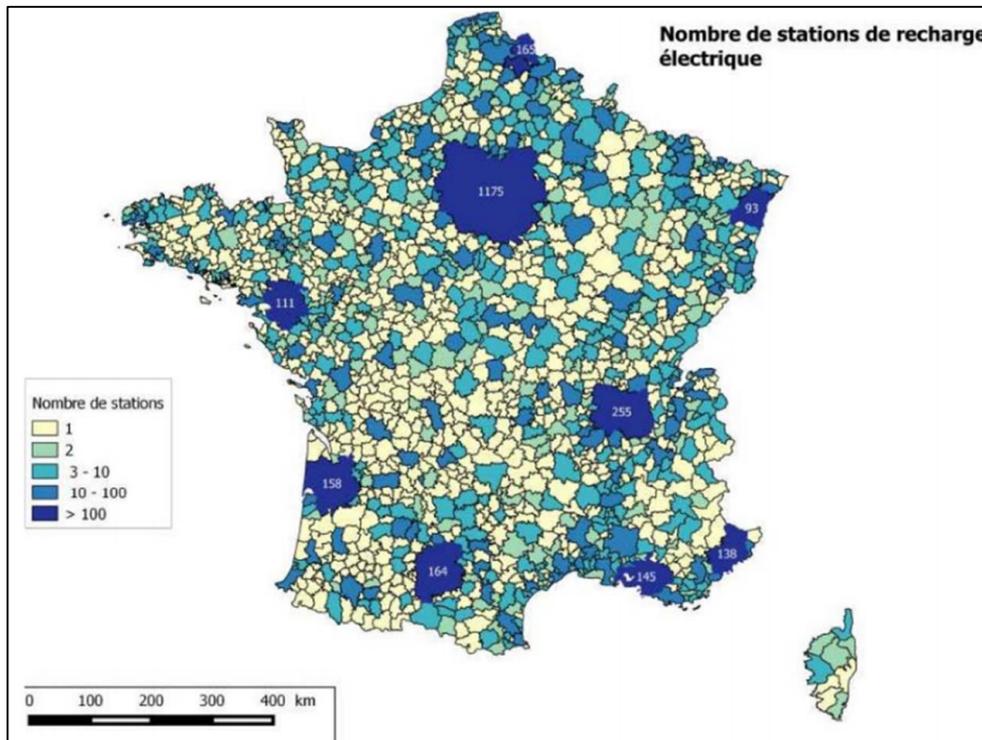


- **Con dispersión de puntos de recarga por regiones.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

FIGURA 5. Asignación indicativa de estaciones de carga eléctrica abiertas al público a finales de 2016



- **Con concentración de puntos de recarga en ciertas zonas.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

FIGURA 6. Distribución del proyecto *Corri-Door*

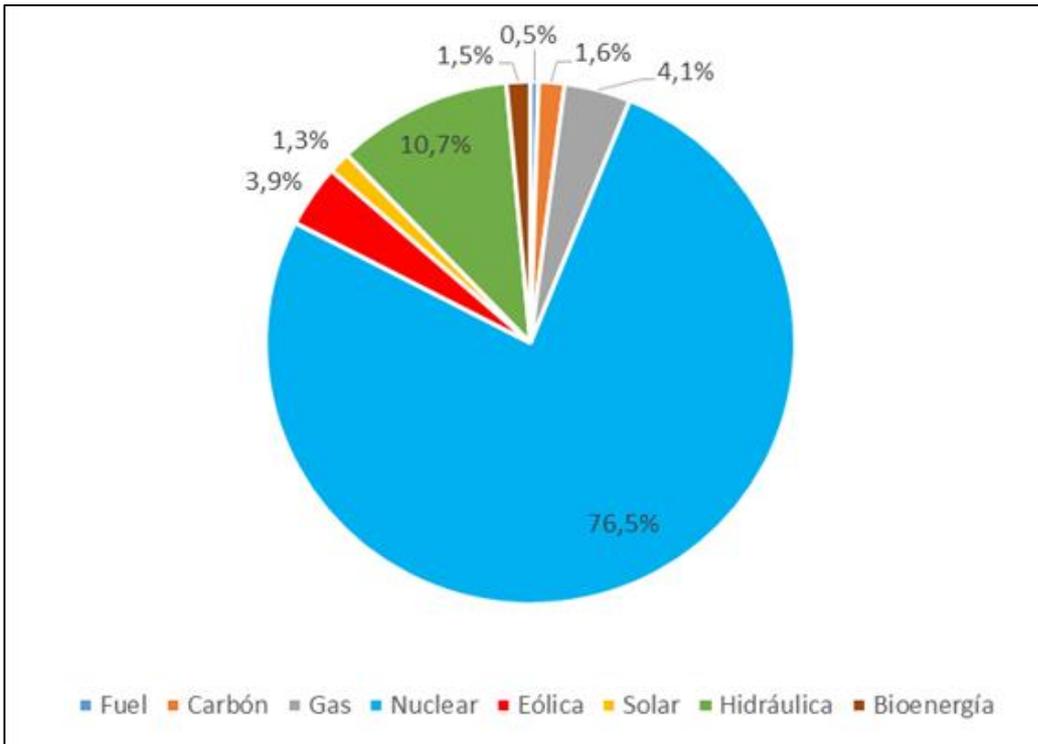


- Con proyectos de corredores con puntos de recarga rápida (en la actualidad los puntos de recarga son 14.407 recarga normal y 1.722 recarga rápida).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

GRÁFICO 22. *Mix de generación eléctrica de Francia. Año 2015*



Fuente: (Sodetrel, 2017).

- **Con un mix de generación eléctrica muy bajo en emisiones de CO₂.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

TABLA 4. Normativa más relevante en Francia

Normativa	Año	Descripción	Normativa	Año	Descripción
Plan nacional de acción para desarrollar los vehículos limpios.	2009	14 acciones para el desarrollo de la movilidad eléctrica	Ley del 4 de agosto	2014	Facilita el despliegue de una red de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos en el espacio público
Ley nº 2010-788 (Grenelle II)	2010	Compromiso nacional por el medio ambiente	Ley relativa a la transición energética para el crecimiento verde	2015	El artículo 41 de dicha ley, contiene distintas disposiciones relativas a los vehículos eléctricos e híbridos recargables: un objetivo de instalar hasta 2030, al menos 7 millones de puntos de recarga en los lugares de estacionamiento de los edificios de viviendas y otros tipos de edificios y un objetivo de modificar el código de la construcción y de la vivienda con el fin de dotar a los lugares de estacionamiento a los edificios de viviendas y edificios públicos con infraestructuras necesarias de recarga
Decreto nº 2011-873	2011	Relativo a las instalaciones dedicadas a la recarga de vehículos eléctricos o híbridos recargables en los edificios e infraestructuras para el estacionamiento seguro de bicicletas			
Decreto del 20 de febrero de 2012 relativo a la aplicación de los artículos R. 111-14-2 a R. 111-14-5 del código de la construcción y de la vivienda	2012	Establece exigencias relativas a las instalaciones eléctricas que permitan la recarga de vehículos eléctricos en los estacionamientos de los edificios colectivos de viviendas y las oficinas nuevas.	Decreto 2015-361	2015	Crea ayudas a la adquisición y al alquiler de vehículos de bajas emisiones.
Plan de apoyo al sector del automóvil	2012	Apoyo al sector del automóvil que comprende distintas disposiciones para recuperar y potenciar la industria del sector del automóvil francesa.	Plan de Acción de Calidad del Aire	2015	Dispone cuatro líneas de actuación que apoyan la introducción de vehículos de bajas emisiones, como beneficios a través del certificado de calidad del aire (certificat qualité de l'air).
El plan industrial "Puntos de Recarga Eléctrica" o "Bornes Électriques de Recharge"	2013 / 2015	34 planes de desarrollo industrial lanzados por la Presidencia de la República e integrados en el documento "Nouvelle France Industrielle" y se recogen como áreas de desarrollo industrial de Francia tanto el desarrollo de los puntos de recarga como el nacimiento de una industria especializada en la fabricación de baterías para el vehículo eléctrico.	Marco de Acción Nacional para el Desarrollo de Combustibles Alternativos en el Sector del Transporte y el Despliegue de la Infraestructura Relevante	2017	Traspone la Directiva 2014/94/UE

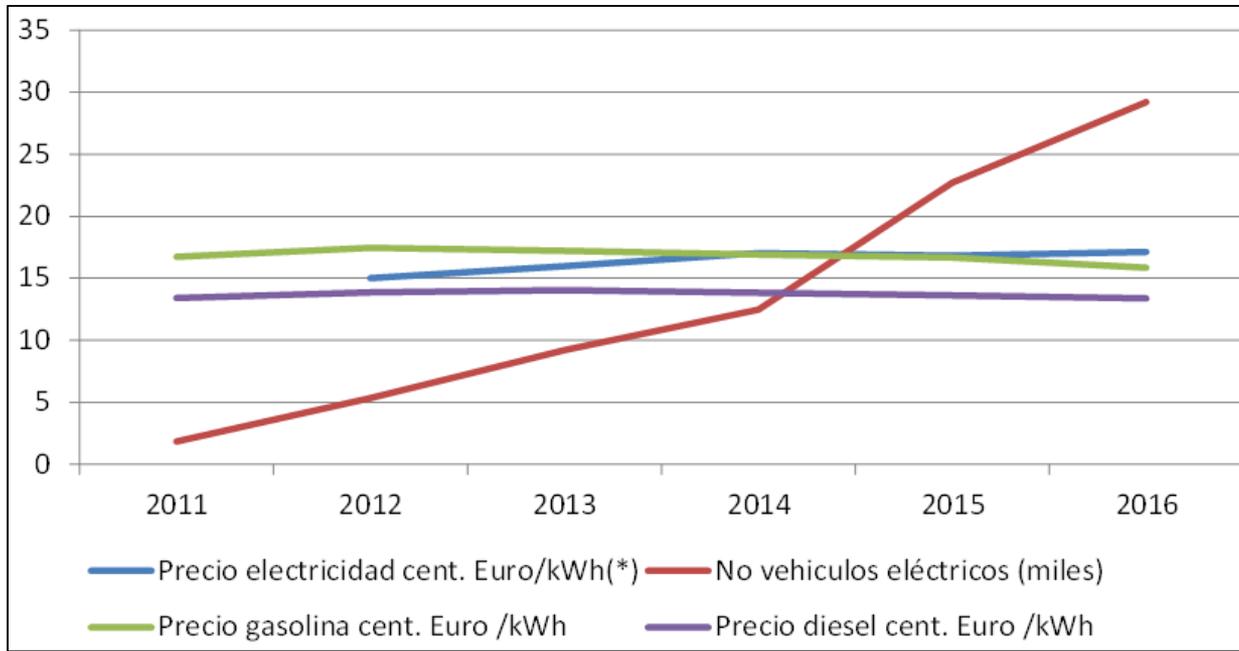
Fuente: elaboración propia.

- **Francia tiene un notable despliegue normativo desde el año 2009 para promover los vehículos eléctricos y los puntos de recarga.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Francia

GRÁFICO 23. Evolución del número de ventas vehículos eléctricos frente a los precios de la energía eléctrica, gasolina y diésel en Francia (en cent.€/kWh)



- **Aparentemente con escasa relación de los precios de los combustibles de automoción y de la electricidad.**

Fuente: elaboración propia a partir de (UE oil market report, 2017).

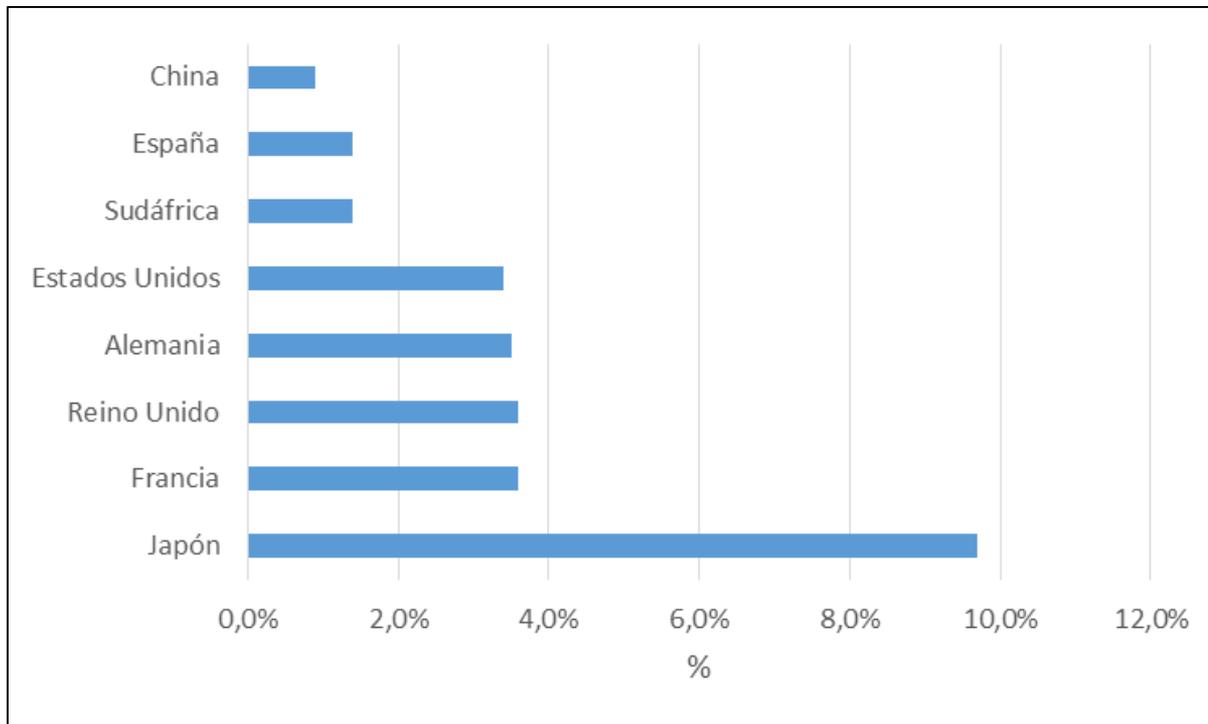
5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

✓ Alemania, Holanda, Noruega, Suecia

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Alemania

GRÁFICO 24. Estimación del porcentaje de la producción mundial de vehículos eléctricos por países en 2016

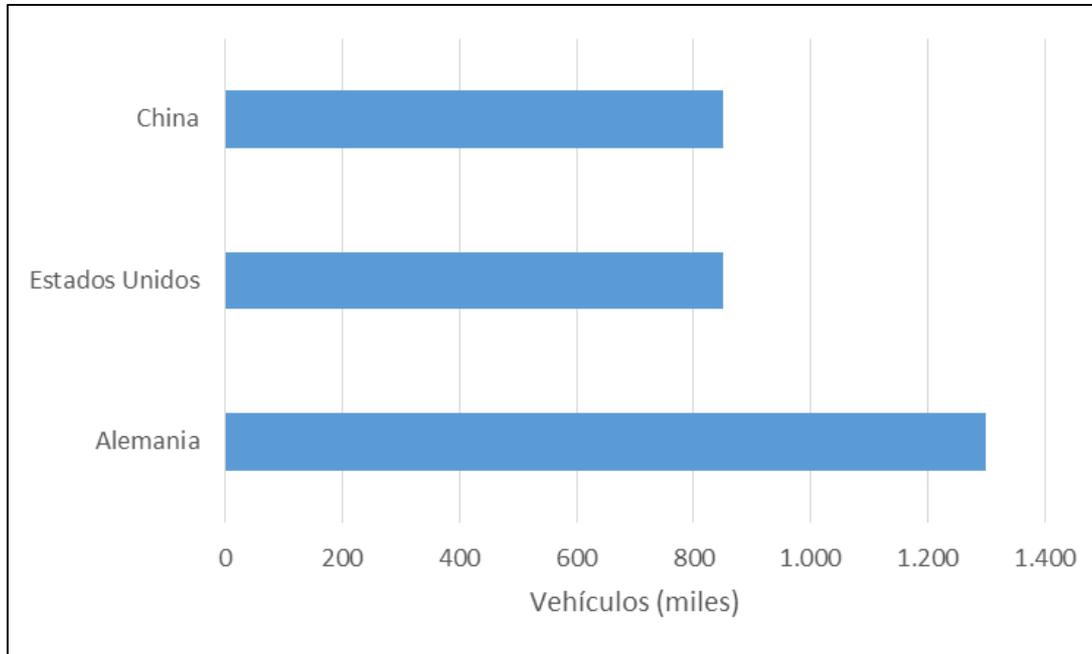


- **Importancia de Alemania como fabricante de vehículos, aunque no tenga la mayor cuota en VE.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Alemania

GRÁFICO 25. Estimación de la producción anual de vehículos eléctricos en 2021



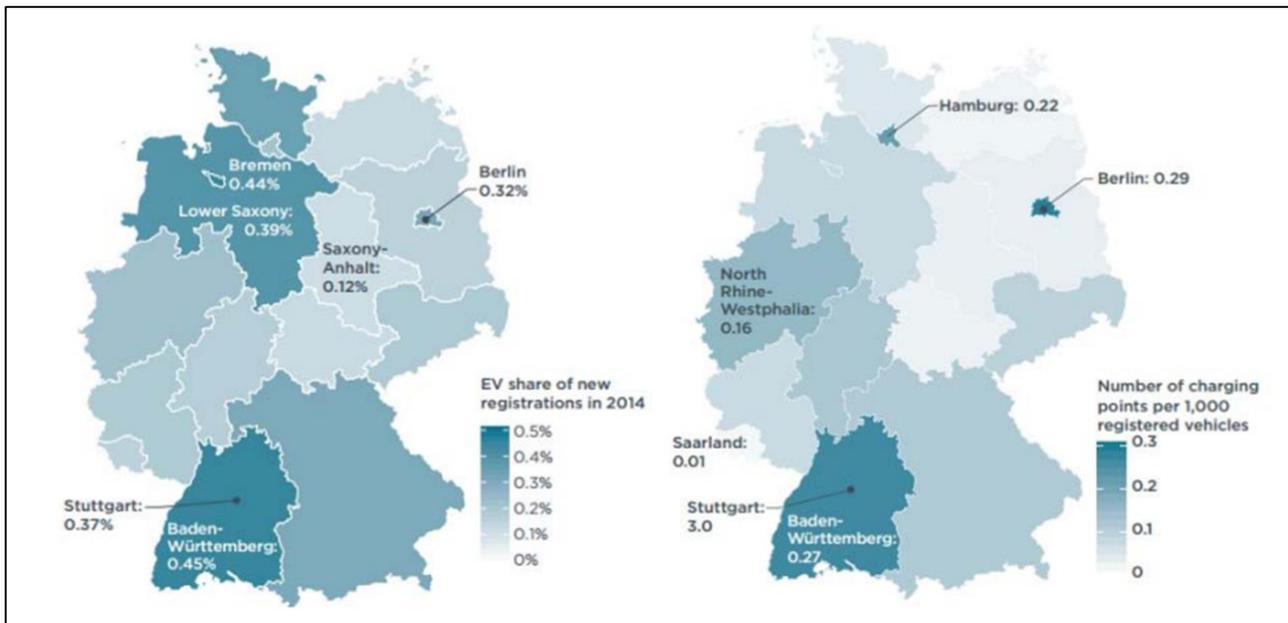
Fuente: reelaborado de (Statista, 2017).

- **En Alemania se estima un gran volumen de producción de VE a futuro (2021).**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Alemania

FIGURA 7. *Länder* de Alemania según el porcentaje de vehículos eléctricos respecto al total de matriculaciones (izquierda) y número de puntos de recarga por cada 1.000 vehículos matriculados (derecha) en 2014



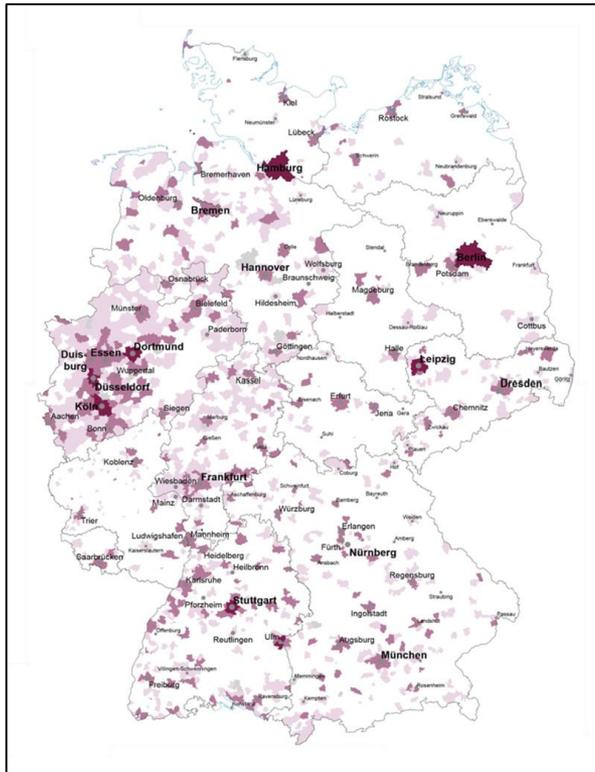
- Alemania cuenta con porcentajes notables de cuotas sobre ventas y de puntos de recarga.

Fuente: (Tietge et al., 2016).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Alemania

FIGURA 8. Puntos de recarga eléctrica públicos por municipios en diciembre de 2016

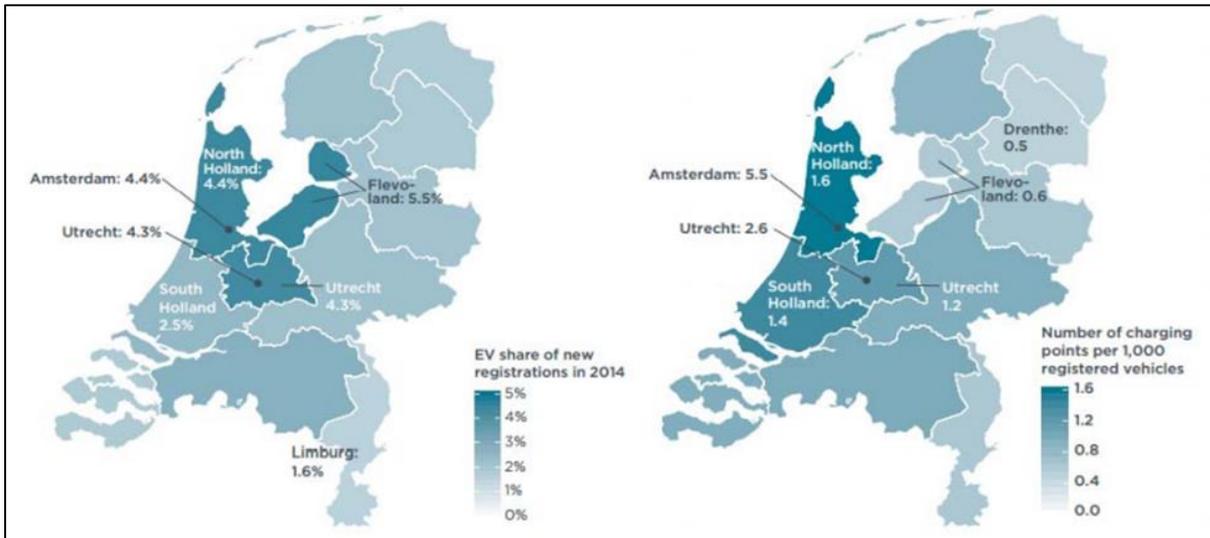


- Al igual que Francia, Alemania presenta dispersión en el despliegue de puntos de recarga.
- Necesitando 36.000 puntos de recarga (PR) normal y 7.000 PR rápidos en 2020.
- En el año 2020 el objetivo es de 1M VE.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Holanda

FIGURA 9. Regiones de Holanda según el porcentaje de vehículos eléctricos respecto al total de matrículas (izquierda) y número de puntos de recarga por cada 1.000 vehículos matriculados (derecha) en 2014



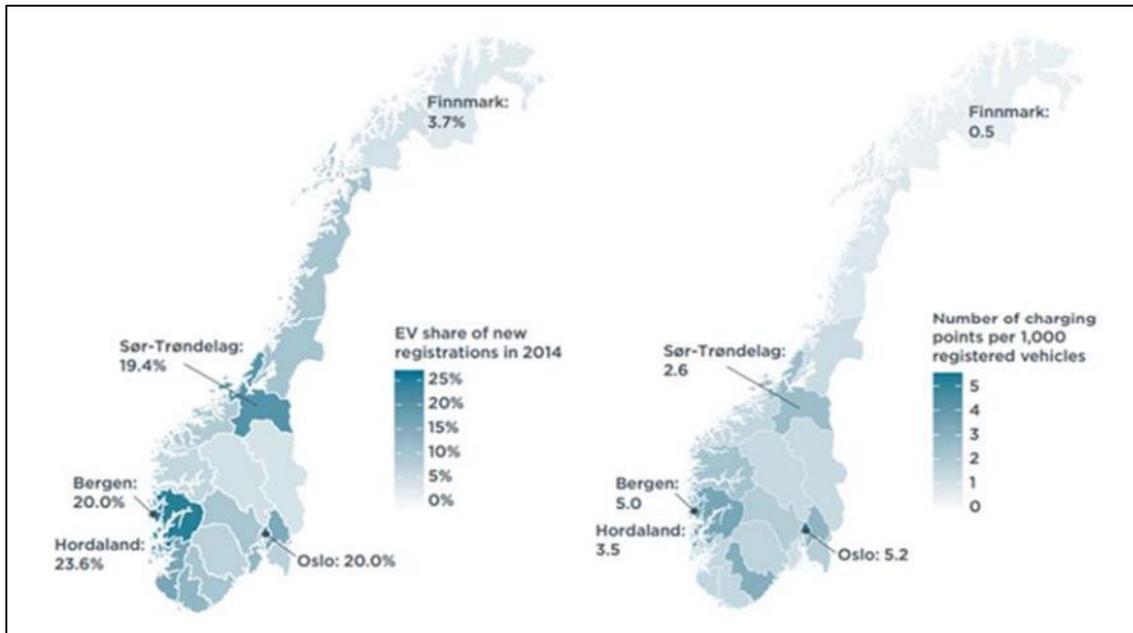
Fuente: (Tietge et al., 2016).

- En el año 2035 todos los vehículos nuevos deberán estar libres de emisiones.
- La penetración por regiones es relativamente homogénea.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Noruega

FIGURA 10. Condados de Noruega según el porcentaje de vehículos eléctricos respecto al total de matrículas (izquierda) y número de puntos de recarga por cada 1.000 vehículos matriculados (derecha) en 2014



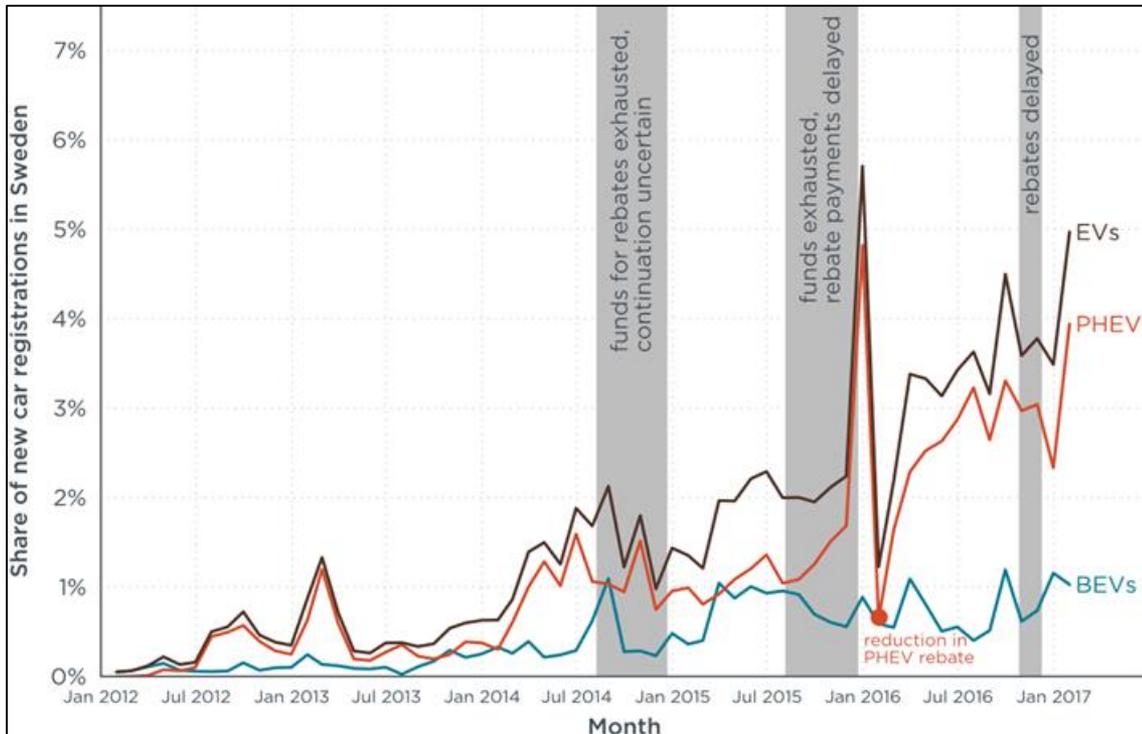
Fuente: (Tietge et al., 2016).

- Preocupación por los vehículos de energías alternativas desde la década de los noventa.
- Son importantes los Planes Nacionales de Transporte (2014-2023 y 2018-2029).
- Énfasis en el cambio en energías para el transporte: electricidad y biogás.
- *Mix* eléctrico muy favorable para los vehículos eléctricos.
- Elevadas tasas de ventas de vehículos eléctricos. Porcentajes de puntos de recarga (PR) del orden de 5 PR por mil matriculaciones.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Suecia

GRÁFICO 26. Evolución de la variación de matriculaciones de vehículos eléctricos en Suecia con las interrupciones de la *Supermiljöbilspremie*



- Las variaciones en políticas de incentivos afectan a los niveles de penetración.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Otros países

GRÁFICO 27. Evolución de la cuota de ventas del vehículo eléctrico en Estonia

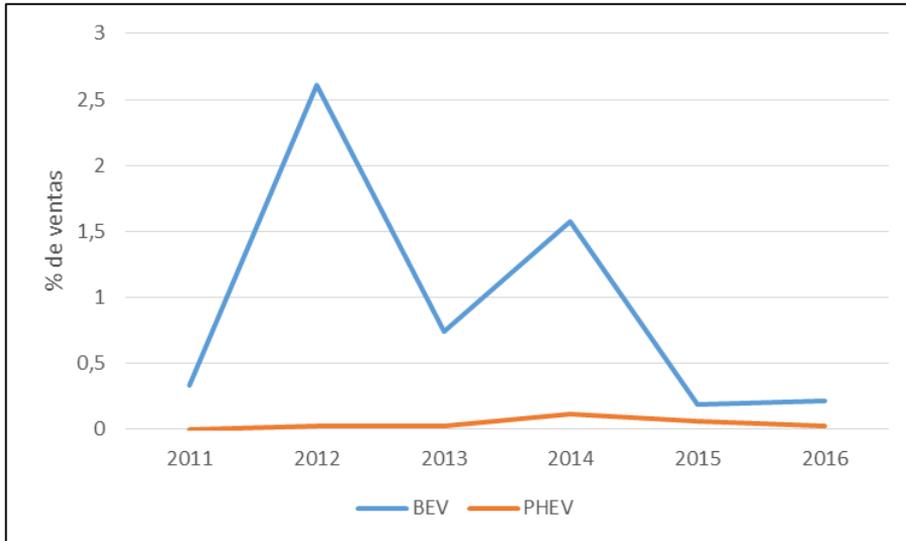
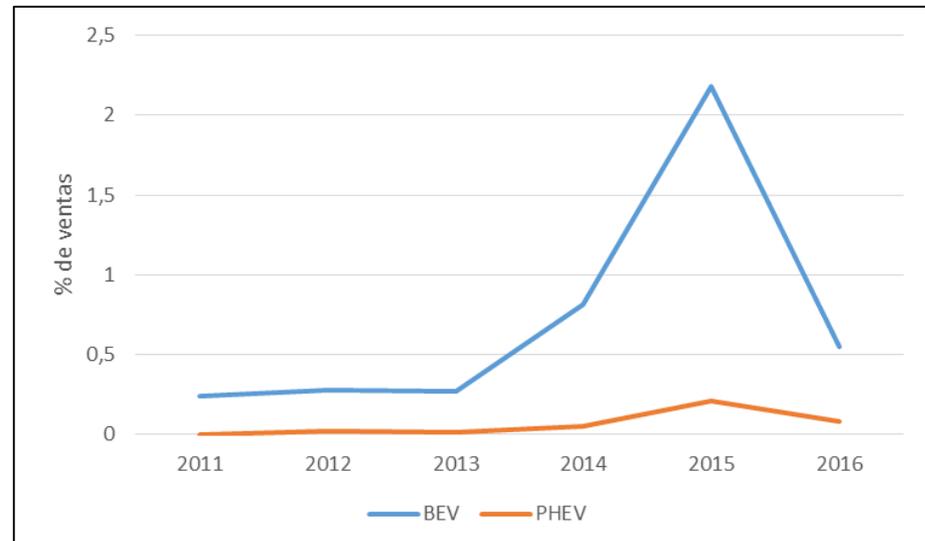


GRÁFICO 28. Evolución de la cuota de ventas del vehículo eléctrico en Dinamarca



Fuente: elaboración propia a partir de (EAFO, 2017).

- **Se observan patrones similares en otros países como Estonia y Dinamarca.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

✓ *Algunas comparaciones*

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

TABLA 5. Datos básicos de los países analizados en 2016

	Francia	Alemania	Holanda	Noruega	Suecia	España
Cuota de ventas de VE sobre ventas totales (%)	1,46	0,73	6,39	28,76	3,41	0,32
Matriculaciones	34.735	27.520	23.123	45.595	13.688	4.505
VE en circulación	106.340	77.644	106.114	115.202	30.232	11.129
Objetivo de ventas de VE sobre ventas totales a 2020 (%)	20	6	10	30*	-	3
Objetivo de reducción de emisiones de CO ₂ a 2020 respecto a 2005 (%)	-14	-14	-16	-	-17	-10
Puntos de recarga normal	14.250	16.266	26.088	7.040	1.654	3.312
Puntos de recarga rápida	1.593	1.687	612	1.117	1.084	362
Puntos de recarga totales	15.843	17.953	26.700	8.157	2.738	3.674
Puntos de recarga rápida sobre totales (%)	10	9	2	14	40	10
Objetivos en puntos de recarga a 2020 (miles)	7.000	60	-	25	-	-
Puntos de recarga públicos por matriculaciones (por mil)	460	650	1.150	180	200	820
Puntos de recarga públicos por VE en circulación (por mil)	150	230	250	70	90	330
Matriculaciones por punto de recarga	2,2	1,5	0,9	5,6	5	1,2
VE en circulación por punto de recarga	6,7	4,3	4	14,1	11	3

- En “datos básicos”, diversidad entre los países que apuestan por las energías alternativas.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

TABLA 6. Principales incentivos por países

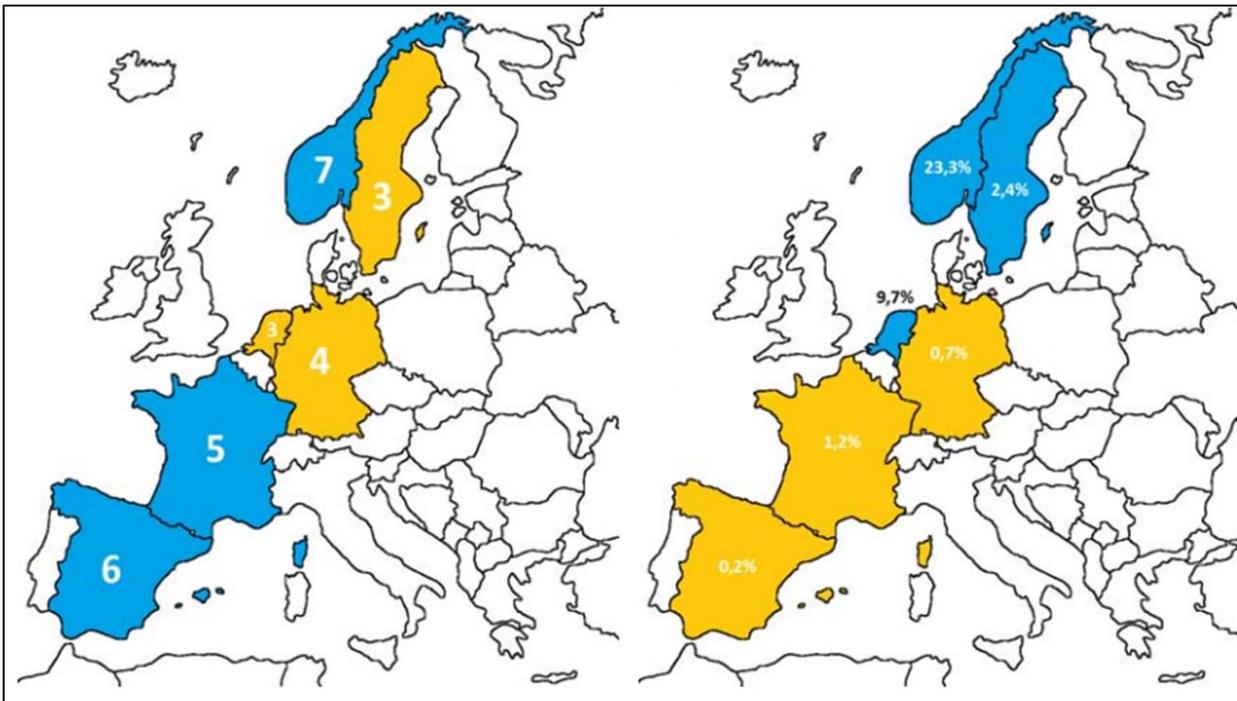
		Francia	Alemania	Holanda	Noruega	Suecia	España
Aplicación principal a vehículos	Ayudas a la compra (€)	6.300 - 10.000	4.000	n.a.	n.a.	4.200	5.500
	Reducción de impuesto de matriculación	Sistema <i>bonus-malus</i> basado en emisiones de CO ₂	n.a.	Según emisiones de CO ₂ y eficiencia del combustible	Según peso, potencia del motor y emisiones de CO ₂ y NO _x	n.a.	Según emisiones de CO ₂ (no específico del VE)
	Reducción de impuesto de circulación	Según emisiones de CO ₂ y tipo de combustible	Según emisiones de CO ₂ y capacidad del motor	Según peso muerto, provincia, combustible y emisiones de CO ₂	✓	Según peso, combustible, y emisiones de CO ₂	Según potencia del motor (no específicos del VE)
	Reducción de impuestos a empresas (desgravaciones fiscales)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Reducción de IVA	n.a.	n.a.	n.a.	25%	n.a.	n.a.
Aplicación principal a infraestructuras	Incentivos locales u otros beneficios económicos	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Incentivos para infraestructuras	✓	n.a.	n.a.	✓	n.a.	✓

- **Diversos incentivos y dos enfoques básicos: vehículos e infraestructuras.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

FIGURA 11. Comparación de países según la variedad de incentivos (izquierda) y la cuota de penetración del VE (derecha) en 2015



- La diversidad de instrumentos no parece correlacionarse con una mayor penetración.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

TABLA 7. Estimación del efecto de los incentivos directos en 2016

		Francia	Alemania	Holanda	Noruega	Suecia	España
Cuota de ventas de VE sobre ventas totales	%	1,46	0,73	6,39	28,76	3,41	0,32
	Posición	4 ^a	5 ^a	2 ^a	1 ^a	3 ^a	6 ^a
Porcentaje del incentivo directo sobre precio de venta final del vehículo	%	25,6	10	16,8	39,5	10,6	16,2
	Posición	2 ^a	6 ^a	3 ^a	1 ^a	5 ^a	4 ^a

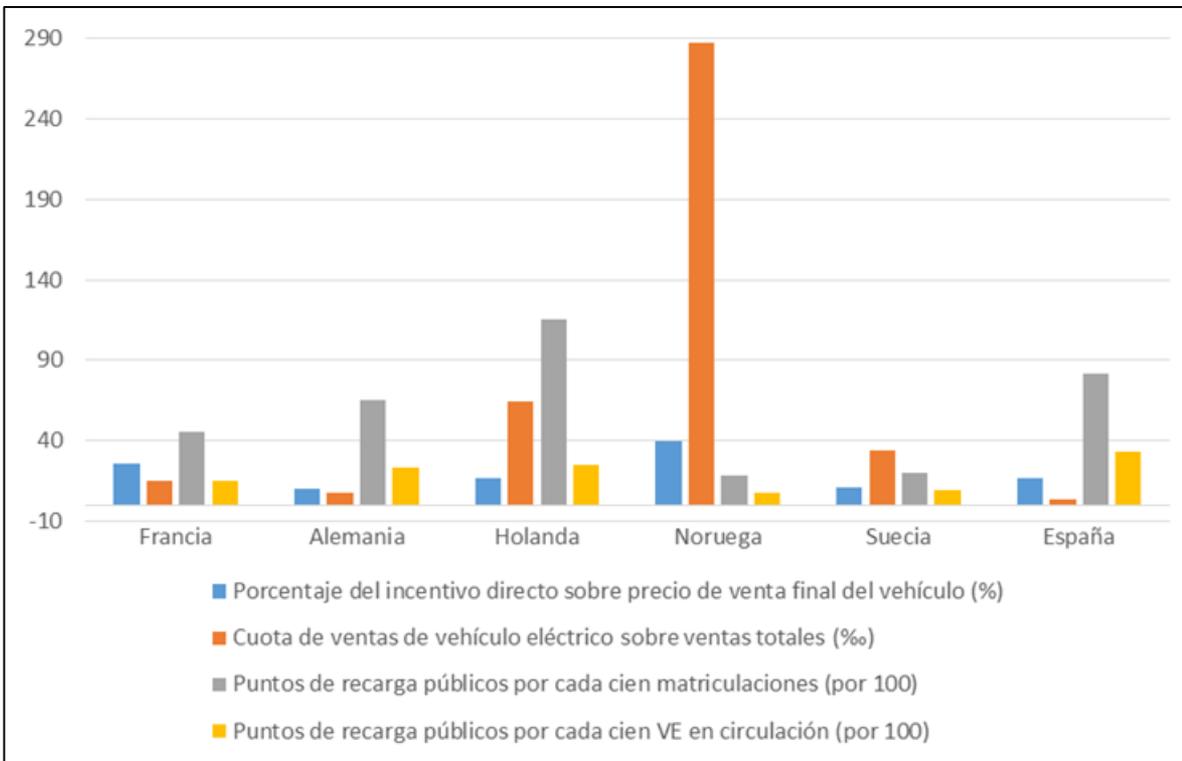
Fuente: elaboración propia a partir de (EAFO, 2017), (Tietge et al., 2016), (AIE, 2017), (AIE, 2016) y (Statista, 2017).

- Los incentivos son importantes para lograr un cierto nivel de penetración.
- Parece existir un cierto umbral para lograr crecimientos muy elevados. Caso de Noruega.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

GRÁFICO 29. Estimación gráfica del efecto de los incentivos directos en 2016

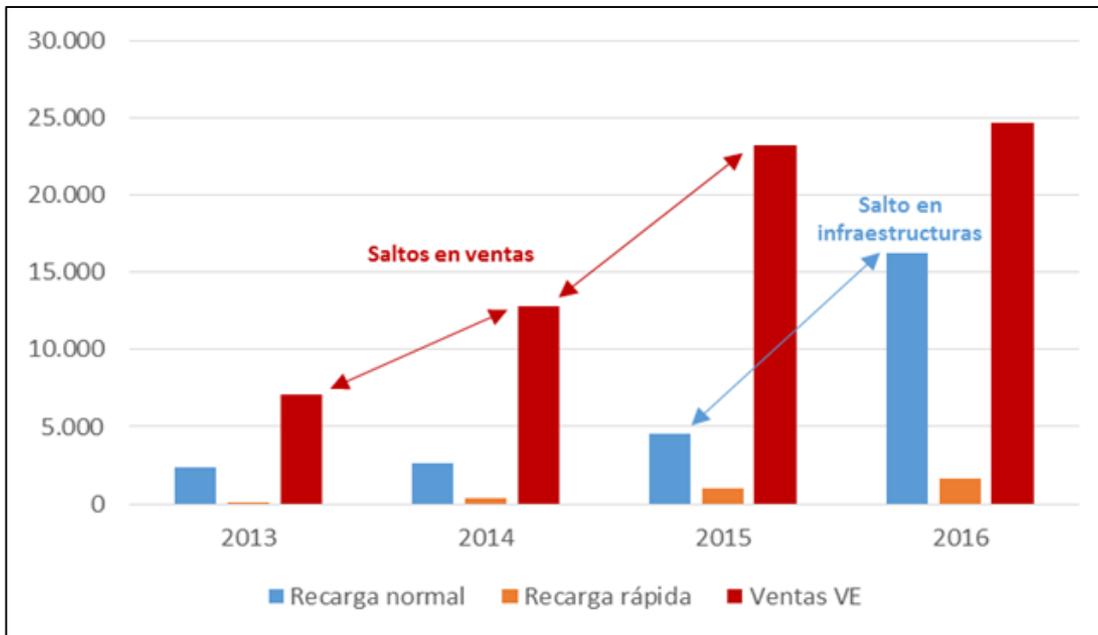


- Destaca Noruega en ventas de vehículos eléctricos y en incentivos.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

GRÁFICO 30. Puntos de inflexión en vehículos eléctricos vendidos y puntos de recarga públicos en Alemania



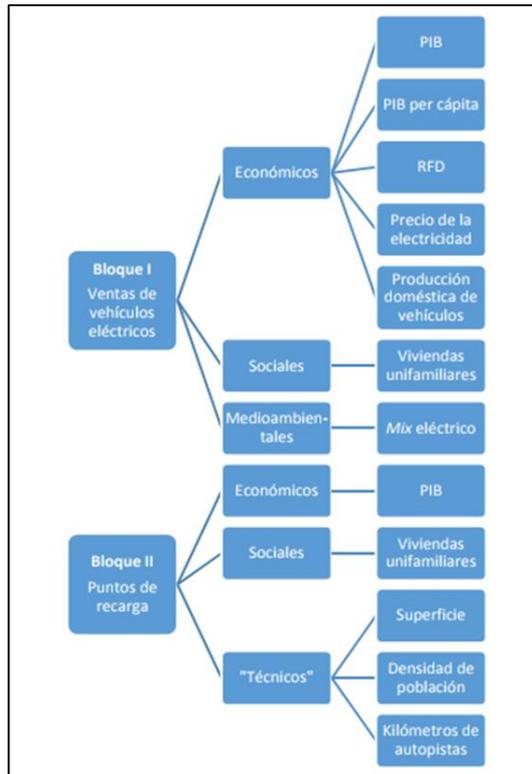
Fuente: elaboración propia a partir de (EAFO, 2017).

- Asumiendo la escasez de datos para obtener conclusiones, no es obvio que la mayor penetración de vehículos eléctricos esté fundamentalmente inducida por las infraestructuras públicas.
- Por ello es importante examinar algunos ratios que traten de arrojar luz sobre el asunto.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

FIGURA 12. Esquema de ratios evaluados

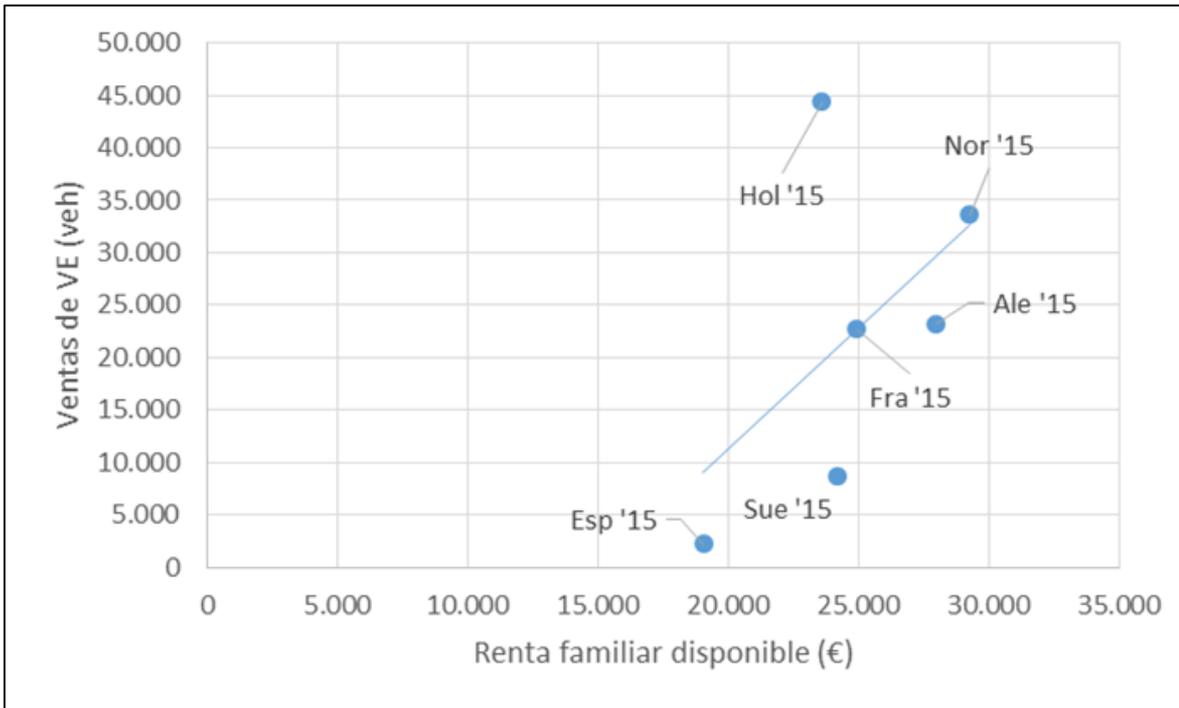


- Se han examinado un conjunto de ratios para vehículos y puntos de recarga de diferente carácter y naturaleza.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

**GRÁFICO 31. Comparación de las ventas de vehículos eléctricos (unidades)
con la renta familiar disponible en 2015**

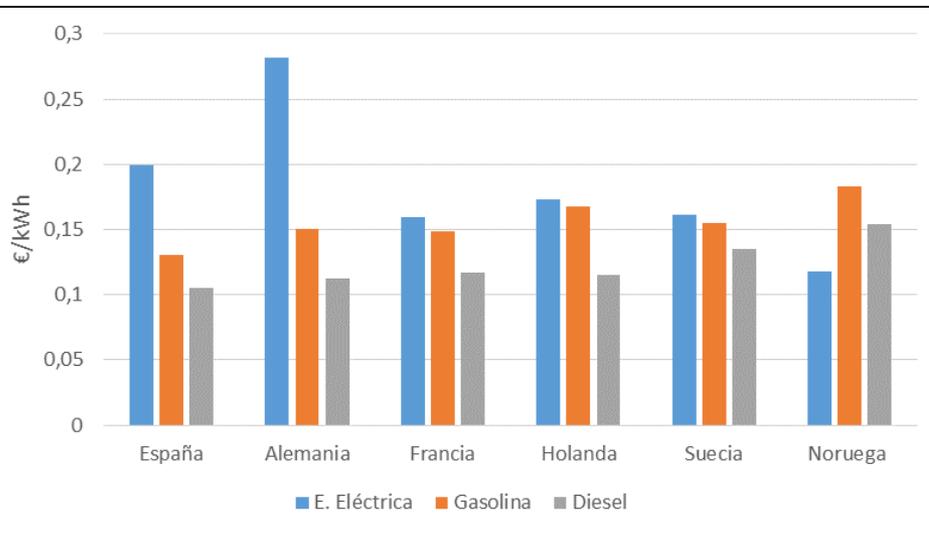


- $R^2 = 0,29$.
Excluyendo
Noruega y
Holanda, el valor
 R^2 asciende a $0,77$.

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

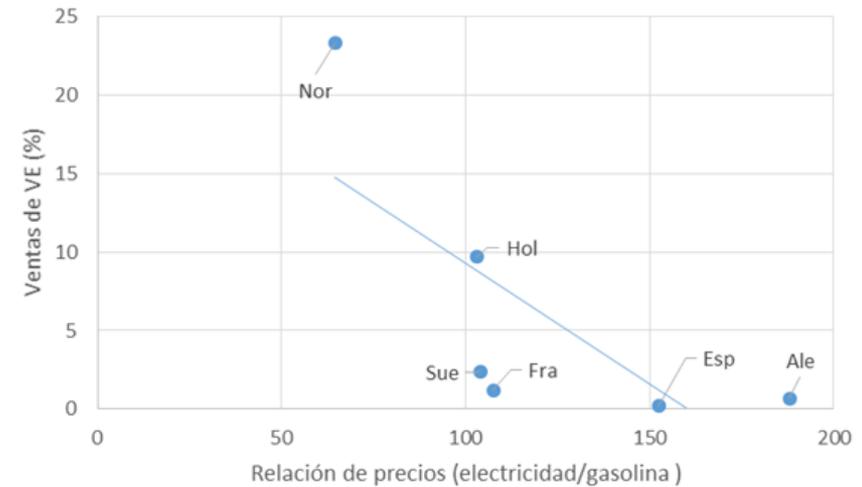
Algunas comparaciones

GRÁFICO 32. Precios de la electricidad para usuarios domésticos y de la gasolina y el diésel (impuestos incluidos) en los países analizados



Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2017) y (UE oil market report, 2017).

GRÁFICO 33. Comparación de las ventas de vehículos eléctricos (%) con la relación de precios entre electricidad y gasolina en 2015



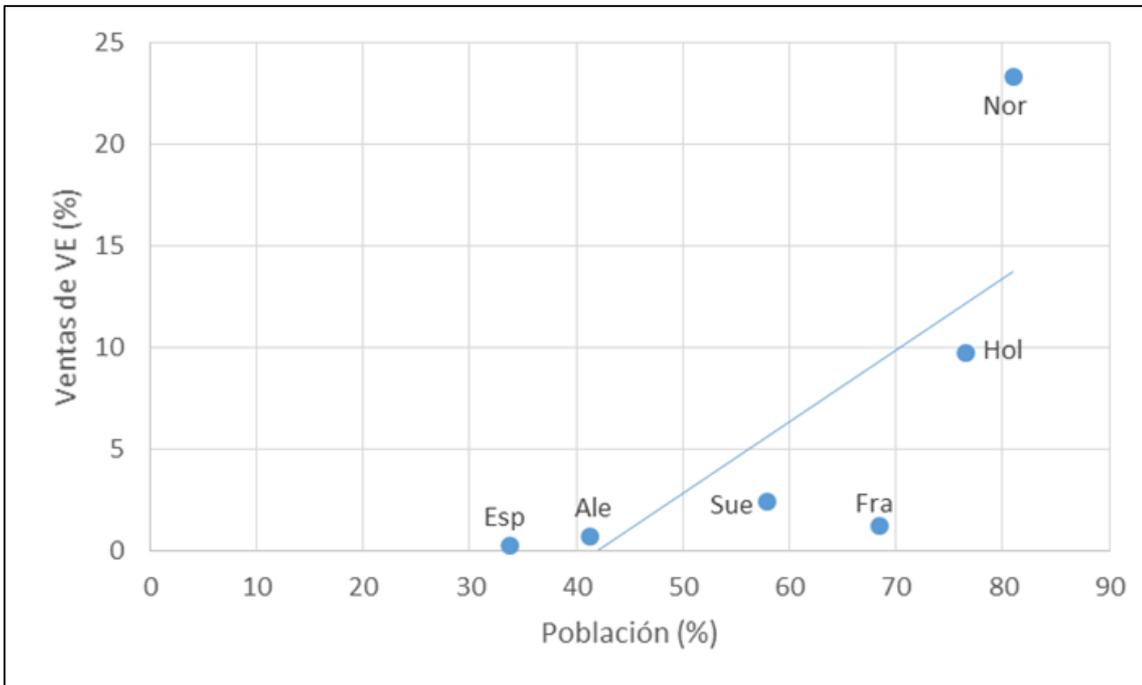
Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2017) y (UE oil market report, 2017).

- **$R^2 = 0,55$. La diferencia entre el coste final al usuario entre la energía eléctrica y los combustibles convencionales parece influir en la ventaja en coste del vehículo eléctrico y tener un papel significativo en la adquisición de vehículos eléctricos.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Algunas comparaciones

GRÁFICO 34. Comparación de las ventas de vehículos eléctricos (%) con la población en viviendas unifamiliares (%) en 2015



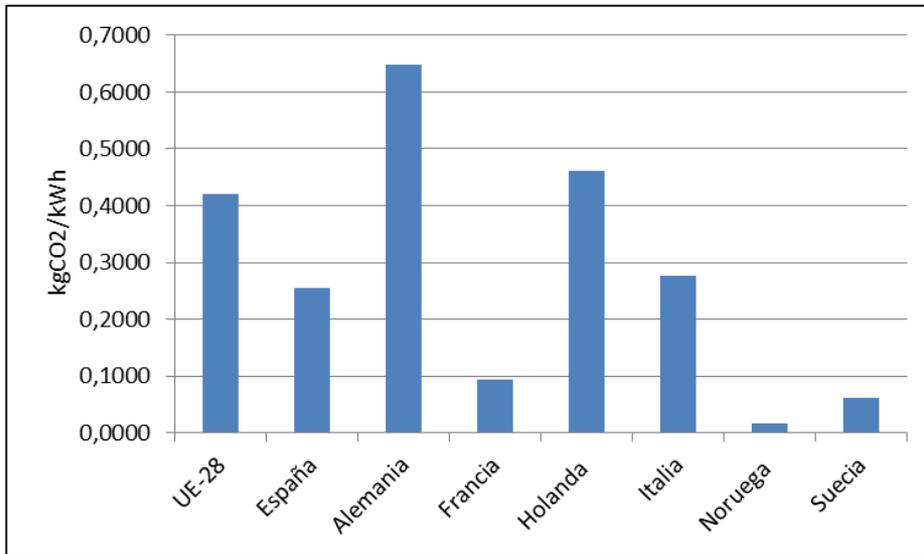
- **$R^2 = 0,55$. A mayor población en viviendas unifamiliares, mayor penetración de vehículos eléctricos.**

Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2017) y (AIE, 2016).

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

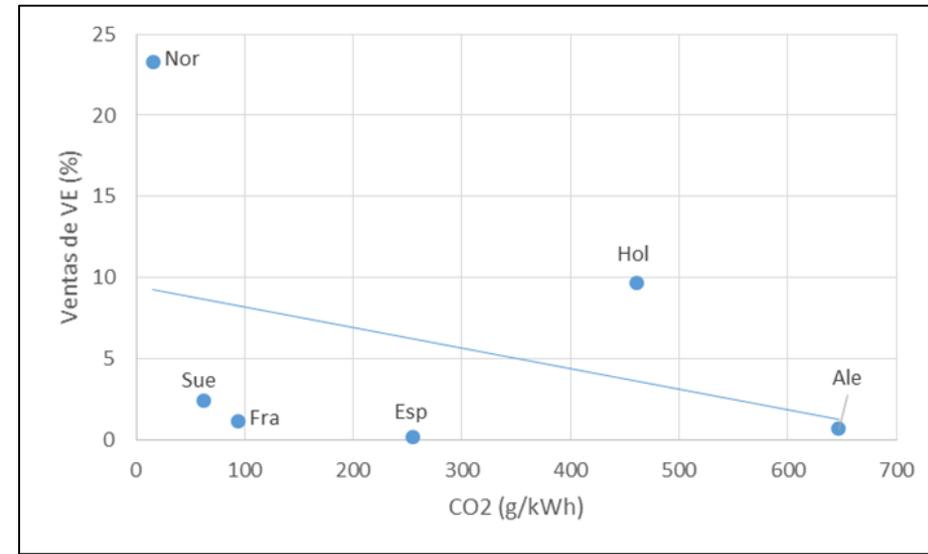
Algunas comparaciones

GRÁFICO 35. Comparación de las emisiones específicas de CO2 (kgCO₂/kWh)



Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2017).

GRÁFICO 36. Comparación de las ventas de vehículos eléctricos (%) con las emisiones específicas de CO2 del mix eléctrico de generación



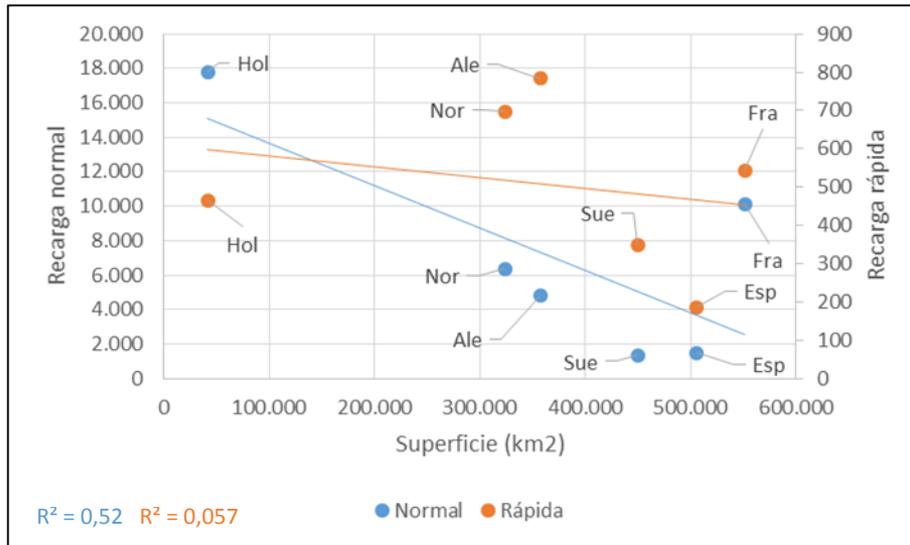
Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2017).

- **$R^2 = 0,12$. No parece existir relación clara entre un *mix* eléctrico bajo en emisiones y mayor penetración del vehículo eléctrico, salvo en Noruega.**

5. LA ELECTRICIDAD COMO ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

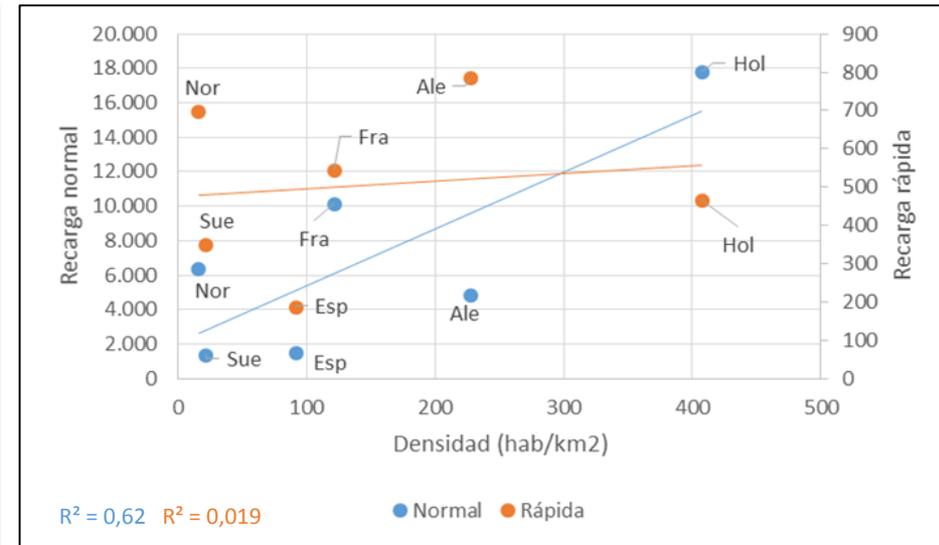
Algunas comparaciones

GRÁFICO 37. Comparativa del ratio puntos de recarga públicos por superficie en 2015



Fuente: elaboración propia a partir de (AIE, 2016) y (EAF0, 2017).

GRÁFICO 38. Comparativa del ratio puntos de recarga públicos por densidad de población en 2015



Fuente: elaboración propia a partir de (AIE, 2016) y (EAF0, 2017).

- **Parece importar más la distribución de población o densidad demográfica por sectores para la recarga normal.**

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

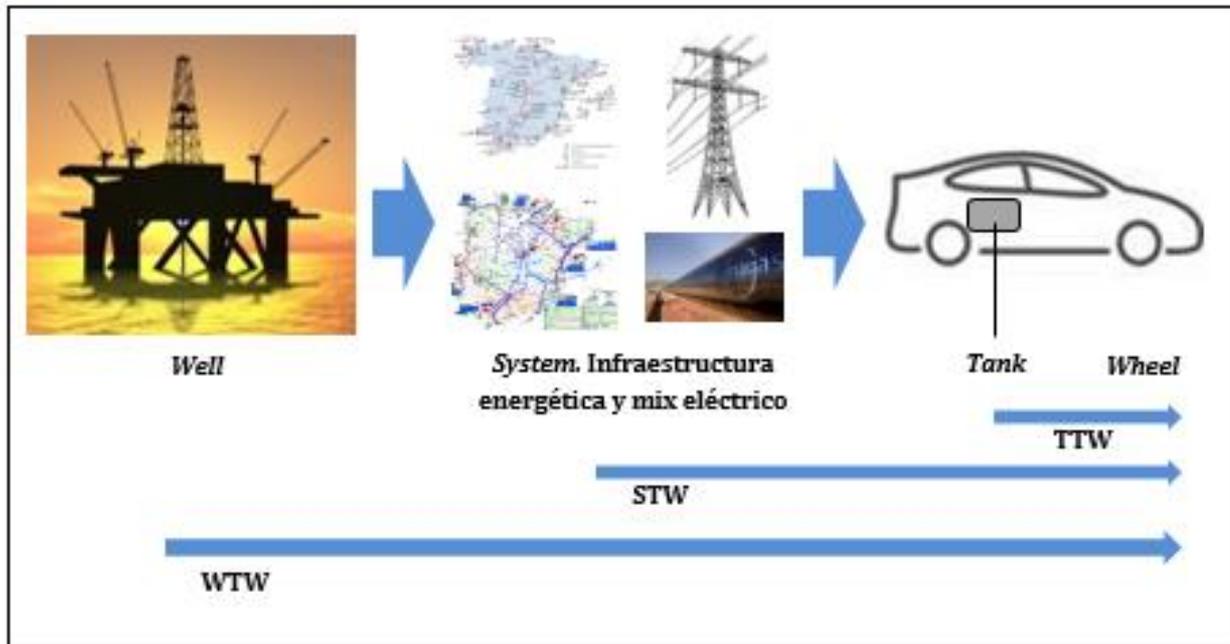
6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

✓ *Aspectos medioambientales*

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Aspectos medioambientales

FIGURA 13. Esquema comparativo entre TTW, STW y WTW



- El análisis contempla TTW y WTW.
- Además, se han calculado/estimado las emisiones STW.
- Para los GEI y NOx y partículas

Fuente: elaboración propia.

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Aspectos medioambientales

TABLA 8. Resumen de los principales supuestos relativos a las emisiones

Tipo de vehículo	Emisiones TTW			Emisiones STW			Emisiones WTW
	GEI (gCO ₂ eq/km)	NO _x (mg/km)	PM (mg/km)	GEI (gCO ₂ eq/km)	NO _x (mg/km)	PM (mg/km)	GEI (gCO ₂ eq/km)
Gasolina (2010)	203	60	5	218	73	5,2	232
Gasóleo (2010)	156	80	5	171	93	5,2	181
BEV (vehículo eléctrico de batería) (2013-2015)	0	0	0	48,5	86	2,9	55
PHEV (híbrido enchufable) (2020+)	65	20	1,6	86	46	2,4	88
GNC (gas natural comprimido) (2020+)	113	50	1	118	57	1,4	137
GLP (gases licuados del petróleo) (2020+)	127	50	1	130	52	1,2	139
Hyb (híbrido) (2020+)	91	30	2,2	98	32	2,3	104

Relevante a nivel local/zonal
 Relevante a nivel del sistema energético peninsular

Fuente: elaboración propia.

- Las emisiones de GEI son globales (WTW).
- Las emisiones NO_x y PM son zonales (TTW).

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Aspectos medioambientales

GRÁFICO 39. Emisiones de CO_{2eq} TTW, STW y WTW por tipos de vehículos

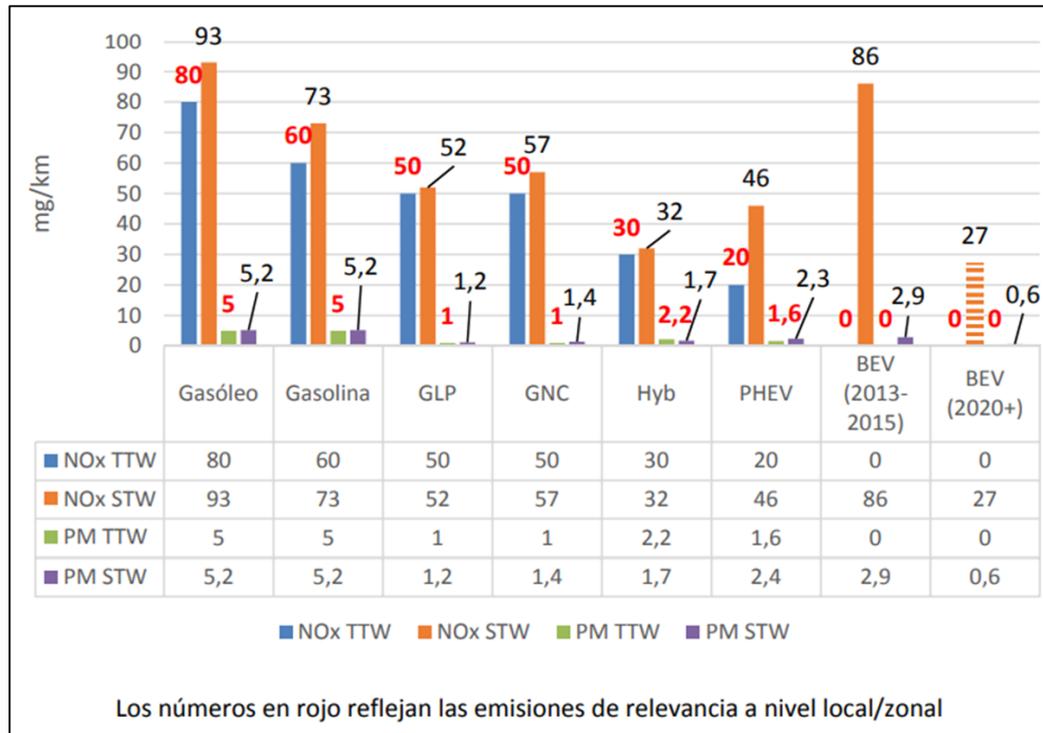


- Las pendientes de TTW a WTW son diferentes

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Aspectos medioambientales

GRÁFICO 40. Emisiones contaminantes por tipo de vehículos (TTW y STW)



- Emisiones contaminantes
- Disminuciones sustanciales en NOx a futuro en el sistema eléctrico

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

✓ *Supuestos económicos*

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Supuestos económicos

TABLA 9. Resumen de los principales supuestos relativos a los aspectos económicos

Tipo de vehículo	Combustible		Vehículo	Punto de recarga o suministro (k€)
	Consumo (por cada 100 km)	Precio	Precio (k€)	
Gasolina (2010)	8,3 l	1,24 €/l	14	n.a.
Gasóleo (2010)	5,9 l	1,13 €/l	16	n.a.
BEV (vehículo eléctrico de batería) (2013-2015)	18 kWh	Carga convencional: 0,1261 €/kWh Carga rápida: 0,50 €/kWh	34	Carga convencional: 2,4 Carga rápida: 50
PHEV (híbrido enchufable) (2020+)	2,9 l 4,7 kWh	1,24 €/l Carga convencional: 0,1261 €/kWh Carga rápida: 0,50 €/kWh	42	26% de la carga convencional del BEV
GNC (gas natural comprimido) (2020+)	4 kg	0,9 €/kg	25	500
GLP (gases licuados del petróleo) (2020+)	7,8 l	0,62 €/l	18	100
Hyb (híbrido) (2020+)	4 l	1,24 €/l	26	n.a.

- Se contemplan supuestos de precios de combustible, de vehículos y puntos de recarga o suministro.
- Se realizan análisis básicos de sensibilidad. Entre otros de precios de combustibles y de precios del vehículo eléctrico.
- Amplio rango del precio de los puntos de recarga o suministro.

6. SUPUESTOS ECONÓMICOS Y METODOLOGÍA

Supuestos económicos

TABLA 10. Diferentes previsiones para el precio de las baterías según fuentes consultadas (\$/kWh)

Fuente	2020	2022	2025	2030
Nykqvist y Nilson	200-450	-	150-250	150-250
Lux Research			175	
Instituto Ambiental de Estocolmo			150	
DOE	125	-	-	-
OEM	-	100	-	-
McKinsey	200	-	163	-
Element Energy	-	-	-	215
Fraunhofer	100-300	-	-	-
General Motors	-	100	-	-
SET-Plan	200			
Inferior y superior	Inf: 100 Sup: 450	Inf: 100 Sup: 200	Inf: 150 Sup: 250	Inf: 150 Sup: 250

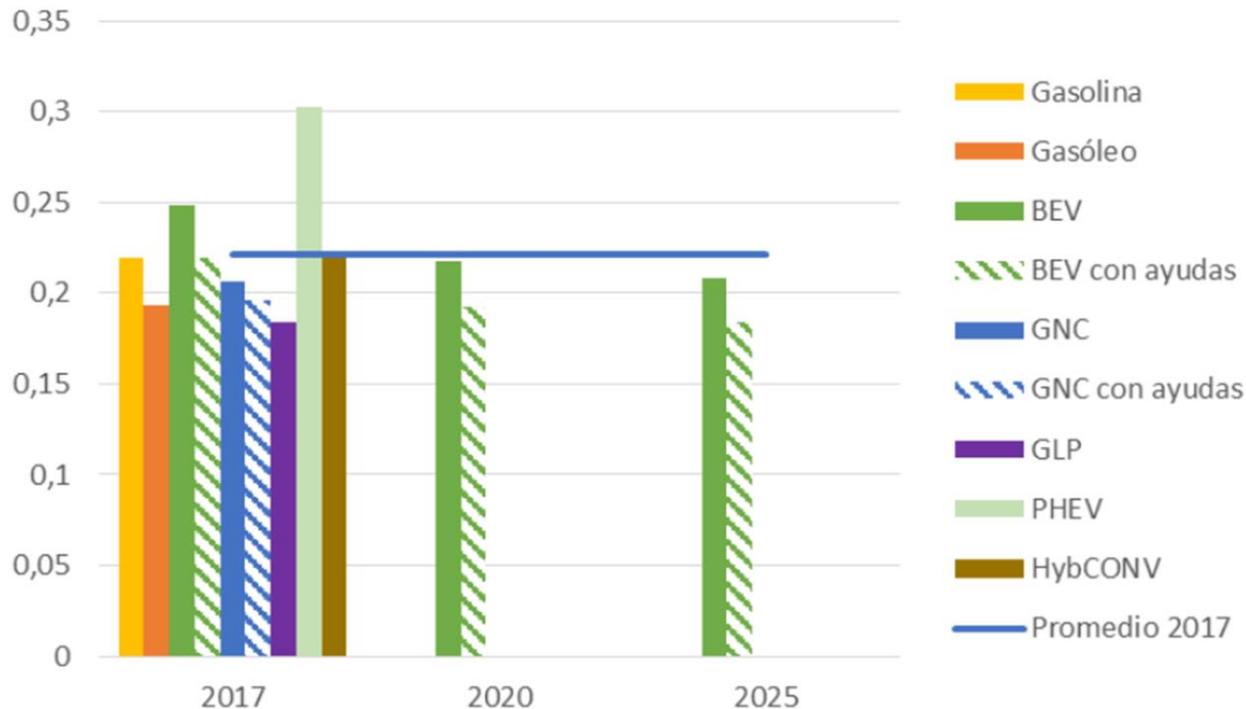
- Estimaciones del precio de batería a futuro con un amplio rango.
- Coste de baterías 35% del total considerado razonable, particularmente a futuro.

Fuente: elaboración propia a partir de (Nykqvist y Nilson, 2015), (McKinsey, 2014), (Element Energy, 2012), (Fraunhofer, 2013) y (Comisión Europea, 2011b).

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Supuestos económicos

GRÁFICO 41. Comparativa de los TCO analizados (€/km)



- **TCO: Los cálculos muestran una igualación con los convencionales en el horizonte 2025**
- **Las hipótesis sobre TCO son clave**

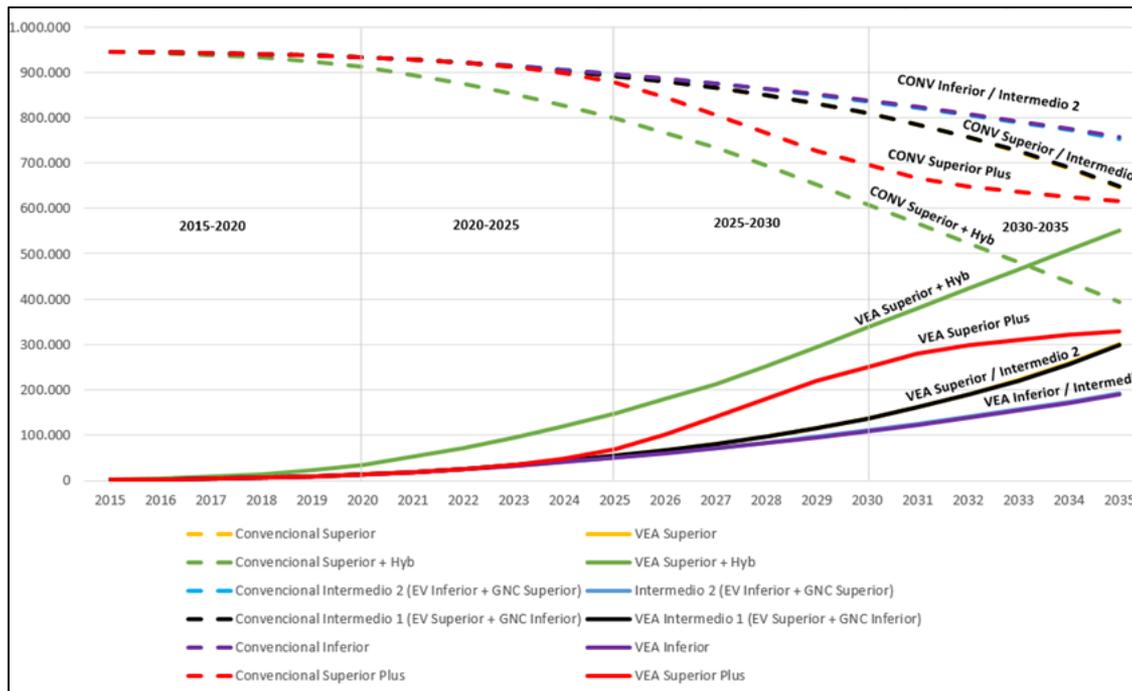
6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

✓ Penetración progresiva

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Penetración progresiva

GRÁFICO 42. Introducción progresiva de los VEA hasta 2035 en la CAPV en número de vehículos en todos los escenarios, para las distintas energías agrupadas en convencionales y alternativas

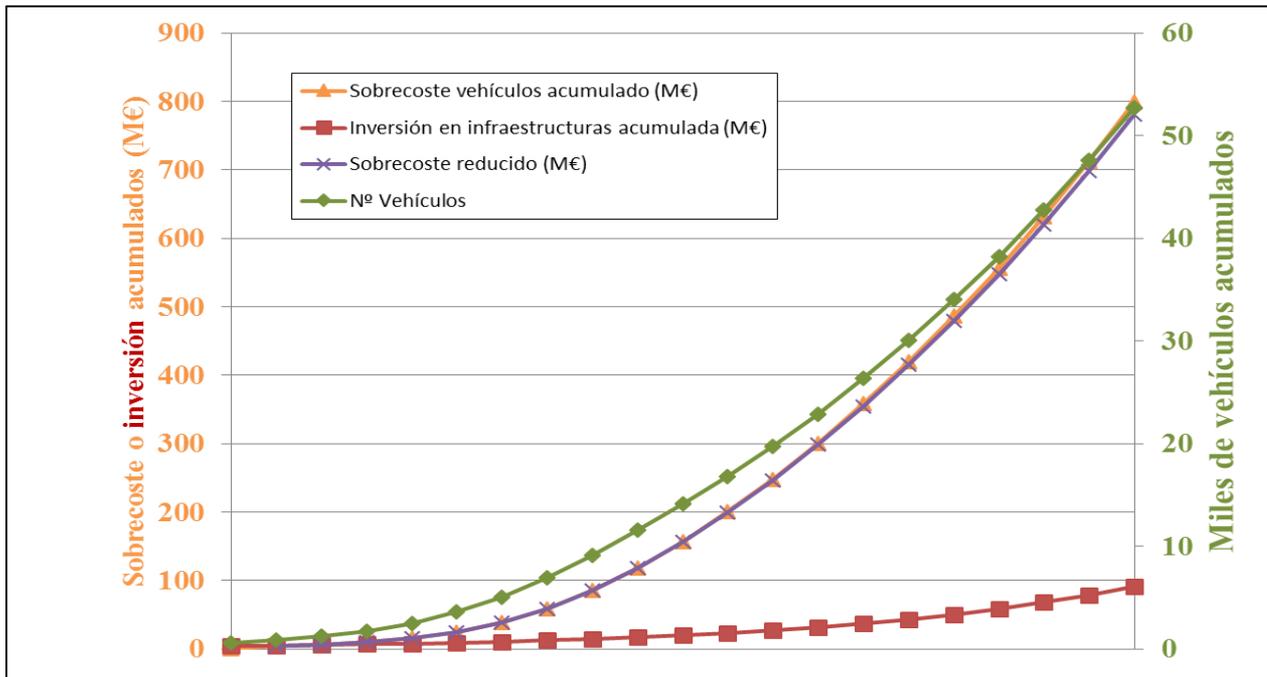


- Se construyen diversos escenarios en base a los supuestos
- Se sustituyen gradualmente vehículos convencionales
- Resulta un parque compuesto en el que “conviven” los VEA y los convencionales
- En el escenario I hay más vehículos eléctricos e híbridos convencionales que convencionales a finales del periodo

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Penetración progresiva

GRÁFICO 43. Sobrecoste en inversiones frente a número de vehículos. Reducción de emisiones y ahorro de combustibles escenario I (1 de 2)

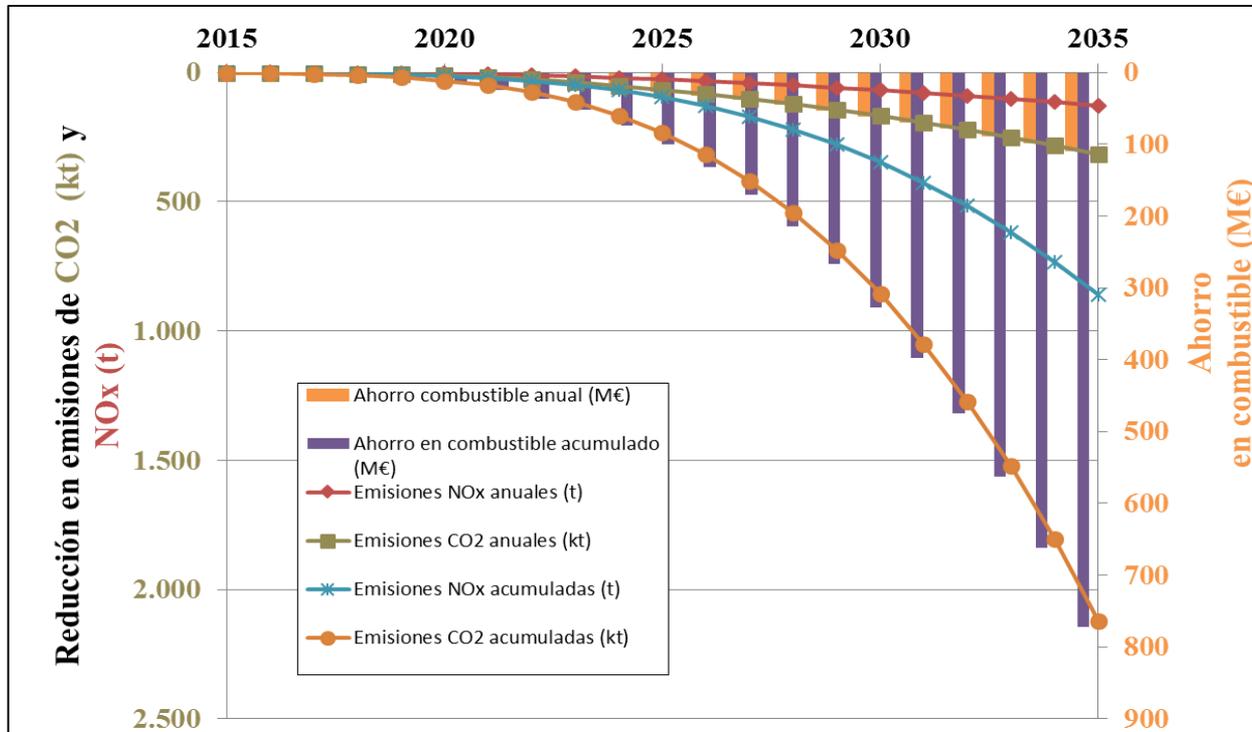


- **Escenario I. Resultados económicos**

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Penetración progresiva

GRÁFICO 44. Sobrecoste en inversiones frente a número de vehículos. Reducción de emisiones y ahorro de combustibles escenario I (2 de 2)



- **Escenario I. Resultados medioambientales**

6. ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL TRANSPORTE. APLICACIÓN AL PAÍS VASCO

Penetración progresiva

TABLA 11. Orden de los escenarios según criterios

	Ahorro de combustible	Coste específico CO ₂	Ahorro de costes medioambientales	Contribución climática	Ponderación				
					A	B	C	D	E
Superior + Hyb	1	4	1	1	2	2	2	3	2
Superior Plus	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Intermedio B (GNC Sup + VE Inf)	6	5	6	6	6	6	6	5	6
Superior	4	7	4	4	5	5	5	6	5
Intermedio A (GNC Inf + VE Sup)	5	2	5	5	4	4	4	3	4
Inferior	7	1	7	7	6	6	5	3	6
Superior + Hyb + PHEV	2	6	1	2	3	3	3	4	3

Fuente: elaboración propia.

- Con una mayor penetración de eléctricos de batería e híbridos convencionales se tienen mejores resultados.

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

- **Es relevante situar el papel del gas natural y la electricidad en el contexto de la movilidad.**
- **Elementos a considerar en la movilidad. Gestión de la eficiencia, de la demanda y mejora del impacto.**
- **El gas natural y la electricidad están ampliamente distribuidos, pero falta el desarrollo de las infraestructuras de recarga.**
- **Tecnología de gas natural en vehículos madura, electricidad en desarrollo.**
- **Italia: referencia clave para el GNC. Con todo el 3% del consumo en el transporte.**

7. CONCLUSIONES

- **GNC. Relevante en cuanto a estructura de costes e impuestos, y precios relativos a productos derivados del petróleo.**
- **Infraestructuras. Necesarias pero no suficientes para el desarrollo del mercado (i.e. Alemania).**
- **Vehículo eléctrico. Francia caso a seguir. Impulso político, industria del automóvil robusta, apoyo económico y *mix* de generación favorable.**
- **Noruega. Caso de éxito en cuanto a desarrollo. “Incentivos” elevados por exenciones de impuestos de matriculación (teoría del umbral), medidas locales y *mix* de generación muy favorable.**

7. CONCLUSIONES

- Para el conjunto de países evaluados los datos de incentivos y ventas son insuficientes para obtener conclusiones “significativas”.
- Incentivos: diferencias entre reducción del impuesto de matriculación vs incentivos directos a la compra.
- Las mejores correlaciones (R^2 0,5-0,7) con renta familiar disponible, PIB per cápita, viviendas unifamiliares y diferencial de precios entre electricidad y combustibles convencionales, pero hay que considerar el TCO.
- *Mix* eléctrico de generación curiosamente no resulta decisivo. Diferencias TTW vs STW o WTW.

7. CONCLUSIONES

- **Infraestructuras públicas de recarga para el vehículo eléctrico, aparentemente, condición necesaria pero no suficiente.**
- **Aplicación al País Vasco**
 - ✓ Las sustituciones “monoenergéticas” revelan sobrecostes manejables para el logro de objetivos de reducción de emisiones de CO₂ y mejora de calidad del aire.
 - ✓ En las penetraciones progresivas los escenarios analizados presentan la participación de las diferentes energías.
 - ✓ En 2030-2035 posible cruce de VEA con los convencionales.
 - ✓ No hay solución única para satisfacer todos los objetivos pero eléctricos e híbridos convencionales, en general, presentan mejores ventajas y conviven con los convencionales con mejoras.

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

El informe está disponible en papel a la terminación de la presentación y en la web de Orkestra se pueden consultar ambos informes

<http://www.orquestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/cuadernos-orkestra/1198-movilidad-sostenible>

<http://www.orquestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/cuadernos-orkestra/1150-energias-alternativas-transporte-pasajeros>