

Seminario

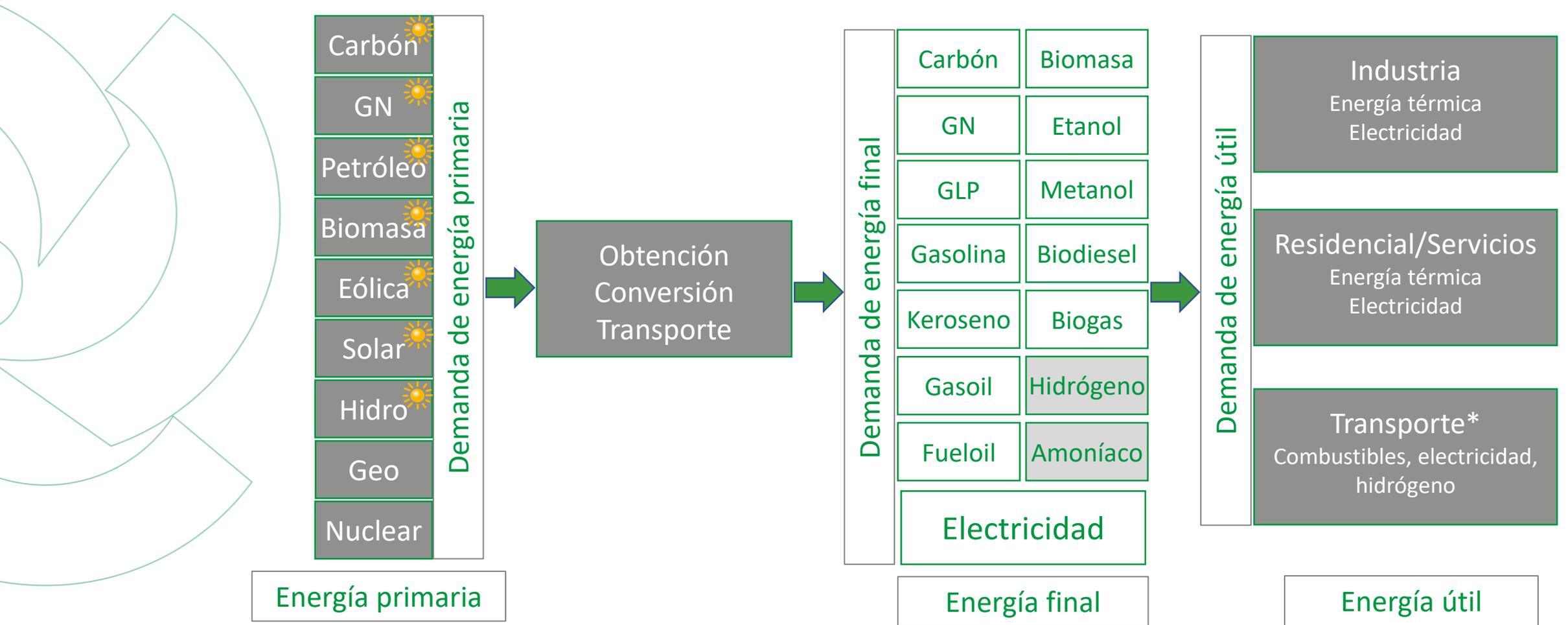
Cambio de modelo  
energético para mejorar  
la calidad del aire

# El modelo energético descarbonizado y la calidad del aire

# \_\_\_Contenido\_\_\_\_\_

- 1\_\_ Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_ Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_ El Green Deal y la descarbonización
- 4\_\_ Sustitución de fósiles por RES en el mix energético
- 5\_\_ Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_ Conclusiones

# De la energía primaria a la energía final



# \_\_\_Contenido\_\_\_\_\_

- 1\_\_Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_El Green Deal y descarbonización
- 4\_\_Sustitución de fósiles por RES en el mix energético
- 5\_\_Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_Conclusiones

# Demanda de energía primaria en la UE



Tipo de Energía Primaria	%
Crudo y productos del petróleo	34,8
Gas Natural	23,8
Combustibles fósiles sólidos	13,6
Renovables y biocombustibles	13,9
Nuclear	12,6
Residuos, no renovables	0,9
Otros	0,4

2017: 1674 Mtep

Fósiles :72,2%

# Demanda de energía final en la UE

UE 2017: 1060 Mtep  
ES 2017: 89 Mtep

	Productos petrolíferos	Gas natural	RES y biocombustibles	Carbones	Residuos no-RES	Electricidad	Entalpía	Otros
Fósiles UE: 62,2%								
Fósiles ES: 65,6%								
<b>Mtep</b>	394.1	239.3	102.4	25.6	3.8	240.6	48.5	5.7
<b>EU-28</b>								
<b>Porcentajes</b>	37.2%	22.6%	9.7%	2.4%	0.4%	22.7%	4.6%	0.5%
<b>ES</b>	47,4%	16,0%	6,4%	2,2%	sd	23,4%	sd	sd

# \_\_\_Contenido\_\_\_\_\_

- 1\_\_ Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_ Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_ El Green Deal y la descarbonización**
- 4\_\_ Sustitución de fósiles por RES en el mix energético
- 5\_\_ Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_ Conclusiones

# El Green Deal europeo



Respaldado por el Consejo Europeo el 12 de diciembre de 2019



EUROPEAN  
COMMISSION

Brussels, 11.12.2019  
COM(2019) 640 final

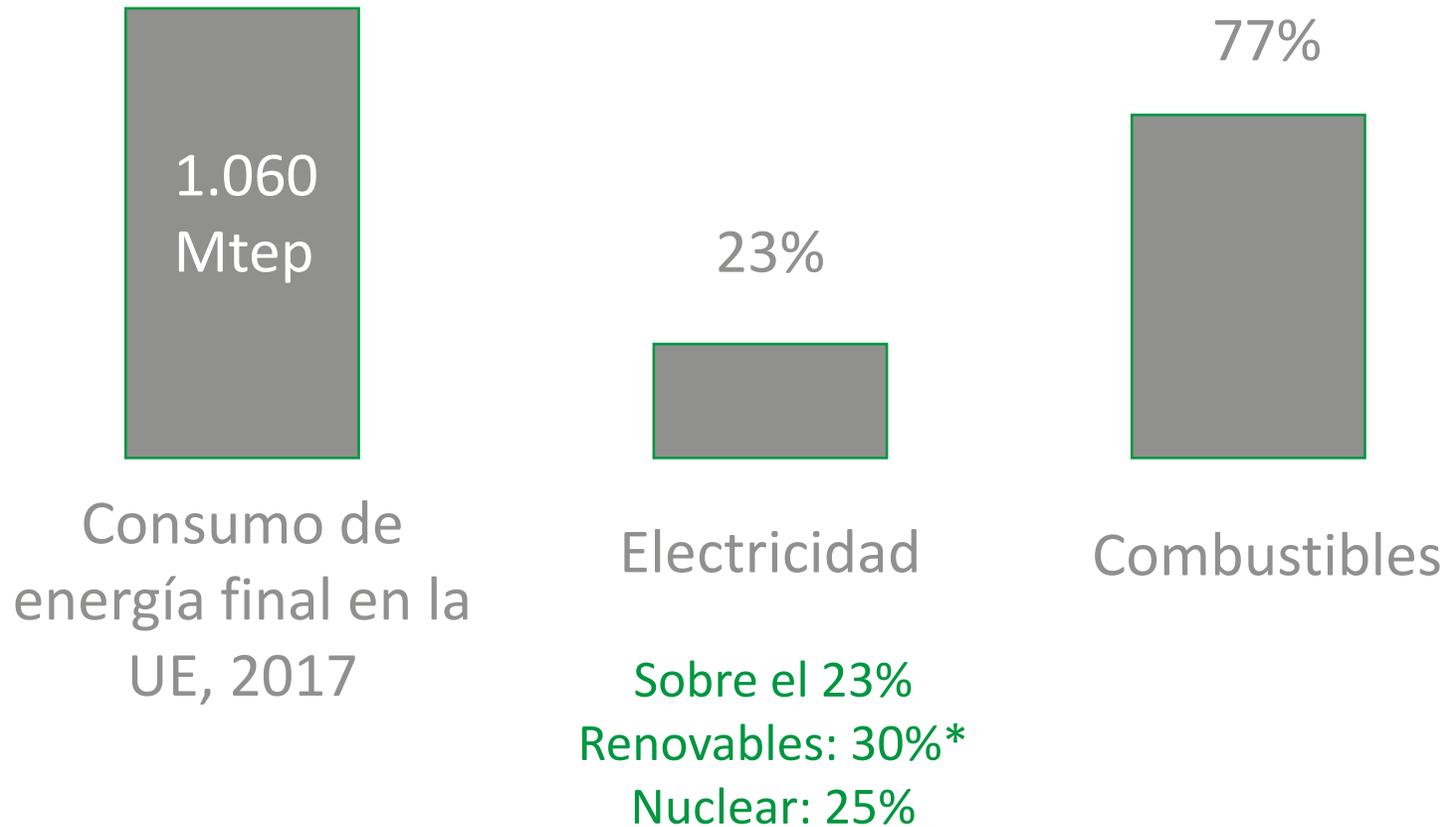
Objetivo último: neutralidad climática en 2050

Objetivo intermedio. Reducción de emisiones de GEI en 2030 del 50% ( aspiracional 55%)

## Descarbonización

Limitación al máximo del empleo de combustibles fósiles  
Captura de las emisiones de GEI inevitables poniendo en juego mecanismos naturales y procesos industriales

# Áreas de acción: electricidad



- Transporte por carretera
- Transporte marítimo
- Transporte aéreo
- Combustión en la industria
- Generación eléctrica de respaldo

# \_\_\_¿Es suficiente un sector eléctrico cero carbono?\_\_\_

Duplicando la penetración de la energía eléctrica y en el supuesto de toda ella de origen renovable, aún quedaría un 50% del consumo de energía primaria basado en combustibles

Para alcanzar los objetivos de la UE, resulta imprescindible eliminar la huella de carbono de estos combustibles

Cuestión distinta es la factibilidad y los costes asociados

# Requisitos de la electrificación cero carbono

Generación flexible, fiable, distribuida y gestionable

Más redes y gestión avanzada de la demanda

Almacenamiento de energía

Hibridaciones

Power-to-X-to-Power

Eliminación del carbón

¿Eliminación del gas natural?

¿En simultáneo con cierre de nucleares?

# Electrificación intensiva

La magnitud de la transformación: consumos comparativos

Una acería:  
H<sub>2</sub> electrolítico



40 TWh

40 TWh

**GREATER LONDON**



9 millones

Sector  
químico  
actualmente



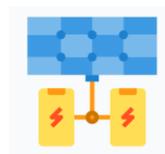
190 TWh

283 TWh



47 millones

Química  
totalmente  
electrificada



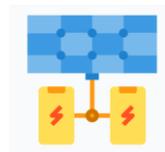
4.900 TWh

3.100 TWh



514 millones

Química  
totalmente  
electrificada



4.900 TWh

1.000 TWh



Electricidad  
renovable

# \_\_\_¿Que hacer con los combustibles?\_\_\_



Más moléculas cero  
carbono



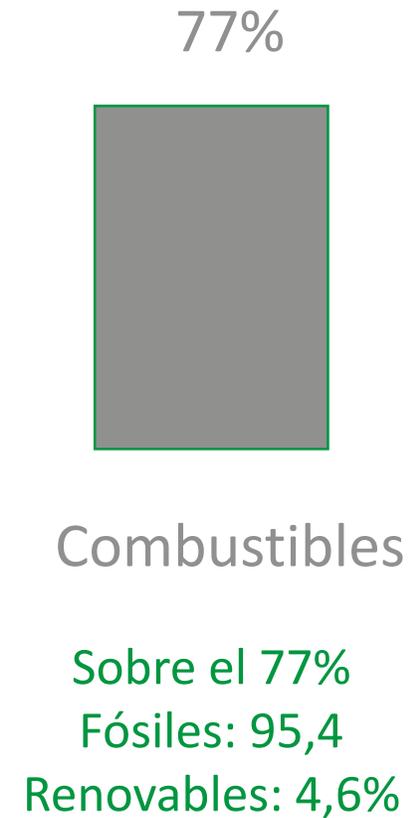
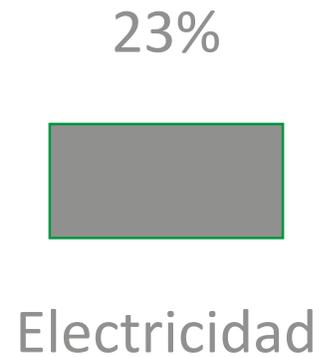
Captura, uso y  
almacenamiento de  
CO<sub>2</sub>

# Moléculas cero carbono

Combustibles cuya producción y empleo originan emisiones de GEI muy bajas o negativas y en los que los átomos de carbono presentes no son de origen fósil

Se necesitan nuevas tecnologías o rescatar y actualizar tecnologías en desuso para producir, convertir, almacenar y utilizar moléculas cero carbono

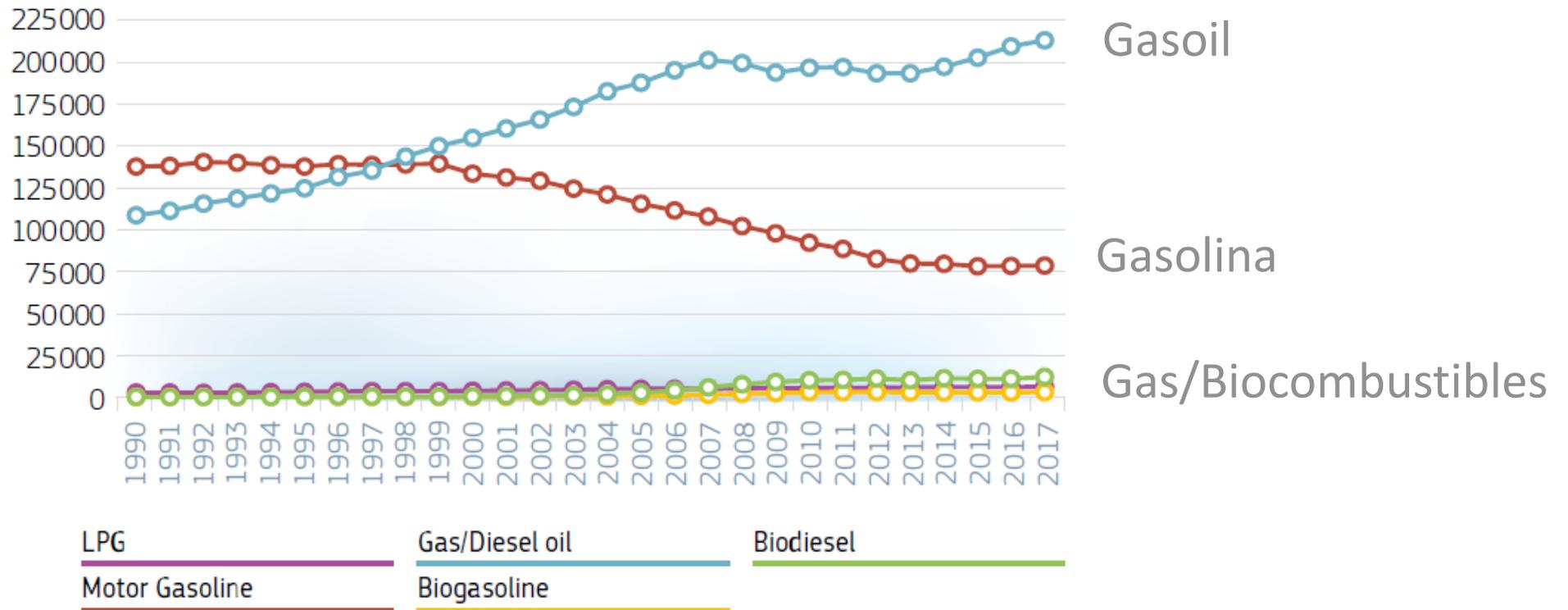
# Áreas de acción: combustibles



- Transporte por carretera
- Transporte marítimo
- Transporte aéreo
- Combustión en la industria
- Generación eléctrica de respaldo

# Penetración de renovables en transporte

**EU-28 – FUELS CONSUMPTION IN THE TRANSPORT SECTOR –  
1990-2017 (ktoe)**



# Las moléculas cero carbono



- Hidrógeno por electrolisis del agua
- Hidrógeno vía gasificación de biomasa y captura de  $CO_2$



- Hidrógeno por electrolisis del agua
- Nitrógeno por separación criogénica del aire



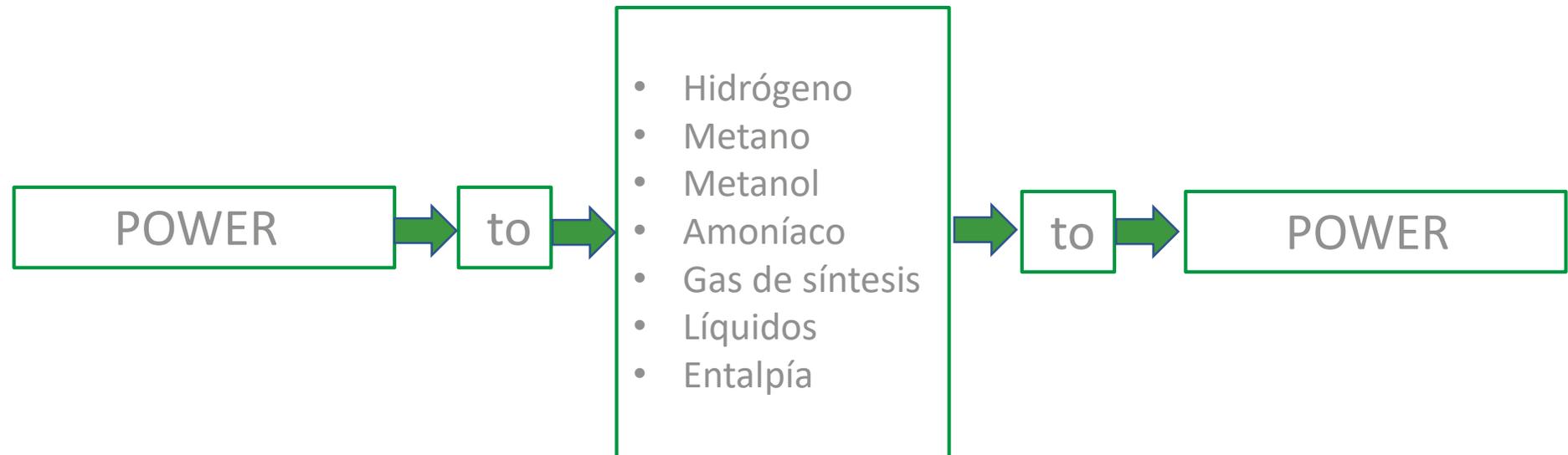
- Metano sintético a partir de  $H_2$  electrolítico y  $CO_2$  “renovable”\* o atmosférico
- Biogas por fermentación anaerobia de biomasa



- Biocombustibles de segunda generación
- Líquidos por gasificación de biomasa, Fischer-Tropsch y captura de  $CO_2$

# \_\_\_El concepto Power-to-X-to-Power\_\_\_

Basado en producción con excedentes de energía eléctrica de origen solar, eólico, hidráulico



# Contenido

- 1\_\_ Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_ Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_ El Green Deal y la descarbonización
- 4\_\_ Sustitución de fósiles por RES en el mix energético**
- 5\_\_ Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_ Conclusiones

# \_\_Emisiones de la transformación y uso de energía\_\_

Hoja de ruta de la descarbonización: limitación máxima de los fósiles

Objetivo directo perseguido reducción de las emisiones de GEI: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

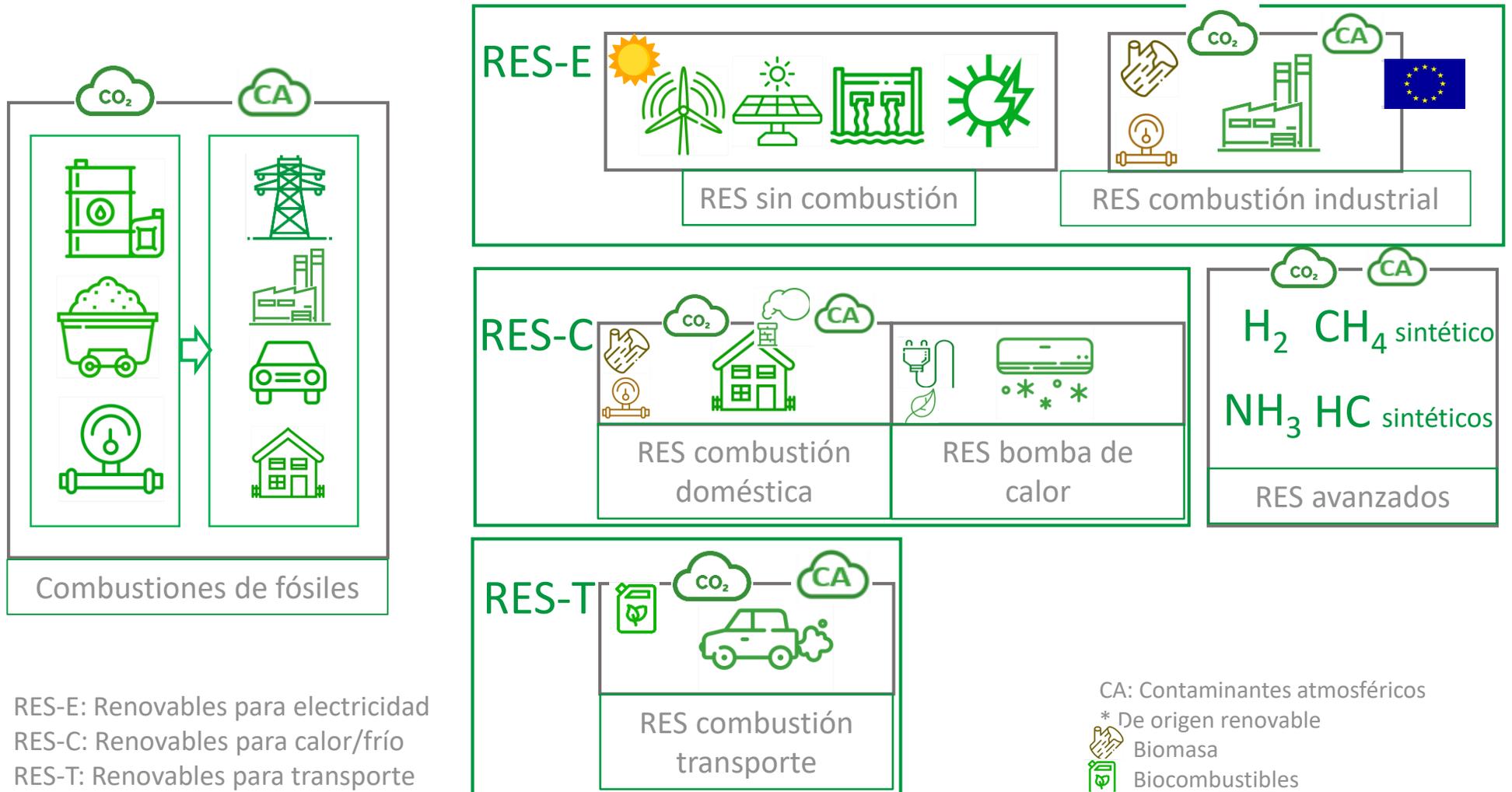
Indirectamente: Influencia sobre las emisiones de contaminantes atmosféricos

## Tipos de contaminantes atmosféricos\*

- Contaminantes atmosféricos primarios: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, COVs
- Otros contaminantes atmosféricos: CO, NH<sub>3</sub>, Benzopirenos...
- Contaminantes atmosféricos secundarios: Ozono, NO<sub>2</sub>, PM...

Observación: Unas menores emisiones deben traducirse en niveles de inmisión menores y por consiguiente en una mejora de la calidad del aire. No obstante la relación no es lineal y está afectada por multitud de factores, por lo que se recurre al modelado para obtener los segundos a partir de los primeros. Los datos en bibliografía son predominantemente relativos a la influencia del empleo de renovables en las emisiones, por lo que el resto de la presentación se centra en éstas, con algunas menciones a la calidad del aire en la UE

# Sustitución de fósiles por RES en el mix energético

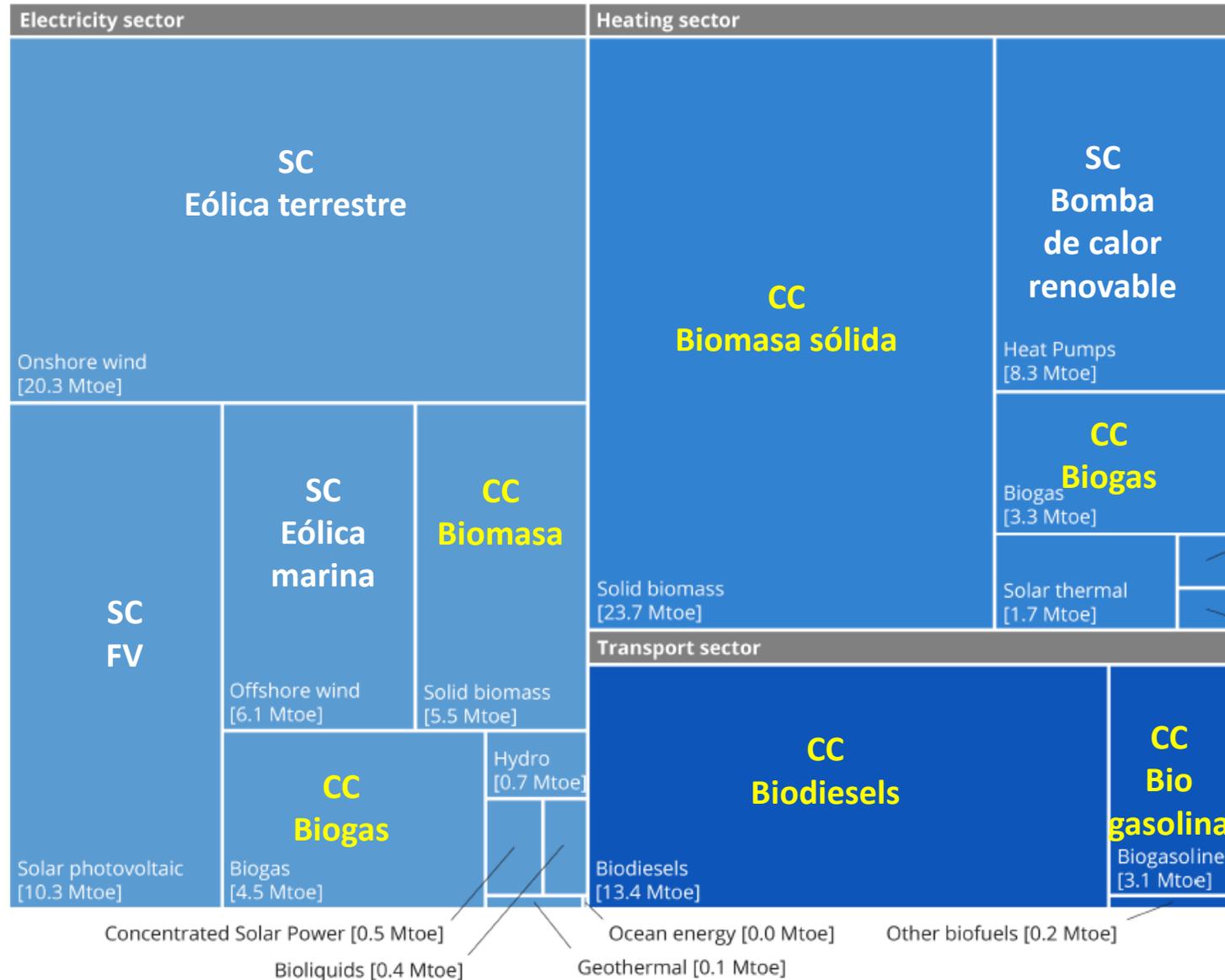


RES-E: Renovables para electricidad  
 RES-C: Renovables para calor/frío  
 RES-T: Renovables para transporte

# Incremento del empleo de renovables\*



RES-E



RES-C

RES-E: Renovables para electricidad  
 RES-C: Renovables para calor/frío  
 RES-T: Renovables para transporte  
 SC: Sin combustión  
 CC: Con combustión

Geothermal [0.3 Mtoe]  
 Bioliqúids [0.2 Mtoe]

RES-T

\*2005-2018

# \_\_\_Importancia relativa de los tres usos\_\_\_



USO	% s/total energía final renovable <sup>1</sup>	%renovable s/total <sup>2</sup>	Tecnología/m. prima
RES-C	49	20	Biomasa, usos domésticos Biogas Bomba de calor Solar térmica
RES-E	43	32	Eólica terrestre Eólica marina Fotovoltaica Biomasa, uso industrial
RES-T	8	8	Biocombustibles

<sup>1</sup> Porcentaje sobre el total de energía final renovable, todos los usos

<sup>2</sup> Porcentaje de energía final de origen renovable sobre total de energía final para el uso en cuestión

# Contenido

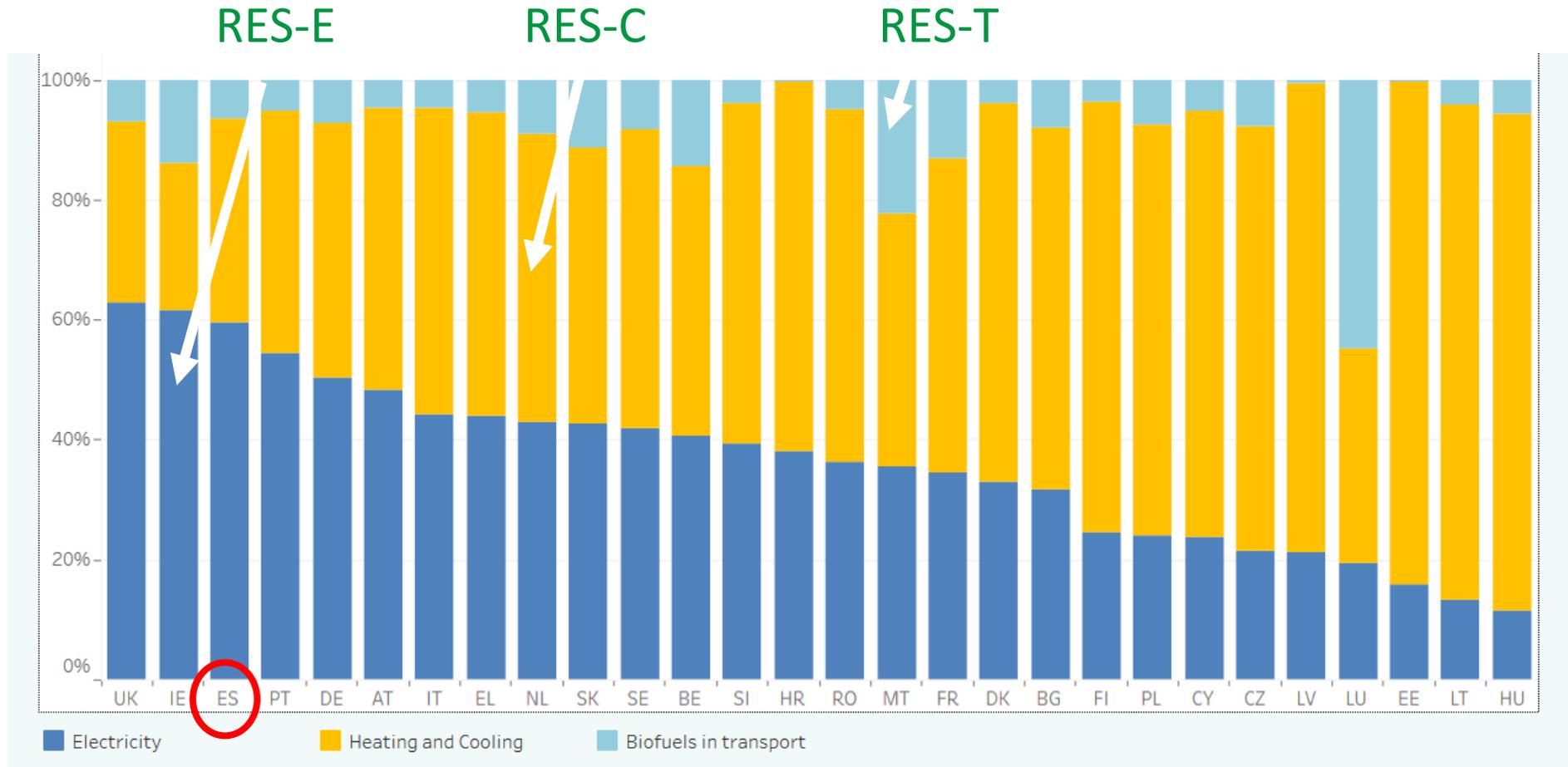
- 1\_\_ Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_ Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_ El Green Deal y la descarbonización
- 4\_\_ Sustitución de fósiles por RES en el mix energético
- 5\_\_ Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_ Conclusiones

# Efectos de renovables sobre las emisiones

Variación de emisiones en 2017 comparadas con escenario hipotético en el que el empleo de renovables estuviese al mismo nivel de 2005

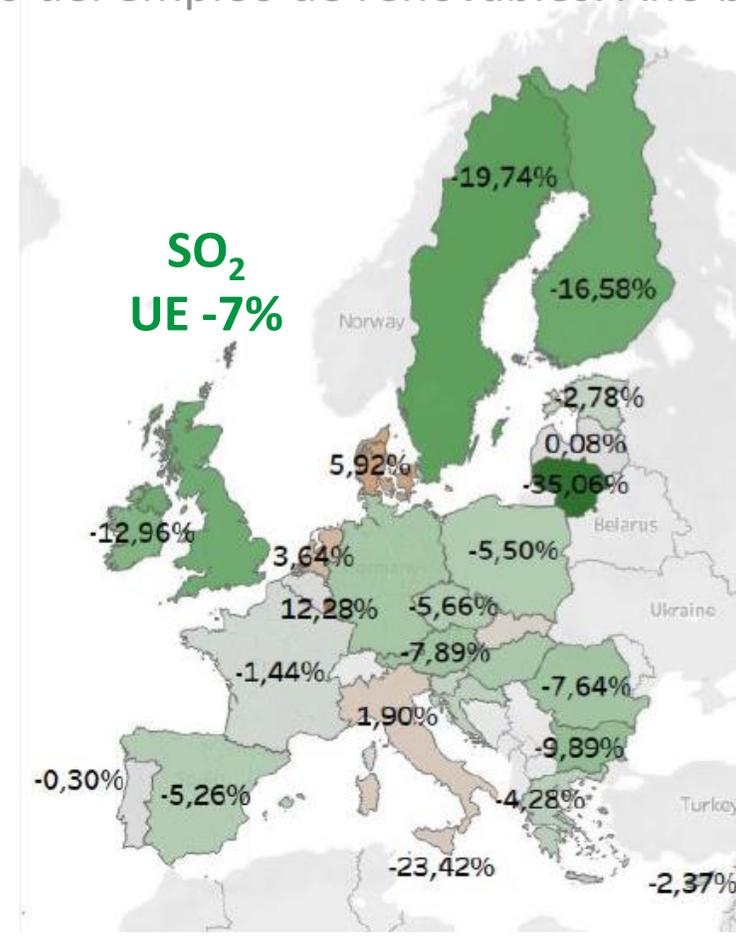
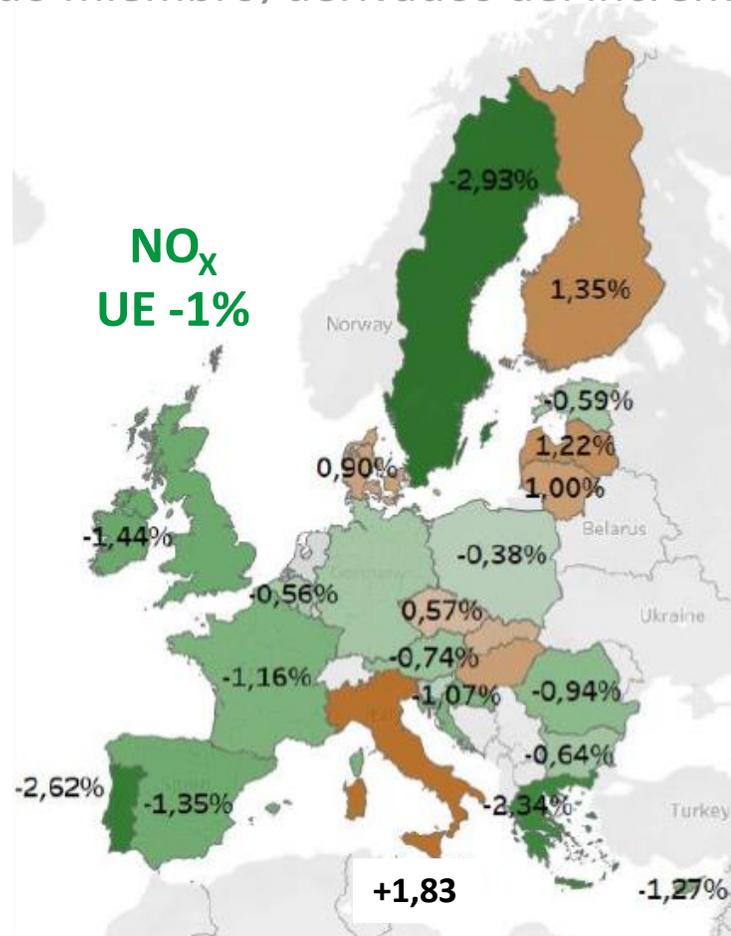
USO	NOx		SO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>		COV	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
RES-C	+31		-69		+149		+146		+281	
RES-E	-77		-90		-1		0		+14	
TOTAL	-46	-1	-159	-7	+148	+7	+146	+11	+295	+4

# RES-E, RES-C y RES-T por países de la UE



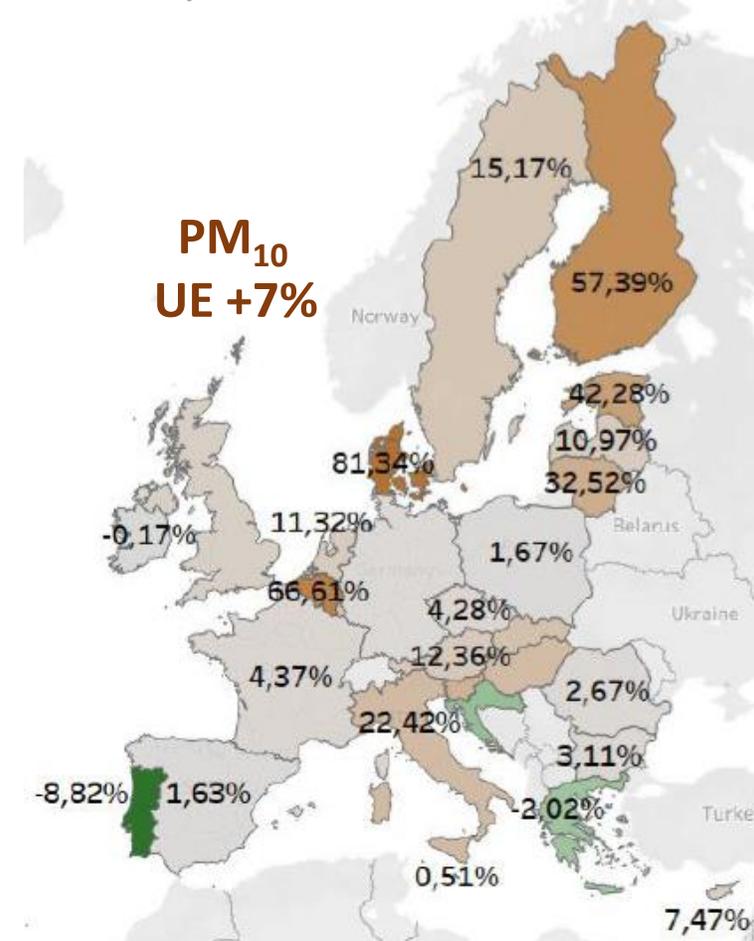
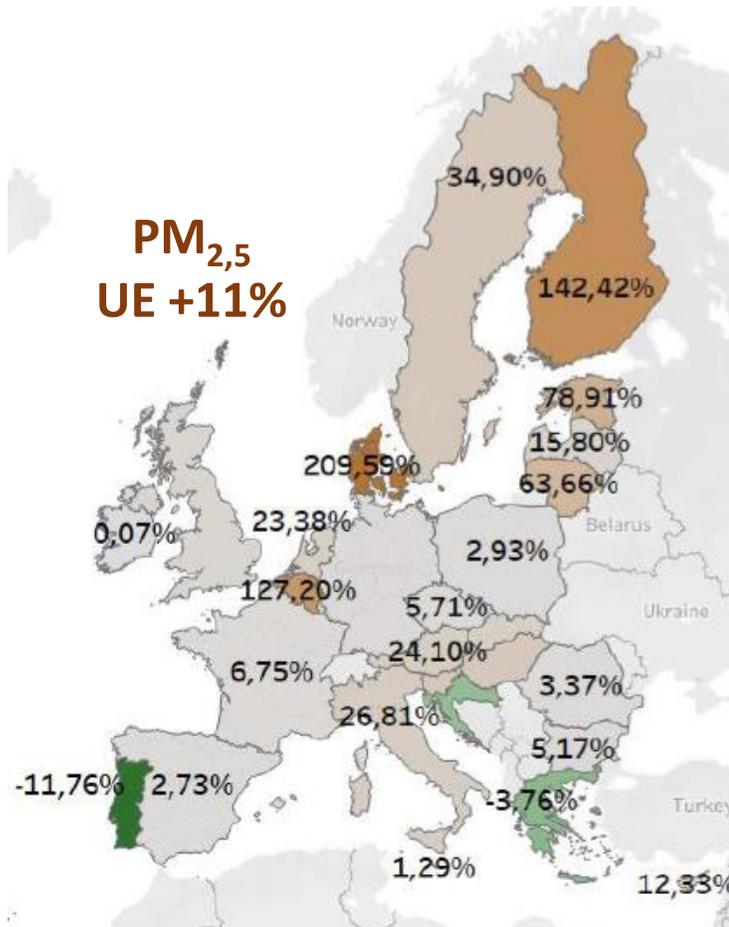
# \_\_\_Variación de emisiones por empleo de RES\_\_\_

Porcentajes estimados de variación relativa de emisiones en 2017 sobre el total de cada estado miembro, derivados del incremento del empleo de renovables. Año base 2005



# \_\_\_Variación de emisiones por empleo de RES\_\_\_

Porcentajes estimados de variación relativa de emisiones en 2017 sobre el total de cada estado miembro, derivados del incremento del empleo de renovables. Año base 2005

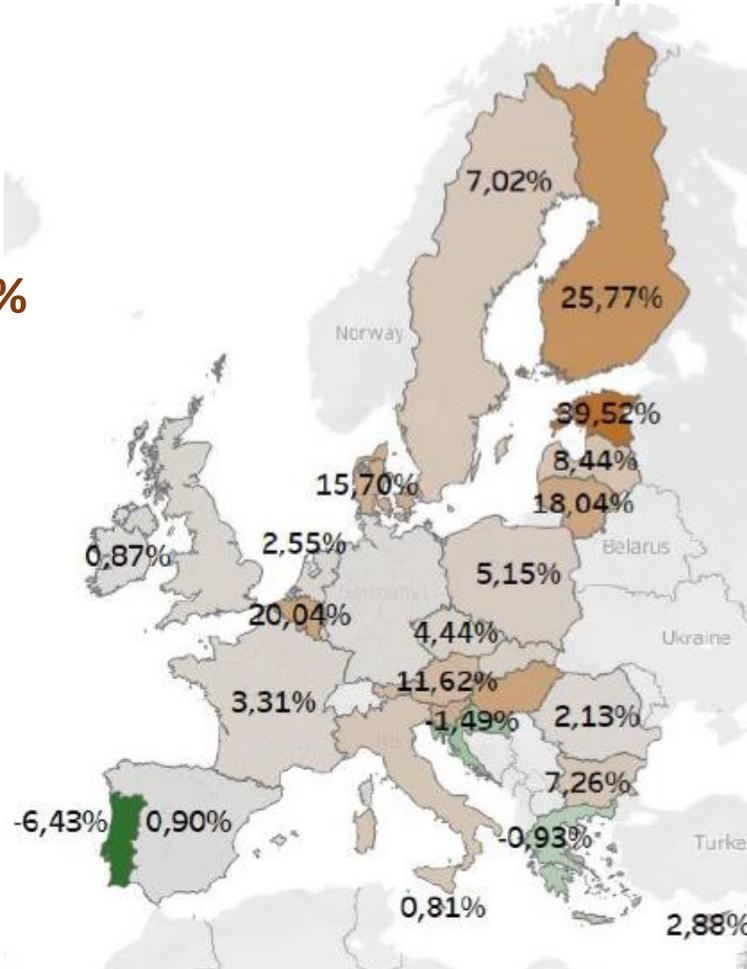


# \_\_\_Variación de emisiones por empleo de RES\_\_\_

Porcentajes estimados de variación relativa de emisiones en 2017 sobre el total de cada estado miembro, derivados del incremento del empleo de renovables. Año base 2005



**COV**  
**UE +4%**



# Mejores y peores opciones tecnológicas

Reducción de emisiones en 2017 sobre el total de la UE, derivados del incremento del empleo de tecnologías seleccionadas\*

RES-C RES-E	NO <sub>x</sub> kt	SO <sub>2</sub> kt	PM <sub>10</sub> kt	PM <sub>2,5</sub> kt	COV kt
C-Biomasa, usos domésticos	+42	-58	+158	+146	+286
C-Biogas, usos domésticos	+6	+8	-2	-2	-1
E-Eólica terrestre	-52	-43	-2	-2	-3
C-Bomba de calor	-13	-14	-5	-4	-3
E-Eólica marina	-16	-11	0	0	-1
E- Fotovoltaica	-27	-20	-1	-1	-2
Referencias para 1%, kt	~ 45	~ 23	~ 21	~ 13	~ 74

# Según el PNIEC español



EFECTOS AMBIENTALES			Según PNIEC	
E0.2	EÓLICA TERRESTRE	MF	Reducción de contaminación del aire por partículas, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ácidos y otros gases resultantes de la combustión en la producción de energía con combustibles fósiles.	Muy favorable
E0.3	EÓLICA	C	Alteraciones en la calidad del aire ligadas a la ejecución de obras de construcción de parques eólicos e instalaciones auxiliares.	Compatible
FV.2	SOLAR FOTOVOLTAICA	MF	Reducción de contaminación del aire por partículas, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ácidos y otros gases resultantes de la combustión en la producción de energía con combustibles fósiles.	Muy favorable
ST.2	SOLAR TERMOELÉCTRICA	F	Reducción de contaminación del aire por partículas, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ácidos y otros gases resultantes de la combustión en la producción de energía con combustibles fósiles.	Favorable
BM.2	BIOMASA	M	Aumento de la contaminación del aire con óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ácidos, partículas y otros gases resultantes de la combustión en la producción energética a partir de biomasa.	Moderado

# Contenido

- 1\_\_ Modelo energético: Energía primaria y energía final
- 2\_\_ Las cifras en la UE y en España
- 3\_\_ El Green Deal y la descarbonización
- 4\_\_ Sustitución de fósiles por RES en el mix energético
- 5\_\_ Efecto de la sustitución en las emisiones en la UE
- 6\_\_ Conclusiones

# Conclusiones

## Sobre la generación eléctrica renovable

1. La generación eléctrica renovable supuso aproximadamente el 30% de la generación eléctrica en la UE en 2017\*
2. Debido a ello, las emisiones de  $\text{NO}_x$  se redujeron en un 1,7% aproximadamente con respecto a 2005
3. Las emisiones de  $\text{SO}_2$  en la UE se redujeron en un 4%
4. Las emisiones de los restantes contaminantes primarios no se ven afectadas
5. Los porcentajes de reducción anteriores deberán verse incrementados en la medida que la generación eléctrica renovable gane cuota

# Conclusiones

## Sobre el empleo de renovables para calor

1. El empleo de renovables para calefacción, en particular biomasa en usos domésticos y residenciales, contribuye a reducir las emisiones de  $\text{SO}_2$  en la UE en un 3%
2. No obstante, origina un incremento de las emisiones de  $\text{NO}_x$  (0,7%),  $\text{PM}_{2,5}$  (+11%),  $\text{PM}_{10}$  (+7%) y COV (+4%)
3. En algunos países del norte de la UE, los incrementos de emisiones de  $\text{PM}_{2,5}$  y  $\text{PM}_{10}$  son extraordinariamente importantes, llegando al 200%
4. A diferencia del empleo de biomasa para generación eléctrica, sujeto a límites de emisión muy estrictos, el empleo en instalaciones pequeñas, poco eficientes y sin sistemas de tratamiento de gases explica los datos
5. La sustitución de gas natural por biomasa para alcanzar objetivos de reducción de GEI tiene un claro efecto perjudicial sobre las emisiones

# Referencias

---

1. EU energy in Figures. Statistical Pocketbook 2019. doi:102833/963512
2. Impacts of renewable energy on air pollutant emissions. Eionet Report-ETC/CME 2019/2 May 2019
3. Renewable energy in Europe-2019. Eionet Report- ETC/CME 2019/8
4. The European environment-state and Outlook 2020. European Environment Agency, 2019. doi: 10.2800/96749
5. Air quality in Europe-2019 Report. European Environment Agency, 2019 . doi: 10.2800/822355
6. Estudio Ambiental Estratégico PNIEC.  
<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/participacion-publica/eae-pniec.aspx>

Seminario

Cambio de modelo  
energético para mejorar  
la calidad del aire

# El modelo energético descarbonizado y la calidad del aire