

L1 Demanda de energía y generación



Sistemas de Potencia - Tecnología Energética
Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Estructura Tecnología Energética Sistemas de Potencia

- 1. Demanda de energía y generación**
2. Introducción a la cogeneración
3. Tecnologías de cogeneración. TV
4. Tecnologías de cogeneración. TG
5. Tecnologías de cogeneración. MCIA
6. Evaluación de la demanda
7. Evaluación económica
8. Sistemas de almacenamiento de energía
9. Otras tecnologías de generación

Estructura

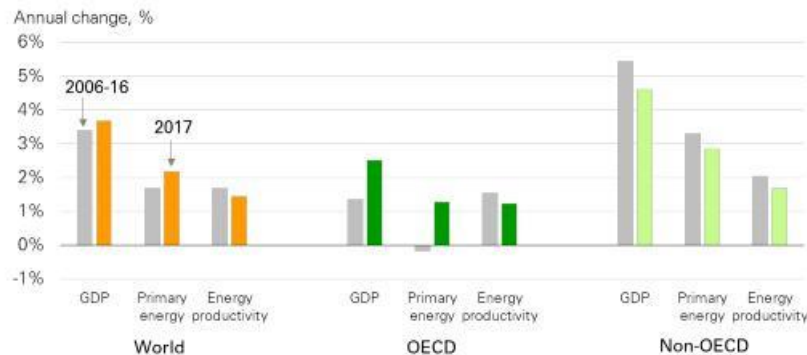
1. IDH, consumo de energía y PIB
2. Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía
3. Intensidad energética

Objetivos

1. Situación de la energía primaria
2. Relación de la energía con parámetros socioeconómicos.
3. Entender la transformación de la energía primaria para la obtención de energía final
4. Importancia del sector eléctrico
5. Perspectiva de la energía en el futuro

IDH, consumo de energía y PIB

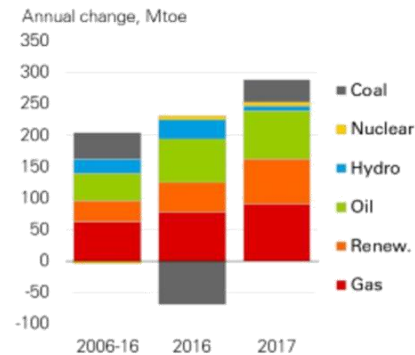
Growth in GDP and energy



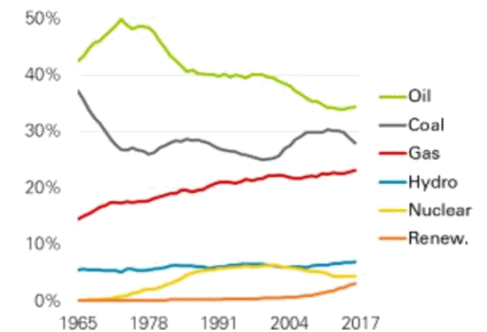
Primary energy fuel mix



Consumption growth by fuel



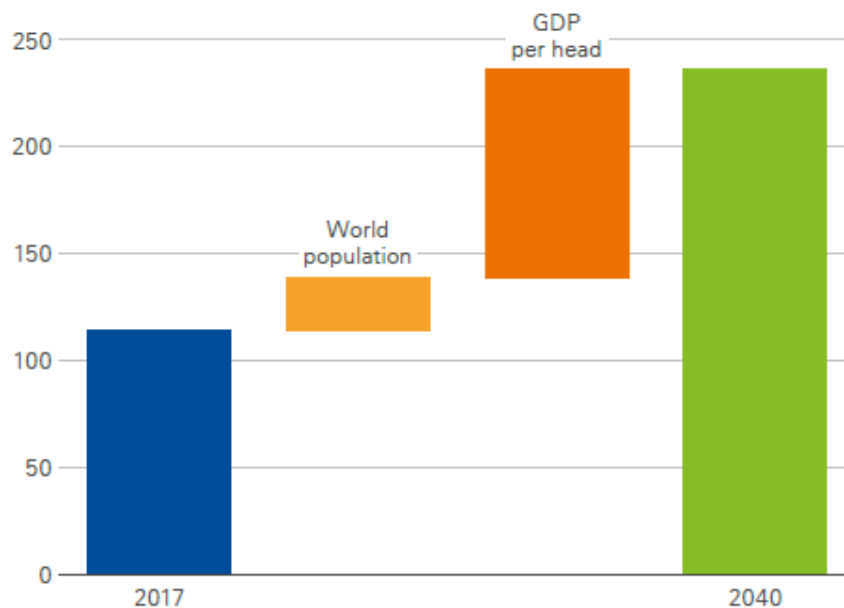
Shares of primary energy consumption



IDH, consumo de energía y PIB

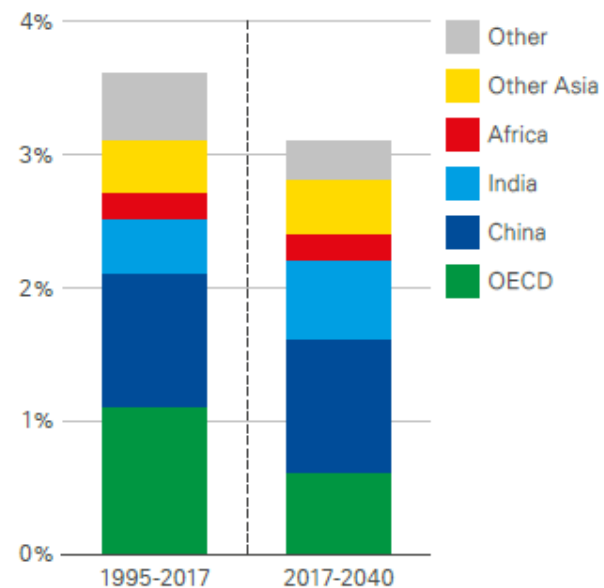
Increase in global GDP, 2017-2040

Trillion \$US PPP



Global GDP growth and regional contributions

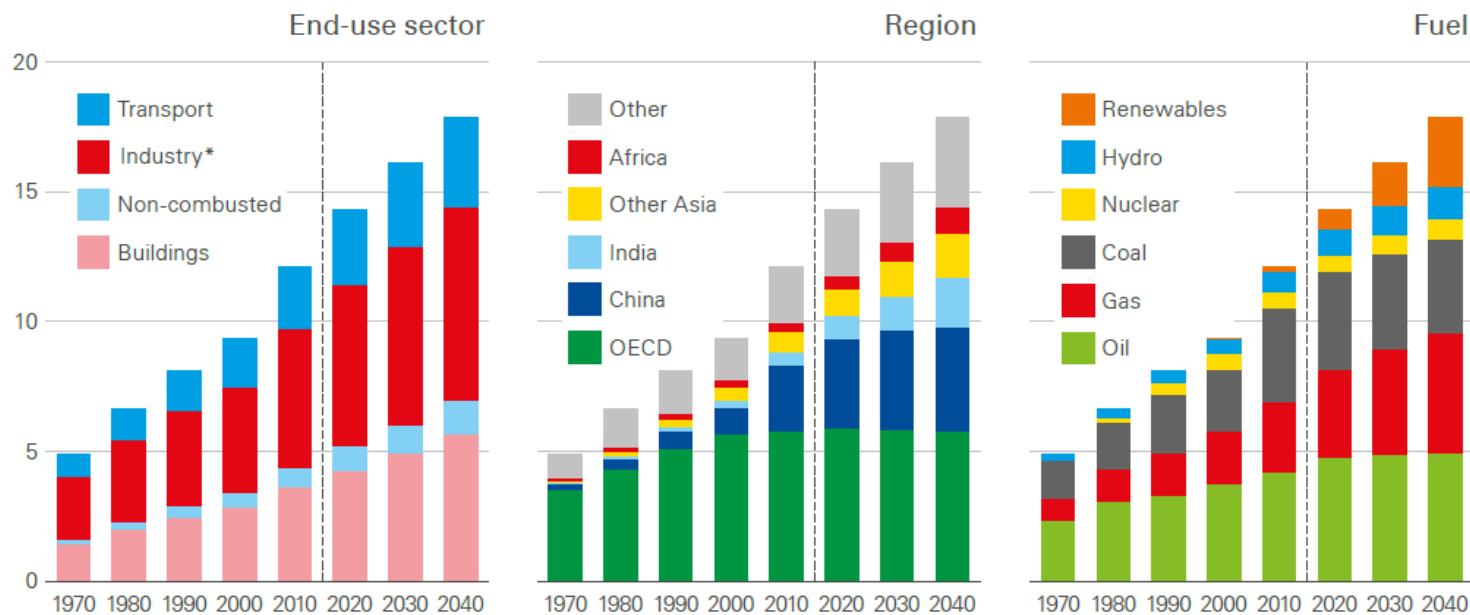
% per annum



IDH, consumo de energía y PIB

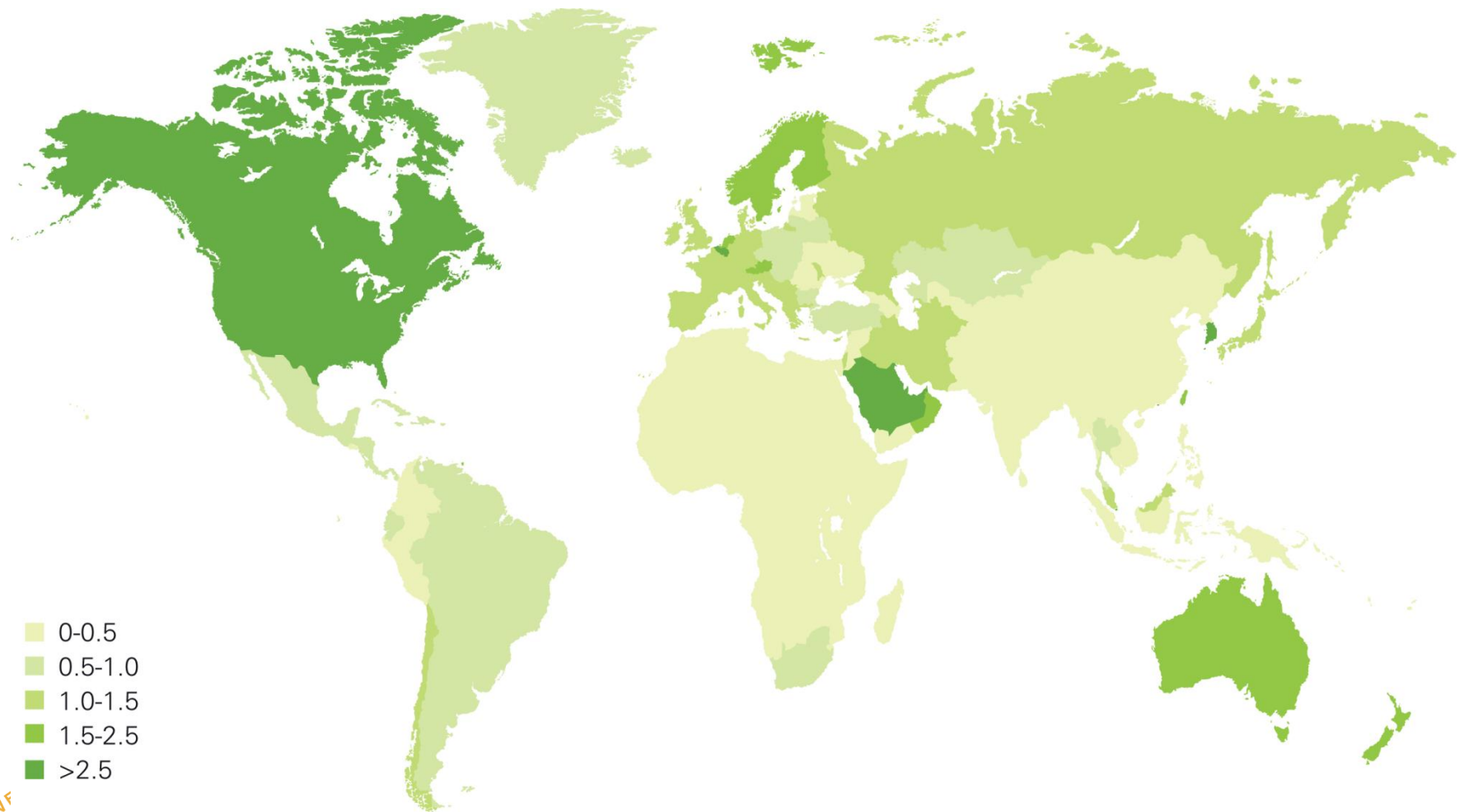
Primary energy demand

Billion toe



*Industry excludes non-combusted use of fuels

IDH, consumo de energía y PIB



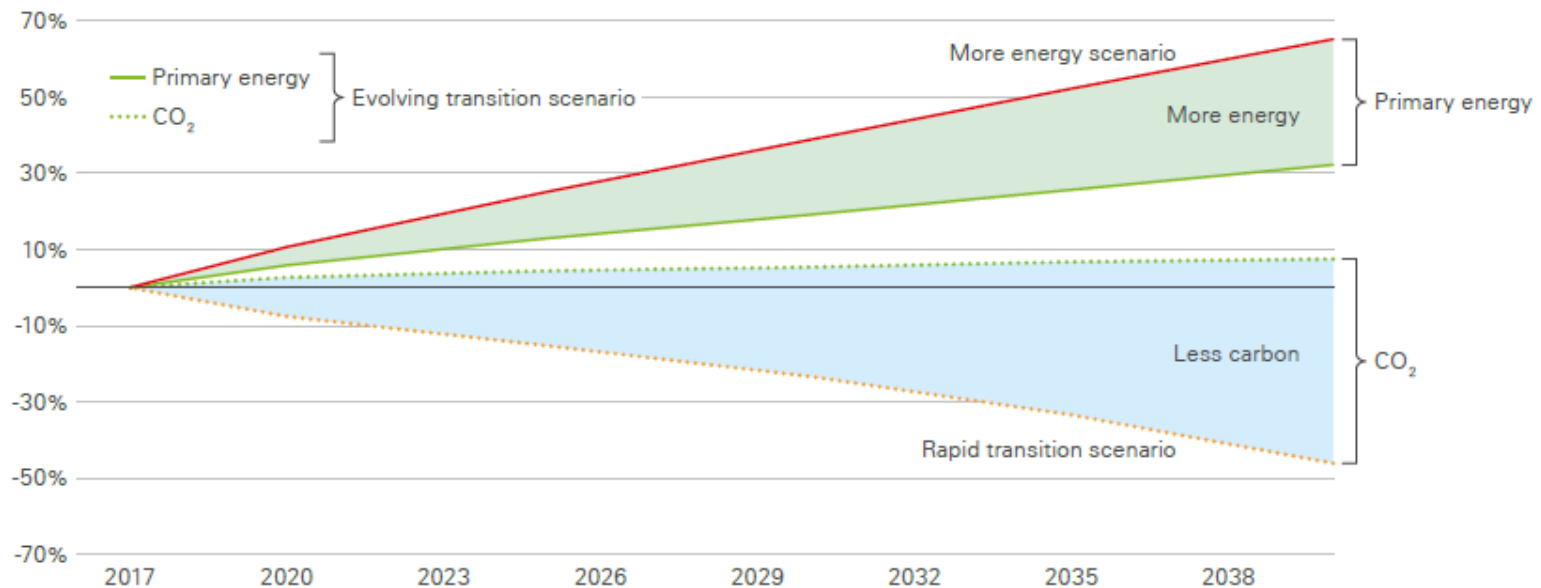
Oil consumption per capita 2017 (Tonnes)

IDH, consumo de energía y PIB

The global energy system faces a dual challenge: the need for 'more energy and less carbon'

Primary energy demand and carbon emissions

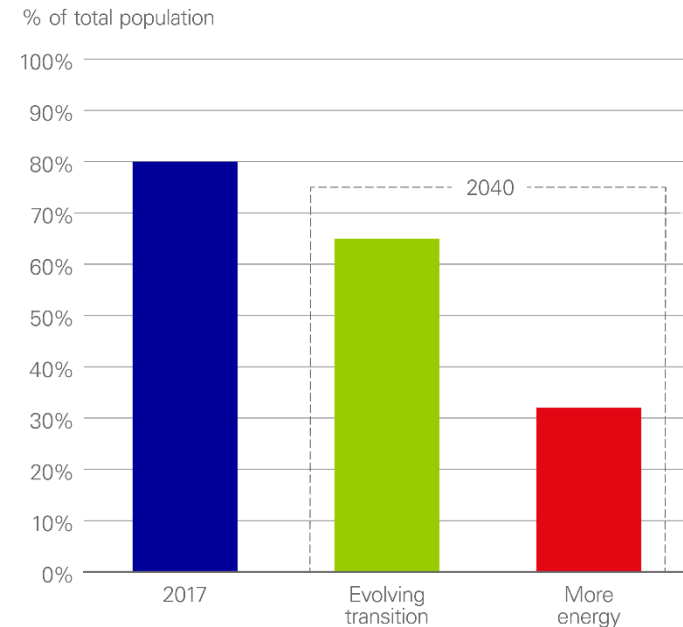
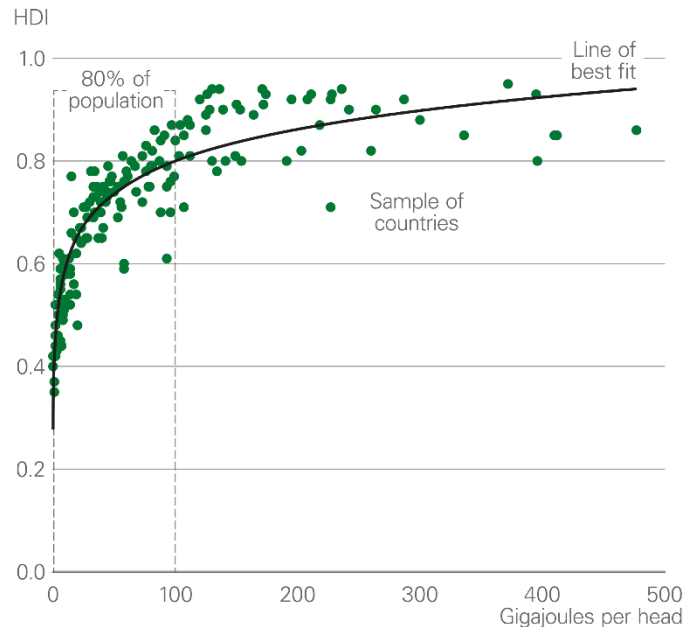
Cumulative growth rate, 2017 = 0%



IDH, consumo de energía y PIB

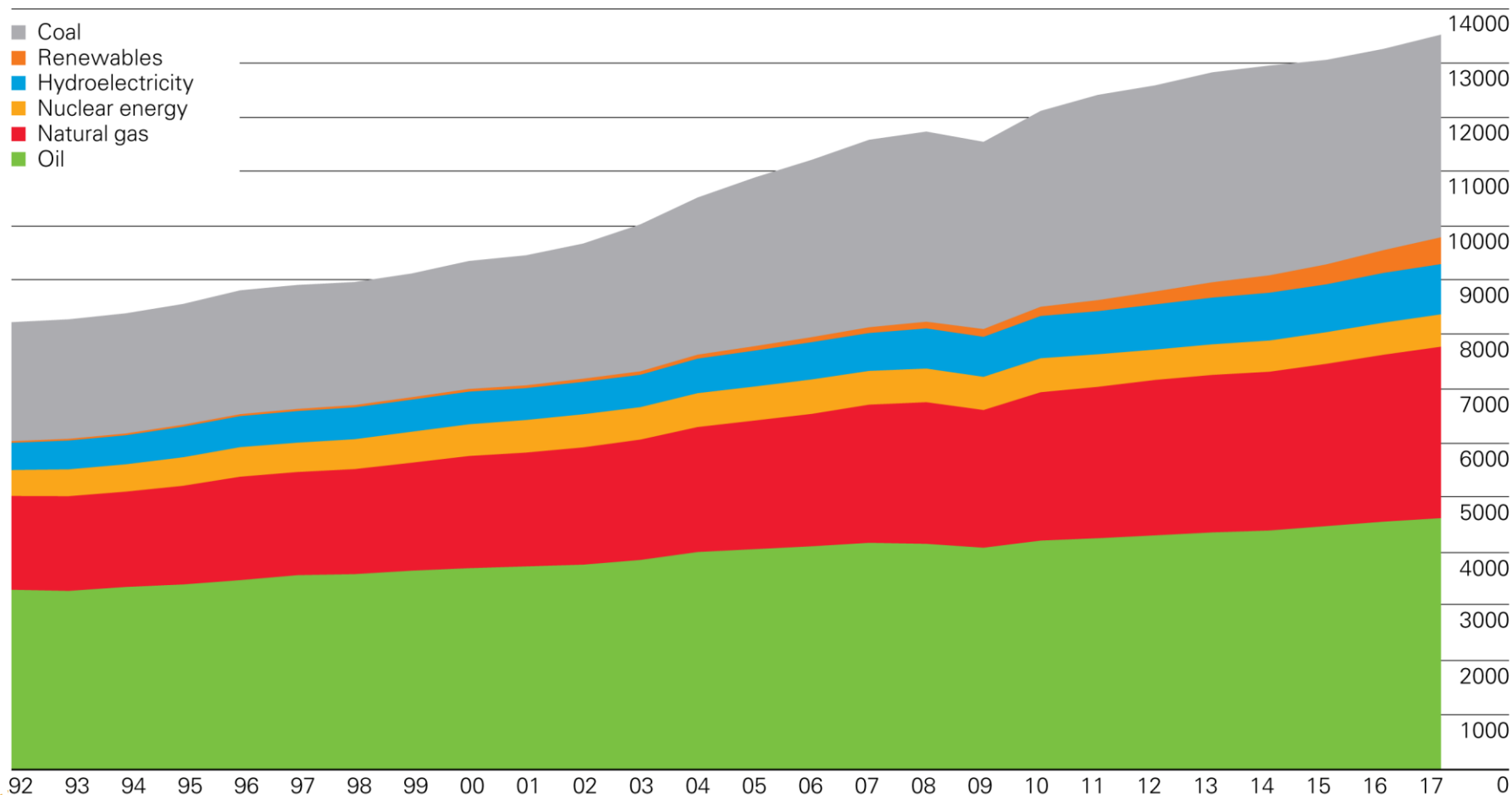
IDH: índice de desarrollo humano (esperanza de vida, alfabetización, matriculación escolar y nivel de renta per cápita)

PIB: producto interior bruto (GDP)



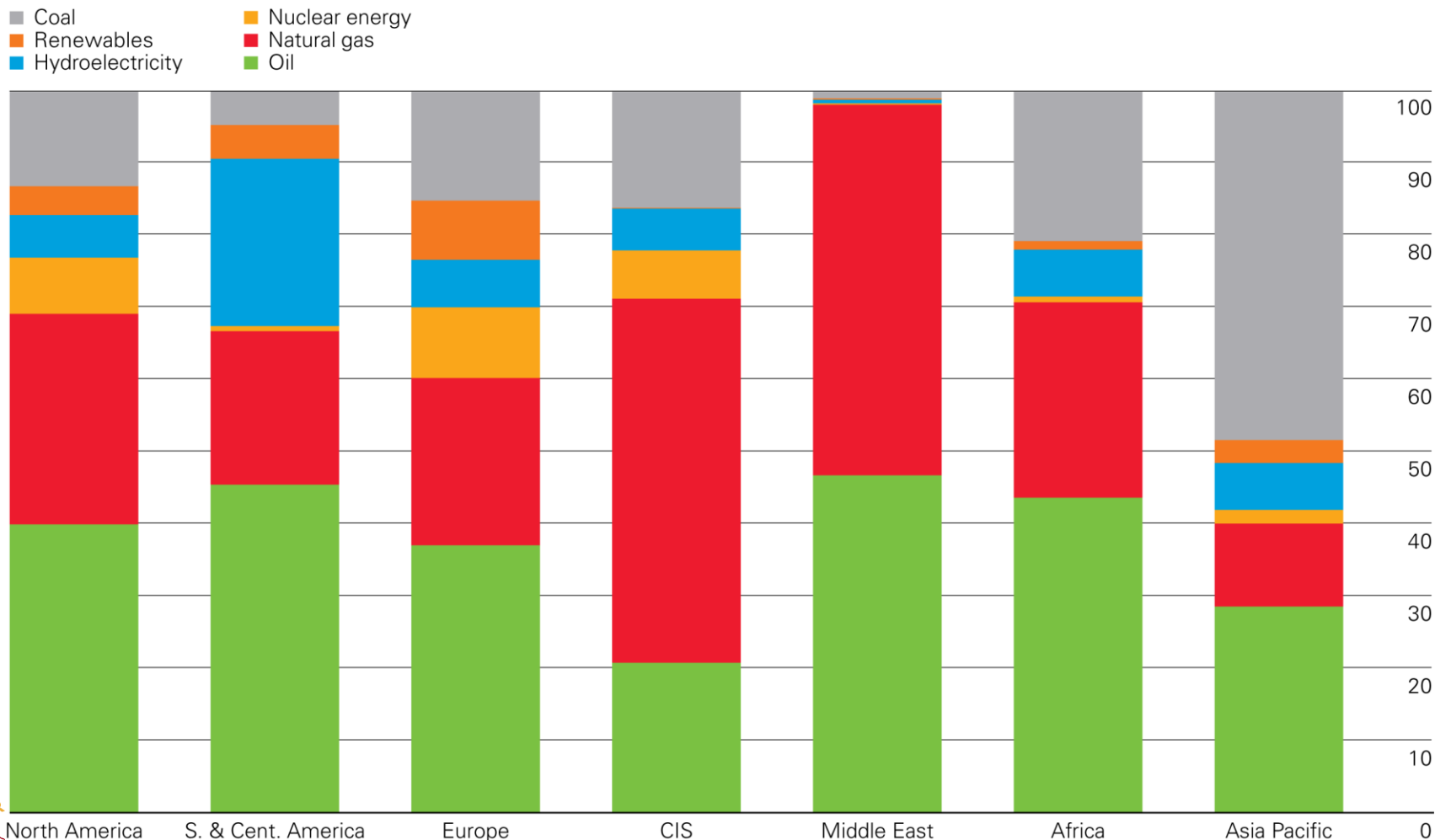
Share of world population consuming less than 100 Gigajoules per head

IDH, consumo de energía y PIB



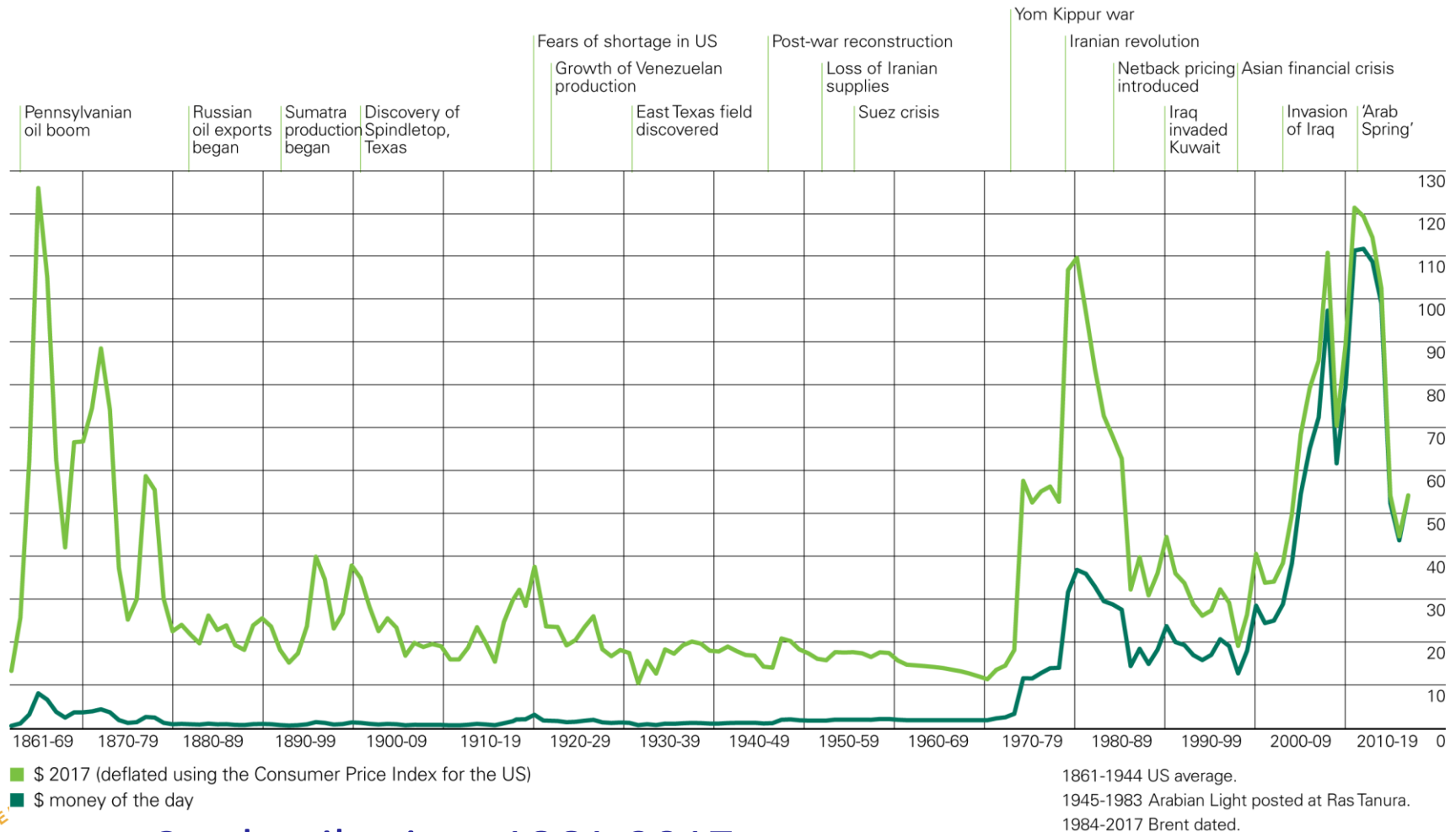
Primary energy world consumption
Million tonnes oil equivalent

IDH, consumo de energía y PIB



Primary energy regional consumption by fuel 2017
Percentage

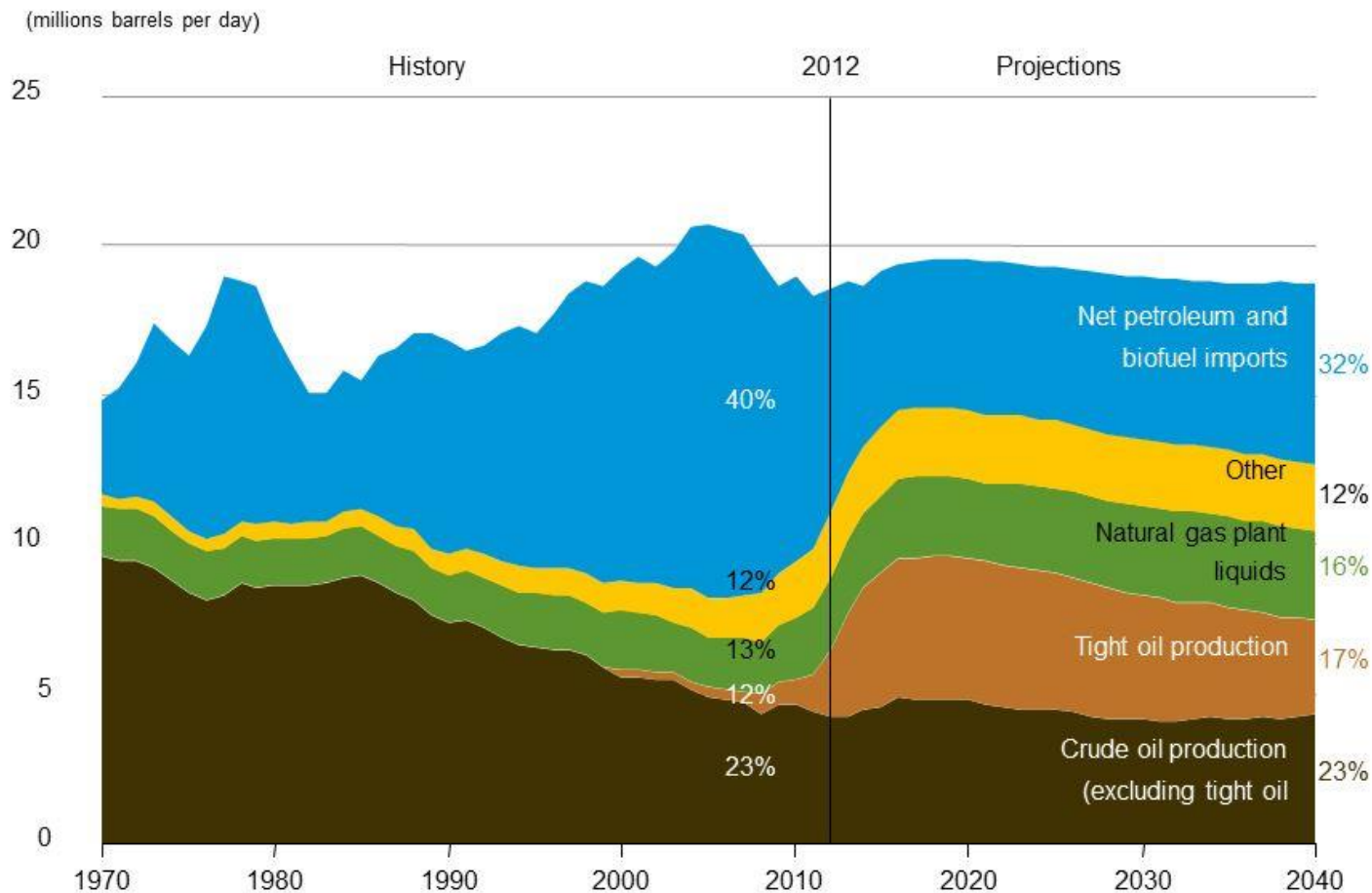
IDH, consumo de energía y PIB



Crude oil prices 1861-2017
US dollars per barrel, world events

IDH, consumo de energía y PIB

Figure 1. U.S. petroleum and other liquid fuels supply by source, 1970-2040

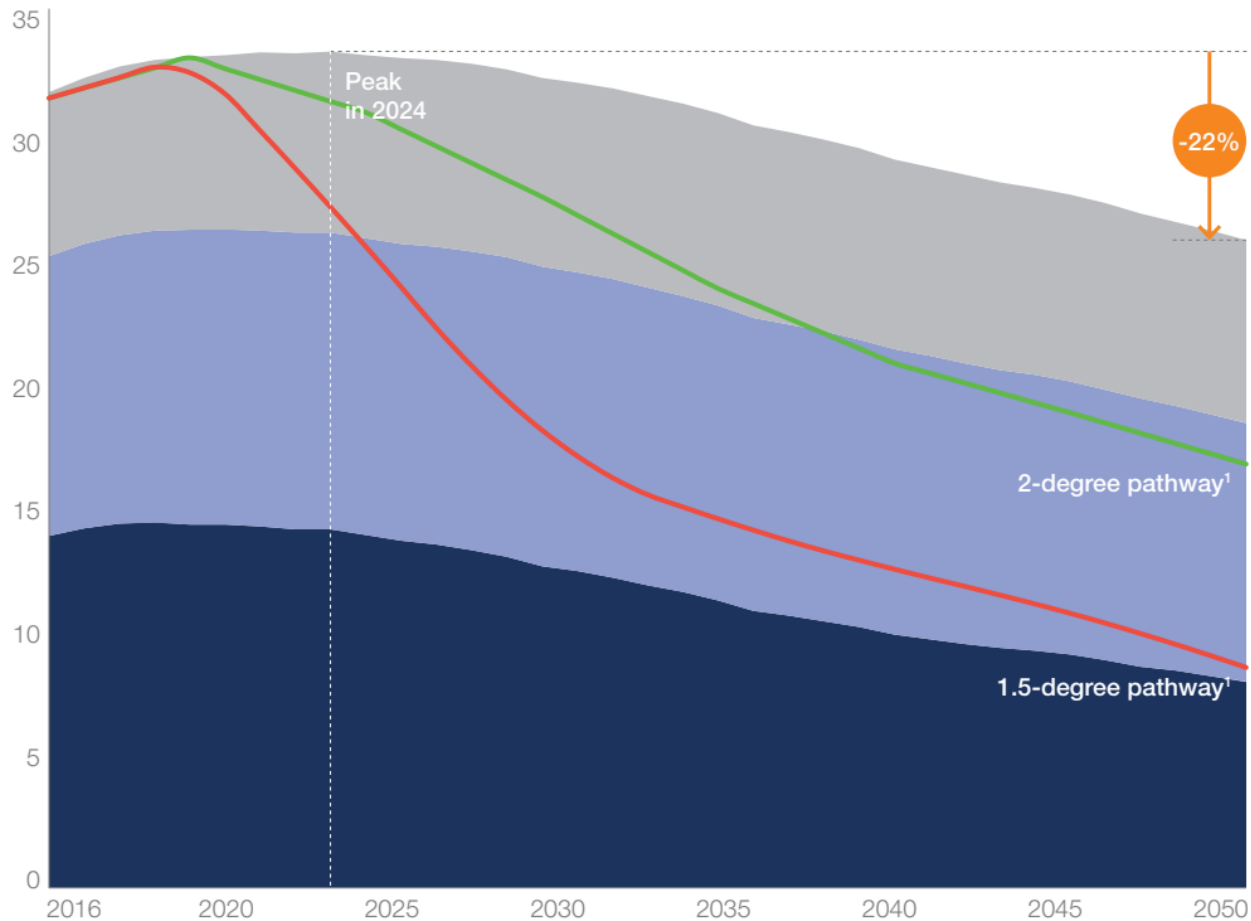


IDH, consumo de energía y PIB

Global energy-related CO₂ emissions per fuel

GtCO₂ p.a.

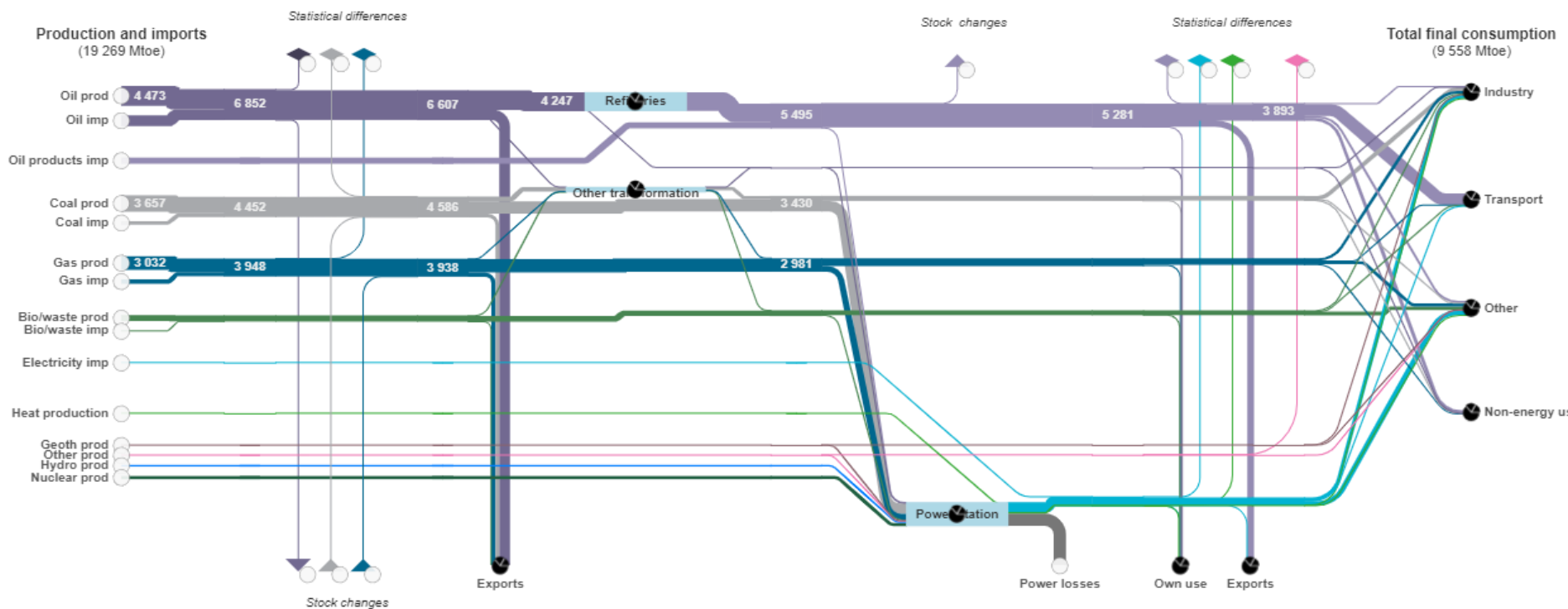
■ Natural gas ■ Oil ■ Coal



¹ Median of all Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) scenarios that lead to 1.5 or 2 degree warming or less

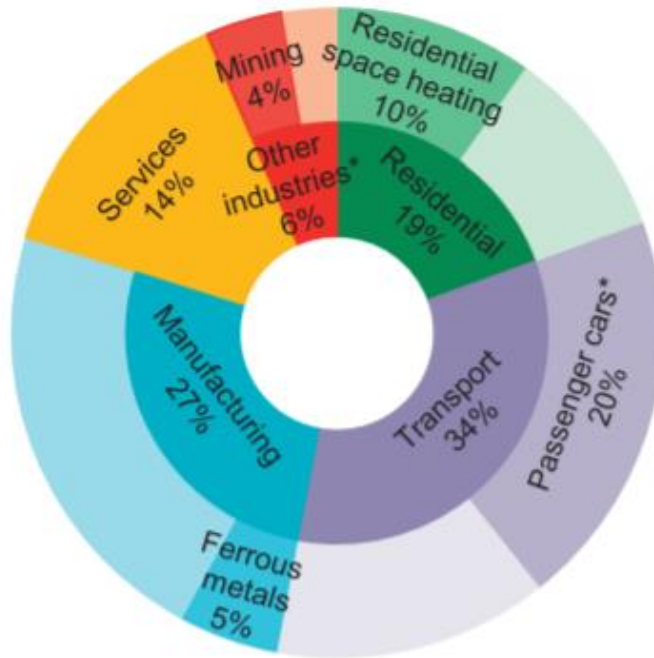
Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019; IEA; IPCC/IAMC 2-degree and 1.5 degree scenarios

IDH, consumo de energía y PIB



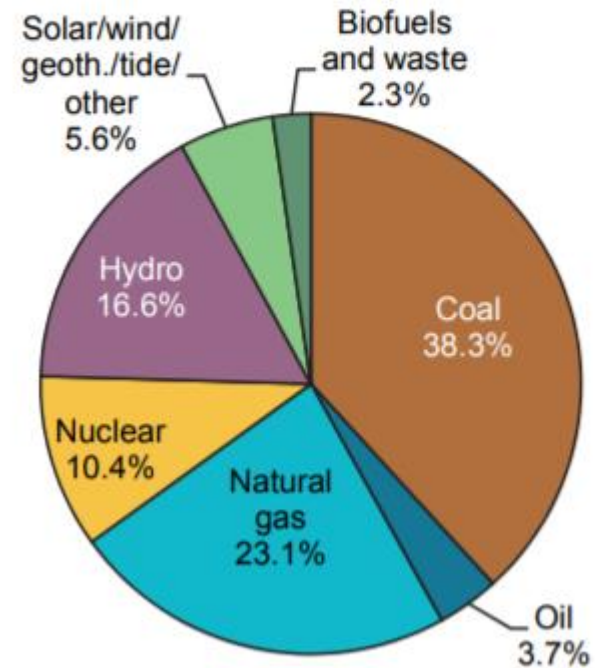
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía

Largest end-uses by sector in IEA, 2014



* Other industries includes agriculture, mining and construction; passenger cars includes cars, sport utility vehicles and personal trucks.

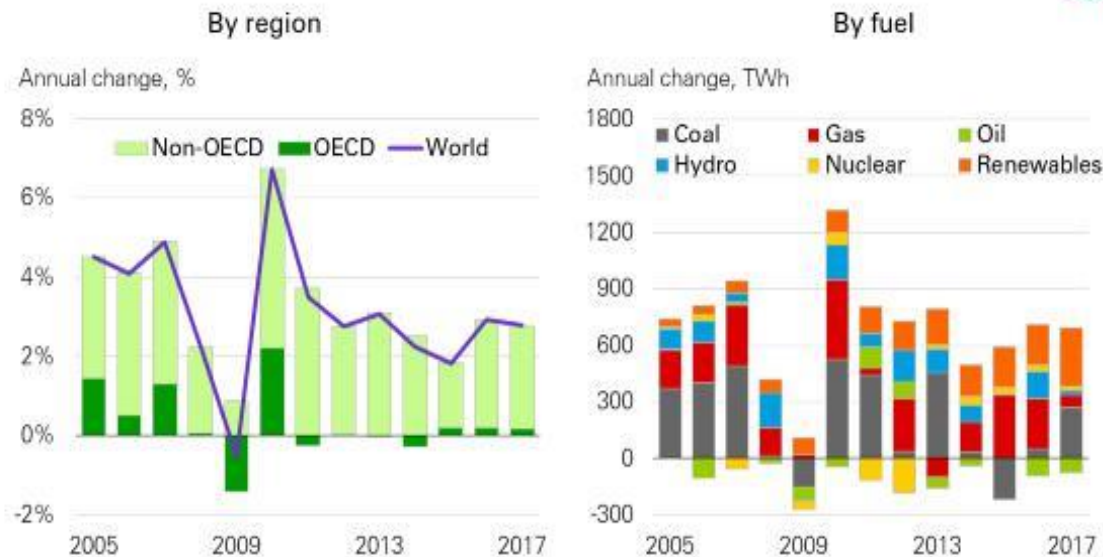
World gross electricity production, by source, 2016



IEA

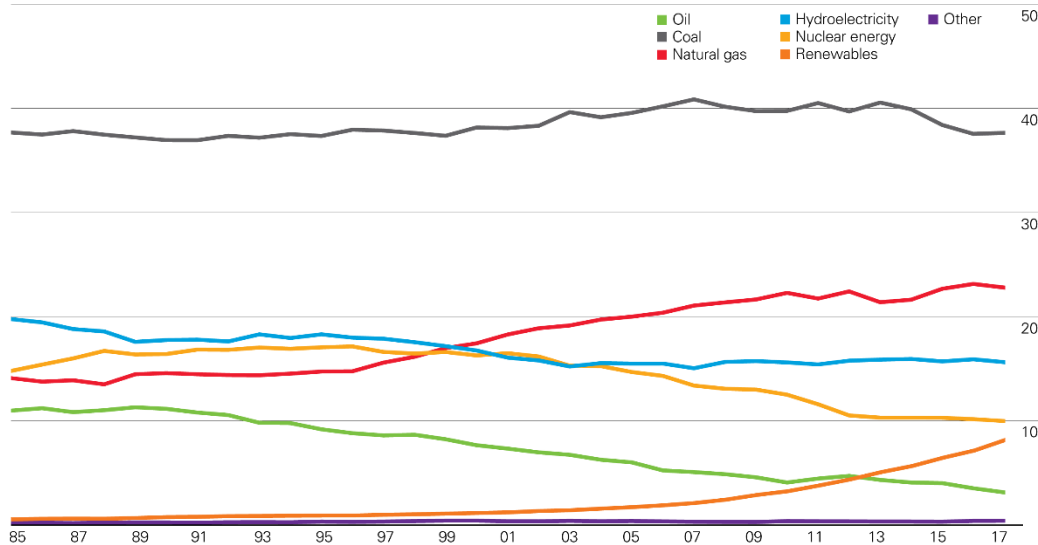
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía

Growth in power generation



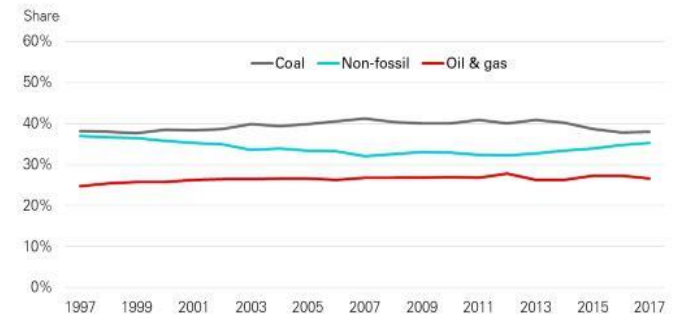
- La generación absorbió el 40% de la energía primaria.
- Generación de energía eléctrica aumentó un 2,8%.
- Aumento en la generación de electricidad por aumento de energía renovable (eólica y sobre todo solar). Representan el 8%.
- Se observa disociación entre crecimiento económico y crecimiento demanda eléctrica.
- La generación eléctrica es la fuente más importantes de emisiones de CO₂ (1/3)

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía

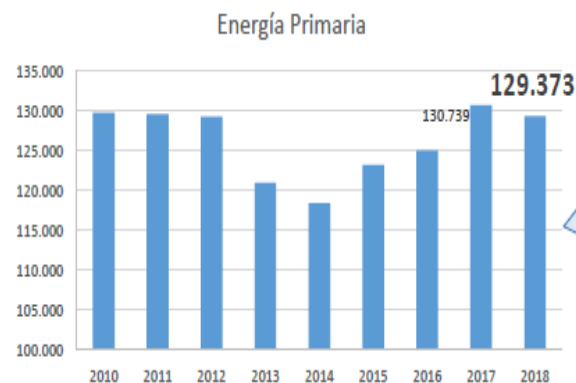
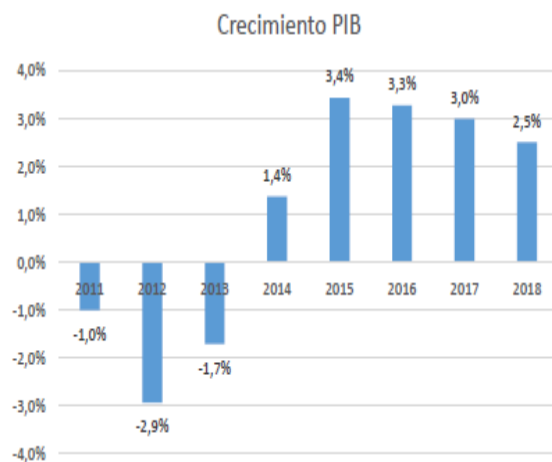


Share of global electricity generation by fuel
Percentage

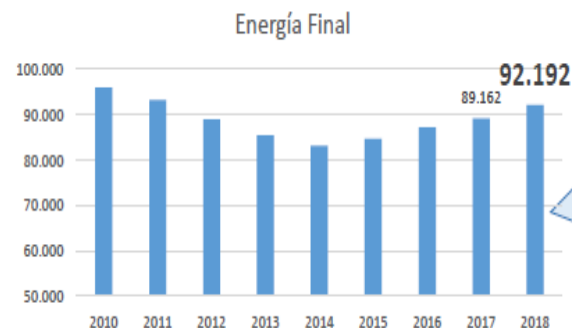
Fuel shares in power generation



Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía



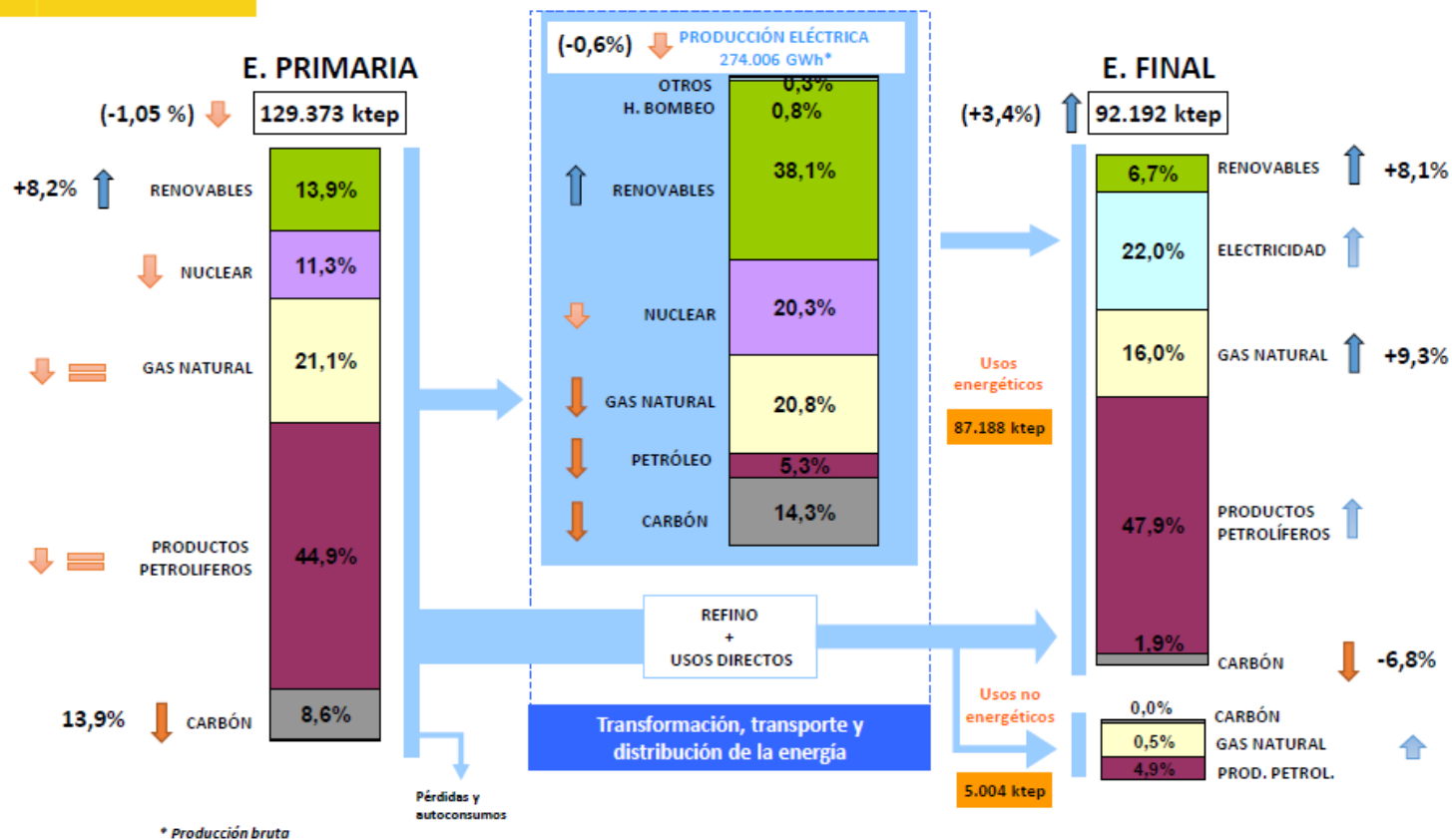
129.373 Ktep
 Δ 2018/2017
-1,05%



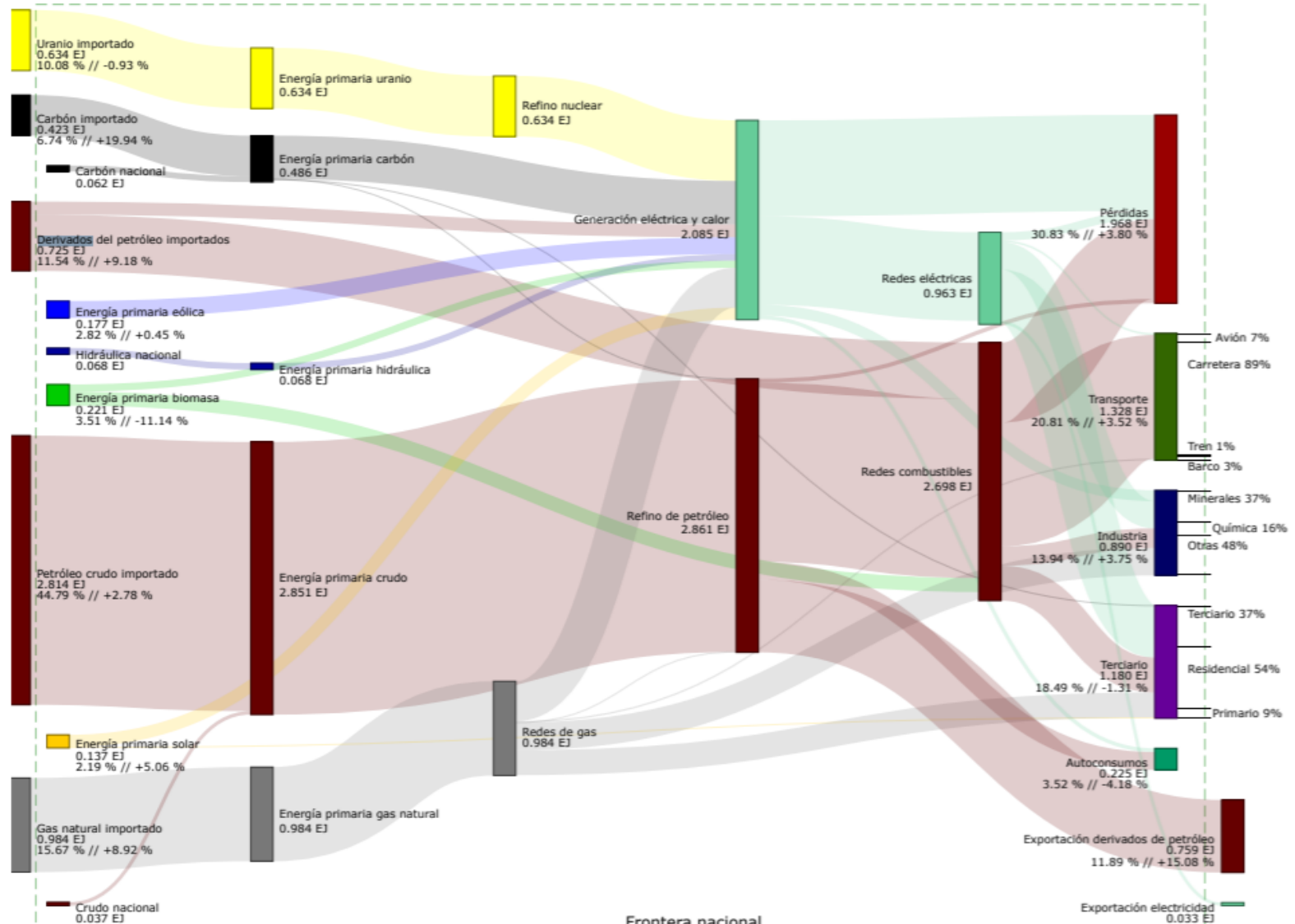
92.192 Ktep
 Δ 2018/2017
+3,4 %



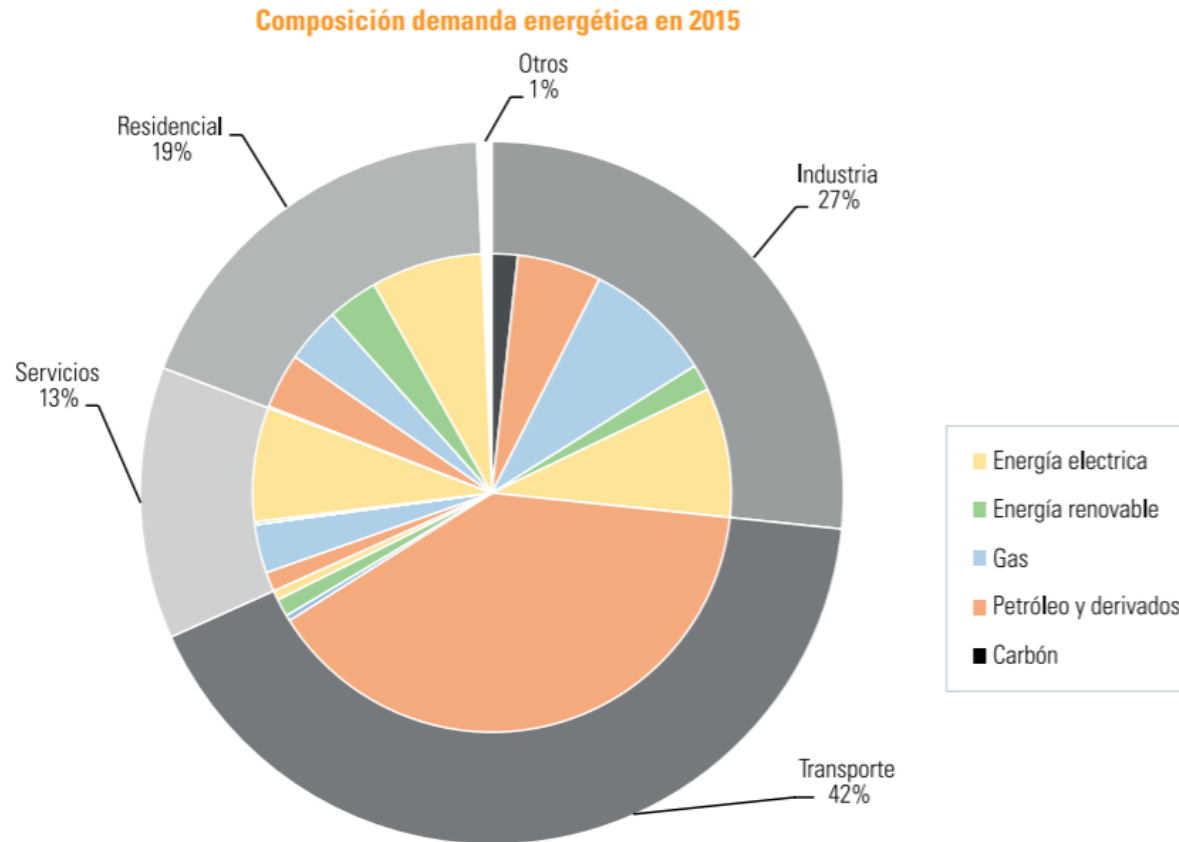
ESTRUCTURA ENERGÉTICA ESPAÑOLA 2018



Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

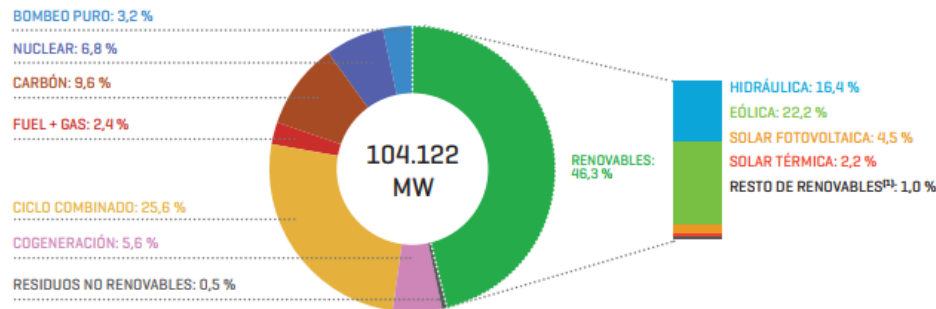


Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España



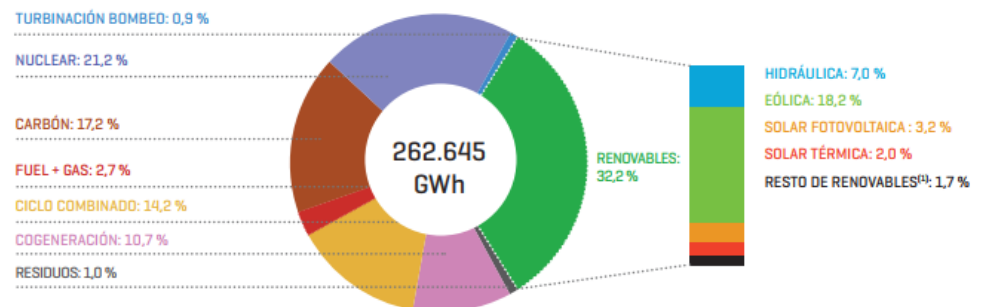
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

Estructura de potencia instalada a 31.12.2017. Sistema eléctrico nacional [%]



[1] Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeólica y residuos renovables.

Estructura de generación de energía eléctrica en 2017. Sistema eléctrico nacional [%]



[1] Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeólica y residuos renovables.

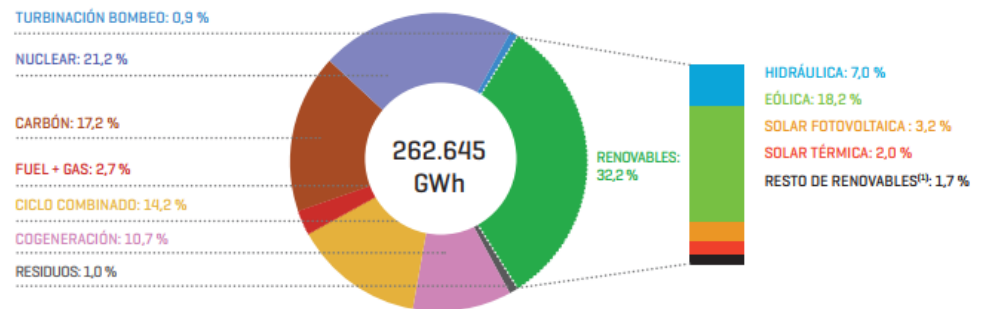
Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

La generación de energía eléctrica en el sistema peninsular, que representa casi el 95 % de la generación total nacional, se ha estabilizado en 2017 en 248.424 GWh. Las variaciones más significativas respecto al año anterior las registra la generación hidráulica que se redujo en un 49,1 %, mientras que los ciclos combinados y el carbón aumentaron su producción un 31,8 % y un 21,0 %, respectivamente.

La generación de energía eléctrica en los sistemas no peninsulares (14.221 GWh) aumentó un 3,2 % respecto al año anterior, destacando en este caso el incremento del 13,0 % de la generación con carbón. Cabe señalar igualmente el aumento de la producción de la central hidroeléctrica ubicada en la isla de El Hierro que fue un 12,7 % superior a la producción del año anterior.

En cuanto al balance de generación por tipo de energía, al contrario que en 2016, las energías renovables redujeron su cuota en la estructura de la generación eléctrica peninsular al 33,7 % (40,3 % en 2016), como consecuencia del impacto de la sequía sobre la producción hidráulica que ha registrado el valor más bajo desde el año 2005. Como contrapartida, las energías no renovables aumentaron su participación al 66,3 % (59,7 % en 2016).

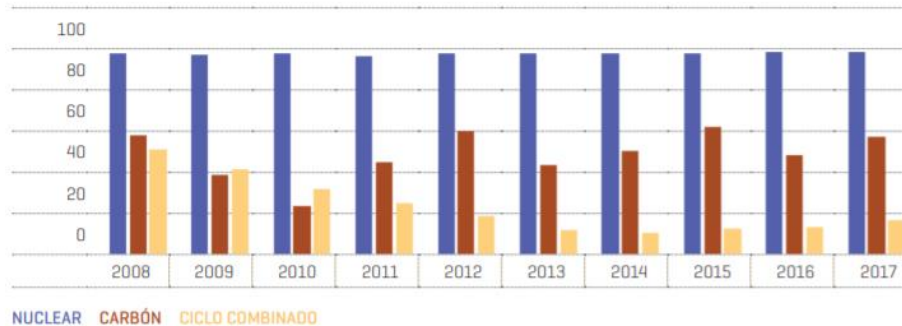
Estructura de generación de energía eléctrica en 2017. Sistema eléctrico nacional [%]



⁽¹⁾ Incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidráulica marina, hidroeléctrica y residuos renovables.

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

Coeficiente de utilización de las centrales térmicas peninsulares⁽¹⁾ [%]



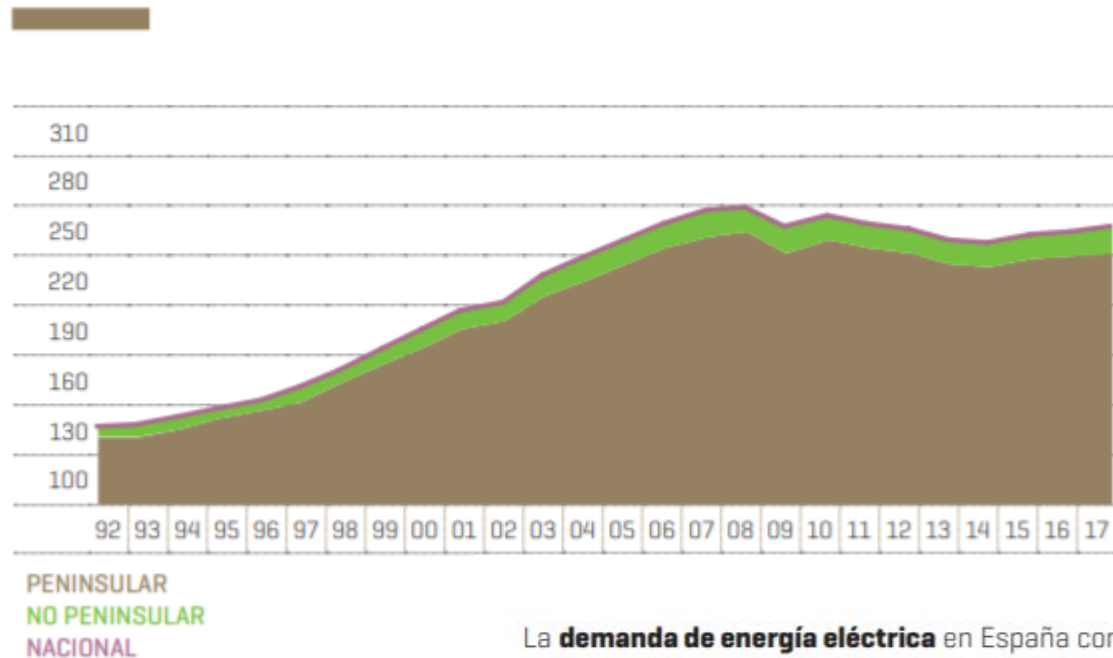
(1) El coeficiente de utilización es el cociente entre la producción real y la producción disponible o máxima producción que podría alcanzar la central funcionando a la potencia nominal durante las horas en la que está disponible.

La producción peninsular de los **ciclos combinados** creció por tercer año consecutivo, alcanzando los 33.855 GWh, lo que ha significado un incremento del 31,8 %, siendo la tecnología con mayor crecimiento anual registrado en el sistema peninsular. En enero y en los meses desde junio a septiembre de 2017 las centrales de ciclo combinado generaron más del 50 % que en los mismos meses del año anterior.

El aumento de generación experimentado por los ciclos combinados ha permitido que su participación en la estructura de generación haya ascendido 3,3 puntos, representando el 13,6 % del total peninsular en 2017 (un 10,3 % en 2016). Sin embargo, esta participación sigue estando alejada de la que tuvo esta tecnología en los años 2008, 2009 y 2010, periodo en el que lideró el balance de generación anual con porcentajes del 31,8 %, 28,9 % y 23,0 %, respectivamente. El coeficiente de utilización de 2017 alcanzó el 16,7 % [13 % en 2016].

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

Evolución de la demanda de energía eléctrica en b.c. [TWh]

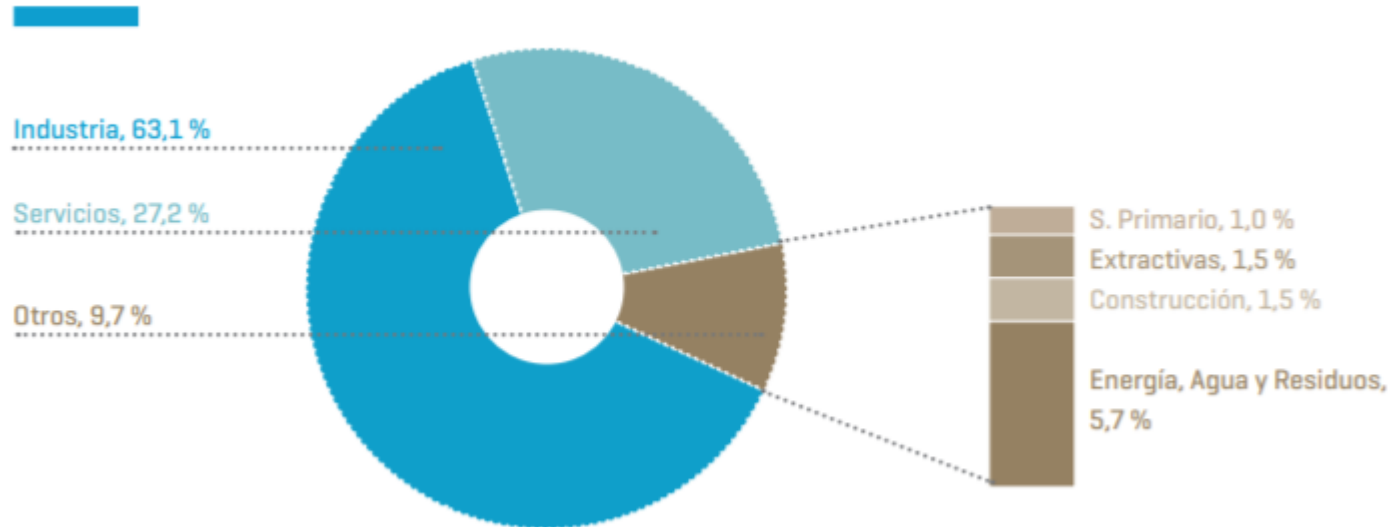


La **demanda de energía eléctrica** en España continúa con la senda de crecimiento iniciada en 2015, aunque se sitúa todavía por debajo del nivel máximo de demanda alcanzado en el año 2008. En concreto, la demanda en España en 2017 creció un 1,1 % respecto al año anterior, superando la tasa de crecimiento del 0,7 % registrada en 2016, aunque un 4,6 % inferior a la demanda de 2008.

En el sistema peninsular, que representa algo más del 94 % de la demanda total española, el consumo anual de electricidad ha sido igualmente un 1,1 % superior a 2016. Ajustados los efectos de temperatura y de laboralidad, el crecimiento de la demanda eléctrica atribuible principalmente a la actividad económica aumentó hasta el 1,6 % respecto a 2016.

Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

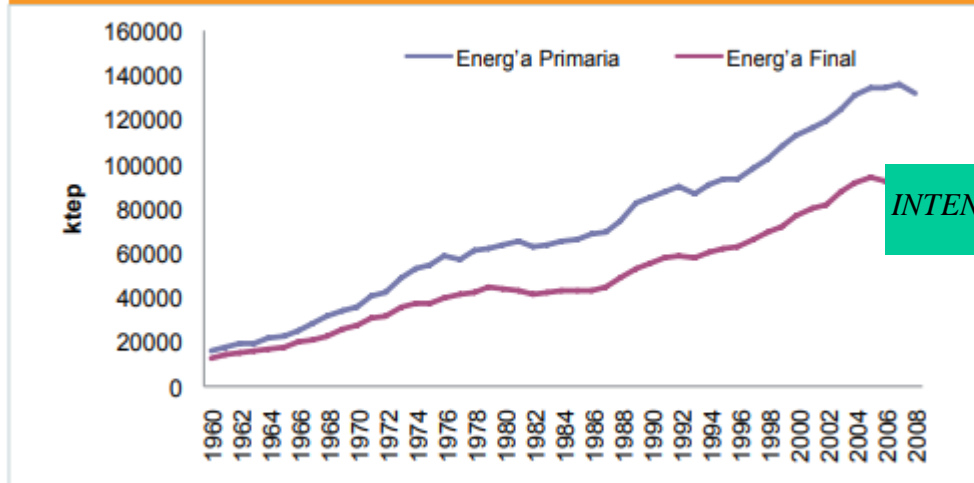
Composición del IRE General [%]



Por **grandes sectores de actividad**, según el Índice de Red Eléctrica (IRE) que recoge los datos de demanda eléctrica de grandes consumidores, el consumo eléctrico industrial, que representa alrededor del 30 % de la demanda, registró un crecimiento del 2,0 % [un 2,2 % corregidos los efectos de laboralidad y temperatura]. Por su parte, el sector servicios, que representa cerca del 13 % de la demanda, creció un ligero 0,4 % [-0,2 % corregidos los efectos de laboralidad y temperatura]. Por el contrario, el agregado de otros sectores de actividad, que representa un 5 % de la demanda, experimentó un significativo incremento respecto al año anterior del 4,7 % [4,3 % corregidos los efectos de laboralidad y temperatura]. Como resultado, el crecimiento del IRE general fue del 1,9 % [1,8 % corregidos los efectos de laboralidad y temperatura].

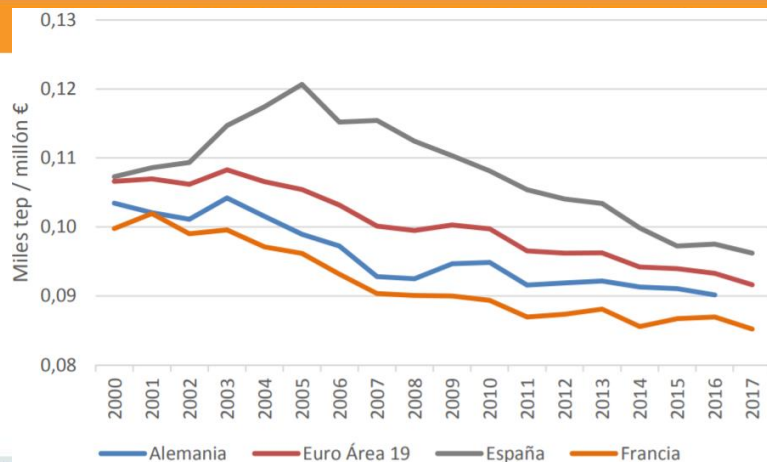
Intensidad de la energía

Gráfico 1. Demanda de energía en España (primaria y final)



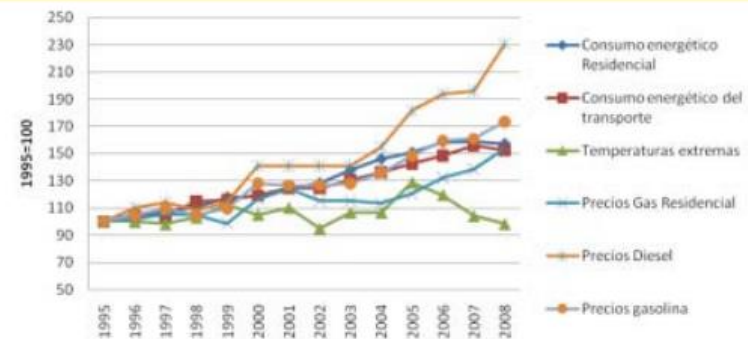
$$INTENSIDAD\ de\ ENERGIA\ PRIMARIA = \frac{k\ toneladas\ equivalentes\ petroleo}{PIB\ (euro - 1995)}$$

Fuente: Balances energéticos de la IEA (2010)



Fuente: Balances energéticos de la IEA (2010).

Gráfico 6. Evolución de factores determinantes de la evolución de la IE



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Fundación Repsol

Intensidad de la energía

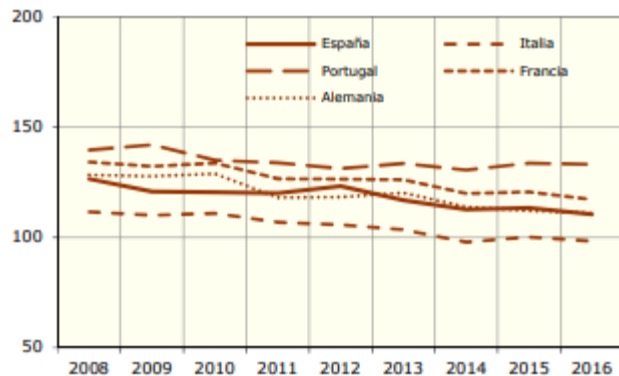
España en 2010 fue el sexto país con menor intensidad de energía primaria de la UE-27, según Eurostat



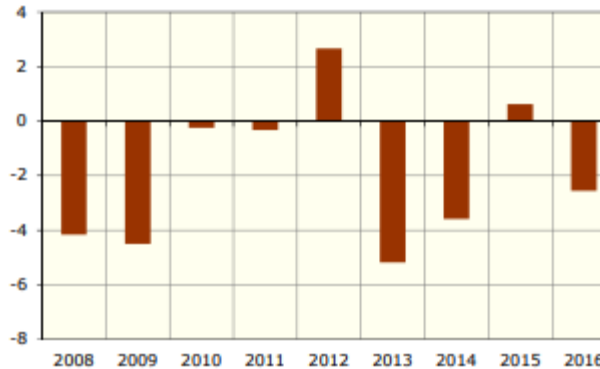
$$INTENSIDAD\ de\ ENERGIA\ PRIMARIA = \frac{k\ toneladas\ equivalentes\ petroleo}{PIB\ (euro - 1995)}$$

CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA/PIB A PRECIOS CONSTANTES

Nivel
Datos comparados



Variación anual en porcentaje
España



Intensidad de la energía

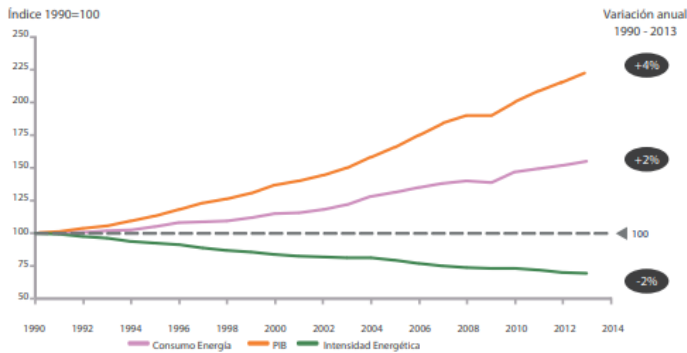
2. EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS

2. EVOLUCIÓN DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS

Intensidad energética primaria y su relación con el crecimiento de la energía y del PIB

Evolución de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA PRIMARIA EN EL MUNDO Y SU RELACIÓN CON EL CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA Y DEL PIB (índice 1990=100)



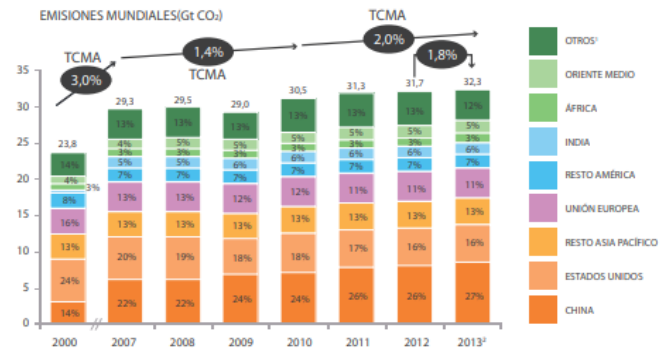
1. Dato de energía primaria 2013 estimado a partir del BP Statistical Review of World Energy 2014
Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE); Fondo Monetario Internacional (FMI); elaboración y análisis Fundación Repsol, BP Statistical Review of World Energy 2014

Las emisiones mundiales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debidas a la producción y uso de la energía han aumentado paralelamente al consumo de ésta a una tasa media de crecimiento anual, en los últimos años, próxima al 2%. La figura 6 muestra la evolución por región y agregada de las emisiones de gases de efecto invernadero desde el año 2000.

Se podría pensar que el aumento de penetración de renovables en el mix de energía primaria derivaría en una reducción global de las emisiones de GEI a nivel mundial. Sin embargo, el crecimiento de las renovables no ha compensado el crecimiento del consumo, y éste se ha producido en base a las energías fósiles, principalmente el carbón, cuyo factor de emisión es el más alto de las fuentes de energía fósiles, por tanto, las emisiones de GEI han continuado aumentando.

En la figura 6 se puede también apreciar el esfuerzo realizado por algunas de las economías desarrolladas como la UE y EEUU para reducir las emisiones, pero sin conseguir compensar el crecimiento del consumo de China, cuyo consumo de carbón se aproxima al 50% del consumo mundial.

EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES MUNDIALES DE CO₂ (2000-2013)

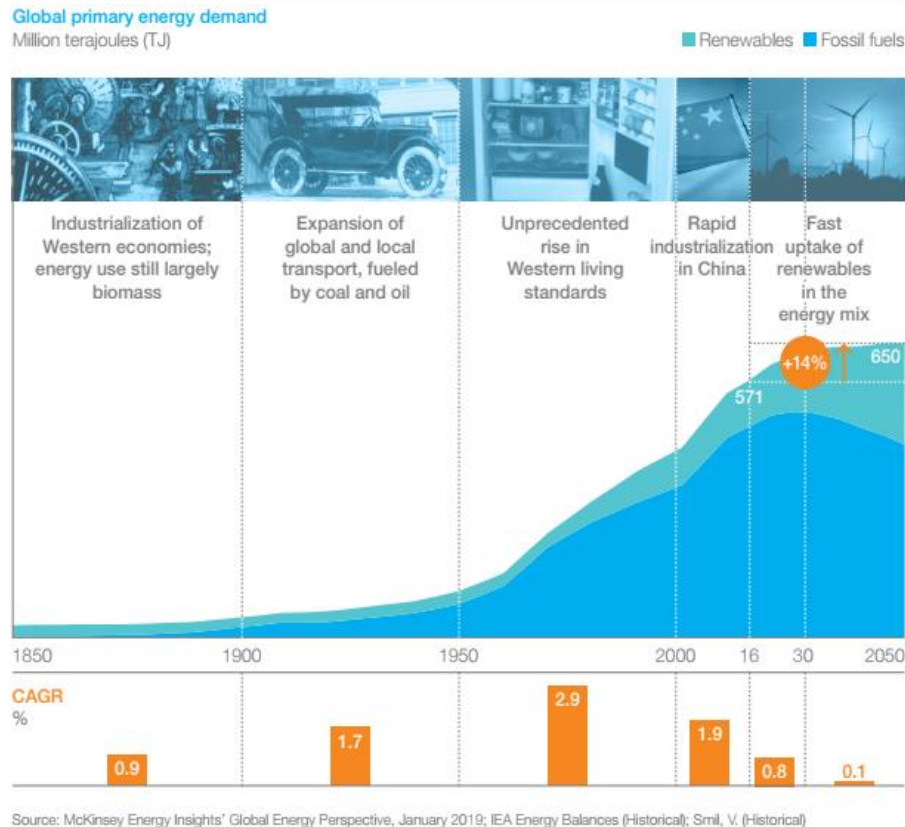


TASAS DE CRECIMIENTO

	VARIACIÓN ('12-'13)	TCMA ('07-'10)	TCMA ('10-'13)
OTROS ¹	-0,4%	0,2%	1,0%
ORIENTE MEDIO	2,3%	5,3%	3,5%
ÁFRICA	1,3%	3,4%	2,1%
INDIA	4,1%	7,6%	5,2%
RESTO AMÉRICA	2,3%	1,6%	2,4%
UNIÓN EUROPEA	-2,2%	-2,3%	-2,3%
RESTO ASIA PACÍFICO	0,8%	0,8%	2,0%
ESTADOS UNIDOS	2,6%	-2,0%	-1,4%
CHINA	3,9%	4,7%	5,5%
MEDIA MUNDIAL	1,8%	1,4%	2,0%

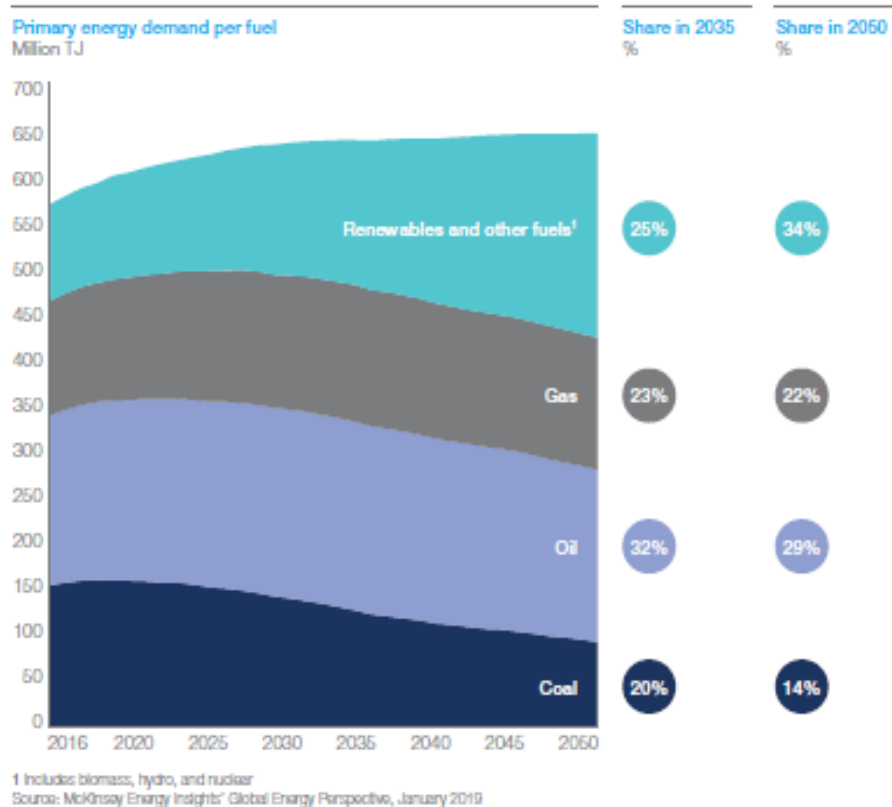
1. Incluye países de la antigua URSS
2 Dato 2013 estimado a partir del informe BP Statistical Review of World Energy 2014
Nota: emisiones totales de la combustión de combustibles fósiles
Nota 2: La serie de datos 2000-2012 presenta algunas diferencias con la serie publicada en este mismo informe del año 2014, por las correcciones en la base de datos realizadas por la AIE
Fuente: Agencia Internacional de la Energía (AIE); Elaboración y análisis Fundación Repsol

Perspectivas de la energía



1. La demanda mundial de energía primaria se estabilizará después de 2035 a pesar de la fuerte expansión de la población y el crecimiento económico.
2. El consumo de electricidad se duplica hasta 2050, mientras que las renovables representan más del 50% de la generación para 2035
3. El gas sigue aumentando su participación en la demanda energética mundial, el único combustible fósil que lo hace, y luego se estabiliza después de 2035.
4. El crecimiento de la demanda de petróleo se ralentiza sustancialmente, con un pico proyectado a principios de 2030
5. Se proyecta que las emisiones de carbono disminuyan debido a la disminución de la demanda de carbón, sin embargo, una trayectoria de 2 grados para 2050 sigue estando muy lejos.

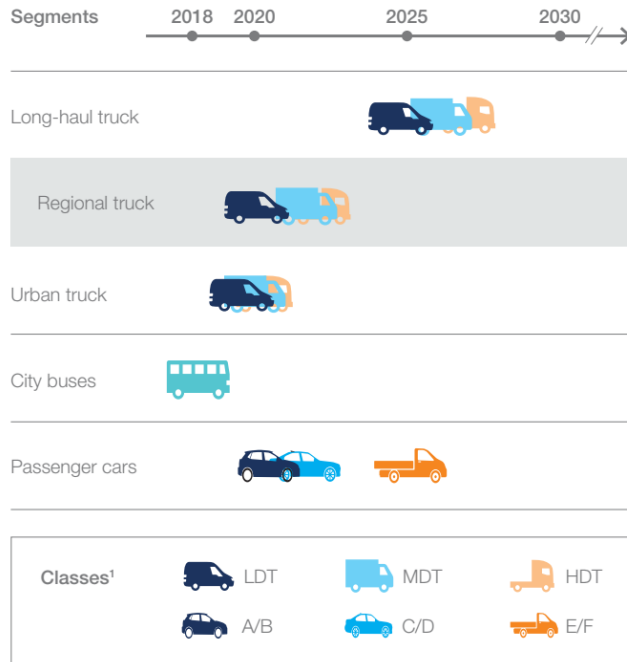
Perspectivas de la energía



1. **La demanda mundial de energía primaria se estabilizará después de 2035 a pesar de la fuerte expansión de la población y el crecimiento económico.**
 - Después de más de un siglo de rápido crecimiento, la demanda mundial de energía muestra una desaceleración del crecimiento alrededor de 2030, impulsada principalmente por la penetración de fuentes de energía renovables en la combinación de energía
 - Además, una disminución en la intensidad energética en las relaciones a través de las geografías compensa el aumento en la demanda de energía necesaria para apoyar una creciente población con crecientes niveles de ingreso, especialmente en mercados emergentes.

Perspectivas de la energía

Timing of cost-parity of electric vehicles with fuel vehicles, based on TCO in the EU

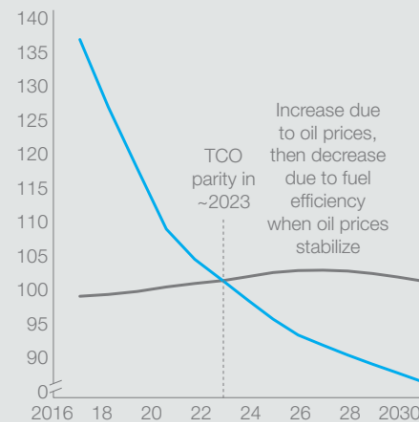


¹ Class definitions in EU are defined in weight for trucks (Heavy duty transport (HDT) >16t, Medium duty transport (MDT): 7.5-16t, Light duty transport (LDT): 3.5-7.5t) and in size/ICE price for passenger cars: (A/B < 4 m and below 20k CHF, C/D: 4-5 m, 28-55k CHF, E/F > 4.5 m, >50k CHF)

Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

EU TCO for medium-duty truck, regional application

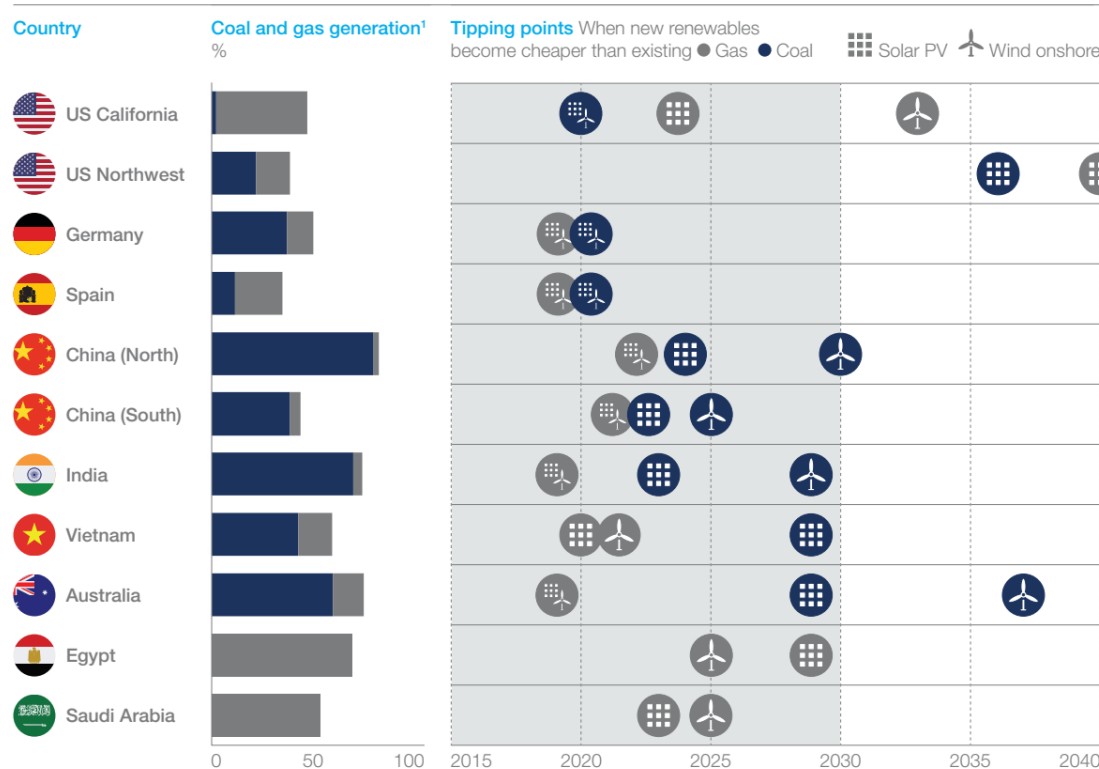
Cost per kilometer normalized to 2016 ICE, %



2. El consumo de electricidad se duplica hasta 2050, mientras que las renovables representan más del 50% de la generación para 2035

- En el transporte, la electrificación es impulsada por mejoras rápidas en la economía de los vehículos eléctricos (VE), que alcanzan la paridad de costos con los vehículos de combustible convencional a principios de 2020.

Perspectivas de la energía



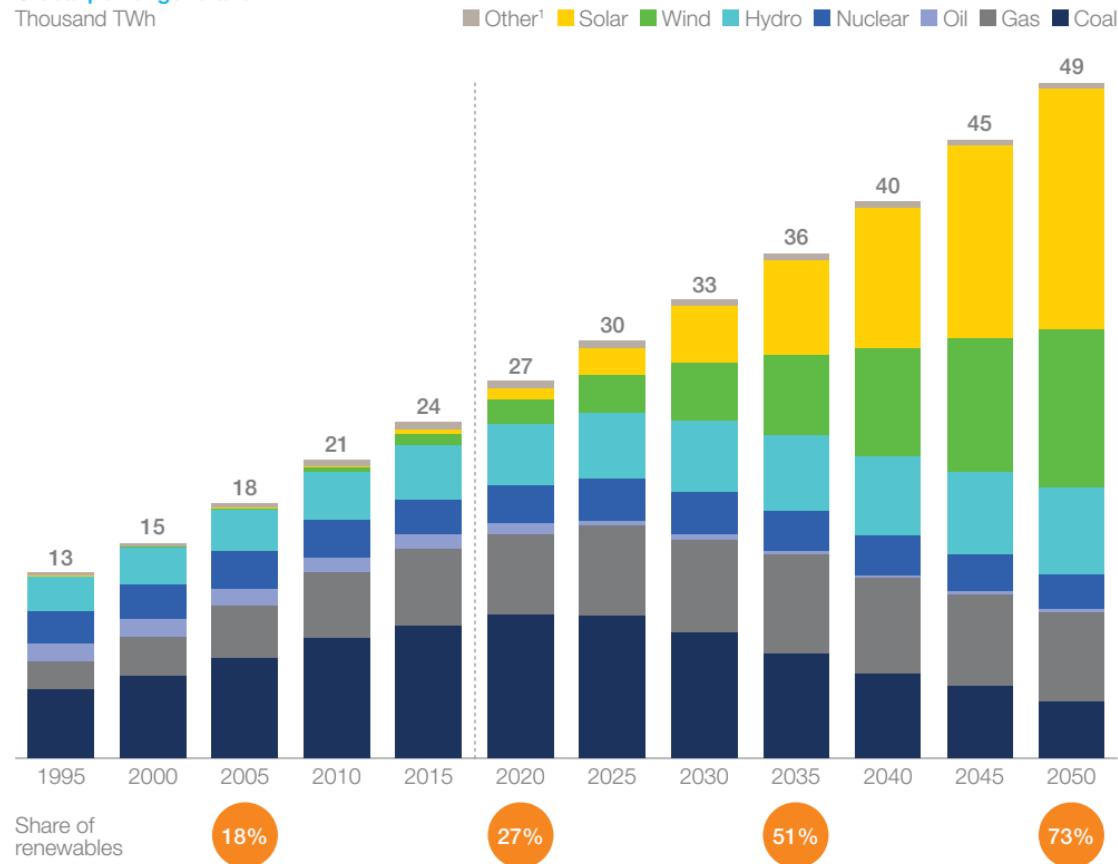
¹ Power generation from existing coal and gas power plants in 2018, as share of total
Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

2. El consumo de electricidad se duplica hasta 2050, mientras que las renovables representan más del 50% de la generación para 2035

- Para 2030, las energías renovables de nueva construcción superarán la generación de combustibles fósiles existentes en el costo de la energía en la mayoría de los países, uno de los puntos clave de la transición energética.
- La mayoría de los países alcanzarán este punto de inflexión en los próximos 5 años.

Perspectivas de la energía

Global power generation
Thousand TWh



¹ Other includes biomass, geothermal, and marine
Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

3. El gas sigue aumentando su participación en la demanda energética mundial, el único combustible fósil que lo hace, y luego se estabiliza después de 2035

- cuatro cambios
- y una continuidad.

Perspectivas de la energía

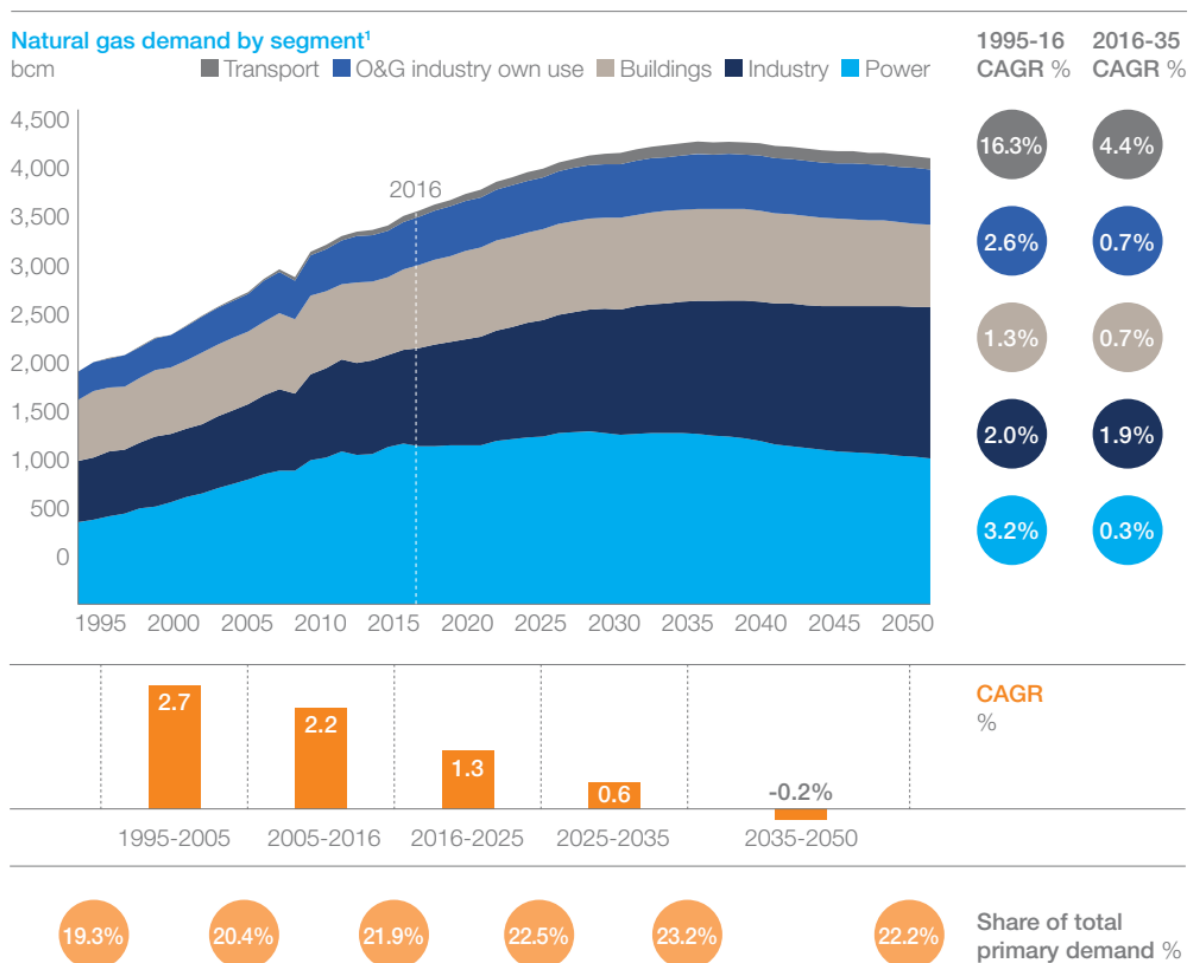
4 cambios:

1. Energías renovables al alza: Las nuevas potencias instaladas basadas en gas se verán limitadas debido a la creciente competitividad de las energías renovables.
2. China: el crecimiento de la demanda de gas de China es mayor que el de los próximos 10 países con mayor crecimiento, incluido Estados Unidos, y representa casi la mitad del crecimiento de la demanda hasta 2035.
3. Medio Oriente: la demanda de gas en el Medio Oriente alcanza su punto máximo antes de 2030 a pesar del crecimiento de la industria, impulsada principalmente por la mejora del precio de las energías renovables el costo de oportunidad de la exportación de gas.
4. Productos químicos: el crecimiento fundamental de la demanda de productos químicos, en combinación con los precios de las materias primas en mercados clave como Estados Unidos, Rusia e Irán, permite un crecimiento acelerado que agrega ~ 200 bcm a la demanda.

1 continuidad:

1. Transporte: las tasas de crecimiento serán muy altas en el transporte, sin embargo, la pequeña proporción del transporte significa que este no puede compensar las tendencias en todos los demás sectores.

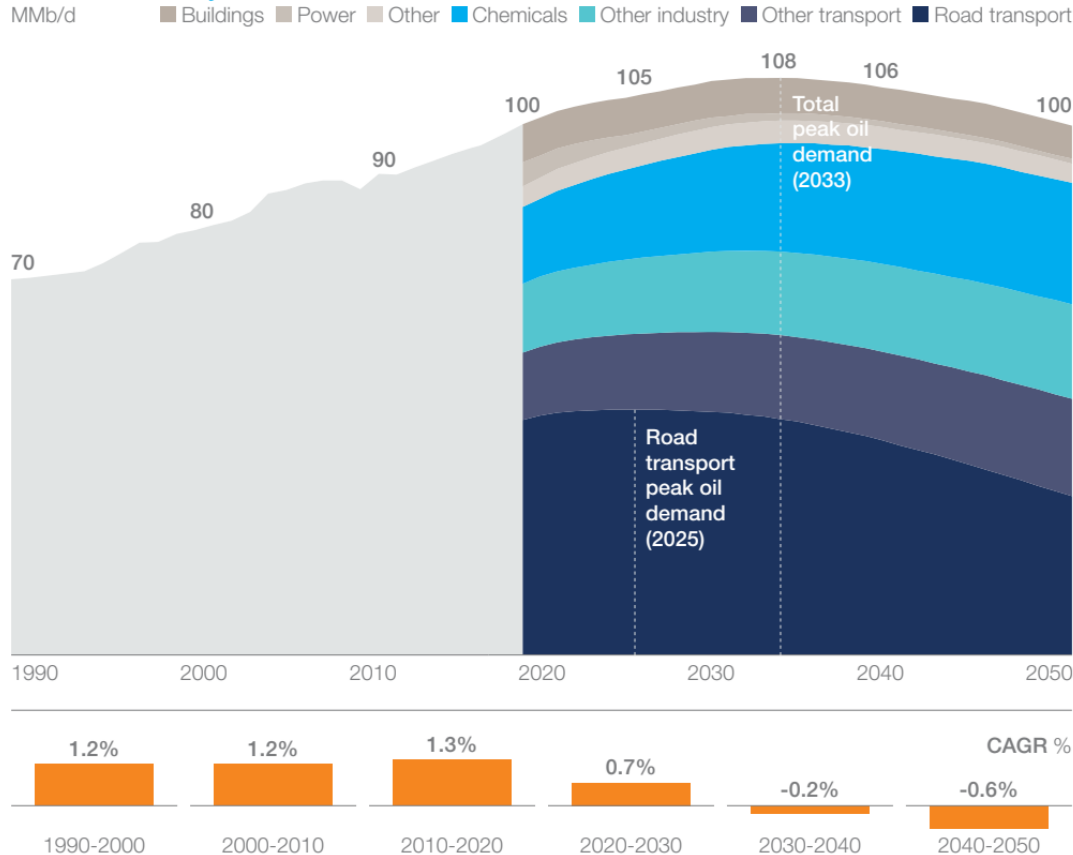
Perspectivas de la energía



¹ Transport segment in many other reports also includes gas use for pipeline transport. This is included in oil and gas industry's own use above (73 bcm in 2016) Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

Perspectivas de la energía

Global oil demand by sector

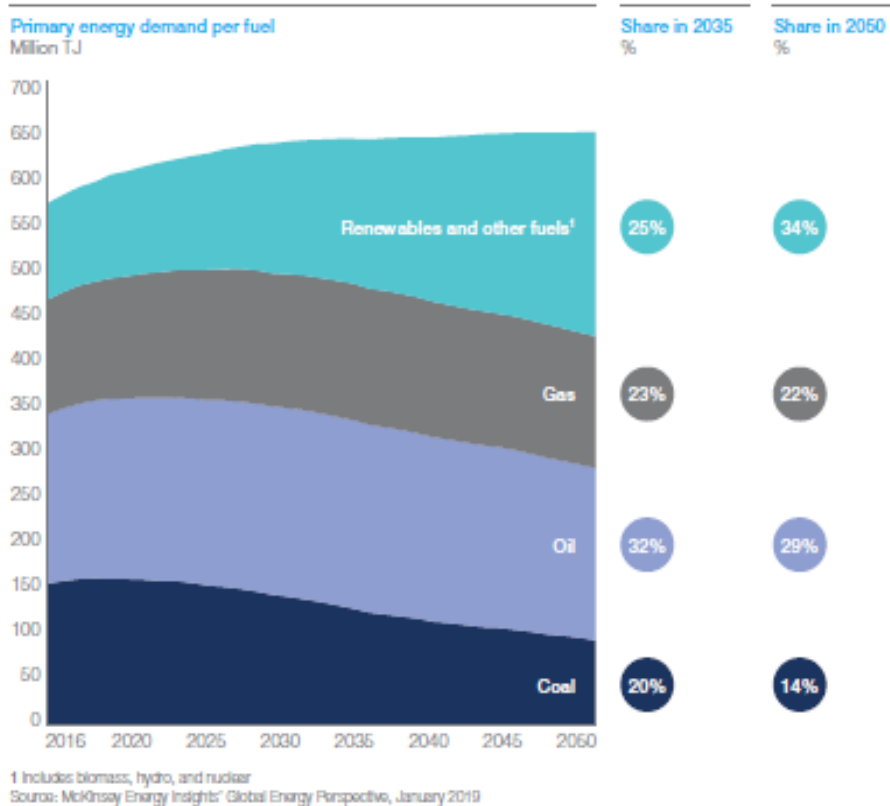


Source: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

4. El crecimiento de la demanda de petróleo se ralentiza sustancialmente, con un pico proyectado a principios de 2030

- La demanda de petróleo ha crecido a más del 1% anual en las últimas tres décadas, pero se espera que este crecimiento se desacelere significativamente a partir de 2020 en adelante.
- El sector químico representa más de la mitad del crecimiento en los próximos 15 años, muestra una desaceleración en la demanda, especialmente después de 2030, como resultado del aumento de las tasas de reciclaje de plásticos.
- Mientras que los mayores descensos de la demanda se producen en el transporte de energía y por carretera.
- La disminución de la demanda de petróleo para el transporte por carretera es modesta, ya que la transición del VE en los países de la OCDE y China se ve parcialmente compensada por el uso continuo de vehículos ICE en el resto del mundo.

Perspectivas de la energía



5. Se proyecta que las emisiones de carbono disminuyan debido a la disminución de la demanda de carbón, sin embargo, sigue estando muy lejos una trayectoria de 2 grados para 2050.

- Para alcanzar un escenario de 1,5 grados, se tendría que potenciar el uso de el hidrógeno para descarbonizar sectores que de otra manera serían difíciles de eliminar.
- Las emisiones de carbono relacionadas con la electricidad (alrededor del 60% de las emisiones globales totales) aumentarán hasta 2024, pero luego mostrarán un descenso constante. La disminución se debe a una eliminación relativamente rápida del carbón en el sector eléctrico, que llevará a una reducción de 6 gigatonnes (Gt) de CO₂ (aproximadamente un 20%), equivalente a las emisiones totales actuales de EE. UU y Japón combinadas.

Referencias

- Club español de la energía. Balance Energético de 2018 y Perspectivas para el 2019
- Libro de la Energía en España 2016.
- BP Energy Outlook 2019 Edition.
- BP Statistical Review of World Energy.
- Global Energy Perspective 2019. Mc Kinsey Energy Insights
- REE Presentación del Avance del Informe del sistema eléctrico español 2018.
- REE Informe del Sistema Eléctrico Español 2017.
- World Energy Balances 2018 Overview. International Energy Agency.
- Informe basado en indicadores. Edición 2018. Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España.

L1 Demanda de energía y generación



Sistemas de Potencia - Tecnología Energética
Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla