



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

*“Análisis del cumplimiento de los objetivos de
energía y clima para el año 2030 en la Unión
Europea. Caso de estudio: el Estado español.”*

*Proyecto final de grado dentro del
Grado en Ingeniería Electrónica
Industrial y Automática, Escola
d'Enginyeria de Terrassa.*

Estudiante: Xavier Zurita Millán
Directora: Beatriz Escribano Rodríguez

Octubre 2015



Sumario

La Unión Europea, movida por el creciente interés de la sociedad por la sostenibilidad en la actividad del ser humano, pretende abordar el problema del cambio climático y la contaminación en el futuro estableciendo objetivos para mejorar diferentes problemáticas climáticas y energéticas: la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la actividad de los seres humanos, el uso de fuentes de energía renovables y la mejora de la eficiencia energética y el ahorro de energía.

Este trabajo pretende realizar una diagnosis del estado de cumplimiento de los principales objetivos de la Unión Europea para 2030 en un caso de estudio: el Estado español. Para ello revisar la situación de las tres problemáticas principales tratadas por esos objetivos en diferentes niveles de enfoque: un enfoque mundial y un enfoque de la Unión Europea en su conjunto. De esta manera, conocer el estado del arte de las problemáticas a estudiar y utilizar esa información para la diagnosis centrada en el Estado español, con la que lograr exponer la realidad del caso de estudio ante los objetivos de 2030, en la actualidad y en el futuro, y realizar propuestas de mejora, en caso de ser necesarias, para mejorar la perspectiva de futuro del cumplimiento de los objetivos en 2030.

Índice del Proyecto

1	Introducción	12
2	Objetivos	13
2.1	Generales	13
2.2	Específicos	13
3	Antecedentes	15
3.1	Cambio climático	15
3.1.1	Componentes de las emisiones antropogénicas.....	17
3.2	Contexto histórico de la política climática internacional	20
3.3	Objetivos 2030: Política energética en la unión europea	24
3.3.1	Introducción a la política climática en Europa	24
3.3.2	Objetivos para 2030	24
4	Cuerpo del proyecto.....	27
4.1	Análisis de la situación energética en el mundo	27
4.1.1	Estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo	27
4.1.1.1	Introducción	27
	Bases de datos de gases de efecto invernadero	27
	Elección de bases de datos	30
	Principales consideraciones a tener en cuenta en el cálculo y estudio de emisiones	30
4.1.1.2	Contexto histórico y situación actual de las emisiones de gases de efecto invernadero (2011).....	31
	Emisiones de gases de efecto invernadero por países	34
	Emisiones de gases de efecto invernadero y los datos socioeconómicos mundiales.....	37
4.1.1.3	Escenarios de futuro de las emisiones de gases de efecto invernadero ...	39
4.1.2	Estudio de las energías renovables en el mundo	40
4.1.2.1	Introducción	40
4.1.2.2	Consideraciones en el estudio del uso de energías renovables	41
4.1.2.3	Situación histórica y actual de las energías renovables en el mundo (2012)	42
4.1.2.4	Futuro del uso de energías renovables.....	44
4.1.3	Estudio de la eficiencia energética en el mundo.....	47
4.1.3.1	Introducción al estudio de la eficiencia energética	47

4.1.3.2	Contexto histórico de la eficiencia energética en el mundo	48
4.1.3.3	Futuro de la eficiencia energética en el mundo	49
4.2	Análisis de la situación energética en la Unión Europea respecto a los objetivos de 2030	50
4.2.1	Estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea	50
	Emisiones de gases de efecto invernadero y datos socioeconómicos de la Unión Europea	54
4.2.2	Estudio del uso de energías renovables en la Unión Europea	56
	Contexto general de la Unión Europea	56
	Uso de energías renovables en la Unión Europea por países.....	61
4.2.3	Estudio de la eficiencia energética en la Unión Europea	63
4.3	Caso de estudio: España.....	70
4.3.1	Situación actual de los objetivos 2030 de la Unión Europea: Estado español	70
4.3.1.1	Emisiones de gases de efecto invernadero.....	70
	Emisiones de gases de efecto invernadero y datos socioeconómicos de la Unión Europea	74
4.3.1.2	Uso de energías renovables	76
4.3.1.3	Eficiencia energética	79
4.3.2	Escenarios futuros sin políticas adicionales (Emisiones, consumo de energía, eficiencia energética, presencia de renovables)	83
4.3.2.1	Emisiones de gases de efecto invernadero.....	83
	Datos socioeconómicos del escenario de referencia de PRIMES 2013.....	86
4.3.2.2	Energías renovables	87
4.3.2.3	Eficiencia energética	90
4.3.3	Aplicación de los tres criterios de la Unión Europea para 2030 al Estado Español	92
	Emisiones de gases de efecto invernadero.....	92
	Energías renovables	93
	Eficiencia energética	95
5	Conclusiones.....	100
6	Bibliografía	105
7	Glosario	110
7.1	Definiciones.....	110
7.2	Siglas:.....	113
7.3	Unidades.....	114

Índice de Figuras

Figura 1 Relación entre la concentración de CO ₂ atmosférica y la temperatura global. Traducción propia(NCDC NOAA 2010).....	15
Figura 2 Cambio observado en la temperatura en superficie entre 1901 y 2012(Stocker et al. 2013)	16
Figura 3 Impactos observados en el mundo atribuidos al cambio climático, Adaptación propia de (Field et al. 2014)	17
Figura 4 Emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en el mundo según tipo de gas de 1990 a 2011 (MtCO ₂ eq), Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014)(Anexo A.1).....	32
Figura 5 Porcentaje de emisiones de diferentes gases de efecto invernadero en 2011. Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1).....	32
Figura 6 Porcentaje de emisión de gases de efecto invernadero por sector (2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1).....	34
Figura 7 Peso del TOP-15 en las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)	35
Figura 8 Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en países del TOP-15 (1990-2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)	35
Figura 9 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita mundiales (1990- 2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3)	36
Figura 10 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita por regiones en el mundo (1990- 2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3).....	36
Figura 11 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita en algunos del resto de países (1990,2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3).....	37
Figura 12 Población y PIB mundiales de 1960-2013 Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; WDI 2015) (Anexo A.3).....	37
Figura 13 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB (1990-2011) Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; WDI 2015; WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1 y A.3).....	38
Figura 14 Trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero 2000-2100 (Edenhofer et al. 2014)	39
Figura 15 Cambio en la temperatura media global en superficie (Stocker et al. 2013)	40
Figura 16 Consumo de energía final de 1971 a 2012 por combustible (Mtoe) Traducción propia, (IEA 2014a).....	43
Figura 17 Energía mundial final consumida en 1973 Elaboración propia, (IEA 2014a) (Anexo A.2)	44
Figura 18 Energía mundial final consumida en 2012 Elaboración propia, Fuente: (IEA 2014a) (Anexo A.2)	44
Figura 19 Porcentaje de consumo de energías renovables por sector y región para el escenario de nuevas políticas. Traducción propia, (IEA 2014b).....	47

Figura 20 Intensidad Energética -Consumo total de energía primaria por \$ de PIB (Mundo, Mtoe por billón de dólares (EEUU \$,2005) Elaboración propia (Zeynep 2014) (Anexo A.2)	48
Figura 21 Ahorro de energía primaria en el escenario de nuevas políticas con respecto al de políticas actuales (2010-2040) Traducción propia, (IEA 2014b)	49
Figura 22 Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE (2012) (WRI-CAIT 2014).....	50
Figura 23 Evolución de las emisiones totales en la Unión Europea 1990-2012 Elaboración propia (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)	51
Figura 24 Cambio porcentual de emisiones de gases de efecto invernadero en 2012 respecto 1990 (%) Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)	52
Figura 25 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita en la Unión Europea Elaboración propia (Eurostat 2015d; United Nations Population Division 2013) (Anexo B.1 y B.3)	53
Figura 26 Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE por sector de procedencia (1990-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1).....	54
Figura 27 Población y PIB total de la Unión Europea (28) Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; Eurostat 2015a) (Anexo B.3).....	55
Figura 28 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB en la Unión Europea Elaboración propia, (Eurostat 2015d; Eurostat 2015c; United Nations Population Division 2013) (Anexo B.1 y B.3).....	56
Figura 29 Dependencia energética porcentual (%) de la Unión Europea (1990-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015a) (Anexo B.2).....	57
Figura 30 Consumo de energía final bruta en la Unión Europea (2004-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)	58
Figura 31 Cuota de renovables en el consumo bruto de energía final de la Unión Europea (1990-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2).....	58
Figura 32 Porcentaje según sector del consumo final de energía bruta en la Unión Europea para 2004 y 2012 Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2).....	59
Figura 33 Renovables en el consumo bruto de energía final por sector en la UE (2004-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)	59
Figura 34 Consumo bruto de energía final: Electricidad de origen renovable según tecnología en la UE. Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)	60
Figura 35 Porcentaje de uso de renovables en el consumo bruto de energía final en la UE por país, Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2).....	62
Figura 36 Proyección de la UE-27 y objetivos sobre la energía primaria Elaboración propia, (Capros et al. 2008) (Anexo B.2).....	66
Figura 37 Proyección de la UE 27 y objetivos sobre la demanda de energía final Elaboración propia, (Capros et al. 2008) (Anexo B.2)	66
Figura 38 Comparación de escenarios base sobre la demanda de energía final en la UE (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2010; Capros et al. 2013) (Anexo B.2).....	67
Figura 39 Comparación de escenarios base sobre el consumo de energía primaria en la UE (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2010; Capros et al. 2013) (Anexo B.2).....	67
Figura 40 Consumo de energía primaria en la Unión Europea entre 1990 y 2012 (Mtoe) Elaboración propia (Eurostat 2015e) (Anexo B.2).....	68

Figura 41 Evolución del consumo de energía primaria por país de la UE-15 Elaboración propia, (Eurostat 2015e) (Anexo B.2).....	69
Figura 42 Consumo de energía final en la Unión Europea 27 por sector 1990-2030 Elaboración propia (Capros et al. 2008) (Anexo B.2)	69
Figura 43 Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España entre 1990 y 2012 referenciados al año base de Kioto Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1) 71	
Figura 44 Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en España según tipo de gas. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1).....	72
Figura 45 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según tipo de gas. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1).....	72
Figura 46 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según sector de actividad Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)	74
Figura 47 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según sector de actividad. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)	74
Figura 48 Evolución del PIB y la población en España entre 1990 y 2012. Elaboración propia, (INE 2015; MAGRAMA 2014) (Anexo C.3).....	75
Figura 49 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB entre 1990 y 2012 en España. Elaboración propia (INE 2015; MAGRAMA 2014) (Anexo C.1 y C.3)....	76
Figura 50 Volumen total del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)	76
Figura 51 Porcentaje de uso de energías renovables sobre el total del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)	77
Figura 52 Porcentaje según sector del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)	77
Figura 53 Evolución de las energías renovables en el consumo final de energía bruta en España por sector (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2).....	78
Figura 54 Consumo de energía primaria en España según PRIMES 2007 Elaboración Propia, (Capros et al. 2008)(Anexo C.2)	80
Figura 55 Consumo de energía primaria en España (1990-2013) Elaboración Propia, (Capros et al. 2008; Eurostat 2015e)(Anexo C.2)	80
Figura 56 Energía primaria en España según fuente de energía (2013) Elaboración Propia, (MINETUR 2015b)(Anexo C.2)	81
Figura 57 Consumo de energía final en España según PRIMES 2007 (1990-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008)(Anexo C.2)	82
Figura 58 Consumo de energía final en España (1990-2013) Elaboración propia(Capros et al. 2008; Eurostat 2015b) (Anexo C.2)	83
Figura 59 Emisiones de gases de efecto invernadero en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)	84
Figura 60 Emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de gas (2000-2030, PRIMES 2013) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1).....	85
Figura 61 Población en España según PRIMES 2013 (2000 - 2030, Millones de habitantes) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.3)	87
Figura 62 Producto Interior Bruto de España según PRIMES 2013 (Miles de millones de euros, € 2010) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)	87

Figura 63 Cuota de energías renovables en el consumo bruto de energía final según PRIMES 2013 (%)Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.2).....	88
Figura 64 Cuota de renovables en el consumo de energía final bruta del sector transporte en España según PRIMES 2013(%)Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.2).....	90
Figura 65 Consumo de energía primaria en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2013)(Anexo C.2)	91
Figura 66 Consumo de energía final en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2013)(Anexo C.2)	91

Índice de Tablas

Tabla 1 Potencial calentamiento de los gases de efecto invernadero (Houghton et al. 1995)	18
Tabla 2 Acontecimientos importantes en la política internacional (J. Xercavins 2014)	23
Tabla 3 Resumen de las características y la información disponible de las principales bases de datos encontradas en la literatura	28
Tabla 4 Emisiones anuales mundiales de gases de efecto invernadero por sector (MtCO ₂ eq) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)	33
Tabla 5 Ventajas y desventajas de los suministros de energías primaria y final Elaboración propia (Sustainable Energy For All-IEA 2012).....	42
Tabla 6 Futuros escenarios en la demanda de energía primaria por combustible según la IEA (Mtoe) (IEA 2014b).....	45
Tabla 7 Consumo de energías renovables en electricidad y calefacción en el mundo según escenarios de la IEA. Traducción y adaptación propia (IEA 2014b)	46
Tabla 8 Porcentaje y volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en MtCO ₂ por país en la UE en 2012 (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)	51
Tabla 9 Subsectores de energía y sus relaciones porcentuales sobre el total de emisiones (Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)	54
Tabla 10 Peso del uso de energías renovables según sector del consumo bruto de energía final en la UE (%)Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)	60
Tabla 11 Porcentaje representativo de las diferentes tecnologías renovables sobre el total de la electricidad renovable de la UE Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2).....	61
Tabla 12 Objetivos nacionales y comunitarios de eficiencia energía para 2020 en la Unión Europea (Energy Efficiency Directive 2015)	64
Tabla 13 Elementos estudiados por el inventario nacional de emisiones a la atmosfera Adaptación propia, (MAGRAMA 2014)	70
Tabla 14 Aportación porcentual de las energías renovables al total del sector electricidad Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)	78
Tabla 15 Porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero en España por tipo de gas Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1).....	85
Tabla 16 Emisiones de CO ₂ Relacionadas con el uso de energía (MtCO ₂ eq) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)	86
Tabla 17 Generación de electricidad bruta por fuente de energía en España (%)	89
Tabla 18 Sumario de los objetivos 2030 y las consideraciones generales a nivel estatal (Elaboración Propia).....	98
Tabla 19 Estado de los objetivos de 2030 para España (Elaboración propia)	99

1 Introducción

Hace más de cuatro décadas desde la publicación, en el año 1972, de Los límites del crecimiento: un informe redactado por un grupo de profesionales del Massachusetts Institute of Technology a encargo de la ONG Club de Roma, en el cual se exponen, entre otras argumentaciones, el probable colapso del planeta, en un futuro próximo, a causa del crecimiento económico y demográfico exponencial al que tendía la humanidad; colapso debido a que el crecimiento ilimitado en un mundo de recursos finitos no es realizable (Meadows et al. 2006).

En aquel momento, el documento tuvo una repercusión importante tanto en la comunidad científica como en el ámbito político, pues se ponían en cuestión las actitudes económicas y políticas más generalizadas de la época que tenían el crecimiento como un dogma. A pesar de las numerosas críticas que recibió en consecuencia a su publicación, Los límites del crecimiento sentaron las bases para que la relación entre política y ecología o el uso de términos como “**sostenibilidad**” o “**huella ecológica**” cobrasen importancia en tiempos posteriores.

A partir de entonces, a través de organismos como la ONU, la comunidad internacional ha estado debatiendo y negociando como incorporar la protección del medio ambiente a la agenda política de los gobiernos y como compaginar el desarrollo social y económico, deseado por todas las partes, con la conservación de los recursos naturales del planeta. A su vez, avanzaba también la evidencia científica acerca de la relación entre la actividad humana y el deterioro del medio ambiente, dando lugar a términos como **cambio climático, calentamiento global o emisiones de gases de efecto invernadero**, entre otros muchos.

Conforme crecía la cantidad de información científica que pronosticaba un cambio climático debido a la actividad humana, se incrementaba la importancia de este tema en las reuniones internacionales. Aún y así, no fue hasta finales de la década de los noventa y la primera década del nuevo milenio, cuando se llegó a un acuerdo en la comunidad internacional para que algunos de los países industrializados, responsables de un mayor impacto sobre el medio, redujeran su impacto en el medio mediante la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes; a través del conocido como Protocolo de Kioto.

La Unión Europea ha mantenido, por lo general, una actitud más dispuesta a controlar su impacto sobre el medio que otras grandes potencias que han sido siempre un duro obstáculo a la hora de alcanzar acuerdos, como Estado Unidos, y fue una de las primeras potencias en sumarse al Protocolo de Kioto. Para cumplir estos acuerdos de manera conjunta, y así facilitar el que estos no interfieran con el modelo de crecimiento económico, que sigue siendo la referencia de desarrollo para las economías más importantes del mundo; se establecen mecanismos de colaboración internos de la Unión Europea y objetivos propios: para que sirvan como ejemplo de compromiso, delante de otras potencias más reticentes a cambiar su política de impacto sobre el clima y el medio ambiente, y como actitud justificante frente a una población cada vez más concienciada sobre las consecuencias que conlleva un cambio climático.

De cara a la cumbre del clima de París, que se celebrará en 2015, la Unión Europea pretende liderar la negociación para llegar a un acuerdo, sobre emisiones de gases de efecto invernadero, a nivel mundial: para ello se han aprobado en el Parlamento unos objetivos en materia de política energética y climática, que los países miembros deberían cumplir en el año 2030, con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en la Unión Europea.

Estos compromisos europeos, aprobados en octubre de 2014, pretenden una mejora significativa, a nivel de toda la Unión Europea, en: el uso de energía proveniente de fuentes renovables, la eficiencia energética y por último la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los anuncios, hechos desde las altas instituciones políticas, en intención de reducción de los gases de efecto invernadero generados por la actividad humana, reciben mucha importancia a nivel mediático, no tanto impacto tienen el seguimiento y el cumplimiento de los mismos.

Este proyecto, nace motivado por la idea de informar acerca de la importancia y la utilidad de analizar el estado de cumplimiento de los objetivos propuestos, en este caso por la Unión Europea para 2030, antes de que sea demasiado tarde para actuar en su favor, así como crear una imagen bien definida, a través del análisis y la interpretación de datos, de lo que representan realmente estos objetivos: más allá de las cifras objetivo que ofrece la Unión Europea. Realizando un análisis desde un criterio centrado en la sostenibilidad.

2 Objetivos

2.1 Generales

Este trabajo pretende realizar una diagnosis del estado de cumplimiento de los diferentes objetivos principales, energéticos y climáticos, de la Unión Europea para 2030: de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en el uso de energías renovables y en eficiencia energética, y así evaluar las condiciones actuales, si son favorables o no para el cumplimiento de los objetivos.

A través del estudio de la evolución de los principales indicadores representativos de las diferentes áreas que abarcan los objetivos de la Unión Europea, establecer un análisis a diferentes niveles de localización para tener una perspectiva completa de las problemáticas climáticas y energéticas afectadas: para ello estudiar la situación global, la situación de la Unión Europea en su conjunto y la situación de un caso de estudio, del Estado español.

2.2 Específicos

Para comprender mejor el escenario climático tanto a nivel global, Europeo y estatal es necesario hacer un repaso de la situación de emisiones de gases de efecto invernadero y de las consecuencias de estas, así como revisar el avance de la eficiencia energética y el uso de energías renovables a diferentes escalas. Por lo tanto, se pueden concretar los objetivos específicos del proyecto como:

Recorrer la trayectoria de la política internacional en las cuestiones más importantes de política climática para situarnos en el contexto actual. Describir los objetivos europeos para 2030 en materia climática y energética que luego serán referencia para los análisis de la situación en diferentes niveles.

Exponer las principales consideraciones y dificultades a la hora de estudiar y obtener los datos de los diferentes indicadores, relacionados con la energía o con las emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo final es realizar un estudio de caso que es el Estado español: Estudiar el estado de cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea para 2030 en España, y presentar propuestas para su mejora o cumplimiento dentro del marco de la sostenibilidad.

3 Antecedentes

3.1 Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno, que se da de manera natural en el planeta, por el cual se producen variaciones de las características meteorológicas que definen un sistema climático por un tiempo prolongado, como décadas o siglos. Este cambio puede ser ocasionado por muchos factores, desde erupciones volcánicas (factores internos) hasta cambios en los ciclos solares (factores externos).

Sin embargo, desde el comienzo de la revolución industrial, la actividad humana ha comenzado a influir en gran medida al cambio climático: principalmente debido a la deforestación y las emisiones de gases de efecto invernadero derivados de la actividad humana. La presencia de los gases de efecto invernadero por encima de sus niveles normales en la atmosfera, contribuye a acrecentar el efecto invernadero y a aumentar la temperatura del planeta.

En el último siglo, se ha registrado un aumento sin precedentes de la temperatura del planeta, tanto en la superficie terrestre como en la superficie del océano, pues la temperatura ha aumentado entre 0,65°C y 1,06°C en 2012 con respecto los niveles de 1880, produciéndose la mayor subida en los últimos 50 años (Stocker et al. 2013) .

Se ha demostrado con entre un 95% y un 100% de confianza que este aumento de la temperatura en el planeta es debido a la actividad humana industrial (Field et al. 2014). Por ello el cambio climático causado por la actividad humana en la época reciente es conocido como calentamiento global o cambio climático antropogénico. En la Figura 1, se puede observar la correlación entre el aumento de la concentración de gas CO₂ en la atmosfera, uno de los principales gases de efecto invernadero producido por la actividad industrial y el uso de combustibles fósiles, y el aumento de la temperatura mundial del planeta(NCDC NOAA 2010), prueba fundamental para considerar el calentamiento global fruto de la humanidad.

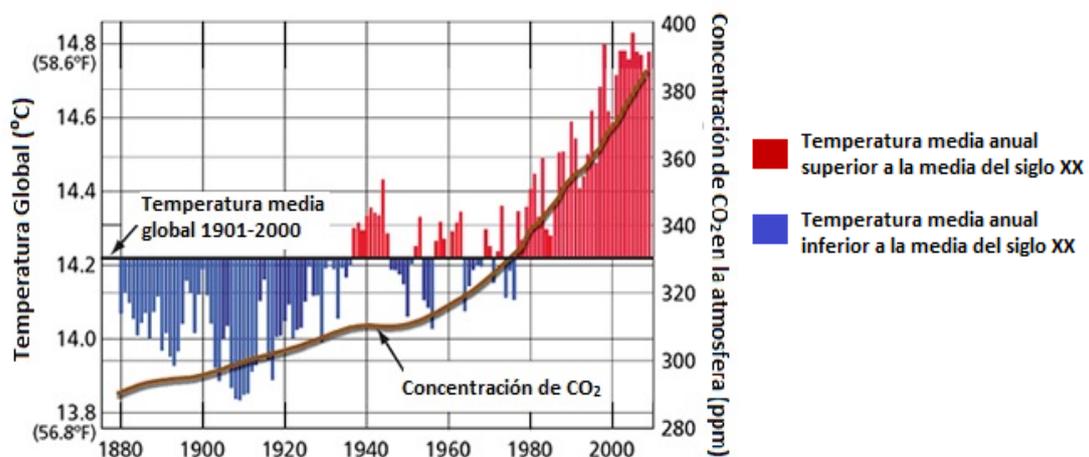


Figura 1 Relación entre la concentración de CO₂ atmosférica y la temperatura global. Traducción propia(NCDC NOAA 2010)

En la Figura 2, se pueden observar cómo afecta esta crecida de las temperaturas al conjunto del planeta, viéndose la gran mayoría de las regiones afectadas; entre ellas Europa que sufre un aumento de temperaturas en la totalidad de su extensión.

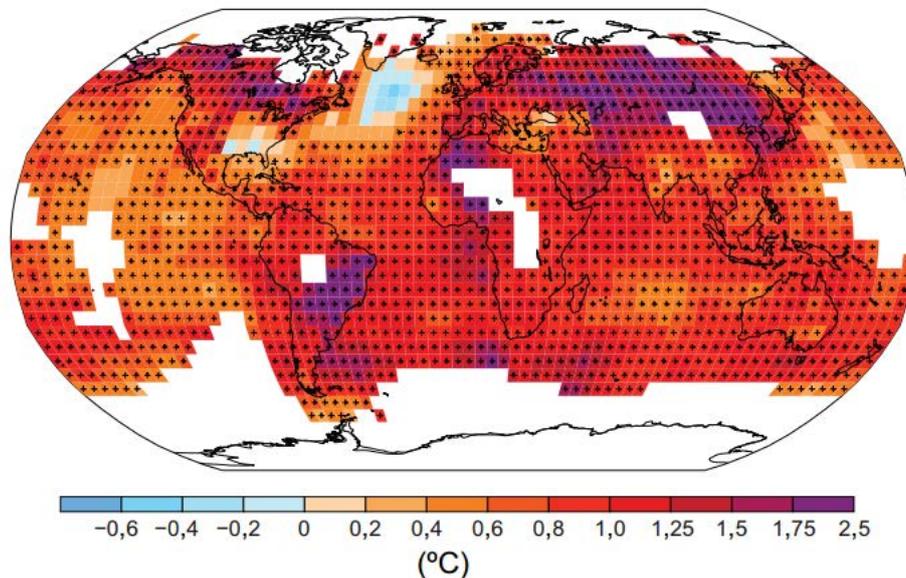


Figura 2 Cambio observado en la temperatura en superficie entre 1901 y 2012(Stocker et al. 2013)

Se calcula, dependiendo de las políticas de corrección adoptadas, que para el año 2100 el aumento de temperatura puede estar entre los 2°C o 5°C con respecto los niveles medios de temperatura de la época preindustrial(Edenhofer et al. 2014). Un cambio tan brusco en la temperatura del planeta puede tener consecuencias muy negativas para la vida en el planeta, algunas de las cuales ya pueden observarse, entre las que se encuentran: pérdida de biodiversidad, acidificación del océano, incremento de la cantidad y la gravedad de las catástrofes naturales, aumento del nivel de agua de los océanos, etc (Field et al. 2014).

Según el quinto informe de evaluación del IPCC (*Assessment Report 5*), la concentración de CO₂ en la atmósfera, para tener una subida de temperatura menor a 2°C respecto los niveles preindustriales en el año 2100 ha de ser, en ese entonces, de 450 partes por millón (ppm) (Edenhofer et al. 2014). Las observaciones del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), a través del observatorio de Manua Loa, para el año 2014 fueron de una concentración media de CO₂ en la atmósfera de 398,60 ppm; la tendencia en 2015 sigue al alza alcanzándose en marzo una concentración media mensual de 401,52ppm de CO₂ en la atmósfera, superior a la de marzo de 2014(NOAA 2015).

En la Figura 3, se puede contemplar, según predicciones del IPCC, que regiones se ven afectadas por problemáticas derivadas del calentamiento global y la confianza con la que se puede afirmar que sea efecto del mismo. Informes del IPCC evidencian que el calentamiento global no es sólo un problema para generaciones futuras, en la actualidad ya se manifiesta como tal afectando a modelos económicos y ecosistemas(Field et al. 2014).

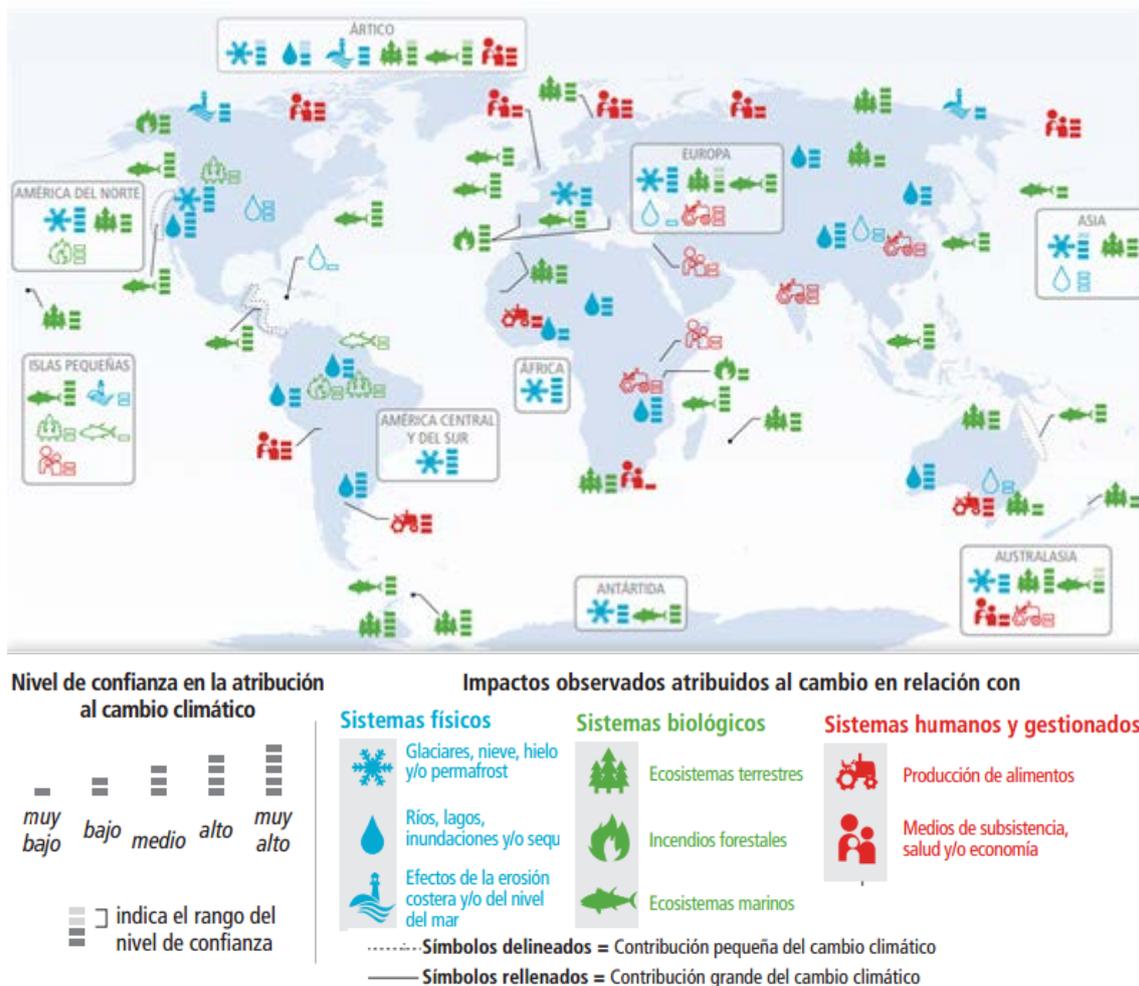


Figura 3 Impactos observados en el mundo atribuidos al cambio climático, Adaptación propia de (Field et al. 2014)

3.1.1 Componentes de las emisiones antropogénicas

Se entiende por emisiones antropogénicas aquellas emisiones de gases generadas por actividades humanas, y están conformadas por los gases de efecto invernadero, los **precursores** de gases de efecto invernadero (o de efecto indirecto) y los aerosoles (Solomon et al. 2007).

Los gases de efecto invernadero, como su nombre indica, contribuyen de manera directa al efecto invernadero y los más importantes existen de manera natural en la atmósfera: como en el caso del metano (CH_4), el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido de nitrógeno (N_2O) y el ozono (O_3). La actividad del hombre influye en la concentración de estos gases, sobre todo en el dióxido de carbono, el metano y el dióxido nítrico. Pero no todos los gases antropogénicos de efecto invernadero se encuentran de manera natural en la atmósfera, pues existen gases de efecto invernadero que son producidos exclusivamente por actividades humanas. Es el caso de la gran mayoría de los gases fluorados, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarburos (HFCs) o los perfluorocarbonos (PFC) (Solomon et al. 2007).

Los gases **precursores** de efecto invernadero son aquellos que en determinadas condiciones contribuyen a la formación de gases de efecto invernadero; por ejemplo, el monóxido de carbono (CO), en presencia de luz solar, contribuyen a la formación de ozono

(Bermejo et al. 2010). Algunos de estos gases producto de la actividad humana son: compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), los óxidos de nitrógeno (NO_x) o el dióxido de azufre (SO₂) (Solomon et al. 2007).

Por último, los aerosoles, que son sistemas gaseosos con partículas sólidas o líquidas en suspensión, pueden contener componentes contaminantes o que favorezcan el calentamiento de la atmósfera terrestre. Son generados de manera natural o artificial, sobretodo en procesos de combustión o en multitud de aplicaciones domésticas e industriales (Solomon et al. 2007).

De los diferentes gases de efecto invernadero no todos tienen el mismo efecto sobre la atmósfera a la hora de potenciar el calentamiento global, para poder estudiar conjuntamente todos los gases causantes se toma como referencia el potencial de calentamiento global, que tiene en cuenta el periodo que permanecen los gases de efecto invernadero en la atmósfera, de la atmósfera del CO₂ y se compara al de los demás gases, dando como resultado la unidad de **CO₂ equivalente** (Solomon et al. 2007). La referencia a la hora de comparar el potencial de calentamiento de los diferentes gases de efecto invernadero con el del CO₂ es la guía del IPCC publicada en 1995*, que aunque los procesos de algunos gases presentan diferentes incertidumbres, sus datos son actualizados en diferentes informes y son utilizados en la gran mayoría de los inventarios de gases de efecto invernadero del mundo (Houghton et al. 1995).

En la Tabla 1 se muestran los datos del IPCC sobre el potencial de calentamiento global de los diferentes gases de efecto invernadero más estudiados de los emitidos por las actividades humanas: llama la atención las grandes diferencias que existen entre los diferentes gases, habiendo algunos que superan el potencial de calentamiento global del CO₂ en cientos, en miles o en decenas de miles de veces, aunque estos gases con un potencial de calentamiento global tan elevado son emitidos en cantidades mucho menores al CO₂, el CH₄ o el N₂O.

Tabla 1 Potencial calentamiento de los gases de efecto invernadero (Houghton et al. 1995)

GAS	FÓRMULA	POTENCIAL CALENTAMIENTO GLOBAL
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
HIDROFLUOROCARBUROS		
HFC-23	CHF ₃	11700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3800

* Ha habido actualizaciones de estas equivalencias de gases de efecto invernadero, pero estas no han tenido implicaciones en el cumplimiento del protocolo de Kioto, y se sigue usando como referencia la información del IPCC de 1995.

GAS	FÓRMULA	POTENCIAL CALENTAMIENTO GLOBAL
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
PERFLUOROCARBUROS		
Perfluorometano	CF ₄	6500
Perfluoroetano	C ₂ F ₆	9200
Perfluoropropano	C ₃ F ₈	7000
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	7000
Perfluorociclobutano	c-C ₄ F ₈	8700
Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	7500
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	7400
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	SF ₆	23900

La necesidad de establecer una hoja de ruta que permita un cambio de modelo energético, industrial y de consumo en general, viene ligada a las consecuencias que tienen para el planeta los modelos actuales de expansión económica constante a través del aumento progresivo del consumo, que unidos a una expansión demográfica también constante, pueden afectar de manera muy severa el sistema climático global. La generación de energía mediante el uso de combustibles fósiles, el malgasto de energía en el consumo industrial y doméstico y un tejido productivo alejado del destino final del producto son algunos fenómenos actuales que alimentan al calentamiento global.

3.2 Contexto histórico de la política climática internacional

En la década de los setenta, en pleno crecimiento económico por parte de los países industrializados, basado, en gran parte, por una economía de consumo y un crecimiento poblacional generalizado en gran parte del planeta, se produjo un incremento de la extracción y transformación de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, a la vez que crecía la generación de residuos. Esta situación provocó la progresiva degradación del medioambiente en algunas zonas y problemas medioambientales no considerados hasta entonces.

Esta situación propició estudios y publicaciones críticas con los modelos de las sociedades industrializadas, que no contemplaban estos problemas del medioambiente con el modelo económico y social como los Límites del crecimiento, encargado al Instituto Tecnológico de Massachusetts por el Club de Roma y publicado en 1972. Esta publicación, en la que trabajaron más de 17 profesionales, expone como argumento principal que en un planeta limitado, las dinámicas de crecimiento exponencial (como las de la población o el PIB) no son sostenibles (Meadows et al. 2006).

Fue en ese mismo año en que se produjo el primer gran encuentro gubernamental, convocado por las Naciones Unidas, la Cumbre de la Tierra de Estocolmo. A esta conferencia acudieron 113 países y más de 400 organizaciones no gubernamentales e intergubernamentales. El resultado de la reunión es una declaración de 26 principios, “La Declaración de Estocolmo”, y “El Plan de Acción de Estocolmo” con 10 recomendaciones acerca de la preservación del medio ambiente. Este encuentro sirvió para sentar las bases de la existencia, o al menos del planteamiento, de una política medioambiental determinada como parte de las agendas gubernamentales, aunque el nivel de concienciación era bajo y se hablaba más de remediar los males ambientales causados que no de prevenir futuros percances. Fruto de esta reunión, también fue la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Jankilevich 2003) (Cumbre de la Tierra de Estocolmo 1972).

En 1982 se produce, por parte de la ONU, una reunión de 105 gobiernos con motivo del décimo aniversario de la cumbre de la tierra de Estocolmo; de la cual resulta la Declaración de Nairobi. Este documento reconoce que no se están cumpliendo los objetivos planteados en la Cumbre de la tierra de 1972, con lo que pide urgentemente la necesidad de aumentar los esfuerzos en el ámbito mundial, regional y nacional para mejorar el medio ambiente (Jankilevich 2003).

Un año más tarde, en 1983, la ONU crea la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, que presenta 4 años más tarde, una evaluación del nivel de cumplimiento de los objetivos de la cumbre de 1972 en el documento titulado “Nuestro futuro común”. La novedad de este documento es la introducción del concepto de desarrollo sostenible, que relaciona el desarrollo económico y social con la protección del medio ambiente: de manera que la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes no comprometa el derecho de las generaciones futuras a satisfacer sus propias necesidades (Jankilevich 2003).

En 1988, la Organización Meteorológica Mundial (WMO), una organización creada por la ONU, en conjunto con el PNUMA, crea el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). En un principio, según la resolución 43/53 de la asamblea general de la ONU, su función era la de realizar recomendaciones y análisis acerca del estado de conocimiento del cambio climático; el impacto social y económico sobre el cambio climático y las posibles estrategias de respuesta que puedan ser incluidas en convenios internacionales. Actualmente, sus funciones e importancia en el conocimiento sobre el cambio climático han ido aumentando con el tiempo, convirtiéndose en la mayor referencia, política y científica, para el conocimiento sobre el cambio climático a nivel global. La publicación más importante del IPCC es el Informe de evaluación (AR), los informes suelen estar compuestos de tres volúmenes con diferente temática relacionada con el cambio climático, según el grupo de trabajo (WG) de lo realice. En el caso del AR5, el más actual, los tres volúmenes trataban de: las bases físicas del cambio climático (Grupo de trabajo 1, WG I); los impactos del cambio climático, adaptación y vulnerabilidad al cambio climático (Grupo de trabajo 2, WG II); mitigación del cambio climático (Grupo de trabajo 3, WG III) (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) 2013).

En el año 1992 se celebró de nuevo una Cumbre de la Tierra organizada por la ONU en Rio de Janeiro, por ello también es conocida como Río 92, con un gran éxito de asistencia, pues asistieron 172 países, 108 de ellos estuvieron representados por sus respectivos jefes de estado. Esta reunión es considerada como una de las más trascendentes en la política ambiental internacional, pues pese a los enormes desacuerdos entre países ricos, o del norte, muy industrializados; y países en desarrollo, entre los que destaca China, se consiguieron avances y algunos acuerdos. Uno de estos acuerdos fue la creación de la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC), un instrumento internacional con fuerza jurídica obligatoria, a la cual los estados pueden adherirse, formando entonces parte del mismo; la reunión de todas las partes de un tratado o convención es el máximo órgano de gobierno de la misma, conocido como conferencia de las partes, o COP por sus siglas en inglés (J. Xercavins 2014).

La CMNUCC entró en vigor en 1994, y a partir de entonces se suceden las conferencias de las partes (COPs), la primera de las cuales fue en el año 1995. La convención cuenta con 196 partes y de acuerdo con el reglamento de la convención todos tienen que aportar un inventario nacional, en la medida que lo permitan sus posibilidades, de las emisiones antropogénicas por fuentes. Existen inconvenientes en la convención, todo ha de ser aprobado por consenso, al no haber acuerdo en establecer un reglamento para las votaciones, todos los estados tienen derecho a veto y esto ha traído problemas en algunos momentos por falta de acuerdos (Jankilevich 2003)(J. Xercavins 2014).

En una de las conferencias de las partes de la CMNUCC, la COP 3, se aprobó el Protocolo de Kioto como un nuevo tratado dentro de la CMNUCC, el cual conlleva también la realización de conferencias de las partes (CMP), aunque no entro en vigor hasta 2005 con la adhesión de Rusia; ya que se estableció que no entraría en vigor hasta que no lo ratificasen, como mínimo, los países industrializados responsables de un 55% de las emisiones de CO₂. El objetivo de este tratado es el de hacer reducir, a los países más industrializados y desarrollados, sus emisiones

antropogénicas de gases de efecto invernadero^{*}, en este caso un 5% de media entre todos los países afectados por el tratado para 2008-2012(Jankilevich 2003; J. Xercavins 2014; Ramos Martín 2001).

La Unión Europea (UE-15), mantuvo una posición favorable a la adhesión al Protocolo de Kioto, y fue una de las mayores potencias contaminadoras históricas, en tomar el compromiso de reducción de emisiones. Aunque este compromiso se repartió siguiendo criterios económicos y medioambientales: por lo que hay países, como Alemania, que tenían que reducir sus emisiones respecto el año base, por ejemplo un 21% en este caso; o países que podían aumentar sus emisiones respecto el año base, como España, que podía aumentar sus emisiones hasta un 15% respecto el año base para el periodo de 2008-2012 (Ramos Martín 2001; J. Xercavins 2014).

En 2001, en la COP 7 de Marrakech, se acuerdan los mecanismos con los cuales se facilitará el cumplimiento y la colaboración entre las partes del protocolo de Kioto que tienen compromisos de reducción de emisiones antropogénicas: la implementación conjunta, el mecanismo para un desarrollo limpio y el comercio internacional de emisiones. Estos mecanismos suponen la creación de un mercado de emisiones, donde entidades que lleven a cabo proyectos de reducción de emisiones o países que cumplan los objetivos de reducción, podrán vender derechos de emisión a países que los necesiten para cumplir con sus compromisos de emisiones, si no consiguen reducir sus emisiones antropogénicas como acordaron en el PK (Ramos Martín 2001; J. Xercavins 2014).

A partir de entonces, comienza la difícil tarea de sumar países al Protocolo de Kioto, sobretodo China y Estados Unidos, que pese a ser dos de los mayores emisores de gases de efecto invernadero no llegan a un acuerdo para ser parte del mismo. Pero no solo había dificultades para sumar a grandes emisores de gases de efecto invernadero, en la COP17 de Durban, después de muchas infructuosas negociaciones, en cimeras anteriores, para establecer una renovación del protocolo de Kioto para su continuidad más allá de 2012, se consigue un acuerdo para un segundo periodo del PK, entre 2013 y 2020, y una hoja de ruta a seguir hasta Paris 2015 (COP 21). A pesar de este “avance” en la continuidad del Protocolo de Kioto en Durban, estados, muy importantes a nivel de emisiones, como Japón, Rusia y Canadá no renovaron el compromiso del PK para el segundo periodo; dejando en el cumplimiento del segundo periodo del PK países responsables solamente de cerca del 15% de las emisiones mundiales. Este desacuerdo es debido a que las potencias más emisoras tienen intereses en que no se produzcan cambios significativos de rumbo en el modelo energético y económico actual (J. Xercavins 2014).

Es por estos continuos desacuerdos y negociaciones trabadas e infructuosas que muchos agentes, entre ellos gobiernos como el de Nicaragua consideran que con la falta de acuerdos, en torno a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el panorama internacional, e incluso la caída de apoyos al PK, la década entre 2010 y 2020 es una década perdida, en cuanto a mitigación del cambio climático, puesto que la mayor parte de emisores no aseguran una reducción de emisiones (Dr. Paul Herbert Oquist Kelley 2013).

* Los principales gases de efecto invernadero que son emitidos a la atmosfera por las actividades humanas y son recogidos por el protocolo de Kioto son: CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆.

La Tabla 2 contiene los acontecimientos más importantes en la política internacional ordenados en el tiempo, así como el avance de la concentración de CO₂ en la atmosfera coincidiendo con las reuniones, de esta manera ver el contraste entre el avance de este indicador con el estancamiento o muy discreto avance de las políticas internacionales.

Tabla 2 Acontecimientos importantes en la política internacional (J. Xercavins 2014)

Año	Niveles de CO ₂	IPCC	Naciones Unidas	CMNUCC	Protocolo de Kioto
1972	330ppm		Cumbre de la tierra de Estocolmo		
1983			Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo		
1988		Creación del IPCC por la WMO			
1990	350ppm	AR1			
1992			Rio 92	Creación de la CMNUCC	
1995		AR2		COP1	
1997	360ppm		Rio+5	COP3	Creación del Protocolo de Kioto
2001		AR3		COP7 Acuerdos Marrakech	
2002			Johannesburgo Rio+10	COP8	
2005				COP11	CMP1
2007	385ppm	AR4		COP13 (Bali)	CMP3 (Bali)
2008					Inicio del primer periodo de compromiso del PK (08'-12')
2009	390ppm			COP15 Copenhague	CMP5 Copenhague
2010				COP16	CMP6
2011				COP17 Durban	CMP7 Durban, Aprobación del segundo periodo de compromiso del PK (13'-20')
2012			Río+20	COP18 Doha	CMP8 Doha
2013		AR5 (I)		COP19	
2014	400ppm	AR5 (I y II)		COP20	

3.3 Objetivos 2030: Política energética en la unión europea

3.3.1 Introducción a la política climática en Europa

La Unión Europea, desde la primera Cumbre de la Tierra en Estocolmo, ha demostrado interés en introducir la política ambiental en la agenda política comunitaria; por ello desde ese mismo año se han implementado programas comunitarios de acción de medio ambiente.

Progresivamente la política medioambiental ha ganado protagonismo en la Unión Europea, pasando de recomendaciones basadas en la corrección de los daños causados al medio ambiente (1972) a la prevención de los daños (1982). También en los órganos jurídicos de la Unión Europea se acaba integrando una política medio ambiental común, y con directivas como la 96/61, Directiva relativa a la prevención y control integrados de la contaminación IPPC, del 1996 se integra un control de la contaminación siguiendo recomendaciones del IPCC para monitorizar la contaminación derivada de algunas actividades humanas y establecer límites a la misma, se consigue construir un marco de actuación concreto con respecto a la contaminación en la Unión Europea. Se han creado diversos organismos y comisiones desde las instituciones europeas relacionadas con el estudio y la política del medio ambiente de la Unión Europea, como la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA) o la comisión europea de acción por el clima (Ohliger 2015).

Con la entrada en vigor del protocolo de Kioto y los esfuerzos de la Unión Europea para conseguir sumar a otras potencias industrializadas al tratado, así como conseguir alcanzar los acuerdos internacionales de la Unión Europea en conjunto con todos los países integrantes, se han establecido diferentes objetivos y mecanismos europeos más concretos en materia de clima y energía. Destacan los objetivos de la Unión Europea para 2020 en materia de reducción de emisiones (un 20% respecto 1990), uso de energías renovables (20% de la energía de origen renovable y un 10% de combustibles renovables en el transporte) y en eficiencia energética (un ahorro energético del 20%), aprobados en Marzo de 2007 (European Commission 2008); la hoja de ruta hacia 2050, que consiste en el acuerdo de rebajar las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea entre un 80% y un 95% para el año 2050 respecto los niveles de 1990, este objetivo fue anunciado en 2009 aunque su versión definitiva fue aprobada en 2011 (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council 2011) ; por último un paquete de objetivos en materia de energía y clima para 2030, fue aprobado en octubre de 2014 (European Council 2014).

3.3.2 Objetivos para 2030

Los objetivos en materia de política energética de la Unión Europea de cara al año 2030 vienen a complementar aquellos tratados y compromisos anteriores y a marcar el camino para compromisos futuros. Los principales objetivos aprobados por la Unión Europea para el año 2030 para los países miembros son los siguientes (European Council 2014):

- **Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de un 40% para el año 2030 respecto del nivel de emisiones de 1990.** Si según la EEA en 1990 las emisiones de gases de efecto invernadero fueron de 5626,260MtCO₂eq, en 2030 deberían ser como máximo de 3375,756 MtCO₂eq(Eurostat 2015d).

- **Lograr que la energía proveniente de fuentes renovables represente un 27% del consumo final bruto de energía de la Unión Europea.** Según el EUROSTAT, las renovables representaban en 2013 el 14,95% del **consumo final bruto de energía** en la Unión Europea, por lo que esta cifra está aún lejos del objetivo, ha de aumentar en poco más de 15 años 12 puntos porcentuales con respecto los niveles actuales (Eurostat 2015f).
- **Lograr una eficiencia energética indicativa de al menos un 27% (revisable en 2020).** Si en 2030 se espera un consumo de energía final de 1405,68 Mtoe, este debería ser reducido un 27%, es decir tener un consumo de energía final en la Unión Europea de 1026,15 Mtoe. También si se espera un consumo de energía primaria de 1873,5Mtoe, según el escenario de referencia PRIMES 2007, el consumo máximo de energía primaria de la Unión Europea para 2030 tendría que ser de 1367,6Mtoe (Capros et al. 2008).

Estos objetivos siguen en la línea de aquellos establecidos para 2020, que establecía niveles del 20% para aquellos mismos indicadores que para el 2030 (eficiencia energética, emisiones de gases de efecto invernadero y uso de energías renovables). En el caso de 2020, hay un objetivo vinculante, tanto a nivel comunitario como nacional, de lograr un 20% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en toda la Unión Europea para 2020; un objetivo vinculante, tanto a nivel comunitario como a nivel nacional, de lograr entre todos los países miembros un uso de energías renovables en el consumo final bruto de energía del 20% para 2020; y un objetivo indicativo, a nivel comunitario y a nivel nacional, de lograr un ahorro energético mínimo de un 20% respecto un escenario de referencia (European Commission 2008).

No obstante, cabe recalcar que los objetivos de la Unión Europea para 2030 referentes a la **reducción de emisiones y a las energías de fuentes renovables son objetivos jurídicamente vinculantes** a los países de la Unión Europea. En cambio, los niveles de **eficiencia energética es un objetivo indicativo**, es decir, que no es de obligado cumplimiento. Aunque el objetivo de energías renovables es vinculante a nivel de Unión Europea, los objetivos que adquiera cada estado a nivel individual para contribuir al total de la Unión Europea es probable que se mantengan como indicativos, que es el estatus actual que tienen (European Council 2014).

La resolución de la Unión Europea recoge la posibilidad de aumentar los niveles de los compromisos vinculantes para países con una renta per cápita superior a la media Europea para rebajar la presión sobre aquellos con una renta per cápita inferior a la media. Se establecen mecanismos de ayuda a través del European Emissions Trading System (Sistema Europeo de intercambio de emisiones) para ayudar a los países de la Unión Europea con una renta per cápita inferior al 60% de la media europea (European Council 2014).

El EU ETS o European Emissions Trading System, es uno de los instrumentos a través de los cuales la Unión Europea estructura sus objetivos de reducción de emisiones. Tiene el objetivo de controlar y limitar las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero derivada de las actividades en de fábricas, centrales eléctricas y otras instalaciones o actividades potencialmente emisoras de gases de efecto invernadero en los estados miembros de la

Unión Europea; así como en Noruega, Islandia o Liechtenstein. Actualmente cubre cerca del 45% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea. A través de este sistema de control de emisiones, las empresas o entidades que emitan más de lo establecido por la Unión Europea pueden comprar derechos de emisión a aquellas entidades que hayan reducido sus emisiones, estableciendo de esta manera un mercado de emisiones de gases de efecto invernadero (European Commission - Climate Action 2013).

La hoja de ruta de la Unión Europea establece a ese nivel la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero teniendo como objetivo final la reducción en 2050 de las emisiones de gases de efecto invernadero de un 80% respecto del año 1990, aunque por el momento no se establece ningún corte vinculante para ese año (European Council 2014; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council 2011).

El impulso a la presencia de energías renovables en la Unión Europea es vinculante y se establece que un mix energético con un gran peso de las energías renovables puede tener problemas de intermitencia, dado que este tipo de producción de energía tiene, generalmente, un valor de producción menos regular y controlable que los métodos convencionales. Para salvaguardar la posible inestabilidad de la generación de energía y aumentar la seguridad del abastecimiento en toda la Unión Europea se establecen compromisos firmes y de carácter urgente, según el informe de la comisión europea de marzo de 2014, para crear una red de conexión eléctrica y gasística entre los países de la Unión Europea y un mercado interno de energía. Se plantea un objetivo de interconexión eléctrica entre los países de la Unión Europea de un 15% de la electricidad generada en la Unión Europea (European Council 2014).

La eficiencia energética objetivo, definida en un 27%, está pendiente de ser revisada en 2020 y se prevé aprobar, en ese año, un aumento en las ambiciones de hasta un 30% para 2030, pese a seguir siendo sólo un objetivo indicativo. Este porcentaje de eficiencia energética al que aspira la Unión Europea, se pretende respecto de las previsiones del consumo de energía primaria o final de la Unión Europea para 2030. Cada país debe establecer sobre que indicador quiere trabajar para lograr este objetivo conjunto. También se propone decidir en el futuro que sectores deben recibir el apoyo financiero de las instituciones y ser regulados con la finalidad de cumplir con los acuerdos (European Council 2014).

4 Cuerpo del proyecto

4.1 Análisis de la situación energética en el mundo

La problemática derivada de las emisiones de gases de efecto invernadero afecta a todo el planeta de forma diferente. Las diferentes causas que la provocan no se encuentran en un punto o parte concreta todas las regiones del mundo contribuyen en menor o mayor medida al calentamiento global.

Esta problemática forma parte de un sistema de alta complejidad difícil de estudiar, en el cual un enorme número de factores y consecuencias están interrelacionados de muchas maneras diferentes, entre otras relaciones el clima afecta a la vida y las actividades humanas y estas a su vez afectan también, con su actividad, al comportamiento del sistema climático; por lo tanto, no tan sólo son importantes los elementos aislados que forman este sistema, también lo son la manera en cómo se relacionan los diferentes sucesos y elementos, así como las nuevas propiedades que las interacciones entre ellos producen. Cuando se habla del sistema climático mundial, se está hablando de un sistema complejo.

En este apartado, se pretende estudiar a nivel mundial la situación actual en los puntos propuestos por el acuerdo europeo de objetivos para 2030, por lo tanto se analizará en el apartado 4.1.1 las emisiones de gases de efecto invernadero, en el 4.1.2 la implantación de fuentes de energía renovable en el mundo y por último en el apartado 4.1.3 se estudiará la eficiencia energética a nivel global.

4.1.1 Estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo

4.1.1.1 Introducción

Para el estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, es necesario establecer una o más fuentes de datos completa, tanto de emisiones como de otros indicadores sociales o económicos. De esta manera poder estudiar la evolución de la situación mundial en materia de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y relacionarla con los cambios en el sistema climático mundial o con los cambios de población o de actividad económica.

Bases de datos de gases de efecto invernadero

En el momento en el que se establecen las emisiones de gases de efecto invernadero como una de las principales causas del calentamiento global comienza también un debate acerca de cómo monitorizar las emisiones que se realizan en cada país, sobre todo en aquellos inscritos en algún tipo de compromiso de mitigación o de estudio de emisiones, como el establecido por la convención de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1994 o el protocolo de Kioto.

Para la medición de las emisiones realizadas en cada país, se han creado inventarios de gases de efecto invernadero que recogen las emisiones de cada región. Existen documentos del IPCC que establecen metodologías y claves a tener en cuenta a la hora de crear estos inventarios. Las singularidades, económicas, demográficas o geográficas, entre otras, de cada

país impiden que se establezca una metodología única de inventariado de emisiones sin perder eficiencia en la medición.

Los países firmantes del protocolo de Kioto han de controlar un mayor número de gases en sus inventarios que los demás miembros de la CMNUCC. Aquellos países que no han establecido inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero o aquellos sectores que no son incluidos en los registros realizados son estimados y calculados por diferentes organizaciones, que utilizan metodologías diferenciadas y dificulta el análisis en común de todos los datos. Estas diferencias entre metodologías para registrar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero tanto entre gobiernos como entre otras organizaciones propicia la existencia de numerosas bases de datos que difieren en el valor de sus contenidos.

Algunas de las bases de datos de gases de efecto invernadero, para estudiar las emisiones antropogénicas, utilizadas y sus principales características pueden ser observadas en la Tabla 3. Esta tabla ha sido elaborada a partir de un estudio del arte de las diferentes bases de datos disponibles de emisiones de gases de efecto invernadero, en ellas se puede observar la disponibilidad de datos dependiendo de los gases estudiados, los sectores estudiados o los años abarcados por el estudio.

Tabla 3 Resumen de las características y la información disponible de las principales bases de datos encontradas en la literatura

Base de datos	Fuentes de información	Características principales
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)	Inventarios nacionales de los países miembros	Recopila información dada por los países miembros de la comisión, así como la de los firmantes del PK, desde 1990 (varía en algunos casos) hasta 2012. Las emisiones de gases de efecto invernadero se pueden organizar por país, por sector o por gas. Gases presentes en el registro: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆ , SO ₂ , NO _x , CO y COVDM.(UNFCC 2015)
Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC) *	Cálculos propios, multitud de diferentes publicaciones.	Estimaciones del CO ₂ emitido por el uso de combustibles fósiles y la producción de cemento a nivel mundial, regional y nacional, desde el siglo 19 hasta tiempos modernos. También estimaciones de emisiones de CH ₄ producidas por el sector de uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura . Contiene un registro del histórico de las concentraciones de diversos gases de efecto invernadero en la atmósfera. (CDIAC 2015)
International Energy Agency (IEA) *	Inventarios nacionales de países miembros de la OCDE, inventarios nacionales y mediciones sobre el terreno de otros países. Uso de cálculos propios	Calcula las emisiones de CO ₂ a nivel mundial, regional y nacional por el uso de combustibles fósiles y la producción de cemento. Contiene el desglose por sector de las emisiones registradas y datos desde 1960 hasta 2012 con proyecciones hasta 2040. Base de datos completa exclusiva para miembros del IEA. (IEA 2015)
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –Global Environment Outlook (PNUMA-GEO)	Sus principales fuentes de información son: UNFCC, OCDE, IEA, CDIAC, EDGAR.	Recoge información de las emisiones de gases de efecto invernadero totales para los principales gases del Protocolo de Kioto, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs, SF ₆ , incluyendo o excluyendo aquellas derivadas del uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura, a nivel de países o regiones. También se pueden encontrar las emisiones mundiales de cada gas por sector específico, en este aspecto incluye estimaciones de otros gases como CO, NO _x , COVDM y SO ₂ . El intervalo de tiempo de los datos más importantes es de 1990 a 2012, aunque hay algunos gases y sectores que solo están disponibles entre 2000 y 2012 y sobre emisiones de CO ₂ se encuentran datos para el intervalo de 1960 a 2012. Más concretamente, es una plataforma que recopila datos de diferentes fuentes y los expone que una plataforma encargada de homogenizar la información de diferentes estudios. (PNUMA 2015)
EUROSTAT *	Inventarios nacionales de los países miembros	Registro del total de emisiones de los principales gases de efecto invernadero recogidos por el Protocolo de Kioto, CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O,

	de la Unión Europea y otras fuentes oficiales de los mismos o de la propia Unión Europea (como la EEA).	PFCs, HFCs, SF ₆ , desglosados por tipo de gas, por sector o por país. Excluye las emisiones derivadas del uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura. Abarca el periodo comprendido entre los años 1990 y 2012 y hace referencia sólo a países de Europa, no tiene datos mundiales. La mayoría de datos de emisiones son extraídas de la EEA, agencia a la que los países miembros envían informes de resultados y control periódicos, ya que EUROSTAT es una base de datos que abarca todo tipo de estadísticas (económicas, sociales, técnicas, medioambientales...) a nivel de la Unión Europea y sobretodo recopila datos oficiales ofrecidos por los gobiernos. (Eurostat 2015d)
Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)	Gran variedad de organizaciones gubernamentales y académicas, como por ejemplo: la OCDE, el IEA, la FAO o el EU ETS así como informes oficiales gubernamentales.	Contiene publicaciones acerca de las concentraciones de todos los gases de efecto invernadero en la atmosfera, y registros de las emisiones de gases de efecto invernadero de diversas instituciones europeas para los periodos comprendidos entre 1990 y 2012. También contiene proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero, los principales recogidos en el Protocolo de Kioto, para distintos escenarios para los periodos de 1990-2020 y 1990-2030. La información hace referencia a emisiones totales producidas en la Unión Europea, a nivel de conjuntos (UE-15, UE-28) o de países individuales, contiene tanto datos oficiales entregados por los países miembros de la Unión Europea como datos de publicaciones de otros organismos. (EEA 2015)
United States Environmental Protection Agency (US EPA)	WRI, FAO, CAIT, IPCC y cálculos propios	Utiliza estudios y cálculos propios para contabilizar las emisiones por gas y por sector de los principales gases de efecto invernadero en EEUU. Contiene graficas con datos de otras organizaciones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs y SF ₆) a nivel mundial, mostrando el total de emisiones por gas, por región o por sector incluyendo las emisiones derivadas del uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura; menos en el caso de gases por región. Cubre el periodo de tiempo comprendido entre 1990 y 2010, excepto en el caso de las emisiones por región que alcanza el año 2011. (US EPA 2015)
Emission Database for Global Atmospheric Research –Joint Research Centre (EDGAR-JRC)	Cálculos y publicaciones propias, estudios de BP (British Petrol), IEA y IPCC.	Contiene información de emisiones mundiales totales, per cápita y por PIB de CO ₂ , producido anualmente por la quema de combustibles y la producción de cemento, para cada país en el periodo de 1970 a 2013. Emisiones anuales mundiales de gases de efecto invernadero (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs, HFCs y SF ₆) por país, totales y per cápita entre 1970 y 2012, incluye en las estimaciones todas las fuentes productoras de estos gases, como fuegos forestales o drenado de humedales(quemado de biomasa de ciclo extendido), excluyendo únicamente quemas de biomasa de ciclo reducido. Incluye las emisiones por sector para CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por separado. Incluye mediciones de otros gases de efecto invernadero como CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O y NH ₃ o aerosoles PM ₁₀ . Una de las principales bases de datos de referencia para las instituciones europeas (European Commission-Joint Research Centre-PBL 2009).
World Resources Institute- Climate Analysis Indicators Tool (WRI-CAIT) *	UNFCC, IEA, FAO, CDIAC, EDGAR, US EPA entre otros.	Ofrece datos de emisiones de gases de efecto invernadero (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, F-Gases) a nivel mundial y para cada país. Estos datos, que incluyen emisiones producidas por uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura, pueden estar organizados en; emisiones totales, por tipo de gas (no incluye sector uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura) o por sector. El intervalo temporal de datos de gases de efecto invernadero es de 1990 a 2011. Contiene registros de emisiones de CO ₂ totales (1850-2011) u organizadas por actividad productora de emisiones (1971-2011) (WRI-CAIT 2014).

Como se puede observar en la Tabla 3, en algunos casos las diferencias en el contenido son en teoría pequeñas, aunque luego en la práctica su valor difiere notablemente debido a diferencias de criterio: por ejemplo en emisiones totales de gases de efecto invernadero en el mundo para el año 2011, incluyendo todos los sectores y todos los gases, podemos extraer un valor de 45.450,900MtCO₂eq en la base de datos CAIT frente a un valor de 53.526,302MtCO₂eq

* Bases de datos con accesos directos a proyecciones, escenarios o herramientas de cálculo de emisiones propias para obtener datos de emisiones futuras o pasadas a largo plazo.

en EDGAR (European Commission-Joint Research Centre-PBL 2009; WRI-CAIT 2014). Diferentes publicaciones y bases de datos, como algunas de las ya descritas, combinan datos de diversas bases de datos y publicaciones específicas para realizar tablas de datos.

Elección de bases de datos

Las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero suelen tener diferentes imprecisiones a tener en cuenta dependiendo de muchos factores, como la metodología utilizada, el espectro geográfico cubierto o el periodo temporal abarcado por el estudio. Por este motivo las bases de datos utilizadas para el análisis de las emisiones en regiones específicas (Europa y España) serán diferentes de la utilizada para realizar un análisis mundial.

- Para el análisis de emisiones en el mundo, siempre que sea posible se extraerán datos de la base de datos de CAIT: ya que ofrece información sobre las emisiones de los principales gases de efecto invernadero, para el periodo de 1990 a 2011, sintetizada y ordenada tanto por países, como por gas o sectores, permitiendo un análisis general de la situación mundial bien representativo.
- Para Europa, existen bases de datos regionales que recopilan los datos de los países miembros de la Unión Europea con un criterio acordado. En este caso las bases de datos de la EEA o el EUROSTAT, ambos mecanismos oficiales de la Unión Europea, tienen un enfoque concreto en los datos de la Unión Europea y los países colindantes y son utilizadas como referencia en los países miembros, el Parlamento Europeo y en la mayoría de estudios que se realizan dentro de las fronteras de la Unión Europea, ya que la mayoría de veces recopilan los datos oficiales remitidos por los propios gobiernos de los países miembros de la Unión Europea.
- Para el caso de estudio concreto, España, se utilizarán los datos del inventario nacional gestionado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, ya que es la referencia oficial para cualquier estudio de emisiones de gases de efecto invernadero regular. Estos datos oficiales son los mismos que luego son enviados por el gobierno de España y recopilados en el EUROSTAT, como hacen el resto de miembros de la Unión Europea.

Principales consideraciones a tener en cuenta en el cálculo y estudio de emisiones

No existe un criterio unificado definitivo de como estudiar las emisiones de gases de efecto invernadero, pues existen incertidumbres científicas, ya que algunos procesos no se conocen del todo y es complicado extraer factores de conversión precisos, o incertidumbres de estimación por los métodos utilizados para abarcar las emisiones (WRI 2006). Las recomendaciones divulgadas por el IPCC, a la hora de tratar las incertidumbres, son las más utilizadas por los organismos encargados de estudiar las emisiones, aun y así no evitan que existan algunas diferencias en los resultados y los procesos de cálculo.

En primer lugar depende del enfoque geográfico del estudio, pues un estudio de emisiones a nivel mundial implica tener más factores en cuenta, lo que conlleva estar sometido a mayor incertidumbre en la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero que en el caso de un estudio regional, nacional o local.

También el periodo del cual se estudien las emisiones influye en las incertidumbres de los datos; es a partir de la década de los noventa cuando se comienza a generalizar la creación de inventarios nacionales y observatorios, haciendo que muchos datos ofrecidos antes de esa época estén más basados en cálculos y estimaciones que en observaciones y tengan mayor incertidumbre en la precisión.

Las incertidumbres son menores en el estudio de las emisiones de CO₂, pues es el principal gases de efecto invernadero emitido por la actividad humana y presente en la atmosfera, es fácilmente relacionable a la actividad humana y a los sectores concretos de consumo, además es el más estudiado. Para él existe mayor consenso en los métodos a utilizar para estimar y contabilizar sus emisiones(WRI 2006).

En el caso de los demás gases de efecto invernadero del Protocolo de Kioto su estudio es más complicado, aunque su relación con el cambio climático como causantes está demostrada, la manera de cuantificar como afectan exactamente a este proceso es fuente de incertidumbres. También son más difíciles de registrar que el CO₂, pues no existe una relación tan directa entre actividad humana de consumo y producción de estos gases (en el caso del CO₂ la relación de este gas con el uso de combustibles fósiles facilita su cálculo); para los demás gases de efecto invernadero se suelen calcular, aparte de con observaciones y mediciones en algunos inventarios, a través de relacionar las actividades que normalmente los producen a su volumen económico y mediante factores de conversión traducir el volumen económico en una cantidad concreta de emisiones(Gielen & Kram 1998).

No sólo las dificultades se encuentran en los distintos gases, también entre sectores los métodos cambian y se dan discrepancias en los datos ofrecidos por diversas bases de datos y publicaciones. El sector que presenta más problemas es el de uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura; totalmente diferente de los demás sectores, ya que engloba procesos biológicos naturales muy complejos, en el que intervienen diversos gases (CO₂, N₂O y CH₄ entre otros) y las características en las que se producen varían mucho de un lugar a otro. Aún y así, las actuaciones para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura son importantes y su compromiso de mitigación está incluido en el Protocolo de Kioto(Grassi 2010).

En los análisis de emisiones antropogénicas se suelen tener en cuenta aquellos gases que tienen un elevado potencial efecto de calentamiento global, largo tiempo de residencia en la atmosfera y que cuentan con fuentes importantes de emisión directas o indirectas en las actividades humanas.

4.1.1.2 Contexto histórico y situación actual de las emisiones de gases de efecto invernadero (2011)

Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero mundiales han crecido enormemente respecto los niveles preindustriales, aunque es en los últimos 40 años en los que se encuentran los mayores niveles de emisión, que no han dejado de crecer anualmente en todo ese tiempo; aproximadamente la mitad del total acumulativo de emisiones desde 1750 hasta 2010 se ha producido en los últimos 40 años de ese mismo intervalo (Edenhofer et al. 2014). En las últimas dos décadas, aunque los niveles de concienciación sobre la

problemática derivada de las emisiones de estos gases han crecido y se han establecido acuerdos y reuniones con la intención de reducir la cantidad de estas emisiones, la tendencia se ha mantenido al alza: como muestra la Figura 4 , donde entre el 1990 y el 2011 las emisiones de gases de efecto invernadero han crecido un 41,34% según datos del CAIT(WRI-CAIT 2014).

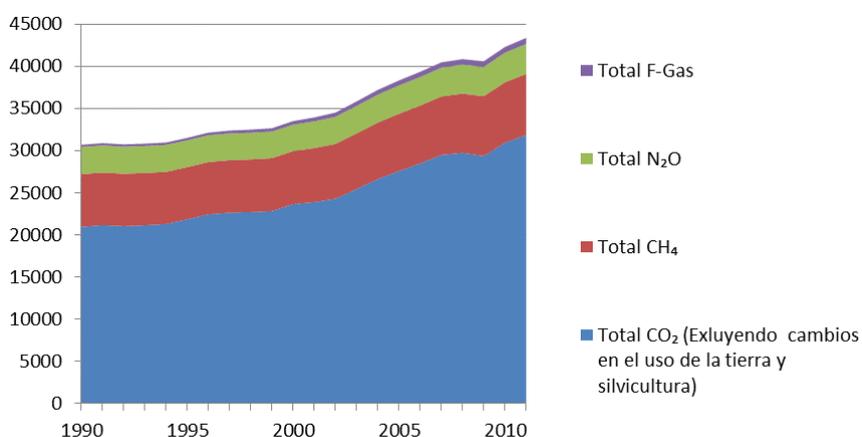


Figura 4 Emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en el mundo según tipo de gas de 1990 a 2011 (MtCO₂eq), Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014)(Anexo A.1)

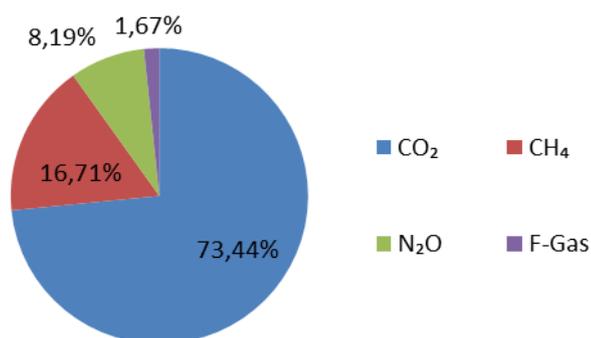


Figura 5 Porcentaje de emisiones de diferentes gases de efecto invernadero en 2011. Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)

En la Figura 4 y Figura 5 se puede observar como el CO₂ es el gas producido por la actividad humana en mayor cantidad, corresponde a cerca del 73% del total de emisiones de gases de efecto invernadero en 2011 pese a no incluir el sector de cambios en el uso del suelo y silvicultura, con el que podría incrementar este porcentaje ligeramente; ya que los porcentajes ofrecidos por otras publicaciones, que incluyen este sector, presentan números similares en la distribución de gases total (Edenhofer et al. 2014). A continuación del CO₂ , por orden de importancia, están: el metano(CH₄), el dióxido de nitrógeno (N₂O) y por último los gases fluorados; que pese a ser emitidos en menores cantidades que el CO₂ , también contribuyen de manera importante al calentamiento global.

De un enfoque por sectores de la producción de gases de efecto invernadero se obtiene una idea general de la procedencia de las emisiones de los mismos. La Tabla 4 muestra la evolución desde 1990 hasta 2011 de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, separadas en diferentes sectores que engloban las actividades humanas que producen estos gases.

Tabla 4 Emisiones anuales mundiales de gases de efecto invernadero por sector (MtCO₂eq) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)

Años	Energía	Procesos industriales	Agricultura	Residuos	Cambios uso del suelo + silvicultura	Combustibles búnker
1990	22.729,25	1.114,83	5.601,03	1.146,78	2.339,84	589,93
1995	23.451	1.283,93	5.481,36	1.224,54	2.558,29	668,24
2000	25.255,16	1.469,22	5.402,29	1.297,72	2.624,72	784,91
2005	29.105,41	1.970,06	5.775,22	1.376,76	3.047,49	908,74
2011	33.073,78	2.580,14	6.031,15	1.480,97	2.078,19	1.032,98
Crecimiento desde 1990 (%)	45,51%	131,44%	7,68%	29,14%	-11,18%	75,11%

Todos los sectores, salvo los cambios en el uso del suelo y silvicultura, experimentan crecimiento, produciéndose el más importante en los procesos industriales y en el transporte marítimo. Este crecimiento generalizado puede ser explicado en parte por el aumento de la población y el crecimiento económico (Edenhofer et al. 2014); el aumento del consumo y de la producción, al que están ligados estos dos sucesos, son causas importantes de esta tendencia. Todo esto a pesar del relativo avance de la eficiencia energética y las políticas de mitigación, que todavía no han sido suficientes para frenar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Algunas de las maneras en que estos sucesos socioeconómicos afectan a los diferentes sectores de emisiones son:

- En referencia a la energía, mayor consumo de electrónica tanto en el ámbito doméstico como en el industrial, aumento del medio de transporte privado y mayor demanda habitacional provocan mayores emisiones en transporte, producción de electricidad, calefacción o en las actividades relacionadas con la construcción (Fanara et al. 2010).
- Un mayor consumo requiere de una mayor producción industrial, también la creciente industrialización en países en vías de desarrollo, generalmente menos eficientes en materia de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyen al aumento de las emisiones derivadas de los procesos industriales a nivel mundial (Davis & Caldeira 2009).
- El aumento de la población y sobretodo el fenómeno de la urbanización de la población provocan mayor generación de residuos (Hoornweg et al. 2013).
- La agricultura intensiva, la mecanización de la agricultura y la ganadería debido a la mayor demanda de alimentos y sobre todo al alto consumo de carne son factores importantes en la emisión de gases de efecto invernadero derivados de la agricultura (DeFries et al. 2010).
- El aumento del consumo y de la producción industrial, unidos a la importante **deslocalización** de la producción que se ha producido en muchos países desarrollados, son responsables del alto tráfico marítimo de mercancías y por consiguiente de la mayor emisión de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles **búnker** (Davis & Caldeira 2009).

El reparto actual (año 2011) de las emisiones por sectores se puede ver en la Figura 6, en la cual se muestra de una manera más visual que sectores son los más emisores. La energía es el más importante de ellos, siendo 5 veces más grande que segundo sector más emisor; dentro de la energía es la generación de electricidad y de calor el subsector más importante a nivel mundial.

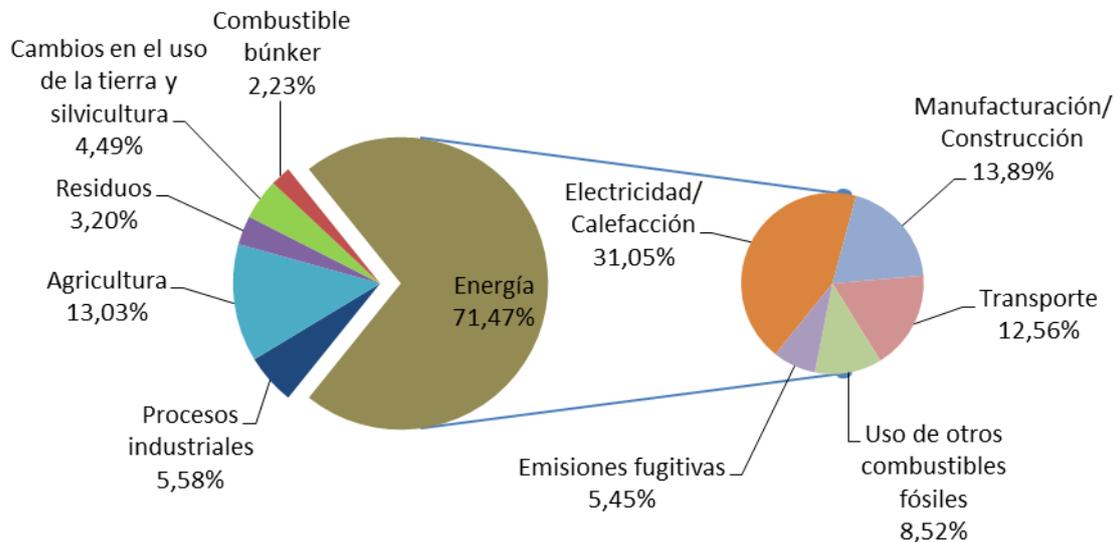
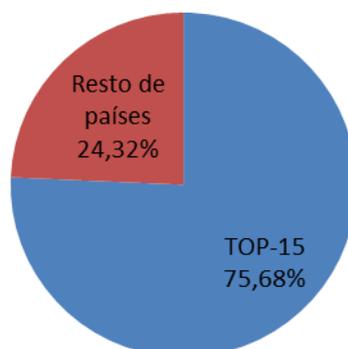


Figura 6 Porcentaje de emisión de gases de efecto invernadero por sector (2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)

Emisiones de gases de efecto invernadero por países

En lo referente a la situación actual en el año 2011, distinguiendo entre diferentes países, las emisiones de gases de efecto invernadero mundiales son producidas en su mayor parte por unos pocos países, sobre todo por los países desarrollados. Se hace referencia muchas veces al top 15* de países emisores de gases de efecto invernadero: una lista de 15 países, representativos a nivel regional y a nivel mundial, que son los máximos responsables de las emisiones históricas de gases de efecto invernadero, y siguen siéndolo de las emisiones actuales (2011). En la Figura 7 aparece el porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero mundial que corresponde a los países del top 15 en 2011; este corresponde al 75,68% de las emisiones mundiales, frente a un 24,32% producido por el resto de países. También hay que tener en cuenta que los países del top 15 representan en 2011 el 64,3% de la población mundial.(WRI-CAIT 2014)



* Los países que forman el top 15 son: China, Estados Unidos de América, la Unión Europea (cuenta como una sola entidad emisora), India, Rusia, Japón, Irán, Corea del Sur, Canadá, Arabia Saudí, Sudáfrica, México, Indonesia, Brasil y Australia.

Figura 7 Peso del TOP-15 en las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)

En la Figura 8 puede observarse que países conforman el top 15, así como su volumen de emisiones al año 2011 y su evolución con respecto los niveles de 1990. China es el país con mayor volumen de emisiones y ha experimentado el crecimiento más importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, solo dos países han experimentado una importante disminución de emisiones respecto el año 1990: Europa y Rusia, aunque en este último caso debido a la crisis económica seguida de la ruptura de la Unión Soviética más que por la aplicación de políticas de mitigación de emisiones.

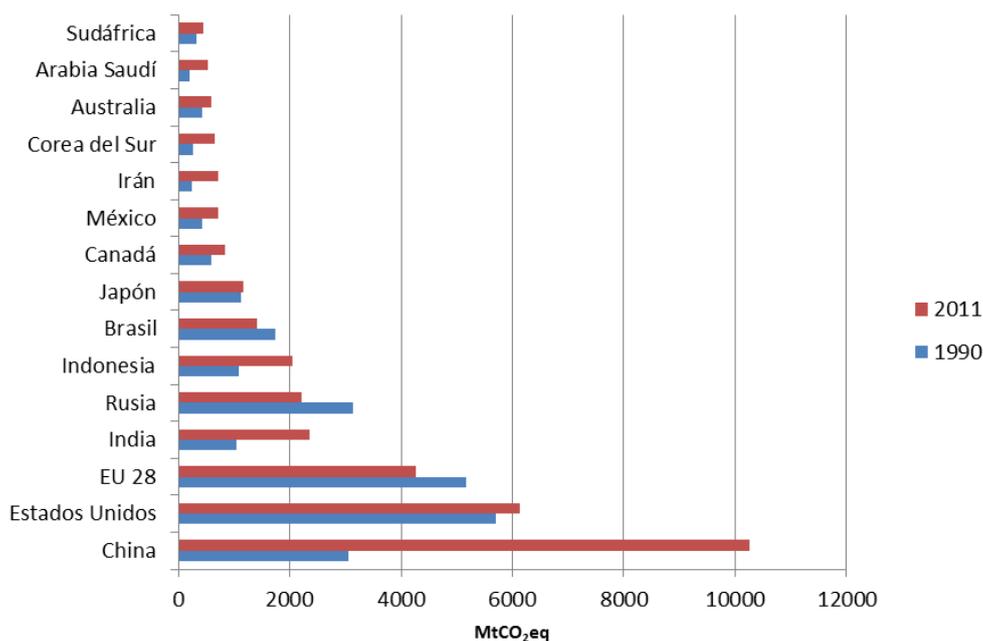


Figura 8 Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en países del TOP-15 (1990-2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1)

El volumen total de emisiones no es un indicador suficiente para saber las diferencias emisivas entre unos países u otros, ya que China, al ser el país más poblado del mundo, parece lógico que tenga un volumen de emisiones más grande que el resto. Para valorar estas diferencias se utiliza el término de emisiones per cápita, que relaciona la población de una región con el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero de la misma.

En la Figura 9 se estudia este valor para los diferentes países del TOP 15. Por otra parte, en la Figura 10 se muestran las diferencias del TOP 15 con el resto del mundo para el año 1990 y 2011. Aunque China tenga el volumen total de emisiones más grande, sus emisiones per cápita se ven muy superadas por multitud de países, entre ellos Estados Unidos y la Unión Europea. También llama la atención la diferencia entre el TOP 15 y el resto del mundo, habiendo una diferencia de 3,2 toneladas de CO₂ por habitante en el año 2011, esto refleja las desigualdades en la aportación de los diferentes países al cambio climático.

Aunque se da un gran crecimiento poblacional en el periodo entre 1990 y 2011, en la mayor parte de países del top 15, y en el mundo en general, las emisiones per cápita aumentan al final del mismo periodo; mientras que en los países que no pertenecen al top 15 las emisiones per cápita se han reducido, provocando un reparto muy desigual de las

emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo en el periodo de 1990 a 2011: ya que los que históricamente contaminan menos siguen una tendencia a la baja en el reparto de emisiones mientras que para los que contaminan más es al revés, y esta tendencia va en aumento.

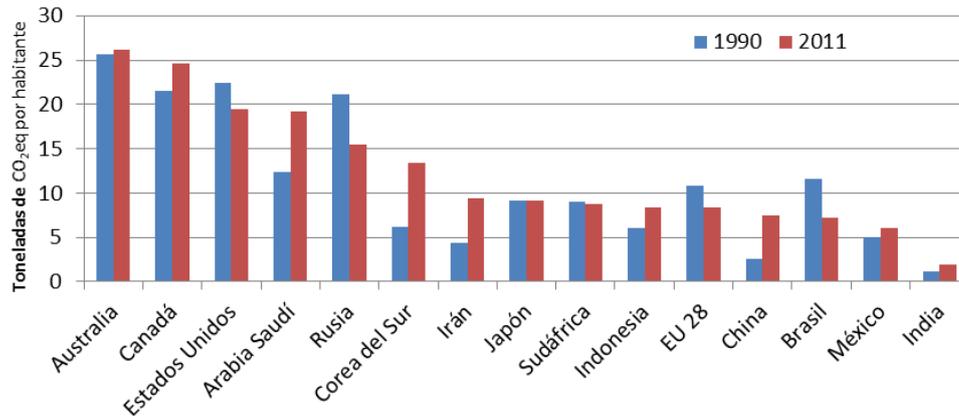


Figura 9 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita mundiales (1990- 2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3)

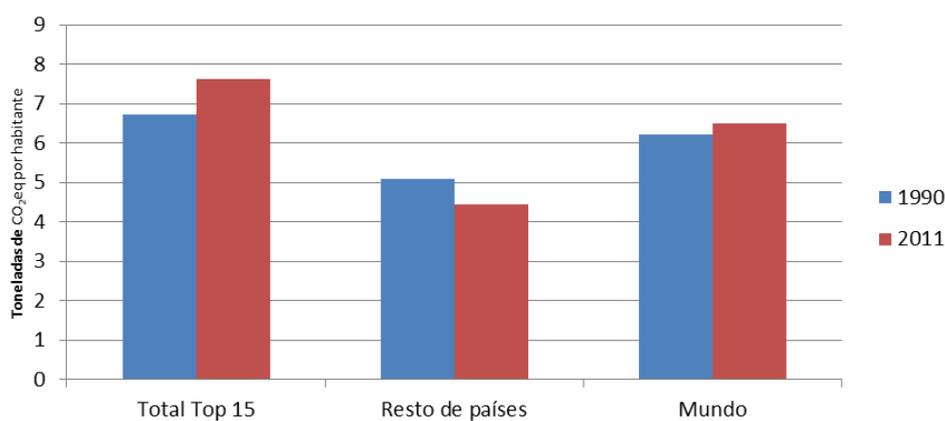


Figura 10 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita por regiones en el mundo (1990- 2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3)

Aunque por norma general, como muestra la Figura 10, el resto de países reúne sobre todo los países que están por debajo de la media del mundo y del TOP 15, y a pesar de ello existen perfiles de emisión de gases de efecto invernadero muy variados en los países que no forman parte del TOP 15.

En la Figura 11 se muestran, de entre los países no pertenecientes al TOP-15, aquellos 5 países con mayores emisiones de gases de efecto invernadero per cápita y aquellos 5 países con las menores: se puede ver como las diferencias son enormes entre los países con mayores emisiones per cápita y aquellos con menores. Entre los países con mayores emisiones per cápita, exceptuando la República Centroafricana cuyas emisiones provienen de otras actividades, son países famosos por sus actividades de producción y exportación de combustibles fósiles. Por otro lado, los países con menores emisiones per cápita son países muy rurales, con un índice de desarrollo humano bajo y una situación económica muy desfavorable: es por ello que en las cumbres de negociación internacionales sobre el cambio climático un factor clave es que el esfuerzo recaiga sobre aquellos países que más contaminan y que más han contaminado, para que aquellos que menos han contaminado puedan

incrementar su desarrollo socioeconómico y reducir el nivel de desigualdad con respecto del resto del mundo.

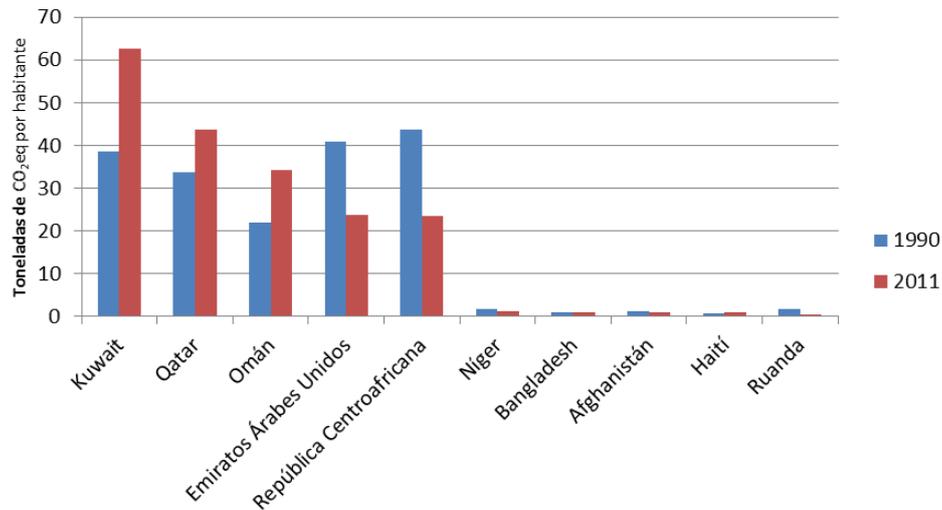


Figura 11 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita en algunos del resto de países (1990,2011) Elaboración propia, (WRI-CAIT 2014; United Nations Population Division 2013) (Anexo A.1 y A.3)

Emisiones de gases de efecto invernadero y los datos socioeconómicos mundiales

El crecimiento demográfico y económico, como se ha mencionado anteriormente, está directamente relacionado con el aumento de las emisiones, ya que más población, sin aplicar medidas de mejora de eficiencia efectivas, equivale a más necesidades de consumo. En la se puede visualizar el enorme crecimiento económico y demográfico que se ha producido en los últimos 40 años, sin ningún precedente de tal magnitud en la historia, coincide con el también enorme aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

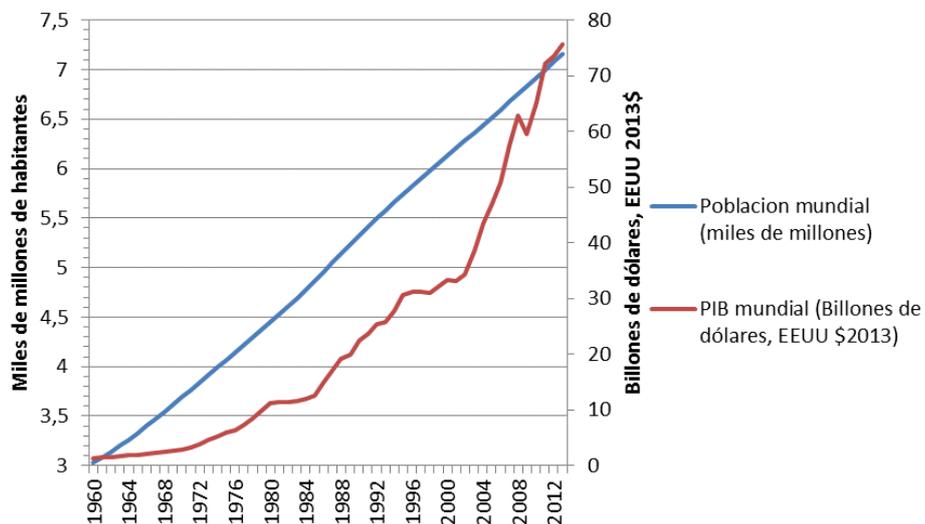


Figura 12 Población y PIB mundiales de 1960-2013 Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; WDI 2015) (Anexo A.3)

Ahora bien, la relación entre estos datos socioeconómicos con las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero nos permite ver la proporcionalidad en el crecimiento de estos factores, su evolución es diferente para la población y para la economía, como muestra la :

- En primer lugar, la relación entre el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero puede resultar, a priori, un poco engañosa, puesto que a pesar de que en el periodo entre 1990 y 2011 las toneladas de CO₂eq por millón de dólares no hayan dejado de descender, lo que significaría que se generan emisiones de manera más productiva económicamente, es decir, que se genera más riqueza con un nivel más bajo de contaminación. Por lo tanto, se puede concluir que este decrecimiento tiene más que ver con el enorme crecimiento del PIB mundial, que crece a un ritmo mucho más elevado que las emisiones, que no con una mayor eficacia en la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en las actividades de producción de bienes y servicios.
- En el caso de las emisiones per cápita su evolución es un poco más accidentada en el tramo 1990-2011. En este periodo el crecimiento de población se mantiene casi constante, en cambio las emisiones de gases de efecto invernadero experimentan un crecimiento más bien discreto en la primera mitad de este periodo (hasta el año 2000), por ello este factor descendiendo en la primera década; también ayuda a este decrecimiento el hecho de que la población del TOP15 de países emisores crezca con una magnitud muy similar a la del resto del mundo (países mucho menos emisores) también favorece al decrecimiento de las emisiones per cápita.

En la segunda mitad del periodo 1990-2011 la tendencia se revierte y las emisiones per cápita crecen más allá de los niveles de 1990. Este crecimiento es producido por el gran incremento de las emisiones en países como en China, India, Indonesia e incluso en otros países no pertenecientes al TOP 15 como Bolivia, Argentina, Pakistán o Nigeria(WRI-CAIT 2014). Este crecimiento de las emisiones en estos países, muchos de ellos en vías de desarrollo industrial, es debido a la deslocalización de la producción en las potencias económicas tradicionales y al importante crecimiento económico que están experimentando los países en vías de desarrollo en el siglo XXI (Davis & Caldeira 2009).

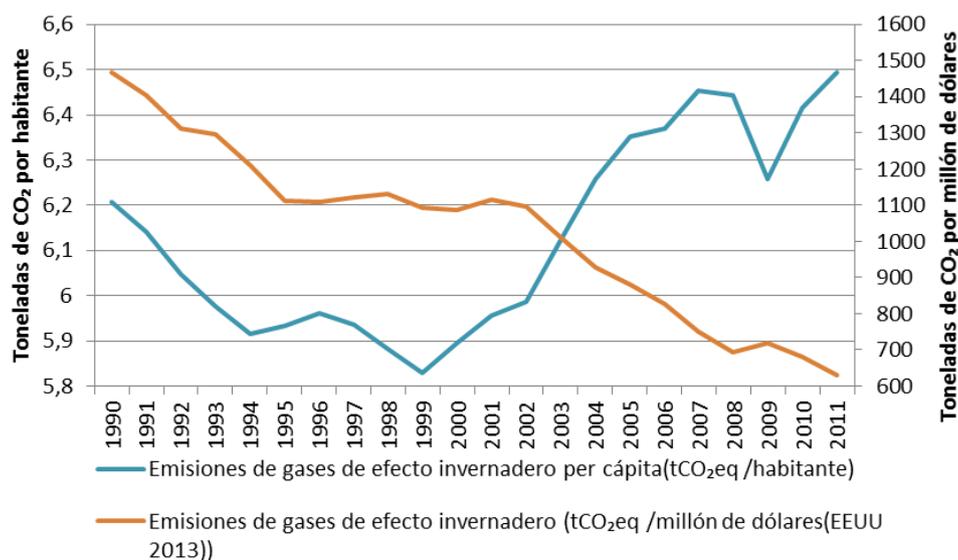


Figura 13 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB (1990-2011) Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; WDI 2015; WRI-CAIT 2014) (Anexo A.1 y A.3)

4.1.1.3 Escenarios de futuro de las emisiones de gases de efecto invernadero

El futuro de las emisiones de gases de efecto invernadero es motivo de un intenso debate académico, pues es de gran importancia para conocer y anticiparse al cambio climático y sus efectos.

El IPCC ha realizado una gran cantidad de simulaciones, de posibles escenarios futuros, dependiendo de las políticas, las opciones tecnológicas y las inversiones realizadas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, de cara al año 2100. Ha sintetizado los resultados en 4 posibles escenarios, como se muestra en la Figura 14: de arriba a abajo contiene desde el escenario más pesimista, con las medidas de mitigación actuales (2013), hasta el más optimista, aquel que consigue mantener la concentración de CO₂ en la atmósfera para 2100 cerca de las 450ppm (Edenhofer et al. 2014).

Estos escenarios son nombrados RCP, del inglés *Representative Concentration Pathways* (trayectorias representativas de concentraciones), y hacen referencia a la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera según su nivel de emisiones en los años futuros. El número asignado a cada escenario viene dado por el **forzamiento radiativo**, que es la relación entre el calor entrante o saliente de un sistema climático, que se puede alcanzar en cada escenario: +2,6, +4,5, +6,0 y +8,5 Watts/m² (Kolp 2009).

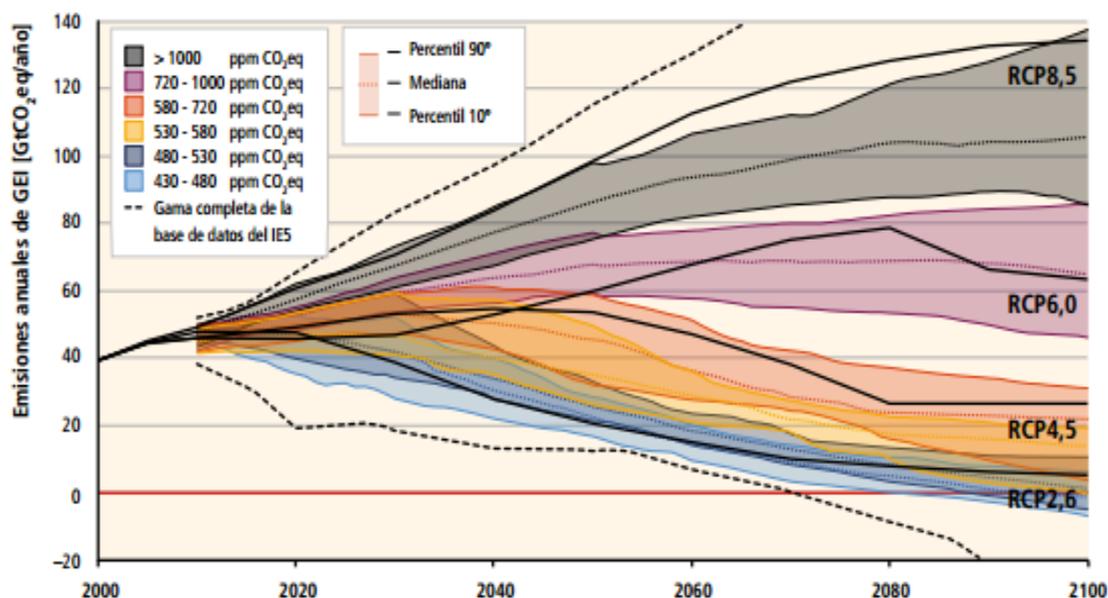


Figura 14 Trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero 2000-2100 (Edenhofer et al. 2014)

Los escenarios más optimistas requieren de unos cambios a gran escala en el sector energético, para reducir drásticamente las emisiones derivadas de los mismos, aumentando muy rápidamente la eficiencia energética mundial y consiguiendo tasas de uso de energías renovables o de bajas emisiones de gases de efecto invernadero tres o cuatro veces superior al actual (2013). También el uso del suelo juega un papel importante en estos escenarios, siendo necesaria una reducción de gran magnitud en la deforestación (Edenhofer et al. 2014).

El IPCC advierte que retrasar la toma de decisiones a nivel mundial para reducir las emisiones hasta 2030, podría reducir de manera significativa las probabilidades de alcanzar un

incremento de temperatura menor a 2°C respecto los niveles preindustriales (Edenhofer et al. 2014).

En la Figura 15 se muestran los posibles resultados sobre la temperatura media del planeta de los escenarios proyectados por el IPCC, el más optimista y el más pesimista. Aunque existe un margen de incertidumbre alto, en el escenario más pesimista se dan con seguridad incrementos de temperatura mayores de 2°C con respecto los niveles preindustriales.

En referencia al coste económico de la mitigación, el IPCC concluye que pese a existir un gran abanico de posibilidades y ser una cuestión muy sensible a los detalles, en aquellos escenarios optimistas, en los que se actúa rápidamente, los costes económicos de mitigación son más reducidos(Edenhofer et al. 2014).

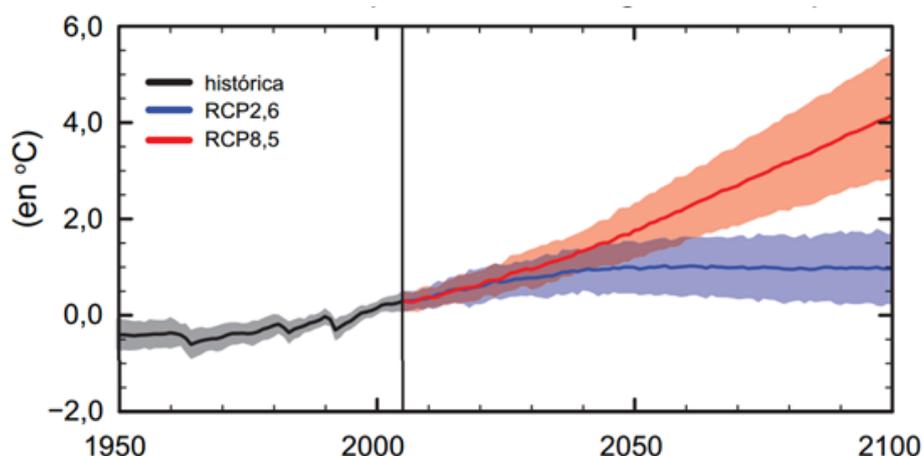


Figura 15 Cambio en la temperatura media global en superficie (Stocker et al. 2013)

4.1.2 Estudio de las energías renovables en el mundo

4.1.2.1 Introducción

No existe una definición única para energías renovables, dependiendo de la organización o el gobierno se producen ligeras modificaciones en que es considerado una energía o recurso renovable y que no. La IEA define recursos energéticos renovables como aquellos derivados de procesos naturales y que puedan ser recuperados a un ritmo mayor del que son consumidos. Esta definición incluye como fuentes renovables de energía la electricidad y el calor derivados del sol, del viento, de la energía hidráulica, de la biomasa, de los recursos geotérmicos, del océano y de los **biocombustibles** e hidrógeno obtenidos de fuentes renovables(Sustainable Energy For All-IEA 2012) .

Las energías renovables juegan un papel muy importante en el futuro de la política energética mundial: al ser la producción de energía el sector que más emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero genera, la posibilidad de rebajar la dependencia de los combustibles fósiles facilitaría alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

También juegan un papel importante en el aspecto económico, pues los exportadores de combustible, con una importante producción de energías renovables, pueden aumentar las

exportaciones y los países importadores pueden reducir sus importaciones de combustibles fósiles, afectando en gran medida al flujo económico relacionado con los recursos energéticos y por ende a las relaciones diplomáticas internacionales.

En este apartado se comentan algunas consideraciones importantes a tener en cuenta en el estudio de las energías renovables, así como la extensión en el mundo del uso de esta tecnología de aprovechamiento de la energía obtenida a través de recursos renovables. También se presentará algunas de las posibilidades que tiene el uso de energías renovables en el futuro.

4.1.2.2 Consideraciones en el estudio del uso de energías renovables

Las discrepancias acerca de que es o no un recurso energético renovable no solo afectan a su definición teórica, también a la manera de contabilizar y estudiar la producción energética que generan. Los protocolos y directrices a seguir para estudiar la sostenibilidad y el uso de los recursos energéticos renovables son en su gran mayoría de ámbito nacional. De una manera similar que con las emisiones de gases de efecto invernadero, no existe un protocolo de control y medición internacional aceptada, que permita unificar el criterio a seguir para analizar la sostenibilidad de una tecnología de explotación de un recurso energético renovable, haciendo balance entre sus impactos positivos y negativos.

Todas las fuentes de energías renovables presentan problemas de cuantificación de producción y de impactos, aunque aquellas fuentes de energía más problemáticas, en este sentido, son los biocombustibles o bioenergía (energía de biomasa, biogás...) y la energía hidráulica, aunque de este último tipo de energía el problema es mayormente de análisis de impactos medioambientales.

El caso de los biocombustibles es más complejo, pues aparte de su gran multitud de usos, tanto en aplicaciones tradicionales como modernas, también su producción tiene gran variedad de procesos y actividades, todo esto dificulta el análisis de su sostenibilidad o la cuantificación de su uso en unidades de energía. La biomasa es una de las principales fuentes de energía en el mundo, según la IEA un 14% (2012) de la energía primaria mundial consumida se hace a través de este recurso, siendo el 70% de este porcentaje utilizado en los países en vías de desarrollo industrial para cocina y calefacción. Este uso mayormente tradicional muchas veces es muy ineficiente y difícil de cuantificar, por lo que no hay unanimidad en si considerar su uso como una energía renovable y es necesario buscar criterios consensuados que permitan descartar algunos usos de biomasa como energía renovable. Por lo tanto, hay que tener en cuenta cuando se incluye o no la **biomasa tradicional** en el estudio de las energías renovables; algo que no suele ser común en estudios europeos, pero si en algunos estudios a nivel global o de países en vías de desarrollo. (Sustainable Energy For All-IEA 2012; IEA 2014b)

Para el resto de fuentes de energía, aunque de menor magnitud que en el caso de la biomasa, hay diversos problemas para la recopilación de datos, según la IEA(Sustainable Energy For All-IEA 2012):

- Las pequeñas instalaciones fotovoltaicas o eólicas conectadas a la red pueden no estar incluidas en las estadísticas, ya que estas se suelen generar a partir de los datos disponibles de potencia instalada.
- La producción de energías renovables a partir de la potencia instalada puede ser poco precisa ya que necesita correcciones para tener en cuenta aquellas instalaciones que trabajan de manera poco eficiente.
- Las instalaciones no conectadas a la red de distribución acostumbran a no estar incluidas en las estadísticas.
- Los biocombustibles están suelen ser medidos como energía final.
- Inconsistencias en el cálculo de la producción de calor mediante tecnología solar y exclusión en las estadísticas de la energía solar pasiva.

No solo en el tipo de tecnología que se tiene en cuenta existen consideraciones y dificultades, también existen diferencias en el tipo de indicador a utilizar, como por ejemplo si estudiar el consumo de energía primaria o el consumo de energía final.

Existen diferentes incertidumbres asociadas a la manera en cómo se contabiliza la energía: si se hace en el momento en el que aparece, antes de ser convertida o transformada se la conoce como energía primaria y si se mide en el momento de su destino de consumo definitivo se la conoce como energía final. En el momento de estudiar las energías renovables y el consumo de energía mundial, hay que tener en cuenta las ventajas y desventajas que ofrece un enfoque de consumo de energía primaria o final, indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5 Ventajas y desventajas de los suministros de energías primaria y final *Elaboración propia (Sustainable Energy For All-IEA 2012)*

	Suministro de energía primaria	Suministro de energía final
Ventajas	-Muy utilizado -Basado en medidas físicas de combustibles.	-Incluye calor y electricidad en la forma en que son consumidos finalmente. -Mejor representación de la energía renovable producida directamente.
Desventajas	-Energía renovable producida directamente queda representada por debajo de su valor real. -Existen diferentes convenios sobre el cálculo de las eficiencias y otros procedimientos. La contribución de las renovables depende del método de cálculo utilizado.	-Es necesario localizar, asignar y calcular las pérdidas.

Desde la IEA, se recomienda para estudiar la contribución de las renovables en el mix energético, el análisis del consumo de energía final; como así hace la Unión Europea en sus objetivos para 2030. Aún y así en muchas estimaciones, escenarios de futuro o análisis amplios y concretos, suele usarse la energía primaria ya que tiene un método de cálculo más simple y no está sometido a tantas incertidumbres como la energía final; ya que localizar y calcular las pérdidas en todos los países es muy complicado (IEA 2012).

4.1.2.3 Situación histórica y actual de las energías renovables en el mundo (2012)

Las renovables en el consumo de energía mundial han tenido un papel muy discreto históricamente, exceptuando la producción de energía hidroeléctrica o el uso de biomasa, ya que utilizan tecnologías disponibles desde tiempos más tempranos.

En los años noventa especialmente fue el momento en el que el desarrollo de las tecnologías solar y eólica comenzaron a tener más relevancia, así como de otras fuentes alternativas, aunque al ser una tecnología en desarrollo y muy reciente requería de mayores inversiones, haciéndola una fuente de energía muy costosa frente a la energía producida por combustibles fósiles; por lo que discurriría aún en una posición muy discreta (Figura 16).

Las mejoras tecnológicas, que comportan mayor eficiencia y menor coste de las instalaciones de energías renovables, así como el apoyo institucional, por parte sobretodo de gobiernos con compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, han dado más protagonismo a estas tecnologías en la última década(IEA 2014b).

Un 6% de la energía primaria mundial es consumida a través de biomasa tradicional en 2012, esta fuente de energía suele ser poco eficiente y menos sostenible que las demás fuentes de energía o que los demás usos de la biomasa (IEA 2014b). Esta cifra también se refleja en el consumo de energía final, y aunque los biocombustibles suelen ser considerados una fuente de energía renovable hay que tener en cuenta que una gran parte de su uso es de una sostenibilidad dudosa.

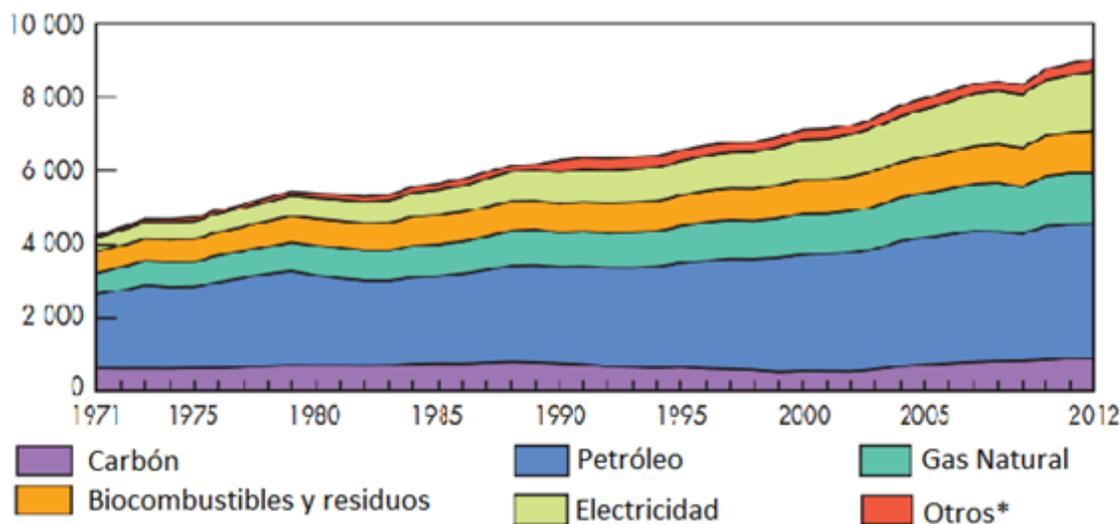


Figura 16 Consumo de energía final de 1971 a 2012 por combustible (Mtoe) Traducción propia, (IEA 2014a)

El consumo de energía en el mundo ha aumentado progresivamente su volumen en el último siglo, tanto en valor total como para todos los diferentes combustibles y sectores, como muestra la Figura 16. El valor total del consumo de energía final en el mundo llega a casi duplicarse en 41 años, en 2012 con respecto 1971 (IEA 2014a).

En la Figura 17 y la Figura 18, se representa la información de la energía final consumida en el mundo por tipo de fuente de energía en valor porcentual, para el año 1973 y 2012; la composición de los subsectores de electricidad se estima a partir de los datos de generación de electricidad mundiales de la IEA. Se utiliza este intervalo de tiempo ya que la IEA, que es una agencia muy importante y de gran referencia para el estudio de la energía en el mundo, tiene bases de datos privadas y los datos y figuras ofrecidos en sus publicaciones tienen diferentes acotaciones temporales y geográficas.

En la progresión entre el año 1973 y 2012 de las diferentes fuentes de energía, las renovables son las que experimentan mayor crecimiento, pese a seguir teniendo una presencia

pequeña respecto las energías fósiles: en el mejor de los casos, contando la energía procedente de biocombustibles y residuos como renovable, las renovables ocupan un 19,74% en 2012 respecto el 16,72% de 1973. La bajada de los biocombustibles se debe a la bajada progresiva del uso tradicional de esta fuente de energía, la crecida más importante se produce en las fuentes renovables alternativas (solar, eólica, geotérmica, etc.) que han aumentado su presencia por más de dos veces en el mix energético mundial, la energía hidráulica sigue siendo la más importante en generación de electricidad. En referencia a las energías fósiles el carbón y el petróleo pierden presencia en favor del gas natural, aunque el petróleo no deja de ser en ningún momento la fuente de energía más utilizada.

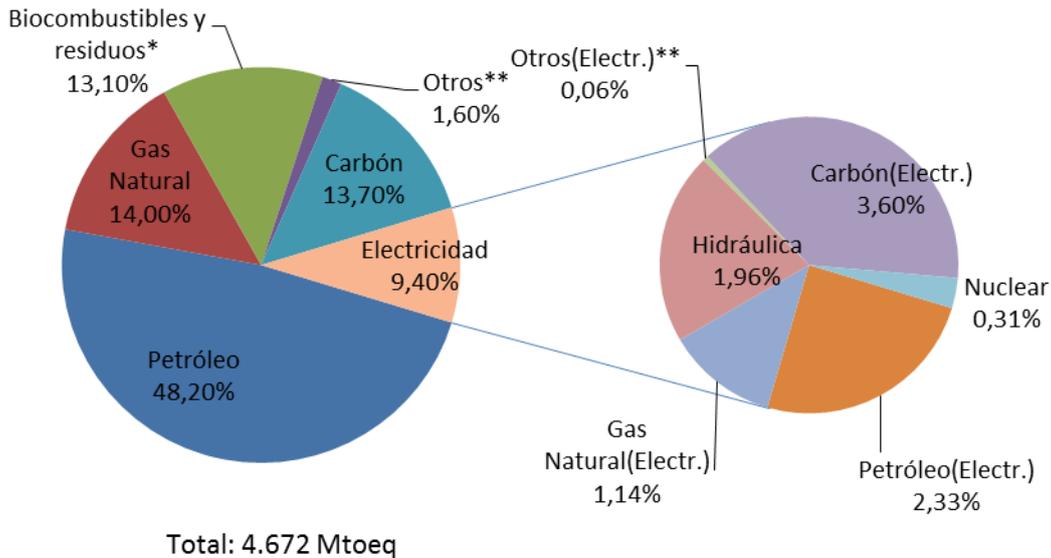


Figura 17 Energía mundial final consumida en 1973 Elaboración propia, (IEA 2014a) (Anexo A.2)

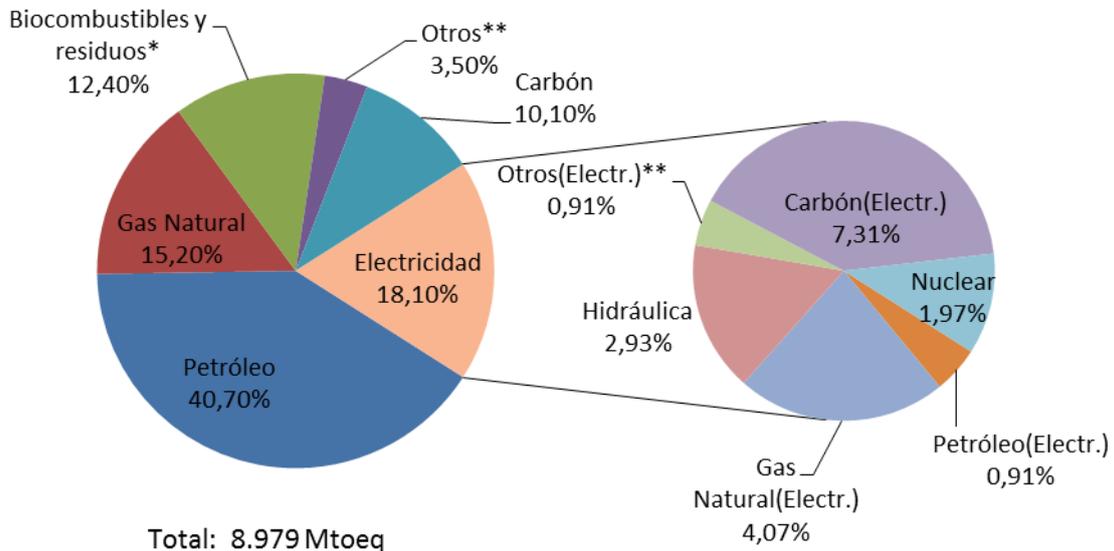


Figura 18 Energía mundial final consumida en 2012 Elaboración propia, Fuente: (IEA 2014a) (Anexo A.2)

4.1.2.4 Futuro del uso de energías renovables

Desde la IEA, referencia mundial en el análisis de cuestiones de política energética, se han realizado estudios y simulaciones sobre el futuro del consumo energético y la eficiencia

* Biomasa Tradicional incluida.

** En Otros se incluyen otras energías renovables como la geotérmica, solar, eólica etc.

energética, con lo que se han definido varios escenarios de cara el año 2040. Entre estos se encuentran un escenario en el cual se tienen en cuenta las políticas de apoyo e inversión realizadas hasta mediados de 2014 (*“Escenario de políticas actuales”*), otro en el cual se tienen en cuenta aquellas políticas y medidas aplicadas hasta mediados de 2014, junto con aquellas que pretenden llevarse a cabo aunque no hayan sido aprobadas formalmente (*“Escenario de nuevas políticas”*) y un escenario que tiene en cuenta las políticas y resultados necesarios para mantener la concentración de CO₂ en la atmósfera por debajo de 450ppm (*“Escenario 450”*). El *“Escenario de nuevas políticas”* es el considerado como más probable y realista, siempre que existan acuerdos con cierta voluntad de cambio, según el panorama político actual por la IEA y es aquel analizado en más profundidad (IEA 2014b).

En la Tabla 6 puede verse como la cantidad de energía de fuentes renovables crece en todos los escenarios, la clave no reside tan solo en el crecimiento de las mismas, sino en la magnitud del crecimiento del consumo energético y el abandono de las energías fósiles. Las condiciones políticas y mercantiles futuras facilitarían una reducción progresiva del coste de las tecnologías renovables, mejora su competitividad frente a las demás fuentes de energía (IEA, 2014). Aún y así, en los dos escenarios principales el cambio de la cuota de renovables es pequeño comparado con el escenario 450; que no solo presenta una producción de energía renovable superior, también un consumo de energía total más reducido como condición indispensable para cumplir con el escenario 450.

Tabla 6 Futuros escenarios en la demanda de energía primaria por combustible según la IEA (Mtoe) (IEA 2014b)

Año	Nuevas políticas			Políticas actuales		Escenario 450	
	2012	2020	2040	2020	2040	2020	2040
Carbón	3.879	4.211	4.448	4.457	5.860	3.920	2.590
Petróleo	4.194	4.487	4.761	4.584	5.337	4.363	3.242
Gas Natural	2.844	3.184	4.418	3.215	4.742	3.104	3.462
Nuclear	642	845	1.210	838	1005	859	1.677
Hidráulica	316	392	535	383	504	392	597
Biocombustible*	1.344	1.554	2.002	1.551	1.933	1.565	2.535
Otras renovables	142	308	918	289	658	319	1.526
Total	13.361	14.978	18.293	15.317	20.039	14.521	15.629
Cuota de no renovables	82%	79%	74%	80%	80%	78%	59%

Pese a que la energía de la biomasa y la energía hidroeléctrica, aquellas con más incertidumbres es su sostenibilidad, seguirán siendo las fuentes de energía renovable más importantes el mayor crecimiento porcentual será registrado en las demás fuentes de energía renovable: solar, eólica, oceánica, geotérmica, etc.

La Tabla 7 muestra el consumo de energías renovables en electricidad y calefacción en el mundo según escenarios de la IEA. En el enfoque por sectores de consumo de energía, donde más se verá incrementado el uso de energía renovable es en la generación de electricidad, siendo la hidroeléctrica la mayor generadora de electricidad; pese a que su crecimiento se irá ralentizando debido a la falta de espacios para construir nuevas grandes presas. La energía

* Incluye biomasa tradicional

solar fotovoltaica y la eólica pasarán a tener un gran protagonismo en las próximas décadas en la generación de electricidad.

El sector de la calefacción mediante el uso de energías renovables también tiene una importante subida, tanto para la industria y agricultura como para el ámbito doméstico. El responsable de este aumento será en gran medida el uso de bioenergía moderna para la calefacción y la tecnología solar térmica para el calentamiento del agua, debido a su potenciamiento con regulaciones políticas e incentivos económicos (IEA 2014b).

Para el uso de biocombustibles en transporte las expectativas de crecimiento son menores que en los demás sectores, siendo muy probable que su uso corresponda a menos del 10% (6%) del uso total de combustible en el mundo, insuficiente frente al 20% requerido para cumplir los objetivos del “escenario 450”(Tabla 7). Este bajo crecimiento esperado es debido a los muchos factores que influyen en la producción de los biocombustibles: la base tecnológica imperante es la de combustibles fósiles convencionales, la producción de biocombustibles influye en el precio de los alimentos o la inversión en biocombustibles es muy inferior todavía a la de los combustibles fósiles, entre otros factores(IEA 2014b).

Tabla 7 Consumo de energías renovables en electricidad y calefacción en el mundo según escenarios de la IEA. Traducción y adaptación propia (IEA 2014b)

Año	Nuevas políticas			Políticas actuales		Escenario 450	
	2012	2020	2040	2020	2040	2020	2040
Generación de electricidad (TWh)	4.807	7.263	13.229	7.010	11.046	7.329	17.973
Bioenergía	442	764	1.569	740	1.299	768	2.261
Hidráulica	3.672	4.553	6.222	4.458	5.862	4.561	6.943
Eólica	521	1.333	3.345	1.254	2.552	1.376	4.953
Geotérmica	70	120	378	113	287	121	557
Solar Fotovoltaica	97	449	1.291	408	832	459	1.982
Solar (CSP)	5	41	357	34	173	42	1.158
Marítima	1	3	66	3	41	3	119
Cuota de renovables sobre la generación total(%)	21%	26%	33%	25%	25%	27%	51%
Calefacción (Mtoe)	345	431	716	431	670	450	932
Cuota de renovables sobre la demanda final (%)	10%	11%	16%	11%	14%	12%	23%
Biocombustibles							
Cuota de uso de biocombustible en el transporte (%)	2%	4%	6%	3%	5%	4%	20%
Biomasa tradicional							
Cuota sobre la biomasa total (%)	56%	49%	32%	49%	35%	48%	25%
Cuota sobre el total de energía renovable (%)	42%	34%	19%	34%	22%	33%	14%

El uso tradicional de la biomasa, más ineficiente y propio de países poco industrializados, se espera que se reduzca en todos los escenarios y que se incremente el porcentaje de sus usos modernos, para la generación de electricidad, para calefacción y para el transporte (Tabla 7).

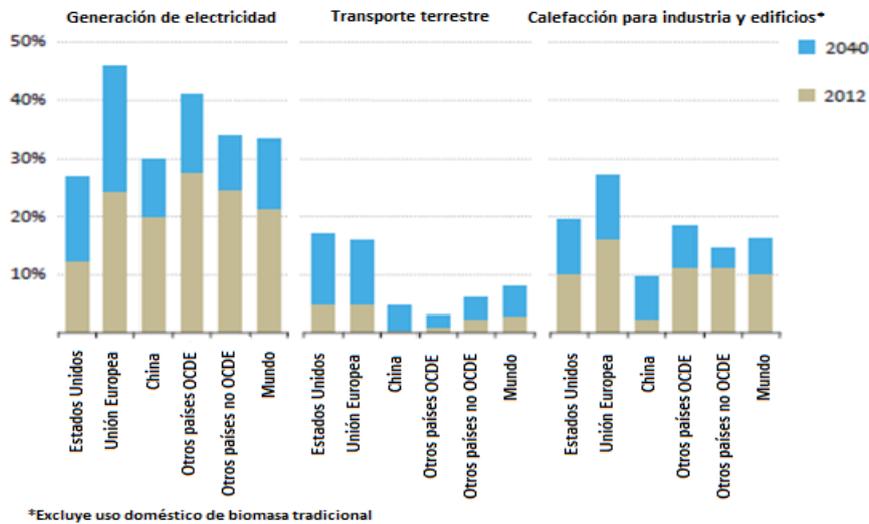


Figura 19 Porcentaje de consumo de energías renovables por sector y región para el escenario de nuevas políticas. Traducción propia, (IEA 2014b)

En lo que hace al avance regional de las renovables, tal y como muestra la Figura 19, se prevé que el aumento mundial en el uso de renovables venga por la fuerte crecida que estas tengan en EEUU, China y la Unión Europea. Es sobretodo en Europa donde las fuentes de energía renovable van a tomar gran relevancia, situándose a la cabeza del uso de las mismas, aunque la tendencia en el resto del mundo también será generalmente a crecer en todos los sectores.

Existe la certeza de que el uso de energías renovables va a aumentar su importancia en el consumo de energía mundial, aunque ese crecimiento en su uso va a depender de las iniciativas políticas que favorezcan el uso de renovables, en la reducción del consumo de energía global fomentando la eficiencia energética y en el avance de la ciencia y la tecnología.

4.1.3 Estudio de la eficiencia energética en el mundo

4.1.3.1 Introducción al estudio de la eficiencia energética

La eficiencia energética es un concepto difícil de medir a una escala mundial. Existen términos como la **intensidad energética**, que nos permite relacionar la economía de un país con su consumo energético para tener una idea de si es un país eficiente o derrochador de energía, datos cómo la diferencia entre consumo de energía primaria y energía final, contra más reducida más eficiente, o sencillamente la existencia de reducción del consumo de energía, que nos permiten evidenciar y medir la eficiencia energética. Aunque existan varias posibilidades y los objetivos de la Unión Europea hablan de eficiencia energética como reducir el consumo de energía respecto a unas predicciones realizadas por una comisión, la intensidad energética permite un análisis mundial representativo del que se pueden extraer gran variedad de conclusiones.

Generalmente, la inversión en eficiencia energética permite reducir el presupuesto necesario para el abastecimiento energético, ayudar a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y está relacionado con el crecimiento económico(IEA 2014b).

Este estudio se centrará en la intensidad energética, que permite reflejar si existe un avance en la calidad de la gestión de la energía en el mundo. También se tendrá en cuenta el posible ahorro de energía en el futuro con nuevas políticas en materia de eficiencia energética en comparación con un escenario de políticas actuales.

4.1.3.2 Contexto histórico de la eficiencia energética en el mundo

La eficiencia energética mundial ha seguido una tendencia positiva del año 1980 a 2007 con un ritmo medio de crecimiento por año del 1% (Figura 20). Este crecimiento ha sido debido al progresivo avance tecnológico y a las políticas promoción de la eficiencia que se han dado en muchos países desarrollados. Algunos ejemplos de estas políticas de mejora son: el remplazo de los sistemas de iluminación convencionales por otros de consumo más eficiente, la mejora de la eficiencia en los motores de combustión y sistemas de calefacción o la construcción de edificios con mayor aislamiento térmico y menor **dependencia energética** (IEA 2014b).

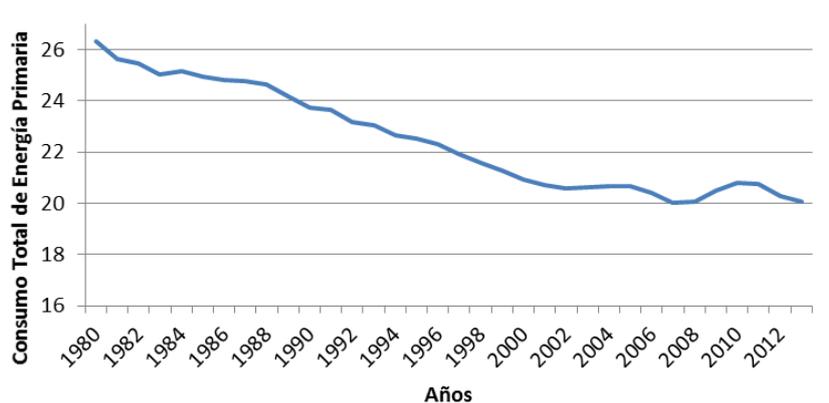


Figura 20 Intensidad Energética -Consumo total de energía primaria por \$ de PIB (Mundo, Mtoe por billón de dólares (EEUU \$,2005) Elaboración propia (Zeynep 2014) (Anexo A.2)

Volviendo al análisis global, en el periodo de 2008-2010 se da una subida a ritmo medio de 1,23% de la intensidad energética, debido principalmente a la crisis económica mundial de 2008, protagonizada sobre todo por la Unión Europea, Japón y Rusia, donde empeoro el indicador de intensidad energética, aunque también existió en el resto del mundo una desaceleración de la mejora de la eficiencia generalizada. Las causas de la baja eficiencia en este periodo fueron las siguientes (IEA 2014b):

- La baja producción industrial provocó que las industrias trabajasen por debajo de su nivel máximo de producción, perdiendo eficiencia en los procesos industriales.
- En los países en vías de desarrollo el consumo de energía de los hogares y en el transporte creció más rápido que la actividad económica.
- Los países en vías de desarrollo, menos afectados por la crisis económica, pasaron a representar un mayor porcentaje del PIB mundial y al ser estos menos eficientes energéticamente actuaron sobre el valor de la intensidad energética.

El declive sufrido hasta 2010 fue corregido en el siguiente periodo 2011-2013 en el cual una baja media por año de 1,13% se consiguen restablecer los resultados de intensidad energética mundial próximos a los establecidos antes del año 2008. El sector donde se dan las mayores pérdidas de energía, donde la mejora de la eficiencia ha sido siempre una cuestión importante, es en el transporte y la distribución de la energía. Aunque la tendencia es a reducir las pérdidas de energía con el paso del tiempo en este sector, en 2012 estas pérdidas en concreto aún suponían un 8,8% de la generación de energía mundial (IEA, WEO 2014) (IEA 2014b).

De la evolución de la intensidad energética mundial se pueden extraer conclusiones sobre la relación de la eficiencia energética con diferentes factores, pues no sólo está relacionado con el avance tecnológico, también con la situación económica, la disponibilidad de recursos y la política energética.

4.1.3.3 Futuro de la eficiencia energética en el mundo

Al igual que en el caso del consumo energético y las energías renovables, la IEA ha utilizado de nuevo el análisis y simulación de diferentes situaciones para realizar diversos escenarios en materia de eficiencia energética: aquel con aquellas políticas implantadas hasta mediados del año 2014 y proyecta los resultados de las mismas hasta 2040 sin añadir nuevas políticas (*“Escenario de políticas actuales”*) y otro escenario (*“Escenario de nuevas políticas”*) que aplica tanto aquellas medidas que se han aplicado hasta mediados de 2014 como aquellas que han sido propuestas aunque no hayan sido formalmente aplicada aún (IEA 2014b).

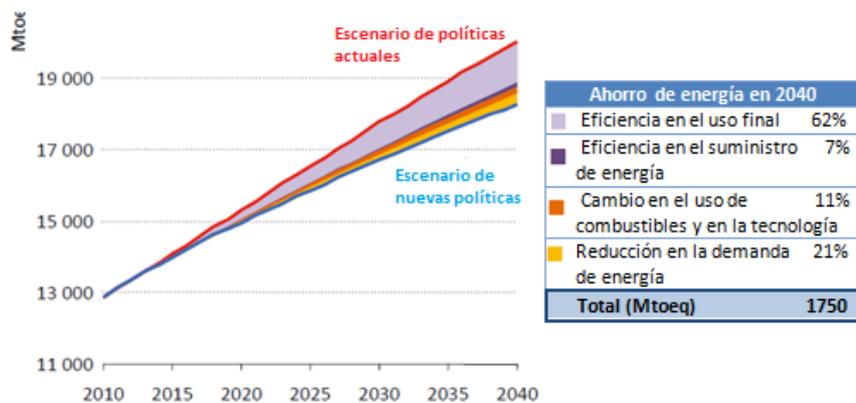


Figura 21 Ahorro de energía primaria en el escenario de nuevas políticas con respecto al de políticas actuales (2010-2040) Traducción propia, (IEA 2014b)

Las proyecciones de la Figura 21 estiman un crecimiento continuado para la demanda de energía primaria, eso sí, el escenario más positivo es aquel que aplica más políticas en materia de eficiencia energética, con una demanda de energía primaria de un 9% inferior a la establecida por el escenario que sólo incluye las políticas de hasta mediados de 2014. Estos resultados implicarían una bajada en la intensidad de un 1,8% de media entre 2010 y 2040, aunque para alcanzar una reducción mayor de la demanda energética, que permita cumplir los objetivos de mantener la temperatura media global por debajo de 2°C respecto los niveles preindustriales, la bajada de la intensidad energética en ese periodo tendría que ser de un 2,4% anual según la IEA. Las previsiones de ahorro energético en el mundo, basándonos en el análisis de las nuevas políticas del IEA, suponen un resultado insuficiente para propiciar un

mayor porcentaje de renovables en el consumo de energía, como en el escenario 450, y conseguir resultados realmente positivos para frenar el cambio climático antropogénico.

4.2 Análisis de la situación energética en la Unión Europea respecto a los objetivos de 2030

Los objetivos propuestos por la Unión Europea sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar el peso de las energías renovables en el consumo de energía y mejorar la eficiencia energética, atañen a todos los países miembros y ponen en conjunto todos sus resultados. Es de gran utilidad saber la situación en la que se encuentran los objetivos climáticos y energéticos actualmente a nivel europeo para su análisis posterior en un país en concreto; conocer los diferentes perfiles emisores y energéticos de diferentes países miembros y sobretodo de la Unión Europea en general.

4.2.1 Estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea

La Unión Europea, pese a ser en su conjunto una de las mayores potencias históricas en emisiones de gases de efecto invernadero, ha venido desarrollando un importante avance en materia de política de mitigación de emisiones a nivel comunitario, a partir de los acuerdos firmados en la década de los noventa. El hacer de esta cuestión un tema de importancia a nivel comunitario ha facilitado que aquellos países que no firmaron en su momento acuerdos como el Protocolo de Kioto, por no ser miembros de la Unión Europea en aquel entonces, hayan comenzado a avanzar en la reducción de sus emisiones a raíz de su incorporación en la Unión Europea.

En primer lugar, remarcar que como muestra la Figura 22, la composición de las emisiones de gases de efecto invernadero es bastante parecida a la mundial; el CO₂ es el gas mayoritario por un gran margen ocupando un 81,78% del total, seguido del CH₄, el N₂O, que representan un 8,81% y un 7,31% respectivamente; en último lugar los gases fluorados con un 2,1%. Aún y así, existe una gran diferencia respecto las emisiones globales en la presencia del metano, que aunque sigue siendo el segundo en orden de importancia queda lejos del 16,7% que ocupa en el mix global de emisiones. En el caso de Europa, esto es debido, en gran medida, a que al contrario que en muchas otras regiones del mundo, en Europa el sector ganadero y agricultor, muy relacionado con la emisión de este gas en concreto, no acostumbra a ser el motor económico principal de las naciones de la Unión Europea, aunque está presente en la Unión Europea.

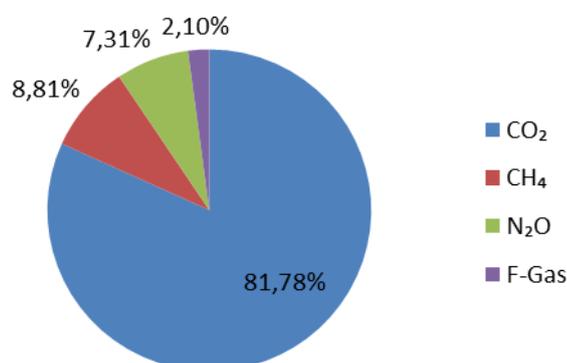


Figura 22 Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE (2012) (WRI-CAIT 2014)

En la Figura 23 se ven las dimensiones totales de la reducción de emisión en los gases de efecto invernadero en la Unión Europea, un 19,23% en 2012 con respecto los niveles de 1990 según la EEA. También se puede apreciar que la mayor parte de las emisiones está producida por un grupo de 15 países de la Unión Europea, a los que se suele referir como UE-15*; estos países emitían un 75,75% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales de Europa en 1990 y un 79,65% en 2012. Este crecimiento porcentual de la aportación del UE-15 al total, es en gran parte debido a la reducción importante de las emisiones producida en los países del este de Europa al producirse la ruptura de la URSS. (Eurostat 2015d)



Figura 23 Evolución de las emisiones totales en la Unión Europea 1990-2012 Elaboración propia (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)

La Tabla 8 es útil para crear una idea del volumen de emisiones que tiene cada uno de los 28 países de la Unión Europea, que incluye desde grandes potencias como Alemania, hasta micro estados como Malta; que obviamente, tendrán un nivel de emisiones muy diferente. Alemania es el país más emisor de la Unión Europea, seguido por Reino Unido con casi 8 puntos porcentuales menos, y Francia e Italia con una diferencia de 10 punto porcentuales con Alemania. Los seis primeros puestos ocupan cerca del 70% de las emisiones totales, teniendo los demás países una posición más discreta.

Tabla 8 Porcentaje y volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en MtCO₂ por país en la UE en 2012 (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)

País	(%)	Volumen Emisiones	(%)	Volumen Emisiones	
Alemania	20,67%	939 MtCO ₂	Finlandia	1,34%	60,9 MtCO ₂
Reino Unido	12,78%	580,8 MtCO ₂	Irlanda	1,29%	58,5 MtCO ₂
Francia	10,79%	490,1 MtCO ₂	Suecia	1,27%	57,6 MtCO ₂
Italia	10,12%	460 MtCO ₂	Dinamarca	1,14%	51,6 MtCO ₂
Polonia	8,79%	399,2 MtCO ₂	Eslovaquia	0,94%	42,7 MtCO ₂
España	7,50%	340,8 MtCO ₂	Croacia	0,58%	26,4 MtCO ₂
Países Bajos	4,22%	191,6 MtCO ₂	Lituania	0,48%	21,6 MtCO ₂
República Checa	2,89%	131,4 MtCO ₂	Estonia	0,42%	19,1 MtCO ₂
Rumanía	2,61%	118,7 MtCO ₂	Eslovenia	0,42%	18,9 MtCO ₂
Bélgica	2,56%	116,5 MtCO ₂	Luxemburgo	0,26%	11,8 MtCO ₂

* Recordamos que los países que son conocidos como UE-15 son los primeros 15 países miembros: Austria, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, España, Suecia y el Reino Unido

Grecia	2,44%	110,9 MtCO ₂	Letonia	0,24%	10,9 MtCO ₂
Austria	1,76%	80 MtCO ₂	Chipre	0,20%	9,2 MtCO ₂
Portugal	1,51%	68,7 MtCO ₂	Malta	0,07%	3,1 MtCO ₂
Hungría	1,36%	61,9 MtCO ₂	UE-15	79,65%	3619,4 MtCO ₂
Bulgaria	1,34%	61 MtCO ₂	UE-28	100%	4544,2 MtCO ₂

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea ha sido de una magnitud muy variable dependiendo del país en cuestión, incluso hay países en los que las emisiones han aumentado en el periodo de 1990 a 2012. Esta evolución se escenifica mejor en la Figura 24, en la cual aparece la evolución porcentual de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2012 respecto las de 1990 para los países del UE-15, así como para el total de la Unión Europea. Los países que no han conseguido reducir sus emisiones son una minoría pero aun y así afectan al proceso significativamente, ya que no son países con un perfil de emisiones bajo, como es el caso de España, Portugal, Irlanda o Grecia que tienen subidas de emisiones entre el 5 y el 20% respecto el 1990.

La mayoría de los demás países de la Unión Europea (exceptuando: Malta, Chipre, Austria y los ya mencionados anteriormente) han logrado una reducción significativa; como en el caso de Alemania y Reino Unido, que pese a tener de los volúmenes más importantes de emisiones de gases de efecto invernadero han logrado una reducción porcentual de las más grandes de los países del UE-15. Llama la atención como aunque la UE-15 fue la composición de la Unión Europea en el momento de la firma del Protocolo de Kioto, la mayor rebaja porcentual de emisiones se da en el resto de países de la Unión Europea, sobre todo en los países del este; al igual que en el caso comentado anteriormente es debido a la crisis de actividad económica sufrida a raíz de la disolución de la URSS. Por ello muchos de los países que no han llegado a cumplir con sus compromisos del Protocolo de Kioto han comprado derechos de emisión a los países de este, que han cumplido en su mayoría, holgadamente.

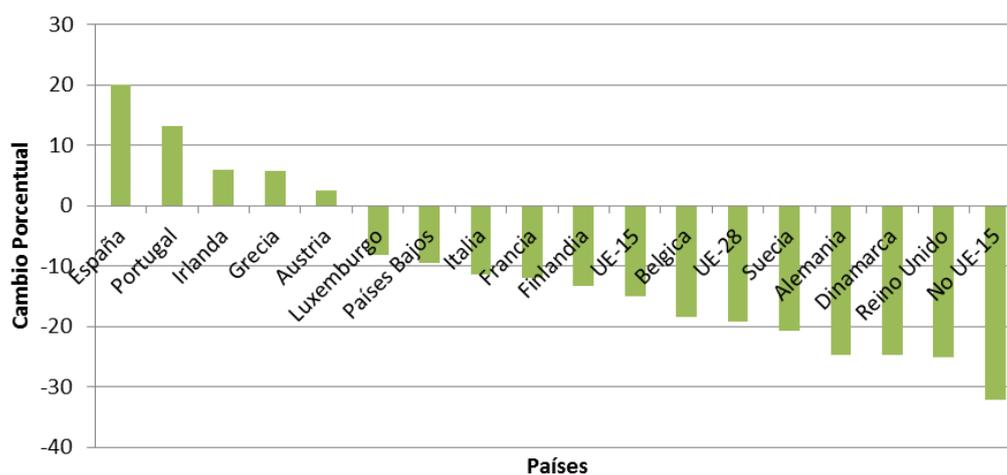


Figura 24 Cambio porcentual de emisiones de gases de efecto invernadero en 2012 respecto 1990 (%) Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)

Al igual que en el caso mundial, las emisiones per cápita permiten visualizar de mejor manera la actividad de emisiones de gases de efecto invernadero de un país o región que observando tan sólo su volumen total. En la Figura 25 aparece en toneladas de CO₂eq por

habitante para 1990 y 2012 los datos de: los 5 países con mayores emisiones per cápita, los 5 países con menores emisiones per cápita, los grupos de países UE 28 y UE 15 y los casos significativos de Alemania, Reino Unido, Francia, España e Italia. Es remarcable la diferencia entre el país con un valor más grande para las emisiones per cápita, Luxemburgo, con el que tiene un valor menor, Letonia; país en el que de media un habitante emite 4 veces menos CO₂ que en el caso de Luxemburgo. Generalmente, en todos los países ha habido un descenso de las emisiones per cápita, incluso en España, donde el crecimiento de la población ha mantenido este valor casi estanco entre 1990 y 2012 pese al crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. También los países de Europa del este presentan una disminución más marcada y suelen ser de los países con un valor más bajo de emisiones de gases de efecto invernadero per cápita, debido al cambio económico de la década de los 90, como ya se ha comentado en el caso del volumen total de emisiones.

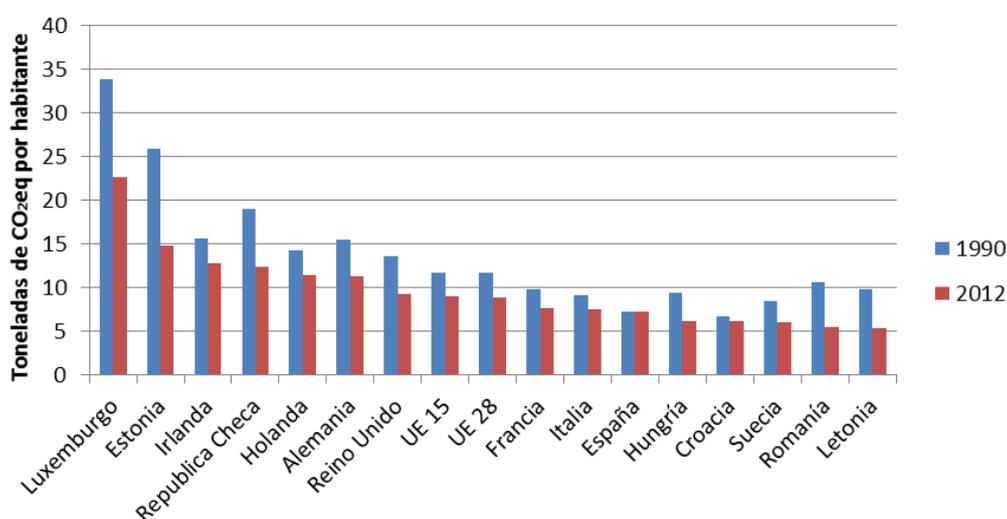


Figura 25 Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita en la Unión Europea Elaboración propia (Eurostat 2015d; United Nations Population Division 2013) (Anexo B.1 y B.3)

Un enfoque por sector productor de emisiones de gases de efecto invernadero permite acabar de definir el perfil de emisor de la Unión Europea. En la Figura 26 se encuentra este enfoque por sectores, en el que, como en el caso mundial, la energía es el sector emisor más importante. Todos los sectores han experimentado una reducción importante, dándose la mayor reducción en el uso de disolventes, en los procesos industriales y en los residuos.

Nótese el sector de uso del suelo, cambios en el uso del suelo y silvicultura que tiene un aporte negativo en el total de emisiones de gases de efecto invernadero. Este signo negativo es debido a que los bosques y algunas superficies agrícolas sirven como “depósitos de CO₂”, absorbiendo cantidades importantes de este gas de la atmosfera; si hay ganancia de superficie forestal este valor tiende a ser negativo, si por el contrario la deforestación es mayor su valor puede ser positivo. Aún y así, este sector no suele incluirse en los recuentos de emisiones de gases de efecto invernadero ya que no hay garantías técnicas de conseguir un valor de incertidumbre reducido: de cara a los objetivos de la Unión Europea para 2030, se está estudiando el aplicar un protocolo que permita incluir este sector en el recuento de emisiones, si no se obtiene seguridad en este aspecto, en el estudio de la reducción de emisiones mediante este sector, para el año 2020, se descartará definitivamente de cara a 2030(Grassi 2010; European Council 2014).

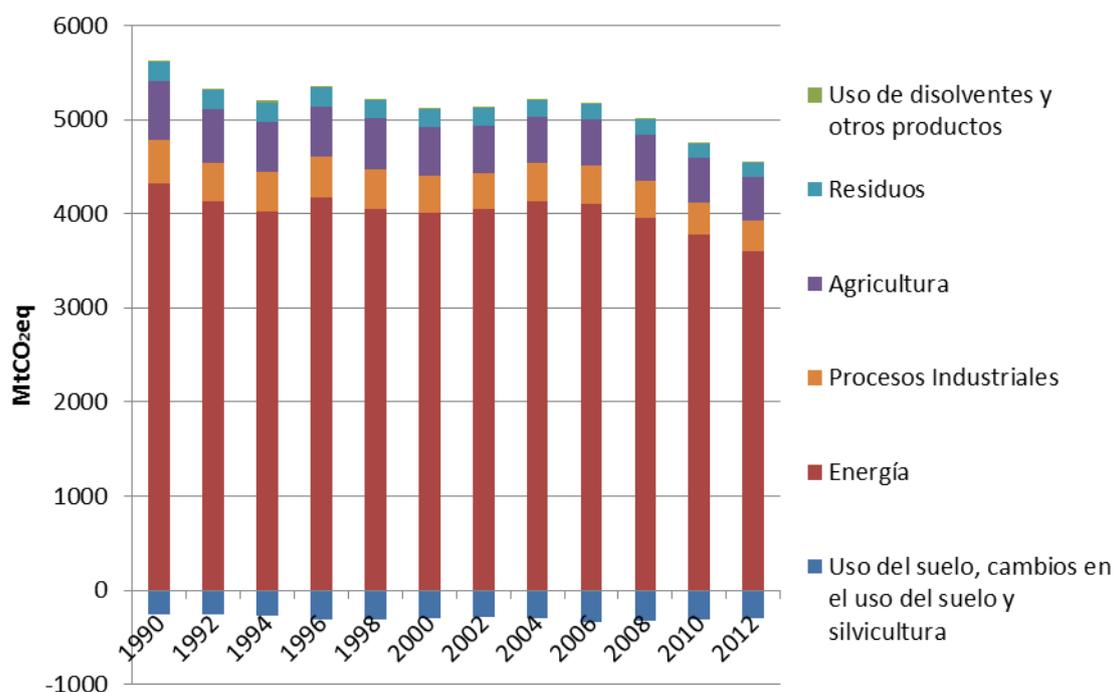


Figura 26 Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE por sector de procedencia (1990-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)

El sector de la energía es el sector más emisor de la Unión Europea por una gran diferencia, por lo que merece la pena estudiarlo en más detalle. En la Tabla 9 aparecen los subsectores generales que conforman el sector de emisiones de gases de efecto invernadero relacionado con la energía, su porcentaje respecto del total de emisiones y su porcentaje dentro del sector energía. La mayor cantidad de emisiones es producida por las industrias dedicadas a la obtención y venta de energía, seguida por el sector del transporte y en último lugar la industria de manufacturación y construcción que ha sufrido un descenso de emisiones importante con respecto 1990.

Tabla 9 Subsectores de energía y sus relaciones porcentuales sobre el total de emisiones (Elaboración propia, (Eurostat 2015d) (Anexo B.1)

Subsector de energía	1990		2012	
	Porcentaje sobre el sector energía	Porcentaje sobre el total	Porcentaje sobre el sector energía	Porcentaje sobre el total
Industrias de la energía	39%	29,79%	39,1%	31%
Manufacturación y construcción	20%	15,29%	14,8%	12%
Transporte	18%	13,91%	24,8%	20%
Otros	23%	17,875%	21,3%	16,3%
Total (Sector Energía)	100%	76.865%	100%	79,3%

Emisiones de gases de efecto invernadero y datos socioeconómicos de la Unión Europea

En la Figura 27 se puede observar la evolución de la población en la Unión Europea completa entre 1990 y 2013, así como del producto interior bruto conjunto de los veintiocho países entre 1994 y 2013; ya que de este indicador económico no hay datos para algunos países entre 1990 y 1994 por dificultades para estimarlo, al tener estos un sistema económico

y de gobierno muy complejo al de la mayoría de la Unión Europea, en muchos casos debido a la existencia y colapso de la URSS. La población de la Unión Europea sigue un crecimiento constante, más pronunciado a partir de la entrada en el siglo XXI aunque sin alcanzar un ritmo de crecimiento importante, como es el caso de otros continentes como Asia o África; respecto a 1990 la población en la Unión Europea en 2013 ha crecido un 6,66% (United Nations Population Division 2013).

En el caso del producto interior bruto, aunque en general el crecimiento ha sido constante, excepto entre 2006 y 2007 se produce un ligero estancamiento del PIB europeo seguido de una bajada importante entre 2007 y 2008 debido a la crisis económica que afecta severamente a muchos países de Europa. Es en el año 2008 donde se produce un decrecimiento del PIB importante, del 5,7% respecto a los niveles del año anterior, 2007. Pese a ese importante frenazo de la economía, que provocó decrecimientos en otros indicadores sociales y energéticos, como el consumo de energía o la ocupación de la población en muchos países de Europa, los cuales todavía no han vuelto a niveles anteriores a la crisis económica, el PIB de la Unión Europea había crecido en 2013 un 91,22% respecto 1990.

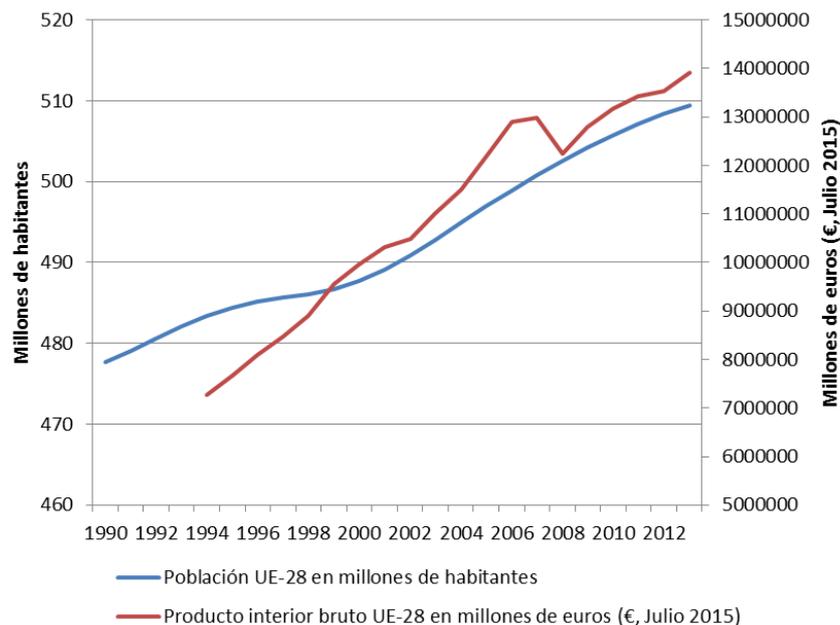


Figura 27 Población y PIB total de la Unión Europea (28) Elaboración propia, (United Nations Population Division 2013; Eurostat 2015a) (Anexo B.3)

A continuación, en la Figura 28 se muestra la relación entre los indicadores socioeconómicos de población y PIB con las emisiones de gases de efecto invernadero, en toneladas de CO₂ por habitante o por millón de euros (€, Julio 2015). Por norma general las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita disminuyen de manera constante, excepto en el pico de emisiones entre 1995 y 1997, acelerándose esta disminución a raíz de la crisis económica de 2008, ya que provoca la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero mientras que el crecimiento poblacional se mantiene. Por otro lado, la progresiva bajada de las emisiones y el constante crecimiento del PIB provoca una tendencia a la baja constante en las emisiones de gases de efecto invernadero respecto del PIB de la Unión Europea, solo crece este indicador debido a la crisis económica de 2008, cuando el PIB de la Unión Europea sufre una caída mayor que las emisiones de gases de efecto invernadero.

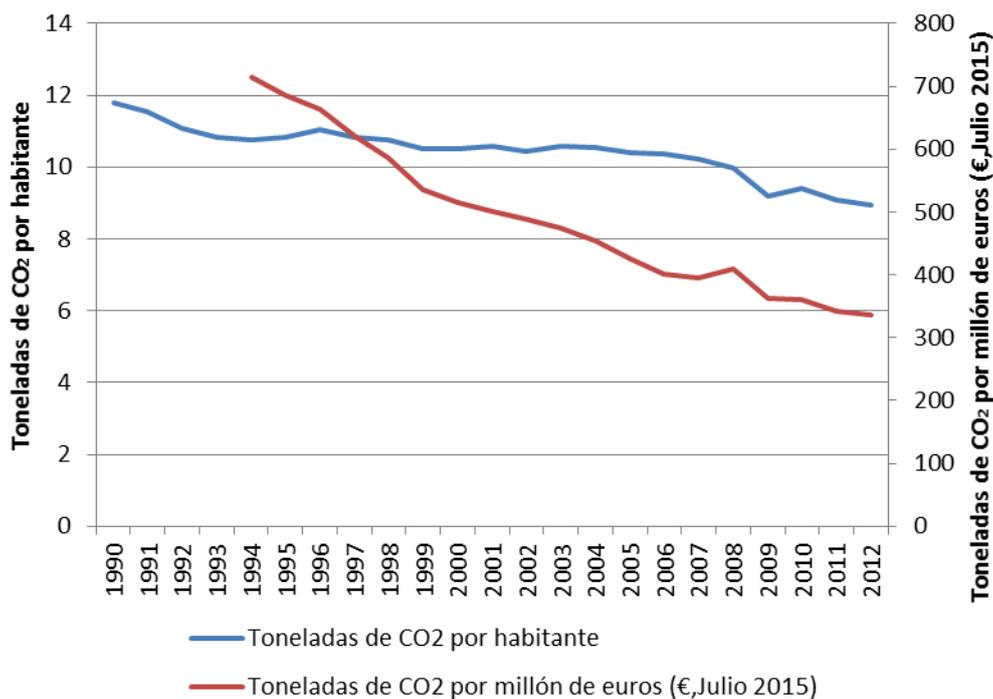


Figura 28 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB en la Unión Europea
Elaboración propia, (Eurostat 2015d; Eurostat 2015c; United Nations Population Division 2013) (Anexo B.1 y B.3)

4.2.2 Estudio del uso de energías renovables en la Unión Europea

Contexto general de la Unión Europea

El objetivo en el uso de renovables para 2030 establece en el consumo de energía final bruta de ese mismo año de un 27% porcentual sobre el total para la Unión Europea. Este objetivo no parte de una misma base en todos los países de la Unión Europea, pues los 15 países que integraban la unión en el momento de la firma del protocolo de Kioto y los demás países que llevan más tiempo en la Unión Europea han tenido más tiempo para incorporar estas energías a su consumo energético que aquellos países de más reciente incorporación: Por este motivo y motivos de problemas económicos los objetivos para lograr el valor europeo son repartidos de diferente manera entre los países de la Unión Europea, teniendo mayor responsabilidad aquellos países con mejor posición económica, de misma manera que con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Cabe destacar que aunque este objetivo es vinculante a nivel comunitario, el objetivo de uso de renovables para 2030 a nivel nacional es indicativo (European Council 2014).

En la Unión Europea, el crecimiento económico y poblacional ha venido acompañado de un ligero crecimiento del consumo de energía, manteniéndolo como uno de los sectores estratégicos clave tanto a nivel de volumen económico como a volumen de emisiones de gases de efecto invernadero. El hecho de que la Unión Europea tenga una demanda energética muy importante y que no sea un fuerte productor de recursos energéticos, la convierte en dependiente del exterior en términos energéticos y le dota de gran vulnerabilidad a acontecimientos sucedidos fuera de sus fronteras. En este aspecto, en 2012, el 53,4% del consumo bruto de la energía de la UE-28 provenía de importaciones del exterior, fenómeno alimentado por la gran dependencia del petróleo y el gas natural, los cuales provienen en un 86,8% y un 65,8% respectivamente de importaciones; esta tendencia de la dependencia

energética de la Unión Europea se muestra en la Figura 29, que contiene la evolución del porcentaje de importación de productos energéticos sobre el total del consumo de la Unión Europea. Por ello la apuesta por aumentar la producción de energía a través de recursos renovables pasa, además de por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, para reducir la dependencia de recursos energéticos exteriores por falta de recursos energéticos propios, ya que estos corresponden a un gran gasto económico y su disponibilidad se ve muchas veces afectada por sucesos políticos (Eurostat 2015a).

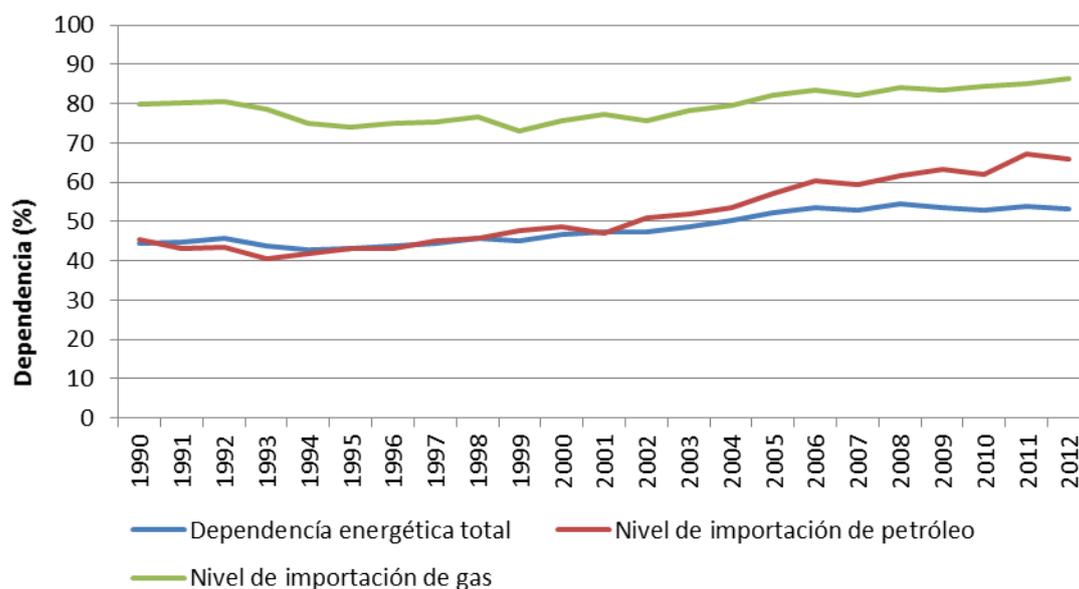


Figura 29 Dependencia energética porcentual (%) de la Unión Europea (1990-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015a) (Anexo B.2)

El indicador utilizado por la Unión Europea como referencia para estudiar el cumplimiento de los objetivos en el uso de energías renovables es el consumo final bruto de energía: que recoge los productos energéticos suministrados con fines energéticos a todos los sectores, incluidos los utilizados para la obtención de calor y electricidad, así como las pérdidas de calor y electricidad en distribución y transformación, tal y como recoge la directiva del Parlamento Europeo 2009/28/CE. Es importante no confundir con el indicador llamado consumo bruto interno de energía, que no es utilizado en los objetivos europeos para 2030; este que recoge el total de la energía consumida en un territorio concreto y es parecido al consumo de energía primaria; aunque el indicador de energía bruta consumida incluye, además, el consumo de energía no relacionado con la producción de energía: como por ejemplo la combustión de gas natural para la producción de productos químicos (European Commission 2009; European Council 2014; Capros et al. 2008).

La directiva definitiva para establecer los criterios que debía seguir la recolección de información de los estados para la elaboración del consumo final bruto de energía anual se estableció en 2009, aunque existía una versión primitiva en 2003 en la que se daban los primeros pasos en este aspecto; por ello de este indicador solo hay datos a partir de 2004 para el consumo final bruto de energía para los países de la Unión Europea. Además la información recogida entre 2004 y 2010, al estar basada en una metodología aún por definir o definida muy recientemente (2010), sobretodo en el uso de biocombustibles y la consideración de algunos de estos como no renovables por ser poco sostenibles, hace que no sea utilizada para el

estudio de la trayectoria del cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea por las comisiones oficiales, comenzando este con la información obtenida a partir de 2011; aun y así este período es útil como información indicativa para conocer la trayectoria de las renovables en la Unión Europea en la última década (European Commission 2009).

La información acerca del consumo bruto de energía final de la Unión Europea es recogida por la herramienta SHARES (SHort Assessment of Renewable Energy Sources), que muestra el cálculo y la metodología de cálculo del indicador, para garantizar la homogeneidad en los datos nacionales de referencia a la hora de realizar el seguimiento del cumplimiento de los objetivos comunitarios de uso de renovables (Eurostat 2015f).

En la Figura 30 se muestra el volumen total de consumo bruto de energía final entre 2004 y 2012, en ella se puede ver la tendencia del consumo de energía final bruta de la Unión Europea a disminuir ligeramente, aunque apenas ha decrecido un 6,3% en 2012 con respecto al nivel de 2004. Cabe destacar el crecimiento constante de la cantidad de energía final bruta consumida en la Unión Europea que es de origen renovable, llegando a ocupar un 14,25% del total en 2012; todavía lejos del 20% objetivo para 2020, como se aprecia en la Figura 31.

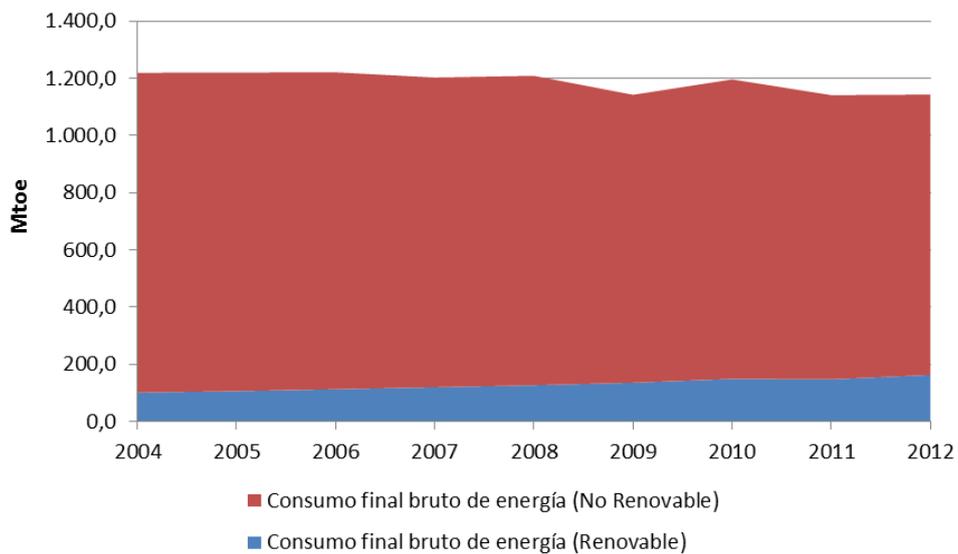


Figura 30 Consumo de energía final bruta en la Unión Europea (2004-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

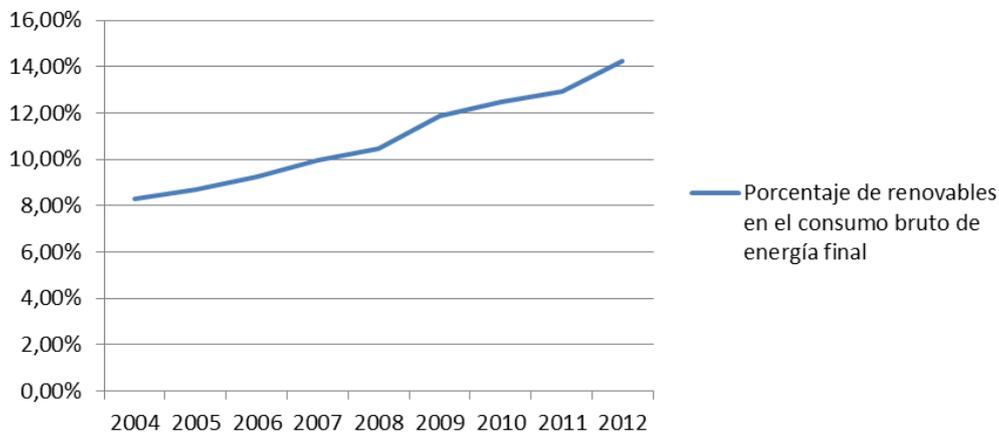


Figura 31 Cuota de renovables en el consumo bruto de energía final de la Unión Europea (1990-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

Este indicador de control del consumo de energías renovables en Europa divide en tres sectores principales el consumo de energía final: la electricidad, la refrigeración y la calefacción y el transporte. La Figura 32 muestra el peso de los diferentes sectores sobre el total del indicador del consumo bruto de energía final, tanto en 2004 y 2012. De entre los sectores, destaca la calefacción y refrigeración, que ocupa en 2012 un 48% del consumo bruto de energía final, después transporte y electricidad tienen un peso similar que ronda el 26%, 26,44% y 25,59% respectivamente.

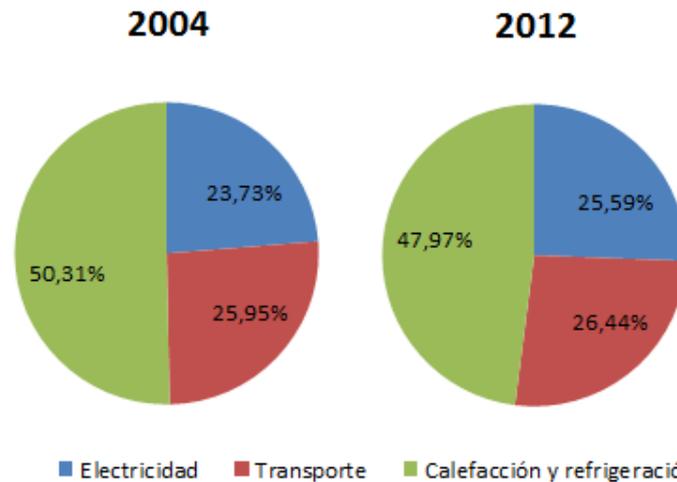


Figura 32 Porcentaje según sector del consumo final de energía bruta en la Unión Europea para 2004 y 2012
Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

La proporción del uso de las renovables en los diferentes sectores es diferente al peso total que estos tienen, como se muestra en la Figura 33. En todos los sectores crece el peso de las renovables, aunque los sectores de calefacción y refrigeración y la electricidad tienen la gran mayoría del uso de las renovables, con un 51,2% y un 39,92% respectivamente del total de energías renovables en el consumo bruto de energía final en 2012; muy alejados del 8,88% del consumo de energía bruta final de origen renovable que utiliza el sector transporte en 2012 en toda la Unión Europea.

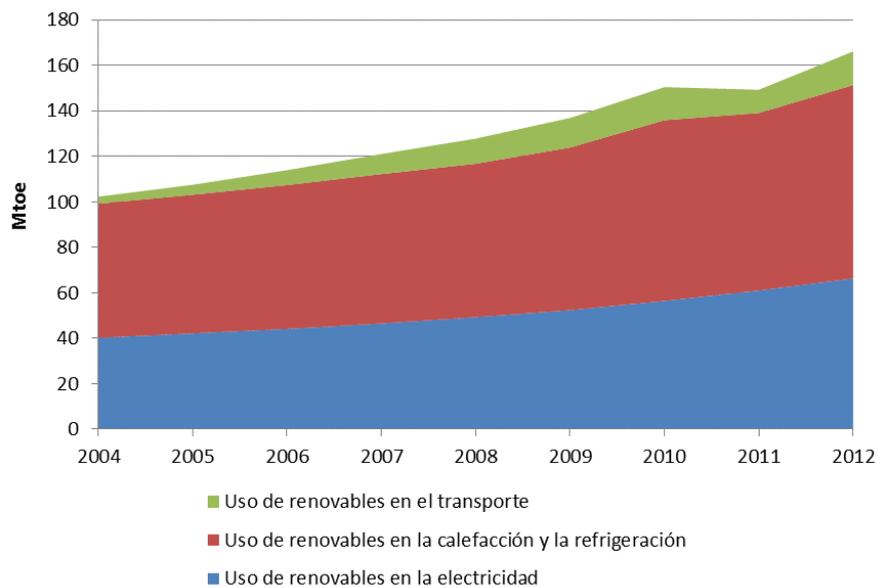


Figura 33 Renovables en el consumo bruto de energía final por sector en la UE (2004-2012) Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

En la Tabla 10 aparece un enfoque del peso de las renovables en el consumo bruto de energía por sector. Se puede ver como en todos los sectores se ha producido un avance importante de las energías renovables, por ejemplo en el transporte en 2012 se ha multiplicado el peso de las renovables por 5 con respecto a 2004, aunque era el sector que partía de un valor más bajo; todo y que el cambio de normativa en biocombustibles considerados renovables de 2010 provocó un retroceso del valor entre 2010 y 2011. Por otro lado, los sectores en los que las renovables son más importantes son calefacción y refrigeración y electricidad, en este último es donde las renovables tienen más peso, llegando a ocupar cerca de una cuarta parte, un 23,48%, de la generación de electricidad de toda la Unión Europea.

Tabla 10 Peso del uso de energías renovables según sector del consumo bruto de energía final en la UE
(%)Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Uso de renovables en la electricidad	14,32	14,84	15,34	16,08	16,97	18,97	19,65	21,68	23,48
Uso de renovables en la calefacción y la refrigeración	9,92	10,32	10,91	11,86	11,99	13,68	14,06	15,04	16,07
Uso de renovables en el transporte	0,99	1,41	2,08	2,78	3,52	4,27	4,78	3,39	5,06

El sector de la electricidad es muy importante en el uso de la energía, tanto en magnitud de emisiones como en diversidad de tecnologías renovables, además de ser aquel sector en el que la aportación de las renovables ocupa más peso. En la Figura 34 se puede observar la evolución del consumo bruto de energía final de la electricidad obtenida a partir de recursos renovables en la Unión Europea, y en la Tabla 11 se muestra el porcentaje que representan las diferentes tecnologías renovables sobre el total de la electricidad renovable de la Unión Europea y sobre el total de la electricidad .

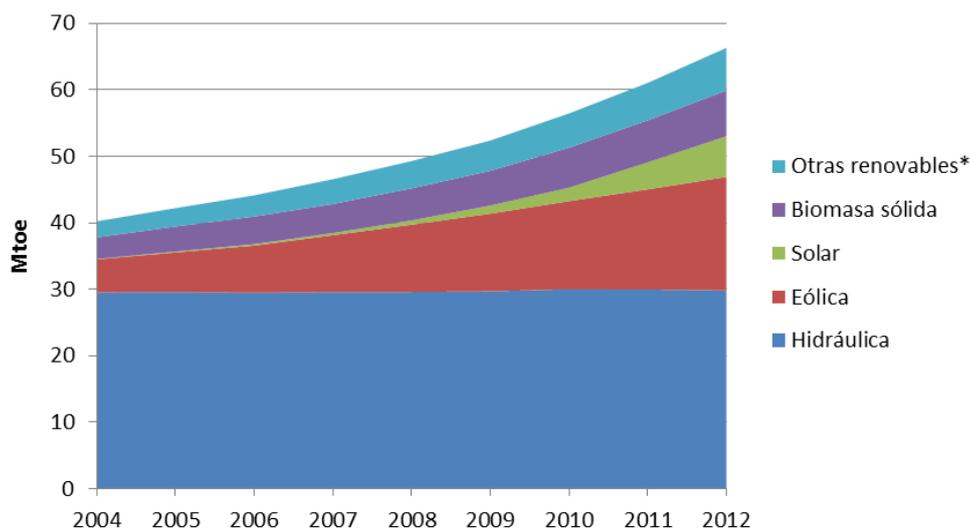


Figura 34 Consumo bruto de energía final: Electricidad de origen renovable según tecnología en la UE. Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

La fuente de electricidad renovable predominante es la hidráulica, aunque pierde fuerza al ser una tecnología mas antigua, con el paso de los años mas instalaciones quedan obsoletas; a

pesar de ello, en 2012 representa un 45% de la generación de electricidad renovable en la Unión Europea y un 10,55% de la generación de electricidad total de la Unión Europea, un porcentaje casi idéntico al de 2004. Por otro lado la energía eólica sigue siendo la segunda fuente renovable de electricidad más importante a nivel europeo, logra en 2012 duplicar su peso en el total de las renovables y triplicar su peso sobre el total de la electricidad frente a los niveles de 2004; representa en 2012 un 25,75% de las fuentes de electricidad renovable y un 6,05% del total de la generación de electricidad en la Unión Europea. La electricidad generada utilizando la energía solar en la Unión Europea ha sido la que ha tenido un crecimiento más notorio: ha pasado de tener una posición marginal en el mix eléctrico, a representar un 9,23% de la generación de electricidad renovable y un 2,17% de la generación de electricidad total. Por último las demás tecnologías renovables, biocombustibles sólidos y el resto de tecnologías*, también crecen, aunque su evolución no es tan notoria como en los demás casos, son responsables conjuntamente en 2012 de un 20% de la electricidad de origen renovable de la Unión Europea.

Tabla 11 Porcentaje representativo de las diferentes tecnologías renovables sobre el total de la electricidad renovable de la UE Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

Fuente de energía	2004		2012	
	% de las energías renovables en el sector electricidad	% sobre el total del sector electricidad	% de las energías renovables en el sector electricidad	% sobre el total del sector electricidad
Hidráulica	73,45%	10,52%	44,96%	10,56%
Eólica	12,29%	1,76%	25,75%	6,05%
Solar	0,16%	0,02%	9,23%	2,17%
Biocombustibles fósiles	8,11%	1,16%	10,39%	2,44%
Otras renovables*	6,00%	0,86%	9,67%	2,27%
Total Renovables	100,00%	14,32%	100,00%	23,48%

Es interesante comprobar a través de los datos de la generación de electricidad renovable en la Unión Europea (Tabla 11) como en menos de una década la tecnología eólica parece tomar protagonismo, frente a la dominación de la generación de electricidad renovable hidráulica de tiempos pasados, y la tecnología solar crece a un ritmo más elevado del que podría haberse deducido, teniendo en cuenta la posición marginal de la cual partía, gracias a los avances tecnológicos, que consiguen reducir el precio de generación de electricidad de estas tecnologías, y los incentivos institucionales.

Uso de energías renovables en la Unión Europea por países

En los diferentes países de la Unión Europea el avance del uso de las renovables ha sido muy desigual, como se puede apreciar en la Figura 35, que muestra el peso del uso de energías renovables en el consumo bruto de energía final de los años 2004, 2008 y 2012, mostrando así la evolución de este indicador para los 28 países que conforman la Unión Europea. Todos los países, excepto los Países Bajos, cumplen con la trayectoria indicativa para 2012 del cumplimiento de los objetivos de 2020, aunque destaca el caso del Reino Unido, que aunque

* Otras renovables incluye la generación de electricidad a partir de tecnologías renovables como los biocombustibles (líquidos y gaseosos), residuos municipales renovables, geotérmica y oceánica.

cumple con la trayectoria indicativa hacia 2020 tiene un consumo de energía de origen renovable muy reducido para ser uno de los países que más energía consumo de la Unión Europea; otras grandes potencias tanto a nivel económico como de consumo de energía de la Unión Europea, como Francia o Alemania se sitúan por debajo de la media europea de uso de las energías renovables en el consumo bruto de energía final, aunque su situación es mucho más positiva que la del Reino Unido.

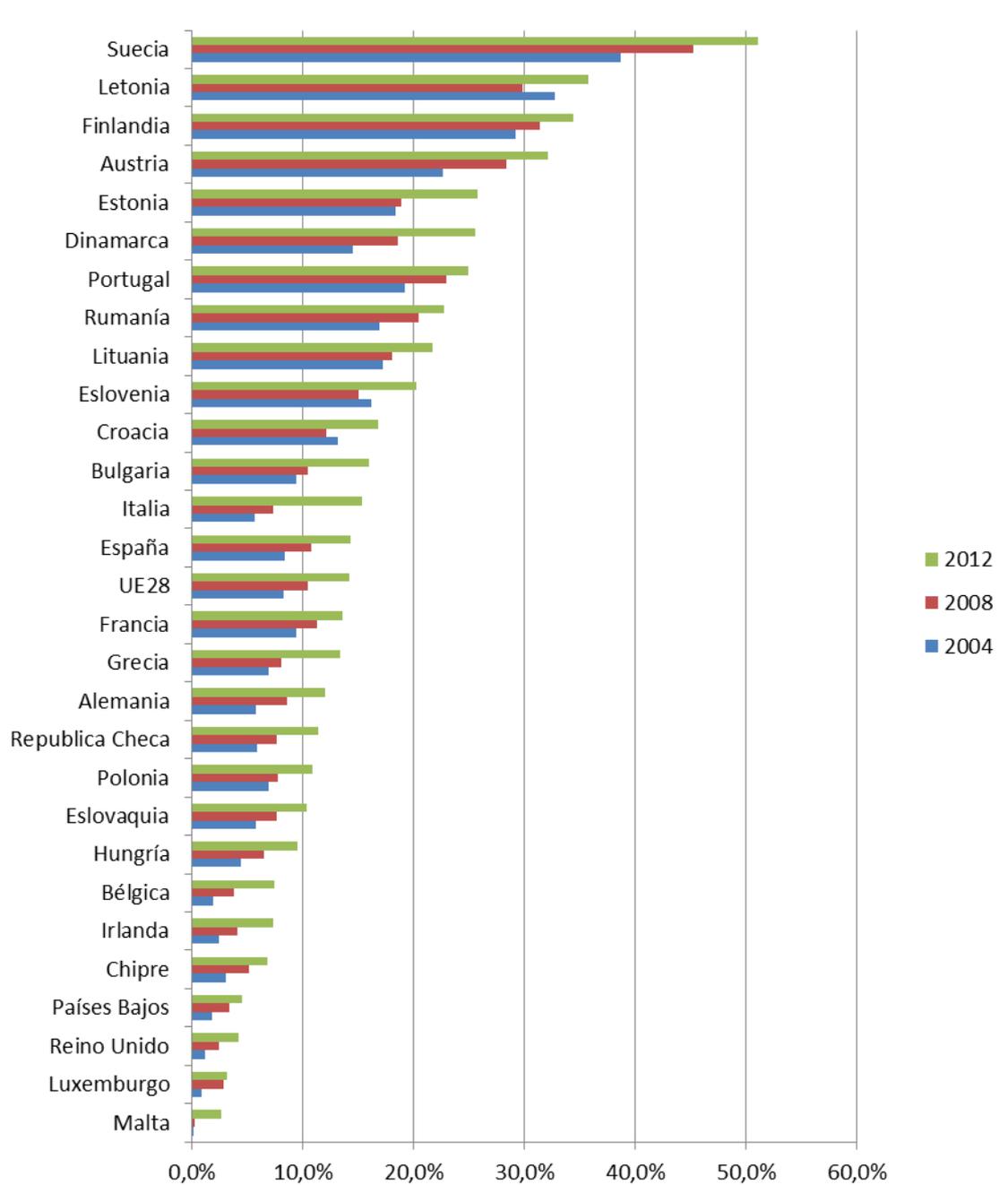


Figura 35 Porcentaje de uso de renovables en el consumo bruto de energía final en la UE por país, Elaboración propia (Eurostat 2015f) (Anexo B.2)

Por otra parte, los países de superficie reducida, como Luxemburgo o Malta, tienen objetivos menores al resto de la Unión Europea al tener un potencial de desarrollo de estos proyectos más limitado, ya sea por dificultad de financiación de proyectos o por falta de disponibilidad de recursos naturales. Existen 10 países que tienen un porcentaje mayor al 20%

de uso de renovables en el consumo bruto de energía final, 5 de los cuales pertenecían al UE-15, entre los que destacan: Suecia, con más de la mitad de su consumo bruto de energía final procedente de energías renovable, un 51,1%; Austria, Finlandia y Letonia con más del 30% de este indicador siendo de origen renovable; Dinamarca y Portugal con poco más del 25% de un consumo bruto de energía final renovable. Por su parte, España se sitúa ligeramente por encima de la media europea, con un nivel de uso de renovables del 14,3%.

En definitiva, la Unión Europea en su conjunto avanza hacia el 20% para 2020, sin haber sufrido todavía ningún retroceso en el indicador ni con los cambios de regulaciones de biocombustibles ni con el lento avance de algunas grandes potencias; para alcanzar el nivel exigido para 2030, entre 2012 y 2030 el consumo bruto de energía final de origen renovable debería crecer a un ritmo anual medio de un 0,7%(European Council 2014; Eurostat 2015f).

En general, el crecimiento de las renovables ha estado marcado por las políticas que incentivaban su práctica para aumentar su rentabilidad económica, así como con los avances tecnológicos que en las últimas décadas han permitido el crecimiento de nuevas tecnologías de explotación de recursos energéticos renovables. También son vistas como una inversión de futuro, al ser la Unión Europea muy dependiente de fuentes energéticas del exterior, sobretudo de gas y petróleo, las tecnologías renovables pueden aumentar la producción energética y local y hacer decrecer las importaciones: haciendo el sistema energético de la Unión Europea menos vulnerable a la disponibilidad de los recursos en el extranjero o sus variaciones de precio. Por ello y por la acción de los compromisos comunitarios de la Unión Europea, objetivos como los de 2020 o los de 2030, los estados miembros avanzan en el uso de recursos renovables para la generación de energía.

4.2.3 Estudio de la eficiencia energética en la Unión Europea

La eficiencia energética en la política energética de la Unión Europea juega un papel clave, según la propia comisión parlamentaria de enero de 2014, en el cumplimiento de los demás objetivos en materia de política energética: de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de lograr un mayor porcentaje de consumo bruto de energía final a partir de fuentes de energía de recursos renovables; se calcula que no será posible cumplir los objetivos de reducción de emisiones, del 40% para 2030 respecto los niveles de 1990, si no se consigue un ahorro energético mayor del 25% frente al escenario de referencia establecido. Si bien, por otro lado, la propia comisión prevé que los objetivos de eficiencia energética para 2020, de un ahorro energético del 20% respecto al escenario de referencia, no serán alcanzados por uno o dos puntos porcentuales y que esto provocará negociaciones para acelerar esfuerzos en los próximos años (European Commission 2014b).

La eficiencia energética no sólo juega un papel clave en el cumplimiento de los demás objetivos energéticos de la Unión Europea para 2030, también está reconocida como un agente importante para mejorar la seguridad de abastecimiento energético, reducir las importaciones de energía, a generar crecimiento económico y crear numerosos puestos de trabajos especializados relacionados con la aplicación de medidas de eficiencia energética, sobretudo en el sector de la construcción (Parlamento Europeo 2012).

Los objetivos para 2030 de eficiencia energética hablan de un ahorro energético indicativo del 27% respecto un escenario de referencia establecido por una comisión de la Unión Europea. Se utiliza como escenario de referencia el mismo que para los objetivos de 2020, el escenario PRIMES 2007: realizado por economistas de la universidad técnica de Atenas, es muy utilizado por la comisión europea para justificar sus decisiones políticas, es actualizado periódicamente (2007,2009 y 2013). El uso del escenario de 2007 es criticado por algunas organizaciones por ser un escenario que no refleja realmente la trayectoria real de la situación energética en la Unión Europea, ya que fue realizado antes de la crisis económica y no existían antecedentes de decrecimiento económico o de consumo de energía en la Unión Europea, sucesos que sí fueron incluidos en las actualizaciones de 2009 y 2013 (Bergamaschi et al. 2014; Capros et al. 2008; European Council 2014).

Al no ser más que un objetivo indicativo, cada país puede elegir como va a intentar aportar a la mejora de la eficiencia energética en la Unión Europea, tanto que indicador seguir como la magnitud del mismo. Tampoco se ha especificado aún si a nivel de la Unión Europea el 27% será aplicado a la energía final o al consumo de energía bruto interior, aunque la relación entre estos dos indicadores es muy directa pueden haber variaciones dependiendo de sobre que indicador se aplique, aunque en los objetivos de 2020 se aplicó a ambos indicadores: indicando que el consumo de energía final no podría ser superior a 1078Mtoe y el consumo de energía primaria debería ser inferior a 1484Mtoe para 2020 ; aunque más adelante hubo una pequeña corrección, se estableció un límite de 1483Mtoe para el consumo de energía primaria y 1086 para el consumo de energía final. Para el cumplimiento de estos objetivos los países miembros de la Unión Europea deben elaborar planes de ahorro energético cada tres años. (Parlamento Europeo 2012)

En la Tabla 12 se muestran los objetivos nacionales para 2020 presentado en el último plan de ahorro energético (Energy Efficiency Directive 2015). Resulta interesante el como la suma de objetivos indicativos de consumo de energía primaria es superior al objetivo perseguido por la Unión Europea en 2020, por lo que aunque todos los países cumplan sus objetivos el objetivo comunitario de límite de consumo de energía primaria no se cumpliría, quedaría un 3,13% por encima del valor deseado para 2020. Por otro lado el objetivo en consumo de energía final de toda la Unión Europea si quedaría cumplido con la suma de los objetivos indicativos de los diferentes países.

Tabla 12 Objetivos nacionales y comunitarios de eficiencia energía para 2020 en la Unión Europea (Energy Efficiency Directive 2015)

Países de la Unión Europea	Objetivo indicativo nacional para 2020 de consumo de energía primaria (Mtoe)	Objetivo indicativo nacional para 2020 de consumo de energía final (Mtoe)
Austria	31,5	25,1
Bélgica	43,7	32,5
Bulgaria	16,9	8,6
Croacia	11,5	7
Chipre	2,2	1,8
Rep. Checa	39,6	25,3
Dinamarca	17,8	14,8

Países de la Unión Europea	Objetivo indicativo nacional para 2020 de consumo de energía primaria (Mtoe)	Objetivo indicativo nacional para 2020 de consumo de energía final (Mtoe)
Estonia	6,5	2,8
Finlandia	35,9	26,7
Francia	219,9	131,4
Alemania	276,6	194,3
Grecia	24,7	18,4
Hungría	26,6	18,2
Irlanda	13,9	11,7
Italia	158	126
Letonia	5,4	4,5
Lituania	6,5	4,3
Luxemburgo	4,5	4,2
Malta	0,7	0,5
Países Bajos	60,7	52,2
Polonia	96,4	71,6
Portugal	22,5	17,4
Romania	43	30,3
Eslovaquia	16,4	9
Eslovenia	7,3	5,1
España	119,8	80,1
Suecia	43,4	30,3
Reino Unido	177,6	129,2
Suma de objetivo indicativos de la UE 28	1529,4	1081,3
Objetivo para 2020 de la UE 28	1483	1086

En las figuras Figura 36 y Figura 37 se puede observar los valores calculados por las proyecciones PRIMES del 2007 y los objetivos de la Unión Europea para 2020 y 2030 tanto para la energía primaria como para la demanda de energía final; obviamente la energía final, que incluye las pérdidas de energía desde la producción y obtención de la energía hasta su uso final tiene una magnitud menor a la energía primaria. La proyección, al ser del año 2007 no cuenta con Croacia* como miembro de la Unión Europea, por ello aparece en el escenario PRIMES 2007 como UE 27 y no UE 28, esta ausencia obligó a la comisión a corregir sus objetivos de reducción del consumo de energía en diferentes resoluciones para incluir a Croacia en estos acuerdos; aún y así Croacia representa menos del 0,5% del consumo de energía de la UE-28 por lo que la variación al incluir Croacia es mínima. La proyección muestra un crecimiento continuado y los objetivos mostrados en la gráfica corresponden a la cifra objetivo ya fijada para 2020 y a una reducción del 27% en 2030, tanto para la demanda de energía final como para el consumo de energía primaria. Estos objetivos de la Unión Europea suponen una reducción importante con respecto los valores calculados en el escenario PRIMES

* La UE-27 excluye a Croacia, el miembro más reciente de la Unión Europea.

2007 en 2030, en concreto de 379,5 Mtoe y 505,8 Mtoe de ahorro para le demanda de energía final y el consumo interno de energía bruto respectivamente.

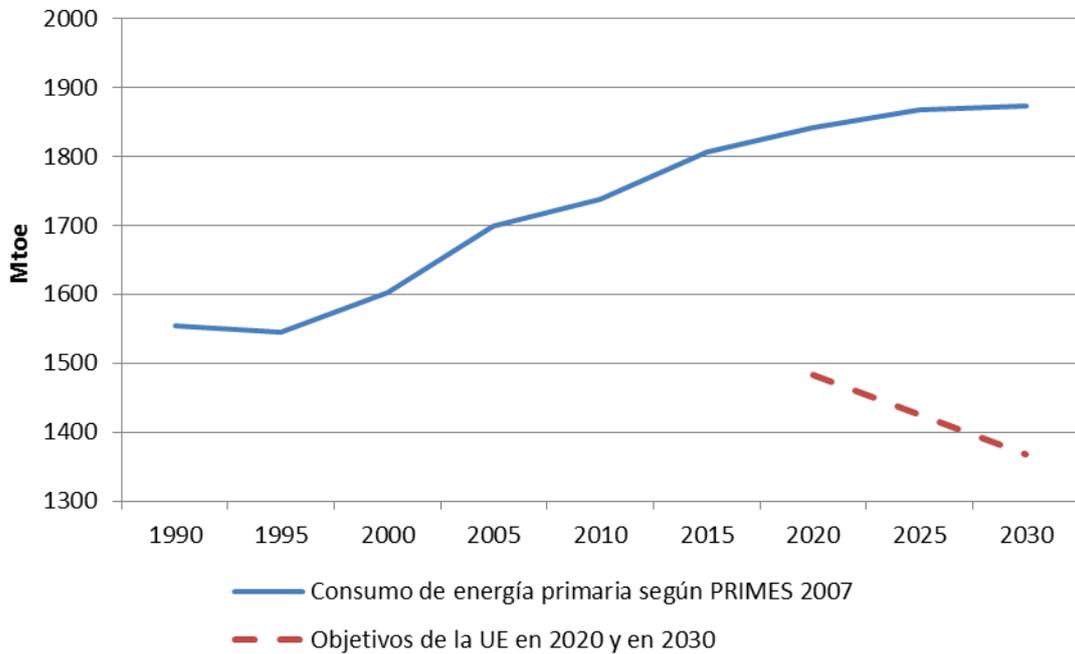


Figura 36 Proyección de la UE-27 y objetivos sobre la energía primaria Elaboración propia, (Capros et al. 2008) (Anexo B.2)

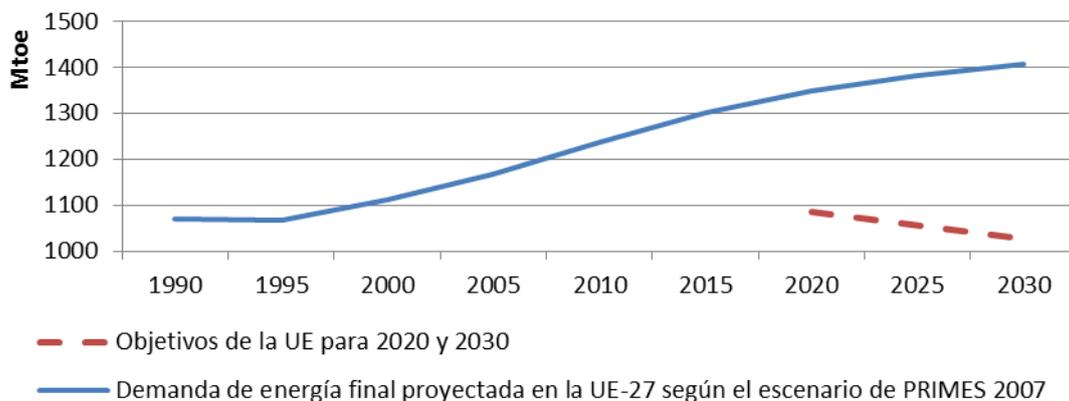


Figura 37 Proyección de la UE 27 y objetivos sobre la demanda de energía final Elaboración propia, (Capros et al. 2008) (Anexo B.2)

Aunque los objetivos de la Unión Europea supongan un ahorro importante, como se ha mencionado anteriormente, el escenario de referencia utilizado por la Unión Europea no tiene en cuenta la posibilidad de padecer una crisis económica que suponga una reducción del consumo de energía. Si comparamos el escenario PRIMES 2007, realizado antes de la crisis económica, con aquellos realizado posteriormente, como el PRIMES 2009 o el PRIMES 2013, se observa que las diferencias en las predicciones son muy grandes; como se muestra en las Figura 38 y Figura 39, comparando los diferentes escenarios PRIMES para el consumo de energía primaria y la demanda de energía final hasta 2030. En las gráficas aparecen los valores para 2030 de los escenarios de 2007 y 2009 para la demanda de energía final y el consumo de energía primaria; teniendo en cuenta los valores objetivo de la Unión Europea actuales en materia de eficiencia energética, de un 27% para el año 2030 con respecto del escenario PRIMES 2007, estos valores objetivo solo supondrían un ahorro energético del 15,6% de la

energía final y del 19% del consumo de energía primaria si se tomara como referencia el escenario PRIMES 2009, así como un ahorro del 8,8% de la demanda de energía final y del 8,2% del consumo de energía primaria si se compara con el escenario PRIMES 2013 el ahorro del 27% respecto al PRIMES 2007 (Capros et al. 2008; Capros et al. 2010; Capros et al. 2013).

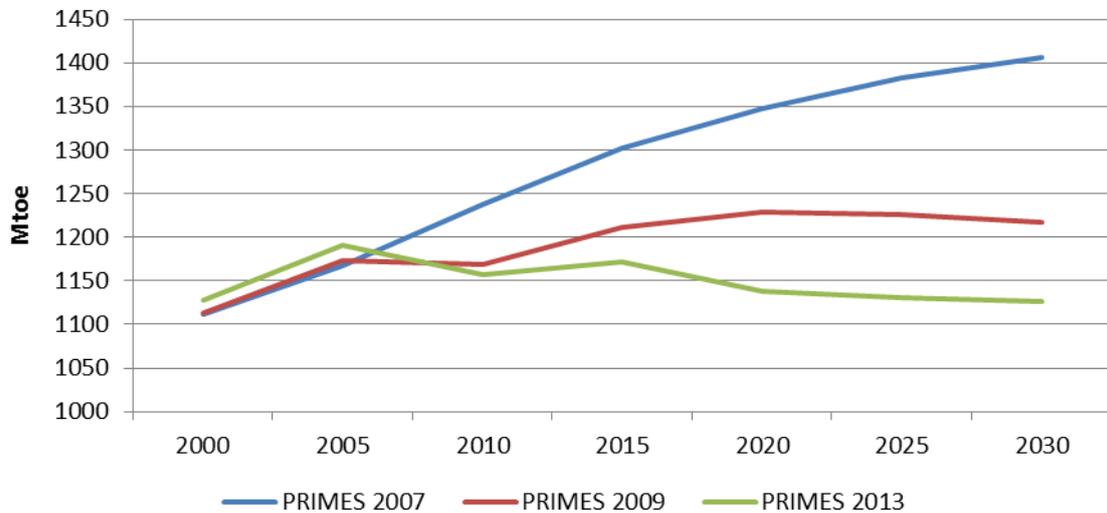


Figura 38 Comparación de escenarios base sobre la demanda de energía final en la UE (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2010; Capros et al. 2013) (Anexo B.2)

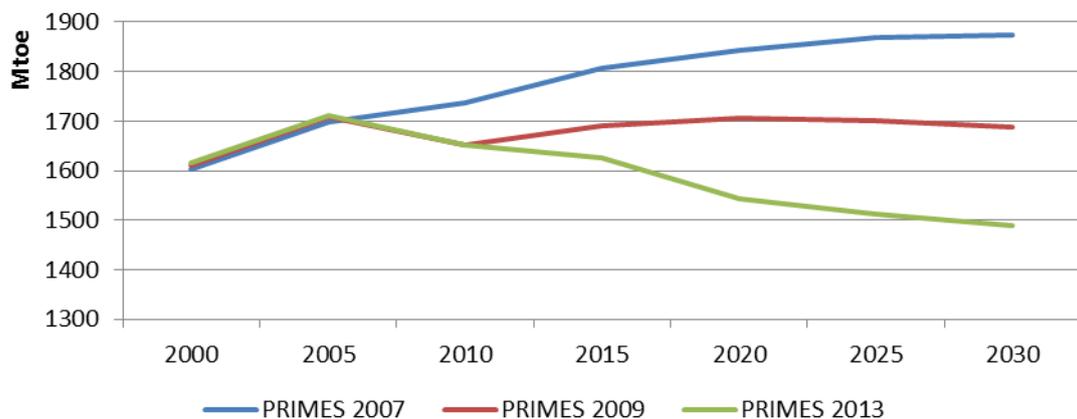


Figura 39 Comparación de escenarios base sobre el consumo de energía primaria en la UE (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2010; Capros et al. 2013) (Anexo B.2)

La evolución del consumo de energía primaria en la UE-28 se puede ver en la Figura 40 donde se muestra como, pese a la bajada de principio de los noventa protagonizada sobre todo por los países del entorno de la Unión Soviética, el consumo de energía se ha ido elevando hasta tener un valor un 9,52% superior al de 1990 en 2006. De 2006 a 2008 hubo una suave caída, que podría atribuirse a mejoras de eficiencia energética, pero es a partir de 2008, con el estallido de la crisis económica en Europa, que se produce una bajada importante que acerca en 2012 el valor del consumo de energía al existente en 1990. La propia comisión europea indica que del 18 o 19% de ahorro energético que se espera lograr en 2020 con respecto el escenario PRIMES 2007, un tercio de esa reducción del consumo será debida a la crisis económica padecida a partir de 2008 (Eurostat 2015e).

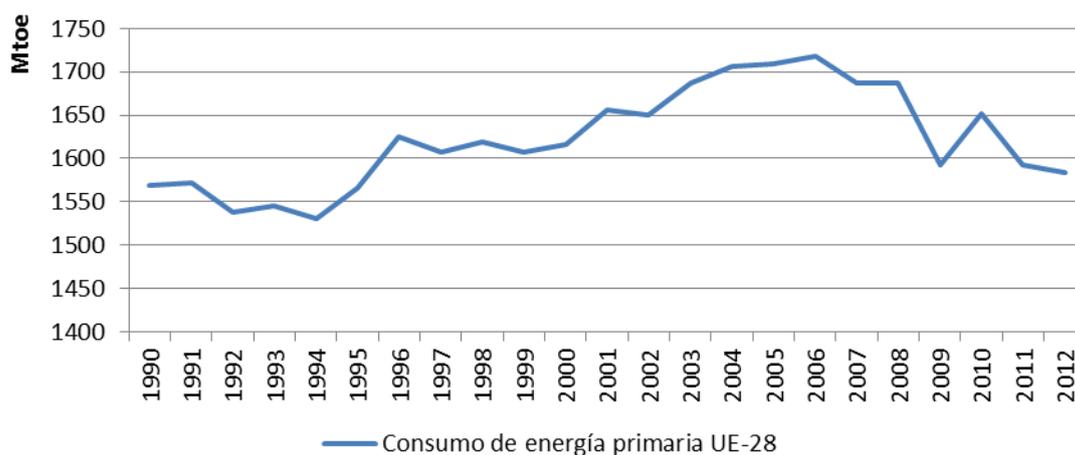


Figura 40 Consumo de energía primaria en la Unión Europea entre 1990 y 2012 (Mtoe) Elaboración propia (Eurostat 2015e) (Anexo B.2)

En referencia al cambio del consumo de energía primaria en los diferentes países que conforman la Unión Europea, la Figura 41 muestra la evolución del consumo de energía primaria en los países del UE-15, aquellos que llevan más tiempo en formando parte de la Unión Europea y han integrado de mejor manera las normativas derivadas de la misma y de otros acuerdos internacionales. Los únicos países del grupo UE-15 que han experimentado un descenso importante del consumo de energía han sido Alemania y Reino Unido. Los demás países no han logrado reducir su consumo, ni siquiera aquellos como Grecia, Irlanda, Portugal o España que son los que más han sufrido los efectos de la recesión económica, incluso es uno de estos países el que ha experimentado el mayor crecimiento de consumo de energía respecto de 1990: España; se puede ver que la gran mayoría de los países ha aumentado sus emisiones de 1990 a 2005 y la bajada se ha producido después de esta fecha, esto es debido al fuerte impacto de la crisis económica de 2008 en la bajada del consumo de energía (Eurostat 2015e).

Cabe destacar que los objetivos individuales de cada nación suelen hacerse con respecto a las proyecciones realizadas en el PRIMES 2007, aunque tienen libertad para abordar la problemática de la manera que más les convenga: por ejemplo, algunos toman como referencia una reducción del consumo de energía primaria, otros sobre la energía final e incluso algún país toma como referencia de cara a los objetivos de 2020 la intensidad energética de su economía, aunque al final se establece siempre una cifra en consumo de energía primaria y final. Para los objetivos de eficiencia energética de 2030 aún no se han establecido objetivos individuales a nivel de las diferentes naciones, sólo hay un objetivo común del 27% para toda la Unión Europea que aún puede ser revisado al alza en el año 2020 (European Commission 2008; Energy Efficiency Directive 2015).

En las actuaciones de mejora de la eficiencia energética tiene mucha importancia el sector de consumo final al que van dirigidas, pues concentrar la mayor parte de los esfuerzos en un sector de consumo minoritario sería contraproducente. En la Figura 42 se muestra, según las predicciones del PRIMES 2007, los sectores de uso final de energía y su correspondiente peso en el consumo de energía final en el periodo 1990-2030. El escenario predice que el transporte, en la década de los 2000 pasa a ser el sector de consumo más importante y se mantiene así hasta 2030, momento en el que ocupará el 32,92% del consumo de energía final

de ese año; después del sector transporte el sector residencial y el industrial también tienen un peso importante en la demanda de energía final según el PRIMES2007, rondando ambos valores entre el 24% y el 28% de la demanda total respectivamente en el año 2030; por último el sector servicios y de agricultura se mantiene durante todo el periodo cerca del 15% de la demanda total de energía final, haciéndolo el sector que menos energía consume en la Unión Europea. La propia comisión europea el 19 de octubre de 2006 en el “Plan de acción para la eficiencia energética” reconoce que los sectores que tienen mayor potencial de ahorro energético son el sector residencial, el sector de transporte y el sector industrial (Capros et al. 2008).

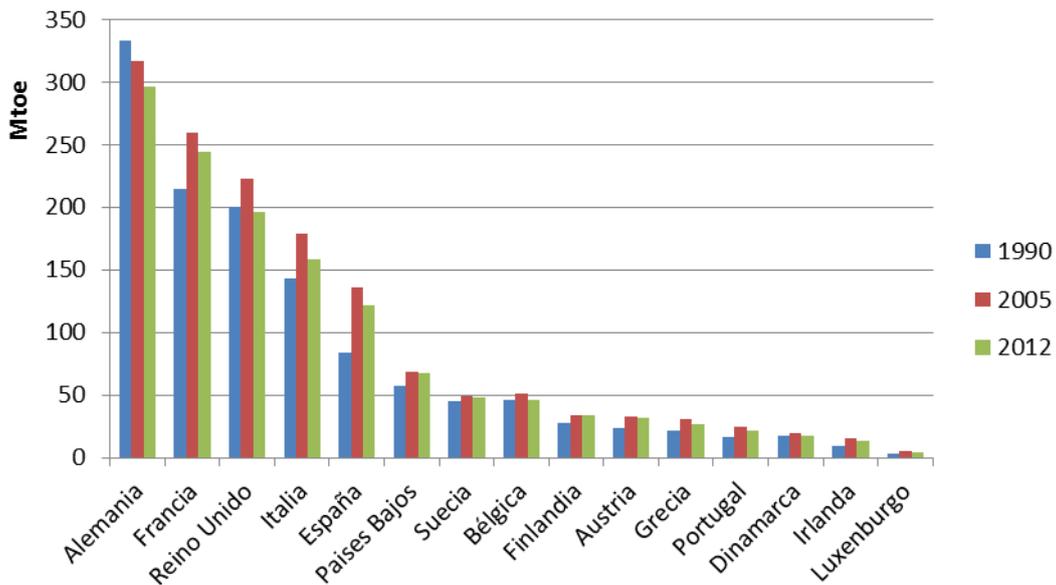


Figura 41 Evolución del consumo de energía primaria por país de la UE-15 Elaboración propia, (Eurostat 2015e) (Anexo B.2)

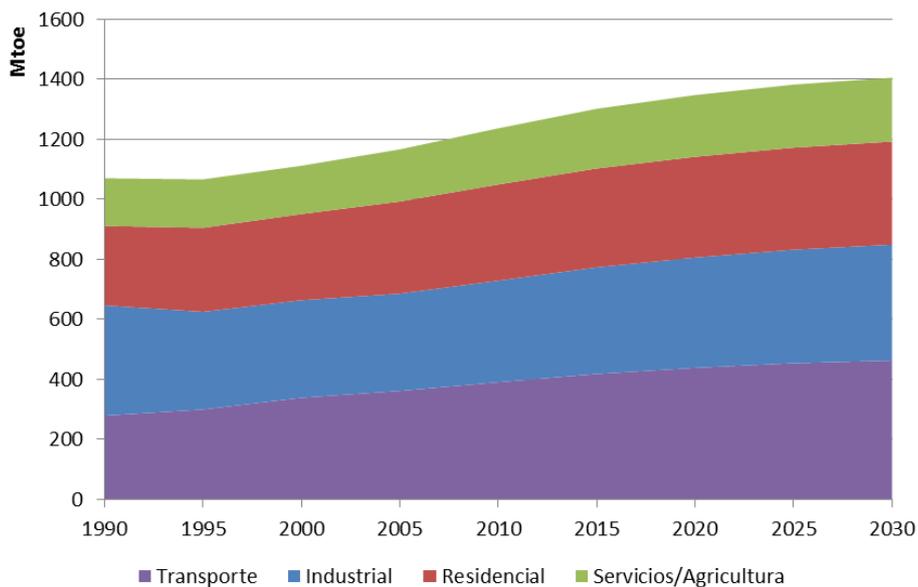


Figura 42 Consumo de energía final en la Unión Europea 27 por sector 1990-2030 Elaboración propia (Capros et al. 2008) (Anexo B.2)

4.3 Caso de estudio: España

4.3.1 Situación actual de los objetivos 2030 de la Unión Europea: Estado español

4.3.1.1 Emisiones de gases de efecto invernadero

Los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero son el instrumento esencial en el análisis de emisiones producidas en los diferentes países de la Unión Europea, cada uno con una metodología de trabajo diferenciada pero que abarca como mínimo todas aquellas emisiones recogidas por los compromisos internacionales suscritos. El caso de España no es diferente, cuenta con un inventario de gases de efecto invernadero a través del cual analiza la situación nacional para luego elaborar informes que presentar a los diferentes organismos de control internacionales; se hace con una metodología transparente para que en el momento de poner en común con otros inventarios queden claras las diferencias metodológicas entre inventarios de diferentes nacionalidades.

España es firmante de varios convenios internacionales que requieren un seguimiento de las emisiones atmosféricas generadas por la actividad humana, los principales son: el Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto sobre limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, el Convenio de Estocolmo sobre eliminación o reducción de compuestos orgánicos persistentes, además de las diferentes directivas europeas de regulación de emisiones y contaminantes. En la Tabla 13 se muestra qué tipo de emisiones recoge el inventario nacional de España, así como los requisitos de las principales convenciones a las que el país está adscrito, el inventario recoge toda la información necesaria para la supervisión de los convenios. El inventario utiliza metodologías de verificación de la calidad de información y otros protocolos de referencia tanto del IPCC como de la EEA (MAGRAMA 2014).

Tabla 13 Elementos estudiados por el inventario nacional de emisiones a la atmosfera Adaptación propia, (MAGRAMA 2014)

Contaminantes	Inventario nacional	Convención Marco sobre el Cambio Climático	Convenio de Ginebra
SO ₂	●	●	●
NO _x	●	●	●
CO ₂	●	●	
CH ₄	●	●	
N ₂ O	●	●	
COVNM	●	●	●
CO	●	●	●
NH ₃	●		●
HFCs	●	●	
PFCs	●	●	
SF ₆	●	●	
Partículas	●		●
Metales pesados	●		●
Compuestos orgánicos persistentes	●		●

La Figura 43 muestra la evolución de los principales gases de efecto invernadero recogidos por el Protocolo de Kioto emitidos en España entre 1990 y 2012 según el inventario nacional, y compara el nivel de emisiones con el año base del Protocolo de Kioto. La evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España ha sido muy irregular, pues se ha caracterizado por un crecimiento importante de 1990 hasta 2007, con leves altibajos en algunos momentos puntuales, que alcanza en 2007 su punto álgido: superando en un 49,1% las emisiones de gases de efecto recogidas en el año base. En el periodo comprendido entre 2007 y 2012 se produce una fuerte bajada en las emisiones de gases de efecto invernadero, debido principalmente a la crisis económica, que aun y así mantiene los niveles de emisiones por encima del año base, en concreto en 2012 se producen en España un 17,6% de emisiones de gases de efecto invernadero por encima del año base del Protocolo de Kioto, que a su vez representa un nivel de emisiones un 20,1% por encima del valor de emisiones de 1990, o un 21% por debajo de los niveles de emisiones de 2005(MAGRAMA 2014).

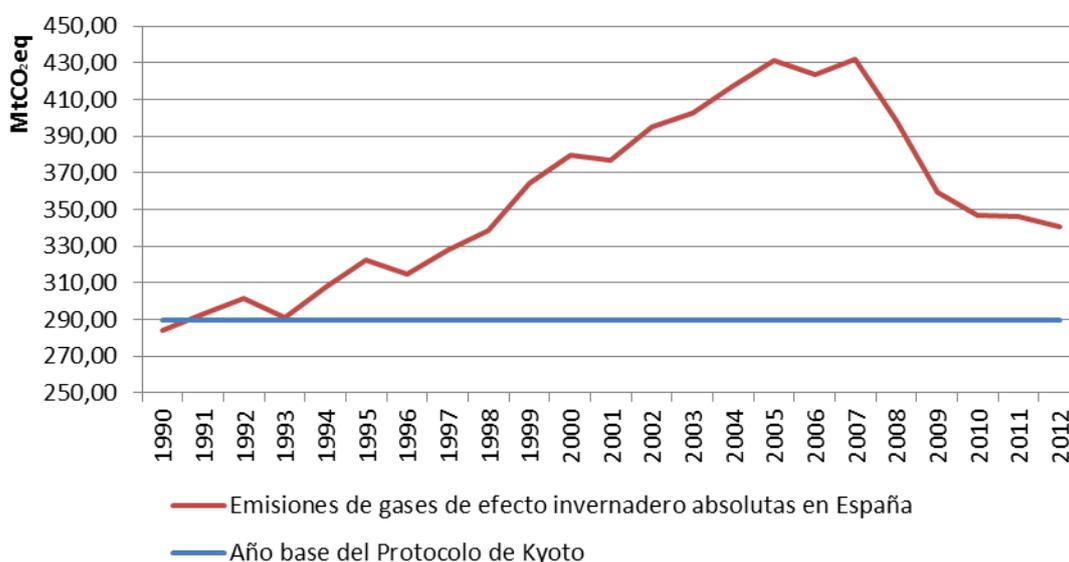


Figura 43 Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España entre 1990 y 2012 referenciados al año base de Kioto* Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)

Una vez aclarada la evolución de las emisiones en términos absolutos, cabe destacar la evolución del volumen de emisiones de los diferentes tipos de gases de efecto invernadero, producidos por la actividad humana, en España. El progreso de las diferentes emisiones de gases de efecto invernadero se puede visualizar en la Figura 44, donde se muestra el volumen de emisiones que representa cada gas de efecto invernadero sobre el total para diferentes años entre 1990 y 2012: se puede ver como el CO₂, se mantiene en todo el periodo como el gas más emitido en España, por encima siempre del 80% de las emisiones totales, le siguen en importancia el N₂O y el CH₄ que tienen un peso parecido aunque sufren algunos cambios y por último los gases fluorados que representan una minoría de las emisiones de gases de efecto invernadero en España, siempre por debajo del 2,5% entre todos.

* El año base del protocolo de Kioto para España es elaborado a partir de los valores absolutos en 1990 de las emisiones de gases CO₂, CH₄ y N₂O y los valores absolutos en 1995 de las emisiones de los gases fluorados HFC, PFC y SF₆, por lo que el valor de emisiones del año base es diferente al de 1990.

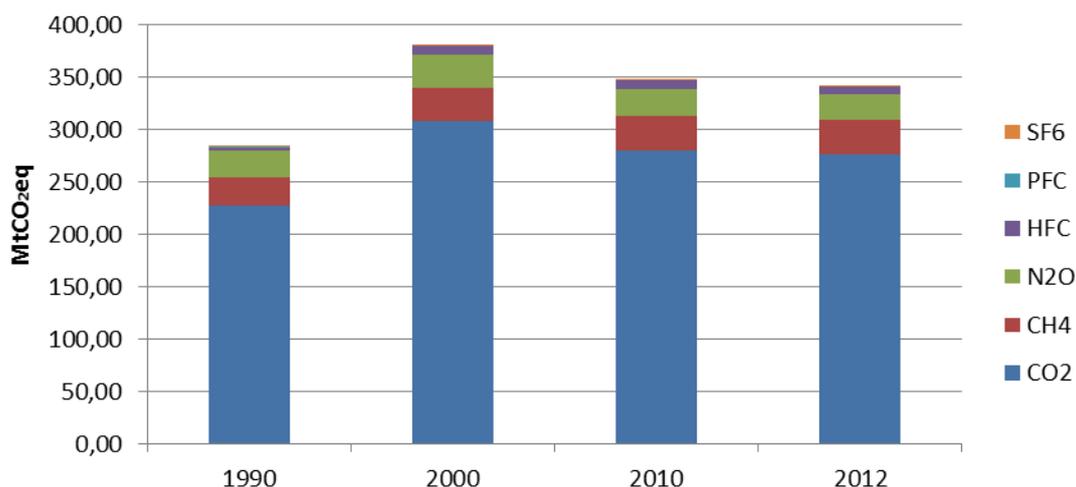


Figura 44 Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero en España según tipo de gas. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)

Para ayudar en la visualización del cambio que padece la composición de las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas en España entre 1990 y 2012, la Figura 45 muestra los porcentajes que ocupa cada gas de efecto invernadero sobre el total de emisiones en 1990 y 2012. Las emisiones de N₂O disminuyen en 2012 con respecto a 1990, tanto en valor absoluto como en valor porcentual, quedando como tercer gas emitido más importante por debajo del CO₂ y del CH₄, en estos dos casos sí que se produce un aumento notable en del valor tanto en magnitud como porcentual sobre el total. En los gases fluorados, los PFCs se ven reducidos hasta ocupar una posición marginal en 2012, por otro lado el SF₆ y sobretodo los HFCs aumentan su presencia en el mix de emisiones de gases de efecto invernadero de España, os últimos adquieren una magnitud preocupante situándose en cuarto lugar de importancia a 5 puntos porcentuales de distancia del N₂O.

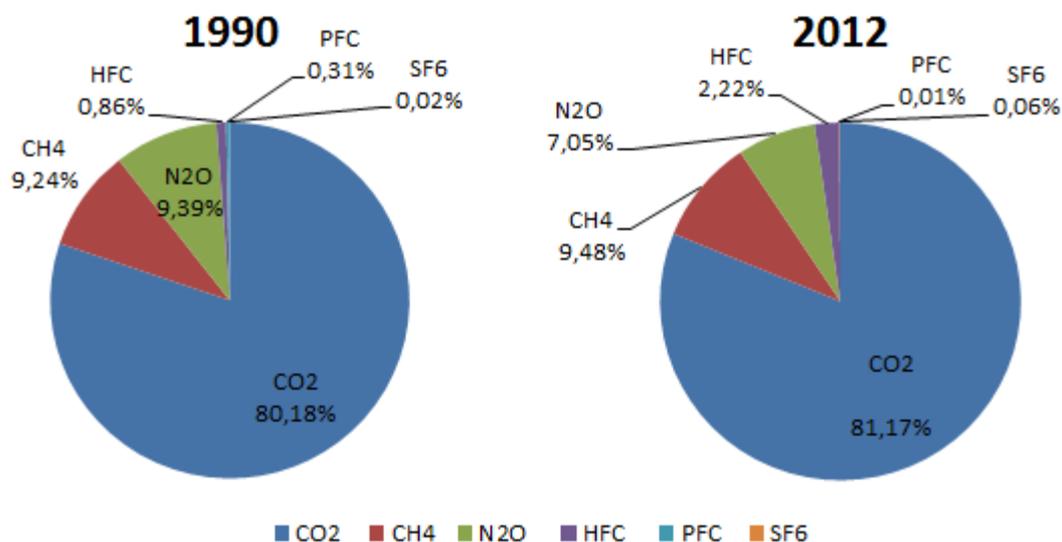


Figura 45 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según tipo de gas. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)

Una vez concretado el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero y la composición de los diferentes gases que conforman el conjunto de emisiones antropogénicas de España, es necesario concretar de qué manera afectan aquellos sectores de actividad humana que producen gases de efecto invernadero al conjunto de las mismas.

La Figura 46 muestra que sectores de la actividad humana son los responsables de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en España, así como su volumen de contribución al total de emisiones en diversos años entre 1990 y 2012. Para hacer más visible el cambio en la composición de las emisiones de gases de efecto invernadero por sector de actividad. También, la Figura 47 muestra la composición porcentual de las emisiones según el sector productor de las mismas en 1990 y en 2012.

Como sucede a escala mundial o a escala Europea, el sector relacionado con la energía es el más importante en materia de emisiones, es el responsable durante todo el periodo de la mayoría de emisiones de gases de efecto invernadero, incluso crece con respecto a los valores de 1990 situándolo en 2012 como el responsable de cerca del 78% de emisiones de gases de efecto invernadero.

El segundo sector en orden de magnitud de emisiones, aunque muy alejado del primero, es la agricultura, que con el descenso de las emisiones comenzado en 2007 se sitúa en 2012 con un valor de emisiones muy cercano al existente en 1990, por ello su aporte porcentual al total de emisiones se ha reducido en 2012 con respecto a 1990: pasando a representar un 13,2% al 11% sobre el total. Este sector en España está conformado sobretodo, según el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, por el CH₄ producido en la **fermentación entérica** y el N₂O derivado del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los cultivos(MAGRAMA 2014).

El siguiente sector de actividad, después de la energía y la agricultura, en magnitud de emisiones es el de los procesos industriales, uno de los más afectados por la crisis económica de 2008 que afectó sobre todo al sector de la construcción y la deslocalización de la producción, lo que ha provocado que su nivel de emisiones se reduzca cerca de 2,5 MtCO₂eq en 2012 con respecto a 1990, lo que se traduce también en una bajada de su presencia en el porcentaje total: de ocupar el 9,1% en 1990 hasta ocupar el 6,87% en 2012. El sector residuos, pese a tener un peso pequeño en materia de emisiones su importancia ha ido creciendo a lo largo del tiempo entre 1990 y 2012, debido en gran parte al aumento de la población, por lo que ha aumentado en este período en más de un punto porcentual en 2012 su posición como sector emisor de gases de efecto invernadero en España.

Por último, al igual que en el caso de los procesos industriales, el uso de disolventes y otros productos también se ha visto afectado por la bajada de la actividad industrial en España reduciendo ligeramente sus emisiones de gases de efecto invernadero, manteniéndose en todo momento en una posición marginal: representando en todo momento, un porcentaje de emisiones por debajo del 1% del total ya que este sector está relacionado con otro tipo de emisiones, como los COVNM.

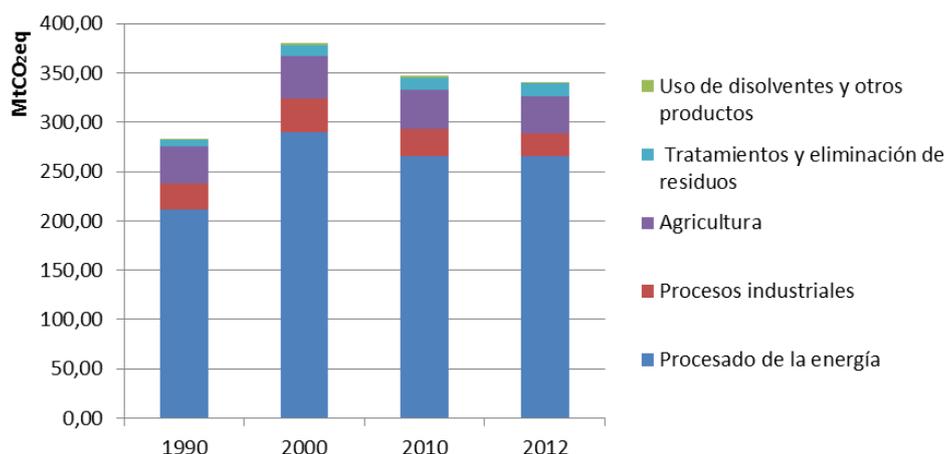


Figura 46 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según sector de actividad Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)

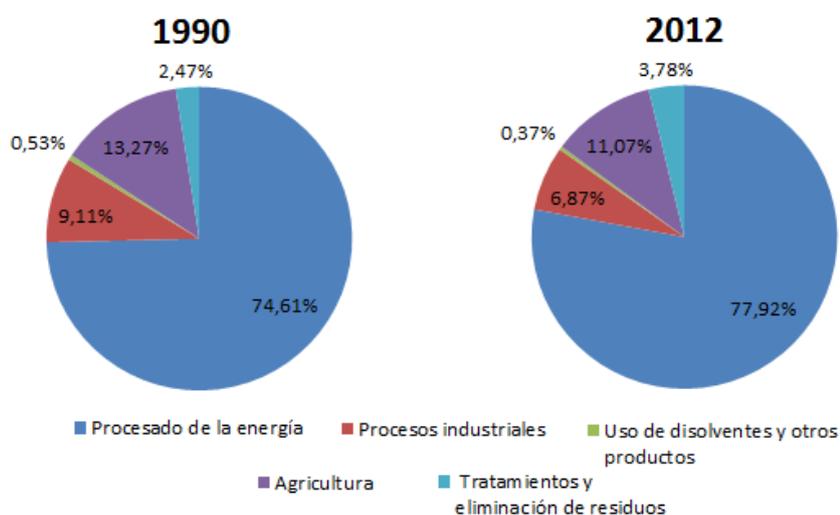


Figura 47 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en España según sector de actividad. Elaboración propia, (MAGRAMA 2014)(Anexo C.1)

Emisiones de gases de efecto invernadero y datos socioeconómicos de la Unión Europea

Existe una relación entre los datos socioeconómicos de un país y las emisiones de gases de efecto invernadero del mismo, su estudio ayuda a definir el perfil emisor del país en un contexto más amplio.

La Figura 48 muestra la evolución en España de la población en millones de habitantes y del producto interior bruto en millones de euros (precio de mercado de 2010). En él, se percibe claramente el importante crecimiento tanto poblacional y económico con respecto a 1990 así como los efectos que tuvo la crisis económica del 2008: reduciendo la población por el aumento de la migración y provocando una recesión económica (MAGRAMA 2014; INE 2015).

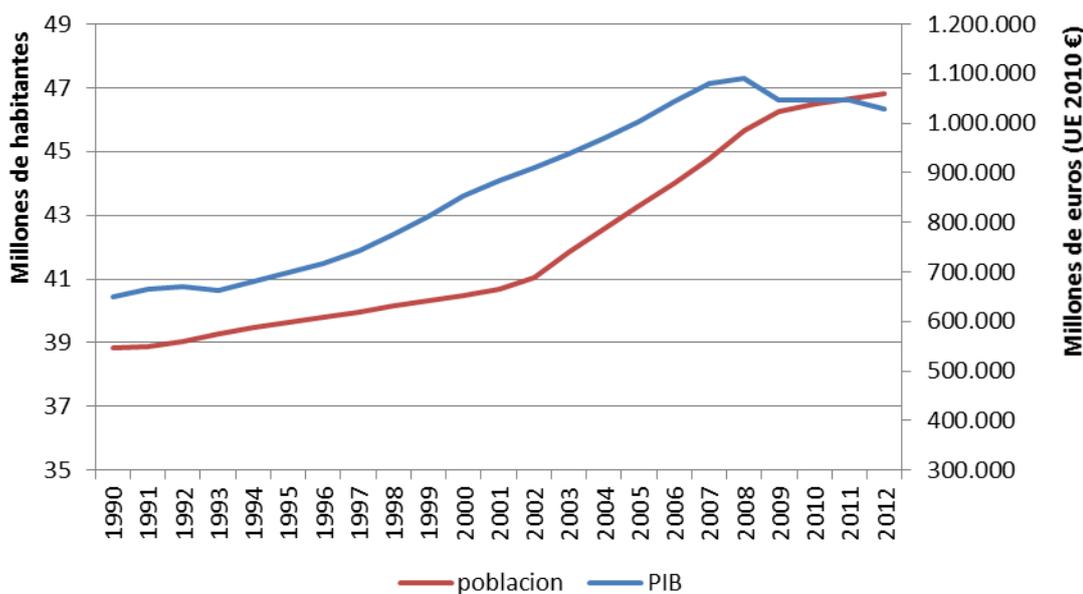


Figura 48 Evolución del PIB y la población en España entre 1990 y 2012. Elaboración propia, (INE 2015; MAGRAMA 2014) (Anexo C.3)

La Figura 49 muestra la relación existente entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la población o el producto interior bruto de España entre 1990 y 2012:

- En el caso de las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita, mostradas en la figura en toneladas de CO₂eq por habitante, este indicador muestra un crecimiento importante, a pesar del incremento continuado de la población, hasta 2005 por el gran incremento del volumen de emisiones del estado Español. De 2005 a 2007 las emisiones de gases de efecto invernadero se estabilizan de cierta manera, mientras que la población tiene un alto crecimiento, por lo que las emisiones per cápita sufren un ligero descenso. Ya en 2008, con el estallido de la crisis económica se frena el crecimiento poblacional y las emisiones de gases de efecto invernadero descienden en gran medida por lo que el valor de las emisiones per cápita también cae hasta tener en 2012 un valor inferior al del año 1990.
- La evolución de la relación entre el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero, mostradas en la Figura 49 en toneladas de CO₂eq por millón de euros (precio de mercado de 2010 UE €), es algo accidentada aunque más regular que las emisiones per cápita. En este caso la tendencia general es a que el valor de este indicador es a reducirse, ya que el crecimiento de la economía es más grande que el crecimiento de las emisiones, al menos hasta 2007. A partir de 2007 el avance de la economía se frena, pasando del crecimiento al decrecimiento, aunque las emisiones de gases de efecto invernadero en España sufren una caída aún mayor; esto provoca el desplome de las emisiones de gases de efecto invernadero por millón de euros del PIB en España a partir de 2007, que desciende hasta situarse en 2012 por debajo, aunque muy ligeramente, del valor que mantenía este indicador en 1990.

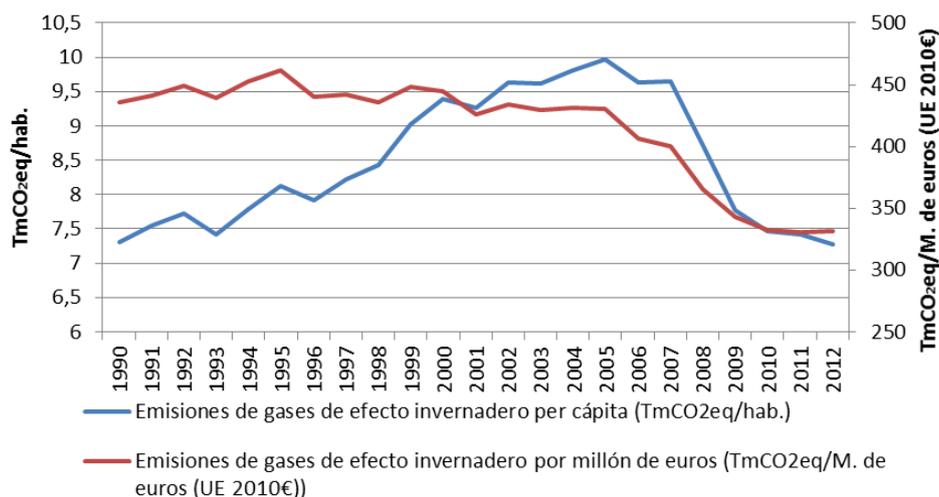


Figura 49 Intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por habitante y PIB entre 1990 y 2012 en España. Elaboración propia (INE 2015; MAGRAMA 2014) (Anexo C.1 y C.3)

4.3.1.2 Uso de energías renovables

En España, y en el resto de Europa, el uso de renovables en el mix energético para los objetivos de la Unión Europea se estudia con el indicador del consumo bruto de energía final bruta, un indicador que fue definido por el Parlamento Europeo en la directiva 2009/28/CE y que solo ofrece información a partir de 2004 (European Commission 2009).

En la Figura 50 aparece la evolución del volumen total del consumo final de energía bruta en España entre 2004 y 2012, así como el volumen que corresponde a las energías renovables. Entre 2004 y 2007 el volumen de consumo final de energía bruta en España tiene cierta estabilidad, pues sufre ligeras variaciones; es a partir de 2008, a raíz del estallido de la crisis económica, que comienza un declive en el consumo final de energía bruta en España que lo lleva a descender de manera continuada, situándose en 2012 un 14% por debajo del valor de 2004 (Eurostat 2015f).

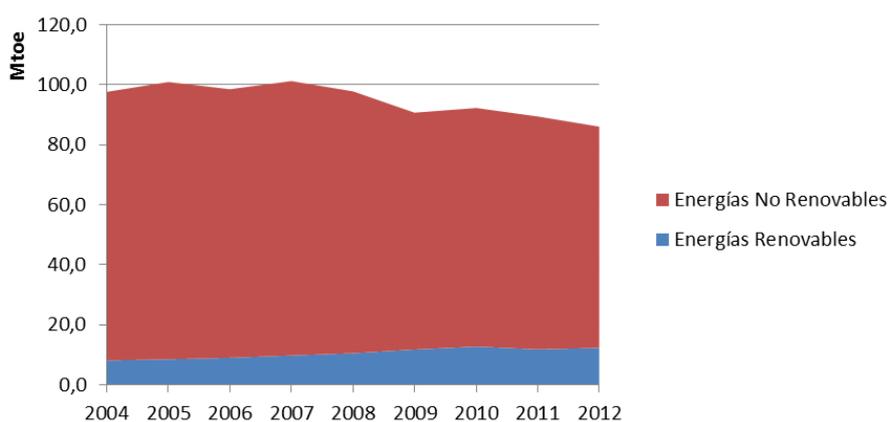


Figura 50 Volumen total del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f) (Anexo C.2)

Mientras que el volumen total del consumo final de energía bruta en España decrecía el volumen de esta energía proveniente de fuentes renovables aumentaba año tras año. En la Figura 51 se muestra como las energías renovables han ido ocupando año tras año un porcentaje mayor del consumo final de energía bruta en España, llegando en 2012 a ocupar un

14,3% sobre el total: a 6,7 puntos porcentuales del objetivo del 20% que tiene asignado España para 2020.

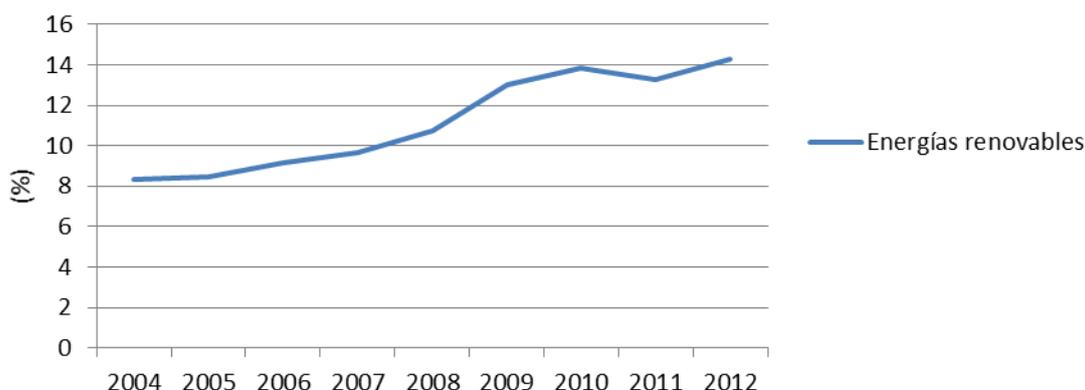


Figura 51 Porcentaje de uso de energías renovables sobre el total del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)

Al igual que en el caso europeo la información sobre el consumo final de energía bruta se divide en tres sectores de actividad principales: electricidad, transporte y calefacción y refrigeración. El peso que tiene cada uno de los sectores del consumo final de energía bruta en España en el año 2012 y en 2004 se puede ver en la Figura 52 en 2012 mantienen un reparto muy equitativo, aunque el sector que es responsable del mayor consumo de energía es la calefacción y la refrigeración, con un 36,31% sobre el total, y el sector que es responsable del menor consumo de energía es la electricidad, con un 29,91%; entre ellos se encuentra el transporte, que es responsable del 33,78% restante. Por otro lado el cambio con respecto 2004, es muy discreto; sobretodo la electricidad ha aumentado en más de cuatro puntos porcentuales en 2012 con respecto 2004.

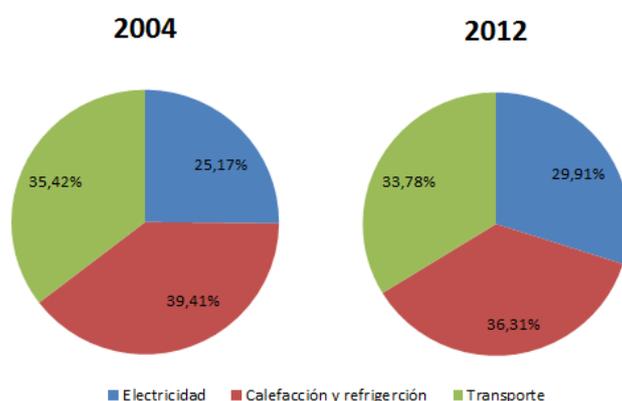


Figura 52 Porcentaje según sector del consumo final de energía bruta en España (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)

Poniendo el enfoque en el peso de las energías renovables en cada sector, la Figura 53 muestra el peso de las renovables en los tres principales sectores que conforman el consumo final de energía bruta en España. El volumen de energía que proviene de fuentes renovables crece continuamente en todos los sectores, salvo en el de transportes: en el que de 2004 a 2010 se cuentan como renovables unos biocombustibles que fueron rechazados posteriormente en la Unión Europea por no cumplir ciertos estándares de sostenibilidad, por lo que a partir de 2010 dejan de contarse y el valor de energías renovables en el consumo final de energía bruta en España para el sector transporte se desploma hasta tener un valor

marginal. Por otro lado la electricidad es el sector donde las renovables tienen una mayor presencia, y justo después viene la calefacción y a refrigeración. En el año 2012, las energías renovables representan un 0,42% del consumo final de energía bruta en España para el sector de transporte, un 14,13 % para el sector de la calefacción y la refrigeración y un 33,47% del sector de electricidad(Eurostat 2015f; European Comission 2009).

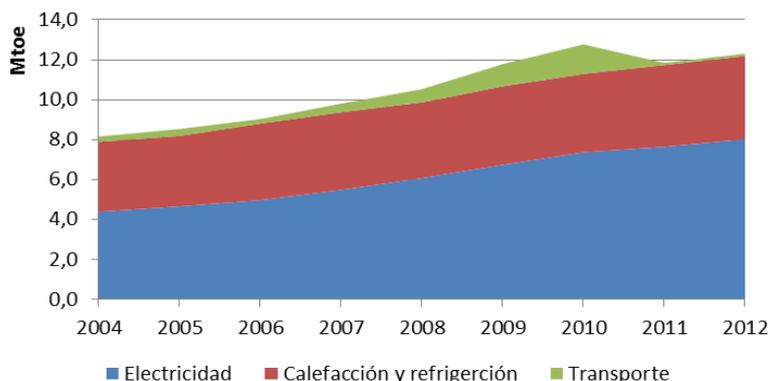


Figura 53 Evolución de las energías renovables en el consumo final de energía bruta en España por sector (2004-2012) Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)

El sector de la electricidad, al ser aquel que tiene una mayor presencia de renovables y aquel que más ha avanzado desde 2004. La composición del sector de electricidad es muy variada en tipos de tecnología y refleja el perfil del país como consumidor de energías renovables. En la Tabla 14 se muestran los porcentajes que aportan las energías renovables al consumo final de energía bruta del sector de la electricidad según la tecnología utilizada: La energía hidráulica es la más importante en 2004, y pese a ser en 2012 todavía importante, se ve superada por la Eólica, al ser la energía Hidráulica la única fuente de energía que decrece, ligeramente, en volumen total de aportación debido a la antigüedad de las instalaciones existentes. El cambio más importante es el que se produce en las producciones de energía eólica y solar, que multiplican su volumen de producción en 2012 por más de dos veces y de 225,5 veces respectivamente respecto los valores de producción de energía de 2004, convirtiéndose la energía eólica en la fuente de energía renovable más importante y la solar pasa de ser la menos utilizada a ser la tercera energía renovable más utilizada en la producción de electricidad en España (Eurostat 2015f).

Tabla 14 Aportación porcentual de las energías renovables al total del sector electricidad Elaboración propia, (Eurostat 2015f)(Anexo C.2)

Fuente de energía	2004		2012	
	% de las energías renovables en el sector electricidad	% sobre el total del sector electricidad	% de las energías renovables en el sector electricidad	% sobre el total del sector electricidad
Hidráulica	62,30%	11,82%	31,82%	10,64%
Eólica	31,18%	5,92%	50,28%	16,82%
Solar	0,11%	0,02%	12,65%	4,23%
Biocombustibles fósiles	4,26%	0,81%	3,58%	1,20%
Otras renovables*	2,15%	0,41%	1,67%	0,56%
Total Renovables	100%	18,98%	100%	33,45%

* Otras renovables incluye biocombustibles líquidos, residuos municipales renovables, energía geotérmica y energía oceánica. Aunque la generación de electricidad oceánica y geotérmica es nula o casi nula en España.

4.3.1.3 Eficiencia energética

Al igual que en los casos de las emisiones de gases de efecto invernadero y el uso de energías renovables, la mejora de la eficiencia energética está incluida en los objetivos europeos tanto para 2030 como para 2020, de los que España es partícipe como miembro de la Unión Europea (European Council 2014; European Commission 2008).

A nivel Europeo no existe un único indicador de referencia, pues se deja escoger a las partes implicadas el indicador energético de referencia sobre el que establecer sus objetivos de ahorro, que al igual que en el caso europeo, se establecen en base a los niveles de los escenarios base previstos por el PRIMES de 2007.

El documento de referencia para estudiar los objetivos europeos de eficiencia energética en España es el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020 (30 de abril de 2014), aunque desde 2003 se han realizado estrategias y planes gubernamentales para la cuestión de la mejora de la eficiencia y el ahorro energético (Ministerio de Industria Energía y Turismo 2014).

En el caso de España el indicador utilizado para establecer los objetivos de eficiencia energética es el consumo de energía primaria, que pese a no contar todavía con una cifra objetivo para 2030, sí la tiene para 2020. En un primer momento, en abril de 2011, se estableció como objetivo la reducción del consumo de energía primaria en 25,2 Mtoe, correspondiente a una reducción del 15,4% con respecto al escenario base para 2020; esta cifra es el resultado de la reducción necesaria del consumo de energía primaria en España para reducir anualmente dos puntos porcentuales la intensidad energética de España. Los primeros objetivos individuales establecidos a nivel de UE-28 en 2011 no alcanzaban el 20% marcado como objetivo a nivel comunitario, por lo que hubo que aumentar las ambiciones en reducciones de consumo de energía: esto se tradujo para España en aumentar a mediados de 2011 el objetivo de reducción hasta los 27,5 Mtoe de energía primaria, un 16,8% sobre el escenario tendencial. Más adelante, en el informe anual de progreso de 2013, España mejoraría aún más su objetivo para 2020, situándolo en una reducción de 41,2 Mtoe, un 25,3% con respecto al escenario PRIMES 2007. Pero aún habría otra ligera mejora de la previsión de este objetivo en el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020, presentado el 30 de abril de 2014, aumentando el ahorro a 43Mtoe, es decir un 26,4% respecto al escenario PRIMES 2007. Este último objetivo, de cumplirse, significaría que España ha llevado a cabo una reducción del consumo de energía primaria correspondiente al 11,68% del objetivo comunitario (Reducir 368 Mtoe respecto PRIMES 2007). Este cambio de criterio del gobierno español con respecto de los objetivos para 2020 tomados inicialmente se explica en gran medida por la importante disminución del consumo de energía primaria y final que ha desembocado la crisis económica a partir del 2008 (Ministerio de Industria Energía y Turismo 2014; Energy Efficiency Directive 2015; European Commission 2008; Capros et al. 2008).

La Figura 54 muestra las predicciones del escenario base del PRIMES 2007 para España del consumo de energía primaria hasta el año 2030, así como su comparación con los niveles de consumo de energía primaria que establece el estado español como objetivo para 2020 (119,8 Mtoe). En este gráfico se pueden observar los cerca de 43 Mtoe que separan los niveles esperados para 2020 por el escenario base con los objetivos propuestos de ahorro energético.

También es destacable como este escenario base publicado en 2007 no tiene en cuenta los efectos de una crisis económica, pues considera el crecimiento económico constante así como el consumo de energía primaria; así que no considera siquiera una reducción importante del consumo de energía primaria en España, tan solo una estabilización a partir de 2020 y una ligera reducción entre 2025 y 2030 de este indicador.

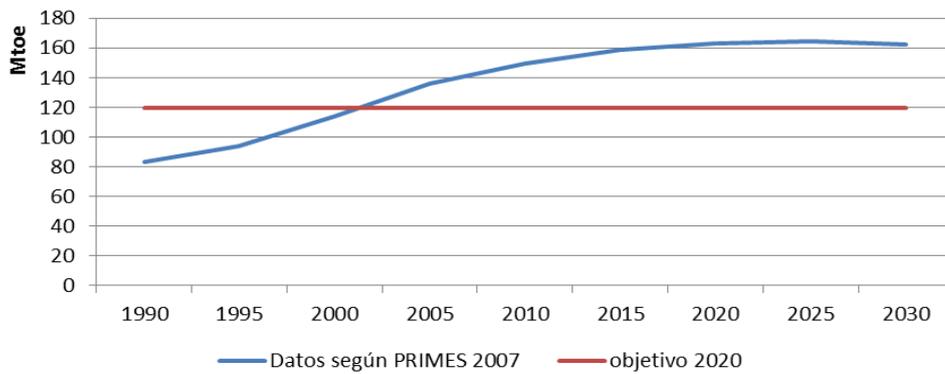


Figura 54 Consumo de energía primaria en España según PRIMES 2007 Elaboración Propia, (Capros et al. 2008)(Anexo C.2)

Por otro lado, en la Figura 55 se muestran los datos reales de consumo de energía primaria en España de 1990 a 2013, así como los niveles objetivo de 2020 y los valores de las proyecciones de los escenarios base del PRIMES 2007 para los años 2020 y 2030, siendo estos dos últimos valores muy parecidos en magnitud. Se pueden apreciar las diferencias en el comportamiento real entre los años 2005 y 2013 con el proyectado por el escenario base del PRIMES 2007 en el gráfico anterior, el cual no tiene en cuenta una posible reducción del consumo de energía producida a raíz de la crisis de 2008.

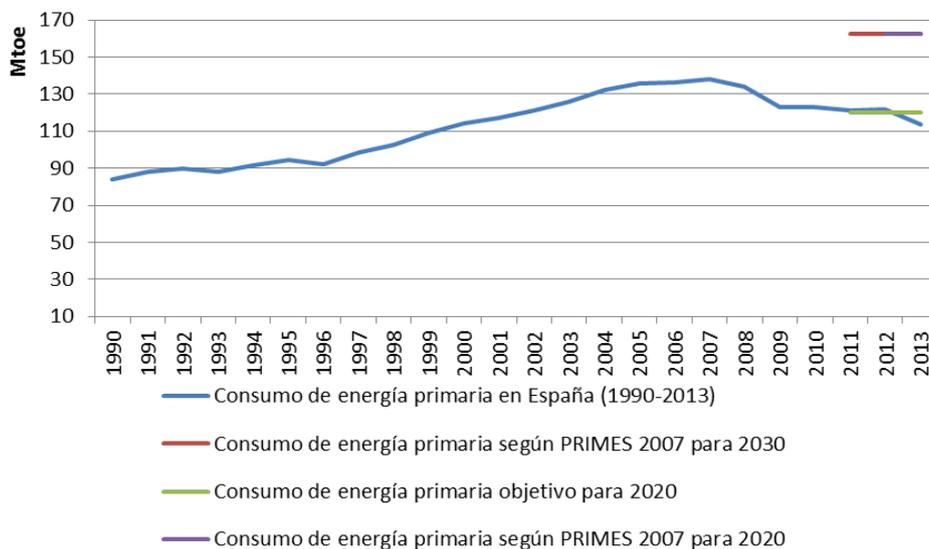


Figura 55 Consumo de energía primaria en España (1990-2013) Elaboración Propia, (Capros et al. 2008; Eurostat 2015e)(Anexo C.2)

Tras la crisis de 2008, el consumo de energía descendió un 8,13% en 2009 con respecto al año anterior, hasta una posición algo estable; en la que se mantuvo con ligeras reducciones hasta 2012. En el año 2013 se vuelve a producir una bajada importante del consumo de energía primaria, del 6,65% con respecto a 2012, llegando a niveles un 15,28% inferior a los presentes en España antes de estar en plena crisis económica, en 2008; la reducción es aún

más grande si se compara con el año 2007, donde se alcanzó el máximo histórico, respecto al cual se produce una caída de 17,85%. Esta gran reducción del consumo de energía primaria lleva a España a situarse en 2013 por debajo de la cifra objetivo indicativa fijada por España para contribuir a la eficiencia energética de la Unión Europea en 2020; por lo que bastaría tan solo con mantener el consumo de energía primaria a niveles actuales hasta entonces para cumplirlo, cosa que requeriría de la aplicación de medidas de mejora de la eficiencia energética si va a crecer la actividad económica e industrial del país, aunque exista cierto margen actualmente entre la cifra a alcanzar y la actual (MINETUR 2015a; Capros et al. 2008; Eurostat 2015e).

Esta última bajada producida en 2013 se puede explicar, según el informe anual de 2015 para el seguimiento de los objetivos nacionales de eficiencia energética para 2020 del ministerio de industria, con los datos macroeconómicos del país: estos nos muestran una caída continuada del PIB desde 2007, así como del tamaño económico de los sectores de industria y construcción, sufriendo este último una reducción de más del 40% con respecto al volumen que ocupaba en 2008; por otro lado también el consumo interno cae en 2013 un 2,5% debido al aumento de la tasa de paro y la reducción de la renta bruta disponible por hogar. La caída de 2013 es debida a la fuerte reducción del consumo de energía primaria de fuentes convencionales, ya que el carbón cae un 26,43% respecto 2012, seguido por el petróleo, el gas natural y la energía nuclear; que caen un 4,92%, un 8,72% y un 7,7% respectivamente. Por otro lado las energías renovables, excepto la biomasa, crecen de manera importante, creciendo un 9,76% la energía solar y eólica y un 79% la energía de origen hidráulico. Pese a verse reducidas las fuentes de energía convencionales, la Figura 56 muestra el peso de las diferentes fuentes de energía primaria en España, donde se puede observar como estos tipos de energías siguen siendo predominantes frente a las energías renovables(MINETUR 2015a).

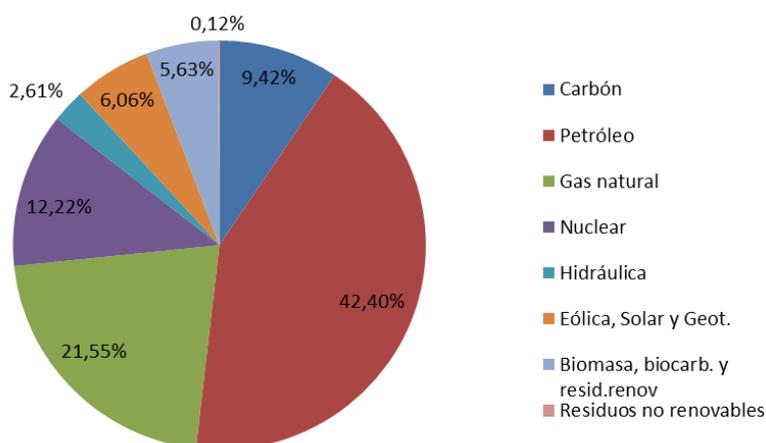


Figura 56 Energía primaria en España según fuente de energía (2013)* Elaboración Propia, (MINETUR 2015b)(Anexo C.2)

El objetivo de ahorro energético nacional no solo se establece para la energía primaria, pues también ha de traducirse este ahorro de manera equivalente en la magnitud de la energía final consumida. Así pues, a falta de una cifra concreta para 2030, en 2020 se establece una cifra objetivo de consumo de energía final máximo de 80,1 Mtoe. En la Figura 57 se muestra la trayectoria prevista por el escenario base de referencia, PRIMES 2007, y la cifra

* Incluye el consumo de energía primaria para usos no energéticos

objetivo para 2020, que representa un ahorro del 26,55% respecto el escenario de referencia. Como pasa con la gran mayoría de los indicadores energéticos que se estudian en el PRIMES 2007 se mantiene una tendencia continua de crecimiento que permite que las estadísticas de ahorro energético y eficiencia energética dadas por los países de la Unión Europea sean de la más alta magnitud posible(MINETUR 2015a; Energy Efficiency Directive 2015).

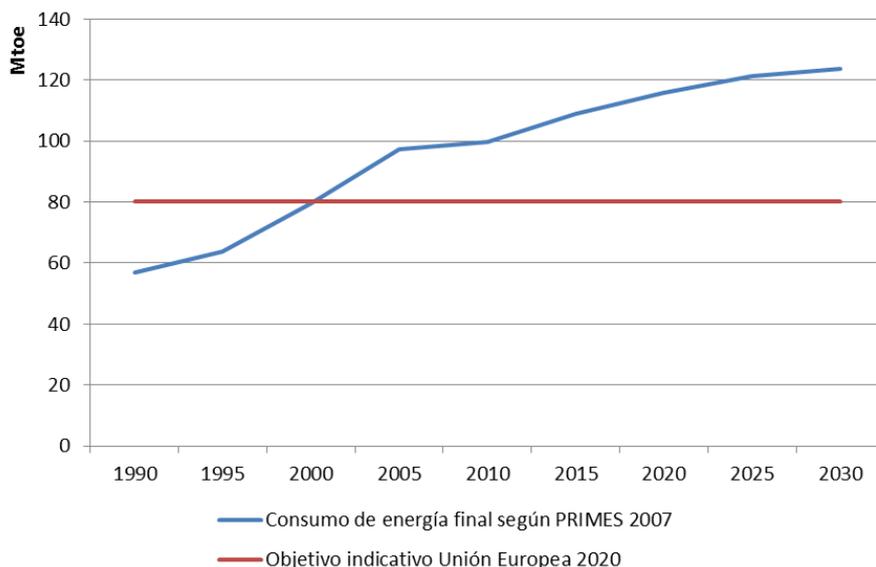


Figura 57 Consumo de energía final en España según PRIMES 2007 (1990-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008)(Anexo C.2)

En Figura 58 se muestra el consumo de energía final en España entre 1990 y 2013, así como los valores proyectados en el PRIMES 2007 para 2020 o 2030 o el objetivo indicativo para 2020; de esta manera comparar la situación actual del consumo de energía final con los valores objetivo o proyectados. Al igual que ocurría en el caso de la energía primaria, el consumo de energía final sufre un declive importante, aunque menos pronunciado que en el caso anterior, ya que padece una bajada en 2009 respecto a 2008 del 7,18% y en el otro año donde se produce un importante descenso del consumo de energía primaria respecto el año anterior, 2013, en el consumo de energía final tan solo se produce una bajada del 2,52%. Aún y así, el consumo de energía final en España actualmente, aunque no llega a situarse por debajo del objetivo de 2020, queda a tan solo 1 Mtoe de distancia, por lo que su situación no es mala, aunque no sea tan positiva como en el caso del consumo de energía primaria. Esta cifra de 2013, corresponde a una reducción del consumo de energía final de un 14,27% respecto a 2008 y de un 17,33 respecto a 2007, cuando los valores de consumo de energía llegaron máximos históricos(Eurostat 2015b)(Capros et al. 2008).

La caída del 2,52% acontecida en 2013 respecto a 2012 es debida, según el informe anual de 2015 de seguimiento de los avances hacia los objetivos nacionales de eficiencia energética para el 2020, a la reducción en un 1,8% del uso de productos petrolíferos, del 3,4% del consumo de energía y del 15,6% en el uso de energías renovables térmicas; mientras que el uso de gas natural sólo creció un 0,7%(MINETUR 2015a).

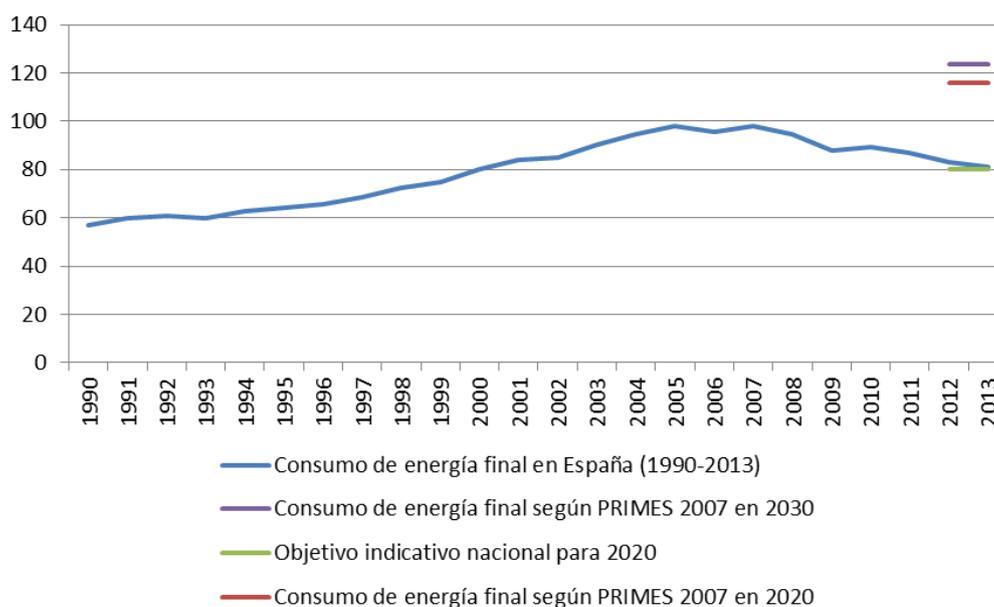


Figura 58 Consumo de energía final en España (1990-2013) Elaboración propia (Capros et al. 2008; Eurostat 2015b) (Anexo C.2)

El estado actual del consumo energético en España, excepto por muy poco el consumo de energía final, en los niveles actuales cumpliría los objetivos marcados para 2020. Aún y así, si se persigue el crecimiento económico, este puede acarrear un aumento del consumo energético y dejar en peor situación a este indicador nacional para el cumplimiento de los objetivos, tanto para 2020 como para 2030, pues aún están lejos en el tiempo.

4.3.2 Escenarios futuros sin políticas adicionales (Emisiones, consumo de energía, eficiencia energética, presencia de renovables)

El escenario de políticas futuras más reciente realizado a nivel de Unión Europea es el PRIMES 2013 (“EU Reference scenario 2013”), que consiste en una actualización de escenarios anteriores como el PRIMES 2007 o el PRIMES 2009. En esta actualización se tienen en cuenta los datos disponibles hasta 2010, tanto datos relacionados con la energía o emisiones de gases de efecto invernadero como datos de indicadores sociales o económicos. También se tiene en cuenta, en este escenario, las políticas adoptadas hasta primavera de 2012 y los objetivos vinculantes en materia energética de la Unión Europea para 2020, consistentes en reducir las emisiones de gases de efecto y aumentar el uso de energías renovables. El tomar como referencia datos más actuales permite corregir algunas tendencias que presentaban escenarios anteriores: como el inesperado rápido crecimiento de la generación de energía solar fotovoltaica en Europa, la sobrevalorización de las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono o de las instalaciones de generación de energía eólica en el mar y el futuro de la energía nuclear, que después del accidente de Fukushima presenta un futuro más incierto del que se suponía anteriormente (Capros et al. 2013).

4.3.2.1 Emisiones de gases de efecto invernadero

En relación con el futuro de las emisiones de efecto invernadero en España y su aportación a los objetivos de Europa de 2020 y 2030, el nivel de emisiones totales del conjunto del estado español ha de ser de un 10% menor a los niveles de 2005 para 2020 y, aunque no hay una cifra

definitiva, la Oficina Española de Cambio Climático ha situado el objetivo para 2030 en una reducción de las emisiones del 28% respecto a los niveles de emisiones de 2005.(País 2015)

En la Figura 59 se muestra la evolución entre el año 2000 y el año 2030 según el PRIMES 2013 de las emisiones totales de gases de efecto invernadero para España. La tendencia de las emisiones según el PRIMES 2013 a partir de 2010, es a tener ligeros periodos de subidas compensado posteriormente por periodos de ligeras bajadas, de esta manera conseguir un nivel de emisiones relativamente estable y con cierta constancia en la magnitud, a pesar de contar en el escenario de referencia con un crecimiento poblacional y económico constante. De esta manera el objetivo de 2020 de reducción de emisiones de efecto invernadero se cumpliría holgadamente, con una reducción de emisiones del 20,5% respecto los niveles de 2005; a su vez, a partir de 2020 la perspectiva de las medidas actuales no es tan positiva, pues el indicador se estanca e incluso empeora llegando a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en España en 2030 de un 19,44%(Capros et al. 2013).

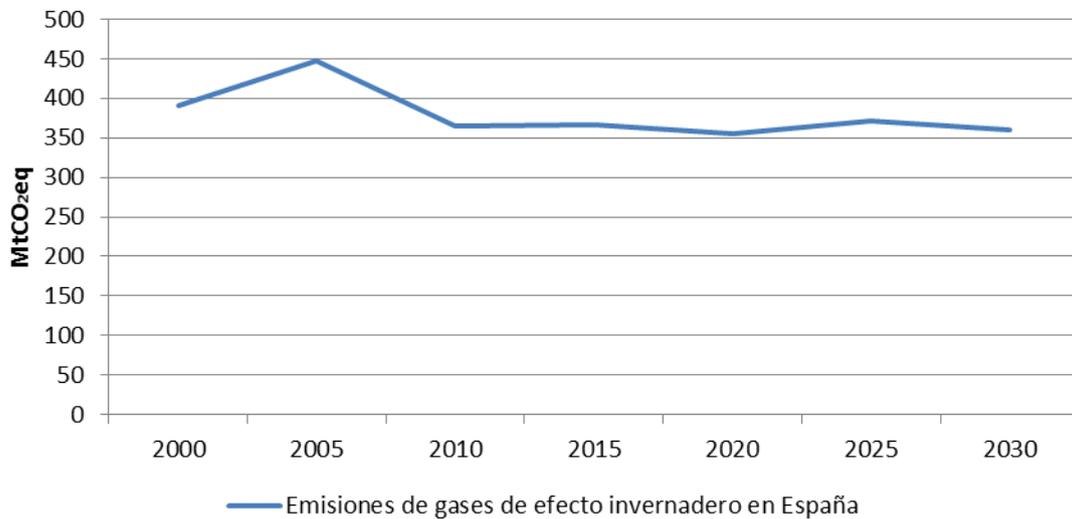


Figura 59 Emisiones de gases de efecto invernadero en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)

Dentro de las emisiones totales, se distinguen dos grupos en el escenario de referencia del PRIMES 2013, las emisiones de gas CO₂ y las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes al CO₂. El estudio del PRIMES 2013 engloba los principales gases de efecto invernadero diferentes del CO₂ en un solo grupo, y el CO₂ lo divide en aquel consecuencia del consumo de energía y aquel que no. En la Figura 60 aparece la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España entre 2000 y 2030 según si es CO₂ o no. La distribución de las emisiones sigue un patrón muy regular, sufriendo cambios mínimos el porcentaje que representa cada grupo de gases y manteniendo en todo momento el CO₂ su presencia predominante por encima del 80% del total de las emisiones de España de gases de efecto invernadero(Capros et al. 2013).

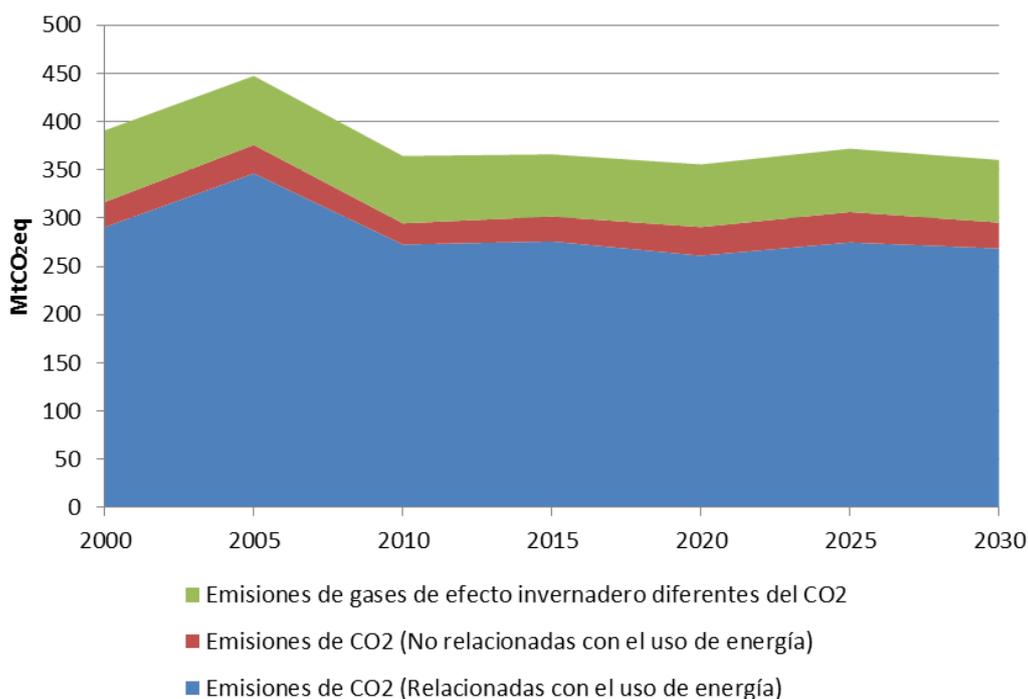


Figura 60 Emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de gas (2000-2030, PRIMES 2013) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)

En la Tabla 15 se puede observar con precisión la distribución que ocupa del CO₂ en las emisiones de gases de efecto invernadero de España según el escenario de referencia del PRIMES 2013.

Tabla 15 Porcentaje de las emisiones de gases de efecto invernadero en España por tipo de gas Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)

Gas/Año	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Emisiones de CO₂ (Relacionadas con el uso de energía)	74,35%	77,41%	74,84%	75,37%	73,43%	73,88%	74,56%
Emisiones de CO₂ (No relacionadas con el uso de energía)	6,68%	6,59%	6,01%	7,05%	8,32%	8,49%	7,44%
Emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO₂	18,98%	16,00%	19,15%	17,59%	18,25%	17,63%	18,01%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

También se especifican en el PRIMES 2013 las emisiones de CO₂ relacionadas con el consumo de energía, que representan cerca del 75% de las emisiones de España, por sector o actividad económica que los produce. Así en la Tabla 16 se muestran en MtCO₂ la evolución en el escenario de referencia del PRIMES 2013 de las emisiones de CO₂ relacionadas con usos energéticos, en la cual destaca la continuidad de las tendencias desde 2015 hasta 2030, sin grandes cambios en la cantidad de emisiones o en la situación de ninguno de los sectores. Aquellos sectores que más destacan como los máximos responsables de las emisiones de CO₂ en España, en el escenario futuro del PRIMES 2013, son la generación de energía y calor, el sector industrial y sobretodo el transporte; sector que se posiciona como el máximo generador de emisiones tras la crisis económica. Entre los sectores con una menor aportación de emisiones de CO₂ se encuentran el sector residencial, las actividades relacionadas con la

energía y la electricidad (como el transporte de electricidad, la obtención de vapor o en refinerías) y el sector terciario; el cual ocupa la posición del sector de la actividad económica con la menor magnitud de emisiones de CO₂ a partir de la crisis económica de 2008 según el escenario de referencia del PRIMES de 2013.

Tabla 16 Emisiones de CO₂ Relacionadas con el uso de energía (MtCO₂eq) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)

Sector/Año	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Generación de energía y calor	98,8	117,7	70,6	75,8	69,2	78,6	68,3
Actividades relacionadas con la energía y la electricidad	13,4	13,5	16,3	14,1	13,7	14	13,6
Industrial	50,3	59,2	43,5	45,4	47	48,6	48,7
Residencial	17	20,8	19,9	19,1	17,3	17,7	17,9
Terciario	13,2	16,4	14,1	13,2	11,8	11	9,4
Transporte	97,9	118,7	108,4	108,4	102,2	105,1	110,9
Total	290,7	346,4	272,8	276	261,2	274,9	268,7

Las conclusiones que podemos extraer a partir del estudio del nivel de emisiones de España para 2030 según el escenario de referencia del PRIMES 2013, es que las medidas tomadas hasta mediados de 2012 en política climática y energética en España, si son aplicadas correctamente pueden permitir estabilizar el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero durante los años comprendidos entre 2015 y 2030, incluso teniendo en cuenta un ligero crecimiento económico y poblacional. Esta estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero en España puede servir para cumplir por amplio margen los objetivos de reducción de emisiones para 2020 a nivel nacional, pero no bastarían para mejorar la situación de cara a los objetivos climáticos de 2030.

Datos socioeconómicos del escenario de referencia de PRIMES 2013

Para realizar los escenarios de referencia PRIMES en materia de política energética y climática a nivel europeo, aparte de análisis de políticas aplicadas y comentarios de expertos, han de disponer también de escenarios de datos socioeconómicos para tener en cuenta su influencia sobre la situación energética futura. En el caso de PRIMES 2013, se tienen en cuenta los datos proporcionados por el escenario GEM-E3 (Modelo Equilibrado General-Energía, Economía y medio ambiente), escenario realizado por diferentes instituciones de Europa (universidades o institutos dependientes de la comisión europea) acerca de la relación entre los sistemas económicos, energéticos y de emisiones de gases de efecto invernadero, con versiones disponibles tanto a nivel europeo (base de datos de referencia: EUROSTAT) como a nivel mundial (Capros et al. 2013).

La Figura 61 muestra la población para España para el escenario de referencia PRIMES 2013 entre 2000 y 2030 en intervalos de 10 años, tal y como se presenta en el documento del PRIMES. Se espera un crecimiento constante, aunque poco acelerado, a partir de 2010, de 2 millones de habitantes por década, hasta 2030; este crecimiento es más optimista que otros, como el estimado por las naciones unidas que espera una población para España en 2030 de 48,23 millones de habitantes (United Nations Population Division 2013).

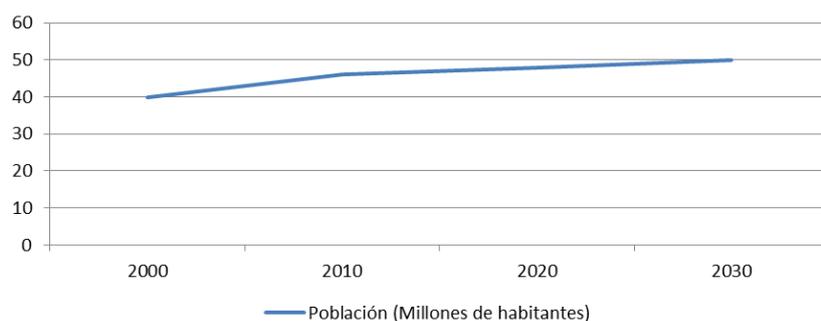


Figura 61 Población en España según PRIMES 2013 (2000 - 2030, Millones de habitantes) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.3)

En la Figura 62 se muestra el producto interior bruto de España para el escenario de referencia del PRIMES 2013 entre los años 2000 y 2030, a intervalos de 10 años. Este indicador también sigue una tendencia de crecimiento constante, sobre todo a partir de 2020, década en el que se daría una aceleración económica importante según el PRIMES 2013. Teniendo en cuenta que el PIB de España ha comenzado la década de 2010-2020 decreciendo, aunque sea poco, requerirá un crecimiento importante en la segunda mitad de esta década para alcanzar un nivel cercano al esperado por el PRIMES 2013 en 2020, por lo que también podría existir cierto optimismo en este indicador, ya que se estima un crecimiento de un 1,6% anual entre 2010 y 2020 algo que al principio de esta misma década ha estado lejos de cumplirse(MAGRAMA 2014; Capros et al. 2013).

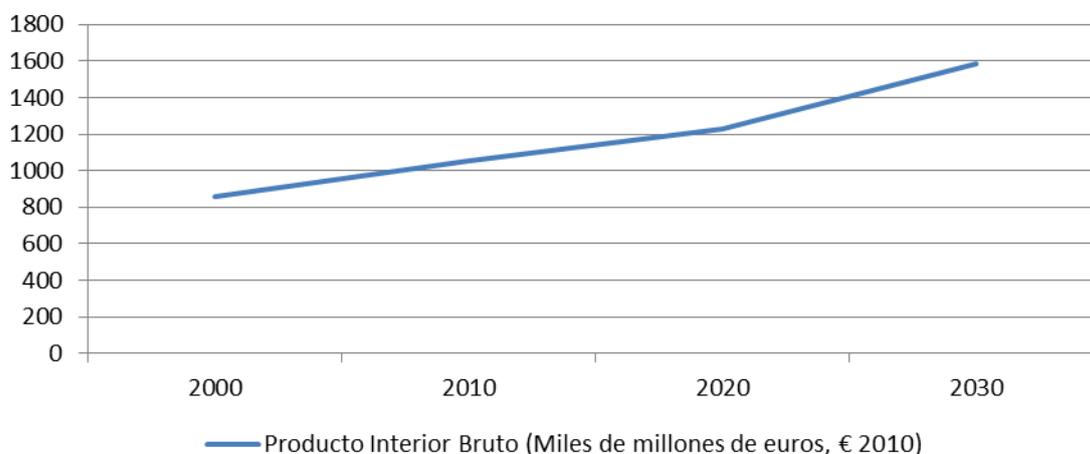


Figura 62 Producto Interior Bruto de España según PRIMES 2013 (Miles de millones de euros, € 2010) Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.1)

4.3.2.2 Energías renovables

La contribución de las energías renovables a los objetivos de la Unión Europea se miden a través del indicador del consumo de energía final bruta, definido en la comisión europea de 2009 (European Commission 2009), pero este indicador es realizado por la necesidad de englobar todos los indicadores y procesos, muy diferentes en muchas ocasiones, en los cuales las energías renovables contribuyen.

El caso de España, su contribución a los objetivos de consumo de energía final bruta de la Unión Europea queda establecida en un objetivo vinculante para 2020 del 20% de la energía final bruta consumida sea procedente de fuentes de energía renovable.(European Commission 2008)

En el caso de 2030, aunque existe el compromiso de establecer un objetivo indicativo nacional, el objetivo todavía no ha sido establecido oficialmente. Aún y así, desde el proyecto “Towards 2030”^{*} relacionado con la Unión Europea, se han propuesto objetivos nacionales de cuotas de consumos de energía final bruta proveniente de energías renovables para 2030 , basándose en las proyecciones del PRIMES. **Este proyecto, define un objetivo nacional para España del 27% del consumo energía final bruta para 2030 provenientes de fuentes renovables de energía**(Held et al. 2015).

El escenario de referencia del PRIMES 2013 se tiene en cuenta el indicador referencia de la Unión Europea para los objetivos de energías renovables y se realizan predicciones de la cuota de energías renovables en el consumo de energía final bruta en España entre los años 2000 y 2030 para España según el PRIMES 2013. En la trayectoria de este indicador, se muestra un crecimiento entre 2015 y 2020, que permitirá en este último año cumplir el objetivo vinculante de España. En la década posterior, entre 2020 y 2025 la presencia de renovables en el indicador se estancará debido a la falta de nuevas medidas y políticas, y no es hasta el periodo entre 2025 y 2030 cuando, según la comisión europea (European Commission 2014a), comenzará una tendencia positiva debido a que los avances tecnológicos permitirán reducir el precio significativamente de la producción y uso de energía a partir de recursos renovables. Incluso con una mejora del indicador entre 2025 y 2030 este seguiría sin alcanzar una cuota de renovables lo suficientemente alta para cumplir con el objetivo propuesto, no definitivo, del 28%; siendo el nivel alcanzado en 2030, según el escenario PRIMES 2013, para la cuota de energías renovables en el consumo de energía final bruta de un 23,7%(Capros et al. 2013).

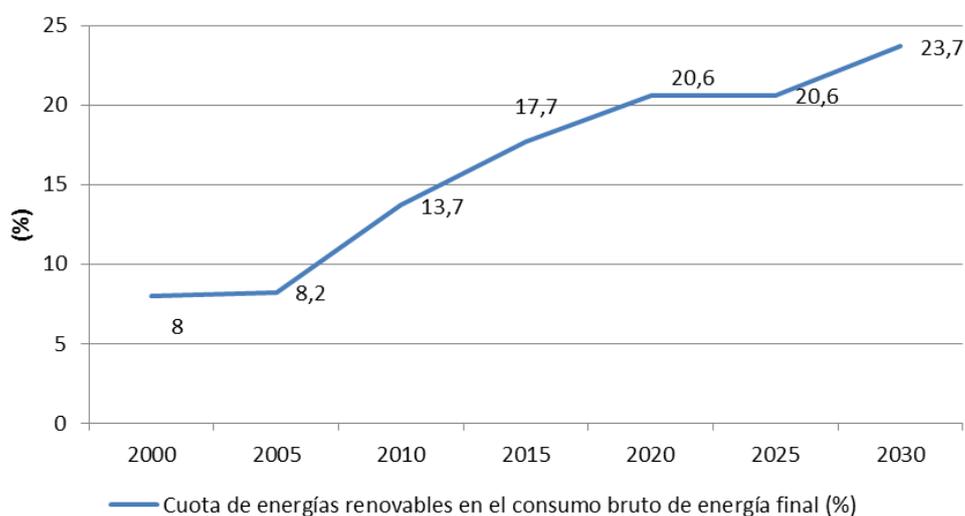


Figura 63 Cuota de energías renovables en el consumo bruto de energía final según PRIMES 2013 (%)Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.2)

Donde las energías renovables toman, según el PRIMES 2013, mayor protagonismo es en la generación de electricidad, a pesar de que en el escenario de referencia no se muestra la aportación de la electricidad al indicador del consumo de energía final bruta. En la Tabla 17 se muestra la composición del mix eléctrico español entre 2000 y 2030, mostrando el porcentaje

^{*} Towards 2030: Proyecto cofundado por el programa de energía inteligente de la UE en el que colaboran diversas universidades, institutos y consultorías de Europa

que ocupa cada fuente de electricidad en la generación bruta de electricidad de España, según el PRIMES 2013. En el futuro proyectado por el escenario de referencia del PRIMES 2013, generalmente la electricidad proveniente de fuentes de energía renovables tiende a ocupar un mayor espacio en detrimento de las fuentes de energía convencionales, sobre todo a partir de 2010. Las energías que mayor peso pierden en el mix energético son el carbón, la energía nuclear y el petróleo; en este último caso, su aportación a la generación de electricidad esperada para 2030 es casi residual. El gas como fuente de energía para la generación de electricidad, es la única fuente de energía cuya presencia en el mix eléctrico crece de manera importante, aunque en la última década, entre 2020 y 2030, acaba frenándose su crecimiento. Por otro lado, en el caso de la generación de electricidad a partir de energías renovables, son la tecnología solar y la eólica las protagonistas de el gran crecimiento; llegando a duplicarse la presencia en el mix eléctrico la generación a partir de energía solar entre 2015 y 2030, y la eólica crecer más de un 30% es ese mismo periodo. En referencia a la generación de energía hidráulica, se mantiene como una pieza importante entre la generación de electricidad a partir de fuentes renovables, pero el cierre de centrales obsoletas y la baja certeza a que se realicen una cantidad importante de nuevos proyectos e inversiones provoca el estancamiento de esta tecnología (Capros et al. 2013).

Tabla 17 Generación de electricidad bruta por fuente de energía en España (%)
Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.2)

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Energía Nuclear (%)	27,99	19,91	20,67	19,13	18,54	16,96	16,10
Carbón (%)	35,59	29,09	08,50	11,11	10,63	10,73	09,48
Petróleo (%)	10,16	08,45	05,52	05,06	02,35	01,62	00,61
Gas (%)	09,87	27,94	32,55	27,50	27,43	31,63	25,59
Biomasa y residuos (%)	00,94	01,07	01,56	03,30	04,39	03,30	02,89
Hidráulica (%)	13,31	06,19	14,10	10,04	10,13	09,98	10,03
Eólica (%)	02,13	07,33	14,73	18,53	18,09	17,11	25,27
Solar (%)	00,01	00,01	02,14	05,30	08,42	08,66	10,01
Geotérmica y otras tecnologías (%)	00,00	00,00	00,23	00,02	00,02	00,02	00,02
Total Renovables (%)	16,39	14,60	32,75	37,19	41,05	39,07	48,23

En el escenario de referencia del PRIMES 2013 si aparece el estudio sobre la contribución de las renovables en el consumo de energía final bruta del sector transporte en España entre el año 2000 y 2030, como se muestra en la Figura 64. Aunque en este caso, en el estado Español, el peso del transporte sobre las renovables no es tan importante como la electricidad es uno de los principales sectores donde las tecnologías renovables están presentes y tienen posibilidades de contribuir ampliamente.

En la evolución marcada por el escenario de referencia, se muestra como las renovables llegarán al objetivo Europeo para 2020 de llegar al 10% de cuota de renovables en la energía final bruta del sector transporte, a pesar de lograrlo con un margen justo. Aunque el avance de este indicador se ve frenado sin medidas adicionales en la década entre 2020 y 2030, logrando en una década un avance tan solo de 1,5 puntos porcentuales. Hay que tener en cuenta que las consideraciones para tener en cuenta algunos biocombustibles como fuentes de energía renovables se hicieron más estrictas a partir de 2011, cosa que redujo la cuota de renovables

en el transporte en España un 92% en 2011 respecto su valor de 2010. Teniendo en cuenta que esta drástica reducción, el futuro del uso de energía renovable en el transporte en España podría ser aún más pesimista que el escenario de referencia del PRIMES 2013.

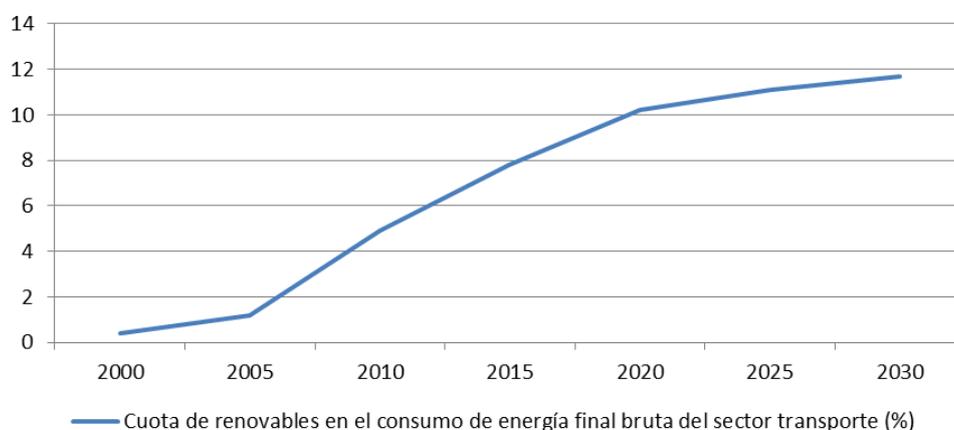


Figura 64 Cuota de renovables en el consumo de energía final bruta del sector transporte en España según PRIMES 2013(%)Elaboración propia, (Capros et al. 2013)(Anexo C.2)

4.3.2.3 Eficiencia energética

El objetivo de mejora de la eficiencia energética para 2030, al tratarse de tan solo un objetivo indicativo, tanto a nivel comunitario como a nivel nacional, existe mayor flexibilidad en los estados a la hora de establecer un valor de referencia. Además aún está pendiente de ser revisado el nivel de ambición comunitario, dependiendo de las reuniones y los avances realizados hasta el año 2020; pudiendo aumentar hasta un 30% el objetivo de ahorro comunitario(European Council 2014).

En la Figura 65 se muestra el consumo de energía primaria en España entre 2000 y 2030 según el escenario de referencia del PRIMES 2013, además de los valores del PRIMES 2007 para 2030 o el objetivo nacional para 2020. La fecha en la que se realizó el escenario de referencia del PRIMES 2013 aún no habían sido actualizados los objetivos de ahorro energéticos nacionales, ni se tenían datos de la gran bajada del consumo de energía primaria de España de 2013 respecto 2012, lo que unido a las previsiones de crecimiento poblacional y económico constante del escenario de referencia hacen que el crecimiento del consumo de energía primaria entre 2010 y 2020 pueda estar calculado al alza. A pesar de esta imprecisión derivada de los acontecimientos recientes, se puede extraer de la evolución de este indicador una tendencia a crecer del consumo de energía primaria en España entre 2020 y 2030: teniendo en cuenta que los valores de consumo de energía primaria para España de 2020 y 2030 del escenario base del PRIMES 2007 tienen valores muy similares, será necesario establecer medidas que permitan frenar este crecimiento y provocar una reducción del consumo si se quieren establecer objetivos más ambiciosos que los de 2020(Capros et al. 2013; Capros et al. 2008).

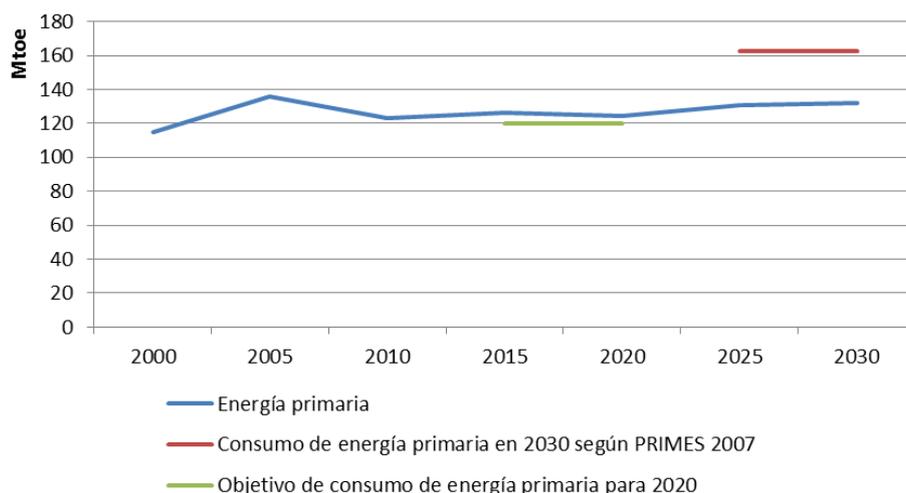


Figura 65 Consumo de energía primaria en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2013)(Anexo C.2)

En el caso de la eficiencia energética, aparte de la energía primaria, los objetivos se han de cumplir a través de otro indicadores; la energía final consumida. En la Figura 66 se muestra la evolución entre los años 2000 y 2030 del consumo de energía final en España según el escenario de referencia del PRIMES 2013, que muestra una trayectoria parecida al indicador de la energía primaria, aunque esté más alejada del objetivo de 2020; en este caso se estima al alza, como en el caso de la energía primaria. La tendencia a crecer del consumo a partir de 2020 hace pensar que serán necesarias medidas adicionales para cumplir con objetivos más ambiciosos.

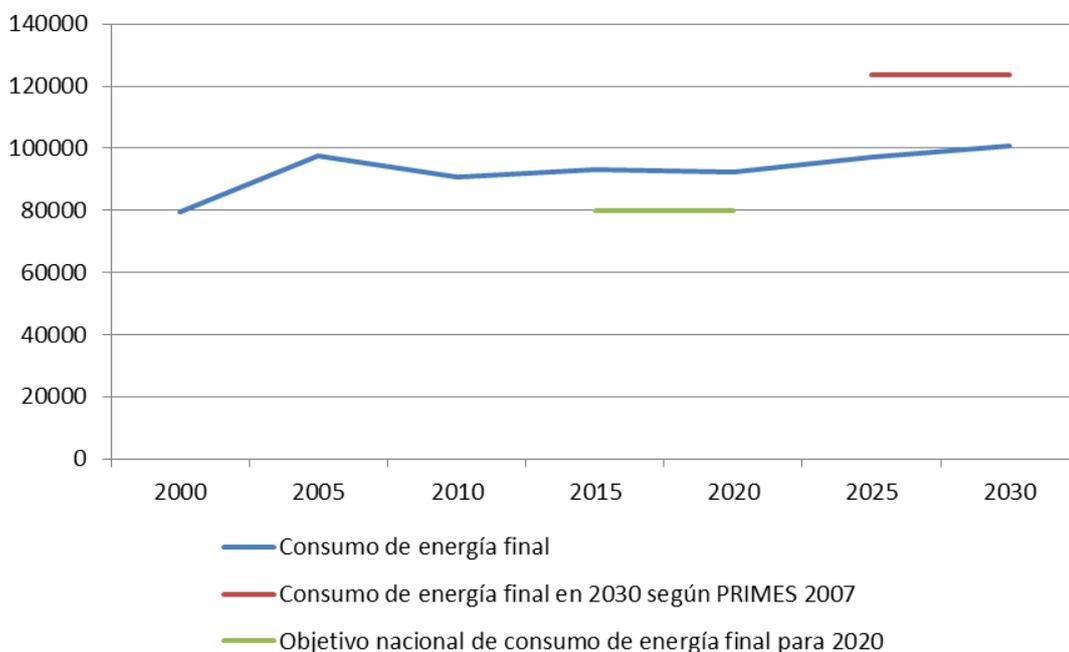


Figura 66 Consumo de energía final en España según PRIMES 2013 (2000-2030) Elaboración propia, (Capros et al. 2008; Capros et al. 2013)(Anexo C.2)

4.3.3 Aplicación de los tres criterios de la Unión Europea para 2030 al Estado Español

Emisiones de gases de efecto invernadero

Como se ha mencionado anteriormente en el apartado 4.3.2.1, el objetivo de reducción de emisiones para España en el año 2030, en el marco de los objetivos comunitarios de la Unión Europea para ese mismo año, será con gran seguridad como mínimo de un 28% respecto los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero de 2005.

En primer lugar, cabe tener en cuenta que 2005 fue el año, ligeramente por debajo de 2007, en el que España presentó una mayor emisión de gases de efecto invernadero, con cerca de 431,4 MtCO₂eq; un 28% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a esta cifra representaría que el nivel máximo de emisiones para España en 2030 sería de 310,6 MtCO₂eq. Esta reducción objetivo de 2030 todavía supondría estar a un nivel de emisiones superior al de 1990, concretamente un 9,46% superior al año 1990 y un 7,19% al año base del protocolo de Kioto, que tiene una cantidad de emisiones diferente a las estimadas para el año 1990. Este objetivo representa para España el no haber reducido sus emisiones respecto el año 1990 para 2030, aunque los objetivos cumplidos sean asignados siguiendo los acuerdos de justicia y distribución (Effort Sharing Decisión) de la comisión europea (European Council 2014; MAGRAMA 2014).

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que la gran reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2008, sobretodo en 2008 y 2009, cuando, según el documento resumen del inventario nacional de emisiones a la atmosfera 1990-2012 de Mayo de 2014, la reducción de emisiones se debió principalmente a dos factores: a la caída del carbón como combustible para la generación de energía eléctrica en favor de las energías renovables y a la recesión económica, aunque no se especifica cuál de ellos es el mayor responsable de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (o EEA), a nivel comunitario existe una relación entre el PIB y las emisiones de gases de efecto invernadero, y esta relación parece ser más acentuada cuando existe un decrecimiento económico: si consideramos el caso de España, con una de las recesiones económicas más importantes de la Unión Europea a partir de 2008, en la cual los sectores más afectados fueron sectores de gran consumo energético y de recursos como el sector de la construcción y el sector industrial, se podría deducir que la recesión ha sido de gran importancia para la reducción de emisiones. Si no se realizan mejoras en el peso de las energías renovables en el mix energético, o de eficiencia energética para reducir el consumo de energía es difícilmente compatible el crecimiento económico con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, según la propia EEA (EEA 2012).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que uno de los principales mecanismos para el cumplimiento de los objetivos de reducción y de reparto de cuotas de emisión de gases de efecto invernadero, el ETS. Este funciona como un mercado de bonos en el cual empresas y países pueden comprar derechos de emisión a países que cumplan con los objetivos para así adecuar teóricamente sus emisiones a los requisitos exigidos por los objetivos nacionales. Según la IEA, un avance de la eficiencia energética y del uso de las renovables en la Unión Europea puede llevar a que los precios de los bonos de emisiones del ETS sean muy bajos y

que a ciertos países les sea más conveniente adquirir estos bonos que aplicar medidas reales para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero(European Commission 2014b).

España, si no reduce sus emisiones al nivel objetivo de la Unión Europea, puede volver a tener que comprar derechos de emisiones como ya se hizo anteriormente, entre 2008 y 2012 España gastó más de 800 millones de euros en comprar derechos de emisiones a países que si cumplían con el protocolo de Kioto: dinero que de otra manera, podría ser invertido en políticas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero o de mejora de la eficiencia energética para obtener resultados reales y prácticos y no sólo cumplir los objetivos sobre el papel con la compra de derechos de emisión(País 2014).

Otro suceso a tener en cuenta es la deslocalización de algunas industrias de por la legislación ambiental más exigente, de manera que parte de las reducciones de emisiones de Europa se estarían no dejando de producir sino trasladándose a otros lugares del mundo con legislaciones ambientales menos restrictivas. Estos países, como ha sido el caso de China en los últimos años, suelen tener una intensidad energética muy baja y depender mucho del uso del carbón, además de que al estar más alejados del punto final de consumo durante el transporte también generan más emisiones que si se encontrasen localizados en los países de consumo final; por ello el AR5 del IPCC advierte que la reducción de las emisiones en regiones ricas como Europa, conlleva, con la deslocalización de algunos procesos, al final un aumento de emisiones mayor en otros países del nivel de emisiones que correspondía dicho proceso en el país original. El estado Español tiene un mecanismo de compensación para industrias de determinados sectores y subsectores expuestos a un riesgo de deslocalización por estar en dificultades para competir en el mercado global, donde raramente se dan restricciones de emisiones que afectan al coste de su actividad; el Real Decreto 1055/2014 regula las subvenciones para 2014 y 2015 y la lista europea de sectores en riesgo de sufrir una **fuga de carbono** se encuentra publicada en la decisión de la comisión europea del 27 de octubre de 2014 (2014/746/UE).

Energías renovables

Las energías renovables, otro de los pilares de los objetivos europeos para la mitigación del cambio climático de 2030, pues la propia comisión europea considera esencial su implementación para el cumplimiento de las reducciones de gases de efecto invernadero, cuentan como un objetivo indicativo de cara a 2030 a nivel nacional pese a ser un objetivo vinculante a nivel comunitario. De esta manera, los diferentes países tienen libertad para establecer la composición de su mix energético, aunque la comisión admita el papel fundamental de las energías renovables para posibilitar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello el ETS ha de ser reformado y se ha de prever el impacto del avance de los objetivos sobre el precio de los bonos de emisiones para que no se de esta situación(European Commission 2014a).

La IEA, como se menciona en los textos de la comisión europea, hace consideraciones sobre el futuro de las tecnologías renovables en la Unión Europea y algunos de sus países a corto y medio plazo. Para España, menciona como el precio medio de la electricidad en 2011 y 2012, sobre los 47€/MWh y los 50€/MWh respectivamente, está muy por debajo del coste de la electricidad producida por proyectos de instalación de generación de energía eólica, cuyo

coste medio de la electricidad para ser rentables estaría sobre los 80€/MWh, lo que hace muy poco atractivas nuevas instalaciones de energía eólica para los inversores. En referencia a la energía solar, según la IEA, algunos proyectos de energía solar fotovoltaica para el **autoconsumo** pueden ser atractivos unos cuantos años más teniendo en cuenta una crecida del precio de la comercialización de la electricidad, pero esto dependerá de la adopción de medidas para garantizar el **balance neto** o medidas de compensación. La IEA concluye que la financiación de estos proyectos será el mayor reto para el desarrollo de las energías renovables en los próximos años a partir de 2012(European Commission 2014a).

Ahora bien, si ya los pronósticos sobre las renovables a corto y medio plazo en España realizados por la IEA no son muy optimistas, las políticas del gobierno de España en materia de apoyo a la producción de energía renovable y autoconsumo energético dejan aún más incertidumbre en la posibilidad de mejorar los indicadores de cara a los objetivos de 2030:

-En los Boletines Oficiales del Estado, sobre todo en los BOE del 6 de Junio y del 16 Junio de 2014, se habla del elevado coste de las primas e incentivos a la generación de electricidad mediante fuentes de energía renovable, **cogeneración** de alta eficiencia y residuos, que alcanzaron en 2013 una cifra anual de cerca de 9000 millones de euros (9192 millones según la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia). Es por esto que en el boletín nacional del estado anteriores se propone un nuevo sistema para distribuir las ayudas a las instalaciones de producción de electricidad mediante fuentes de energía renovable, cogeneración y residuos, que se centre más en criterios de eficacia y eficiencia en la producción de electricidad que en el volumen de electricidad producida. Este nuevo sistema ha generado críticas desde la asociación de productores de energías renovables (APPA), ya que muchas instalaciones e inversiones contaban con la continuidad del sistema de ayudas anterior, y la cantidad de incentivos se ha visto reducida a los 6552 millones en 2014, según la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia; de los cuales más de 1000 millones de ese sistema de ayudas serán dedicados a centrales de cogeneración de alta eficiencia, menos contaminante que las tecnologías fósiles convencionales pero no se trata de una tecnología renovable (Comision Nacional de los Mercados y la Competencia 2015).

-En referencia al **autoconsumo** de energía en España, en Junio de 2015 se dio a conocer el borrador del que será el real decreto mediante el cual se regulará esta práctica en España. En este se explican los posibles futuros gravámenes de las prácticas de autoconsumo energético conectadas a la red de distribución eléctrica para sufragar los costes del transporte y la distribución de la energía así como el mantenimiento de esa red, también se da a entender que las actividades de autoconsumo podrían requerir, en la mayoría de los casos, de una previa solicitud a la entidad encargada del suministro habitual. Todavía no se conoce fecha para la publicación y posterior aplicación de la versión definitiva del nuevo reglamento.

De esta manera, los dos elementos en la producción de energía de origen renovable sobre los cuales la IEA veía más posibilidades de mejora de cara a la situación del uso de las renovables y el avance de los objetivos comunitarios quedan en una situación poco favorable.

Esta deriva política podría explicarse también a través de los datos de Red Eléctrica de España sobre la demanda de electricidad en España y la **potencia instalada**. La potencia instalada de generación de electricidad en España ha crecido continuamente hasta 2013, mientras que la demanda de electricidad detuvo su crecimiento continuo a raíz de la crisis, llegando a incluso a descender de manera importante algunos años; esto es debido a que antes de la crisis el aumento del consumo era constante y se aprovechaba para aumentar la potencia instalada, tendencia que ha cambiado a partir de la crisis dejando en evidencia el aumento de la potencia instalada.. Este crecimiento ha sido protagonizado por las energías renovables, eólica y solar mayormente, y por las centrales de **ciclo combinado**, que ocupan en 2013 un porcentaje del 47,05% y un 25,17% respectivamente del total de la potencia instalada a nivel nacional. Mientras que en 2013, el peso las tecnologías nombradas anteriormente en la cobertura de la demanda de energía anual fue de un 41,5% para las energías renovables y un 10,5% para las centrales de ciclo combinado: esto significa que hay más centrales de ciclo combinado de las necesarias y estas trabajan a un ritmo de producción muy bajo. Para ejemplificar la diferencia entre la potencia instalada y la demanda energética se puede comparar la primera con la hora de máximo consumo eléctrico peninsular de 2013, con un valor de demanda eléctrica de 39.963 MW equivalente al 39% de la potencia total peninsular instalada(REE 2015; Ree 2015)(REE 2015).

Otro punto clave en el avance de las tecnologías renovables en la energía es la diversidad de tecnologías; en un mix energético donde solo hay un tipo de energía renovable, eólica por ejemplo, los días sin disponibilidad de ese recurso, el viento en este caso como sucede en muchos días de los meses centrales del año, haría falta un sistema de respaldo sobredimensionado con un funcionamiento irregular que lo haría poco eficiente económicamente. Aunque en este sentido este factor no es tan importante para los objetivos de 2030, pues muchas tecnologías aun no tienen un coste de implementación suficientemente bajo, sí que será necesario tenerlo en cuenta para los objetivos de más allá de 2030, así que tampoco ha de ser un factor del todo excluido de la planificación de los objetivos de 2030(ITT-GREENPEACE 2006).

En el sector transporte, otra pieza importante del consumo de energía donde se puede introducir tecnologías renovables, no está avanzando a un ritmo parecido al sector de electricidad; más teniendo en cuenta las restricciones de 2010 a ciertos tipos de biocombustibles al pasar a no ser considerados como combustibles renovables. A todo esto, España se encuentra en 2012 con sólo un 0,42% del consumo bruto de energía final del sector transporte proveniente de energías consideradas renovables; de esta manera España se encuentra muy lejos del objetivo vinculante del 10% para el año 2020. Los biocombustibles ocupan la mayor parte de las renovables en el transporte, teniendo las tecnologías de transporte eléctricas una presencia residual. En Julio de 2015 se ha presentado desde el Ministerio de Industria, Energía y Turismo una estrategia de impulso del vehículo con energías alternativas para intentar mejorar la situación de las tecnologías renovables en el sector transporte de España.

Eficiencia energética

El caso de la eficiencia energética de cara a 2030 no esta tan definido aún como los objetivos de energías renovables o de reducción de gases de efecto invernadero, pues sólo hay

un objetivo indicativo del 27% para la Unión Europea que aún puede ser revisado en 2020 dependiendo de las negociaciones internacionales. Este objetivo tiene en cuenta declaraciones recogidas por la comisión europea en la que se afirma que la reducción del 40% en las emisiones de gases de efecto invernadero respecto del año 1990 solo es posible con un objetivo del 25% comunitario en materia de eficiencia energética(European Commission 2014b).

Si los objetivos para Europa en materia de eficiencia energética son indicativos y no definitivos, la información disponible para los diferentes objetivos nacionales en esta materia es también escasa. Aún y así, en el caso de España, si tenemos en cuenta el objetivo del 20% de ahorro energético tanto a nivel nacional como comunitario, en el marco de los objetivos de eficiencia energética para 2020, podemos considerar que si el objetivo comunitario para 2030 se mantiene en el 27% el objetivo nacional para España debería situarse, como mínimo, también en el 27%, aunque sería un objetivo que no representaría un avance real respecto el objetivo existente para 2020.

España ha mantenido una postura en las negociaciones europeas para establecer los objetivos de clima para 2030 favorable al objetivo indicativo comunitario del 30%, posiblemente por tener, en gran parte gracias a la crisis económica de 2008, uno de los objetivos más ambiciosos en eficiencia energética para 2020, representando un 26,4% de ahorro sobre el escenario base de 2020 y un 11,68% del ahorro total requerido por los objetivos europeos comunitarios de 2020. Pueden darse el escenario en el que España aproveche el ser uno de los países con un objetivo más ambicioso para 2020, aunque la crisis económica haya facilitado esta situación, para rebajar sus expectativas para 2030 y pedir a los demás países que todavía no han tenido un peso significativo en el ahorro de energía hacer más esfuerzos. Esta posición de España de mantener el objetivo de eficiencia energética comunitario como no vinculante al 30% puede ser intuido como una flaqueza en el compromiso con la eficiencia energética, aunque sólo existan 4 países posicionados claramente a favor de un objetivo indicativo del 30%: Alemania, Portugal, Dinamarca y Luxemburgo

Según la IEA, algo es más eficiente energéticamente cuando se pueden ofrecer los mismos servicios con una menor cantidad de energía o más servicios con la misma cantidad de energía. Por otro lado, recordar que en los objetivos de la Unión Europea, cuando se habla de la mejora de la eficiencia energética en los objetivos comunitarios y nacionales, se hace referencia a obtener un consumo de energía más reducido que el calculado en un escenario de referencia para el año de cumplimiento de los objetivos, en este caso el escenario PRIMES 2007 para el año 2030. Esta manera de entender la eficiencia energética de la Unión Europea puede ser vista más como un límite al crecimiento de la demanda energética que una reducción del consumo energético real(IEA 2014b).

Si bien se está tomando la eficiencia energética como este límite de crecimiento respecto a unas previsiones de un escenario de referencia, este escenario, el PRIMES 2007, se encuentra claramente desactualizado, permitiendo dar una magnitud de reducción del consumo energético para 2030 más elevada de la que se daría con el mismo porcentaje de ahorro pero utilizando como referencia un escenario más actualizado como el PRIMES de 2009 o el PRIMES

de 2013. Esto es debido a que en el PRIEMS 2007 la crisis económica ni se tenía en consideración, así como tampoco la bajada de consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero que produjo en toda Europa y en España; así en los escenarios PRIMES 2009 y PRIMES 2013 se tiene en cuenta este efecto de la crisis y cada uno hace una predicción de consumo energético cada vez más reducido para 2030. Por ejemplo, un 27% de reducción del consumo energético para España en el año 2030 tomando como referencia un escenario diferente al PRIMES 2007 daría un porcentaje de ahorro esperado menor: por ejemplo, esa misma magnitud de consumo con el ahorro anterior, con la referencia de la cantidad de energía primaria consumida en España en 2030 según la actualización del PRIEMS de 2013 sólo supondría un ahorro del 10,25%; algo semejante a lo que sucede en el caso del consumo comunitario. Esto puede representar, junto al hecho de que sea un objetivo indicativo, que respecto la ambición de los objetivos presentados en 2007 para 2020, ha habido una rebaja de las expectativas de mejora a la hora de establecer objetivos.

Aun y así, la situación es España, gracias a la enorme reducción del consumo de energía debido al fuerte impacto de la crisis económica sobre la actividad de sectores de gran consumo energético, es algo diferente a la tónica general europea. La gran reducción del consumo de energía de los últimos años, ha permitido ir mejorando sus objetivos nacionales de ahorro energético para el año 2020, pero teniendo en cuenta que no tiene por qué haber una recesión económica importante hacia el año 2030 para mantener un nivel de ambición alto para 2030 haría falta una recuperación económica lenta y estable o un gran esfuerzo en medidas e incentivos para promover la eficiencia energética: hay que considerar que debido a la situación social nacional, con una alta tasa de paro, y al tejido mundial de la economía de mercado en el cual está integrado tanto España como la Unión Europea renunciar a buscar el máximo crecimiento económico por parte del gobierno es una posibilidad muy remota, por lo que habrá que incentivar la aplicación de medidas orientadas a facilitar el ahorro energético para hacer compatible este con el crecimiento económico y poblacional esperado para España.

Para finalizar el análisis de la situación de España ante los objetivos establecido por la Unión Europea, en materia de política climática y energética, para el año 2030, en las Tabla 18 y Tabla 19 se sintetiza la posición del estado Español frente al cumplimiento de los tres objetivos principales: en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en el uso de energías renovables y en la eficiencia energética o reducción del consumo de energía. También se recogen un seguido de propuestas generales sobre cómo enfocar el camino hacia el cumplimiento en 2030 de los diferentes objetivos estudiados.

Tabla 18 Sumario de los objetivos 2030 y las consideraciones generales a nivel estatal (Elaboración Propia)

Objetivos nacionales para 2030	Consideraciones generales
<p>Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero un 28% respecto el año 2005</p>	<p>-Imprescindible avanzar hacia el cumplimiento de los objetivos de uso de energías renovables y eficiencia energética para poder cumplir el objetivo de reducción de emisiones para 2030 manteniendo un cierto crecimiento económico.</p> <p>-Necesaria reforma del ETS para que la reducción de las emisiones de efecto invernadero sea real en la mayor medida posible en todos los países.</p> <p>-En el caso de cumplir los objetivos de reducción de emisiones, a pesar de cumplirlos en 2030, España se encontraría con un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero superior al de 1990.</p> <p>-España se encuentra en buen camino para el cumplimiento de los objetivos de 2020, en gran parte gracias a cómo ha afectado la crisis económica a sectores importantes como la construcción. A pesar de ello, se esperan esfuerzos adicionales para poder cumplir los objetivos para 2030, más aún si se considera una meta por parte de las instituciones conseguir crecimiento económico y poblacional.</p> <p>-Evitar la fuga de carbono en sectores críticos, ya que la deslocalización puede comportar menos emisiones nacionales pero un aumento de las emisiones mundiales</p>
<p>Uso de renovables en el consumo bruto de energía final nacional del 27%</p>	<p>-España está avanzando en el uso de energías renovables, sobretodo en el sector de la electricidad. Aún y así , la mala planificación del mix eléctrico español, apostando por la cogeneración y los ciclos combinados en exceso, ha provocado un frenazo en las políticas de apoyo a las energías renovables que puede comprometer el futuro de las mismas.</p> <p>-El punto más flojo de España en el uso de renovables es el transporte, con una presencia residual (>1%) de este tipo de tecnologías. La nueva legislación europea en materia de biocombustibles de 2010 acabó con el tímido avance del uso de biocombustibles en el transporte en España. Es necesario apostar por tecnologías alternativas a las convencionales de transporte; estas, por lo general, cuentan con un conocimiento entre la población reducida y desventajas en infraestructura y precio.</p> <p>-Tanto la IEA como el escenario del PRIMES 2013, sitúan la energía eólica y solar fotovoltaica como las más importantes para España y las que tienen mayor capacidad de crecimiento, aunque también se espera que aparezcan también otras tecnologías renovables a tener en cierta consideración como el biogás. Por ello es importante favorecer a la generación de energía eólica a poder establecer precios de mercado al nivel de las tecnologías fósiles y facilitar el autoconsumo energético; este último, con la bajada de los precios de las tecnologías fotovoltaicas que se esperan en el futuro podría tener un impacto importante en el modelo energético, también reducir la dependencia energética de España.</p> <p>-Los objetivos nacionales de uso de energías renovables en el consumo bruto final de energía, al contrario que el objetivo comunitario total, estarían por el momento establecidos como objetivos indicativos, por lo que los diferentes estados no estarían obligados a cumplir del todo los objetivos. Esto puede provocar que la ambición de los estados a la hora de seguir sus objetivos quede supeditada a la facilidad que les suponga cumplirlos.</p>
<p>Magnitud a determinar de reducción del consumo de energía primaria y final respecto la proyectada por el escenario PRIMES 2007</p>	<p>-Como sucede en el caso de las energías renovables, el objetivo nacional para 2030 de la rama de eficiencia energética es indicativo y no vinculante, aunque en este caso ni tan siquiera es vinculante a nivel comunitario. Tampoco está establecido el valor definitivo de los objetivos nacionales indicativos que deberían cumplir las partes, tan sólo el valor mínimo del 27% a nivel comunitario que aún puede ser revisado al alza en 2020.</p> <p>-Considerar el hecho de que los objetivos europeos en materia de eficiencia energética hacen referencia al ahorro energético conseguido en años futuros con respecto al estimado por un escenario de referencia. Este escenario de referencia utilizado, el PRIMES 2007, calcula un consumo de energía para años futuros sobredimensionado, al ignorar los efectos de la crisis: si se utilizase un escenario más actualizado las cifras de ahorro energético objetivo serían menores.</p> <p>-El ahorro energético es una pieza clave en la consecución de los otros objetivos. Es el caso del uso de renovables, pues, como se ha visto por ejemplo en el escenario futuro mundial ideal de la IEA (apartado 4.1.3.3), la reducción del consumo energético permite que las renovables ocupen mayor porcentaje del mix energético; también en el caso de España sería necesario, permitiendo reducir a su vez la enorme dependencia energética del país, al no producir prácticamente nada por su propia cuenta de los combustibles fósiles más utilizados, gas y petróleo.</p> <p>-En la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero también resulta indispensable el ahorro energético, sólo hay que tener en cuenta que en España, como en la gran mayoría de países industrializados, el sector de las actividades relacionadas con el procesado de la energía está relacionado con la gran mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero: en el caso de España las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de las actividades relacionadas con el procesado de energía ocupan un 77,92% del total de emisiones de 2012, dando evidencia de la importancia de reducir el consumo de energía para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.</p>

Tabla 19 Estado de los objetivos de 2030 para España (Elaboración propia)

Objetivos	Cumplimiento	Propuestas
<p>Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero un 28% respecto el año 2005</p>	<p>- En 2012 el nivel de emisiones de España se sitúa un 21% por debajo del nivel de 2005, pero las previsiones del PRIMES 2013 pronostican, hasta 2030, un nivel de emisiones relativamente estables: dejando el indicador en 2030 en condiciones semejante a las de 2012 e incluso peores, un 19,44% por debajo de las emisiones de 2005.</p> <p>No cumplimiento del objetivo para 2030.</p>	<p>-Reducir el consumo de energía y conseguir el máximo porcentaje posible del consumo de esta energía de origen renovable, pues las actividades relacionadas con la energía son de las más emisoras.</p> <p>-Reformar el ETS (European Emissions Trading System), mercado europeo de derechos de emisiones, para que comprar derechos de emisión nunca sea más rentable que emprender medidas y políticas de reducción de emisiones.</p>
<p>Uso de renovables en el consumo bruto de energía final nacional del 27%</p>	<p>-En 2012 el nivel de renovables en el consumo bruto de energía final era del 14,3%, aún lejos de los objetivos del 20% para 2020 y del 27% de 2030. Según el PRIMES 2013 los niveles esperados para 2030 son del 23,7%, insuficientes para cumplir objetivos.</p> <p>No cumplimiento del objetivo para 2030.</p>	<p>-Las energías renovables con más posibilidades de tener importancia en el futuro son la eólica y la solar, sobretudo la fotovoltaica para el autoconsumo energético, tanto por las predicciones del PRIMES 2013 como de la IEA .</p> <p>-Hacer de los objetivos nacionales para 2030 en uso de energía renovables unos objetivos vinculantes, no indicativos.</p> <p>-Información y promoción de las tecnologías de energías renovables desde todos los niveles, así fomentar la voluntad ciudadana a apoyar la transición energética y mejorar la efectividad de las campañas de apoyo institucionales a dichas tecnologías.</p> <p>-Mejorar la planificación del mix energético español, anteponiendo los proyectos de energías renovables a los de energías convencionales: de esta manera acelerar la transición energética hacia nuevas energías y abandonar el sobredimensionamiento fósil del sistema actual.</p> <p>-Dotar de mayor importancia el sector transporte y las tecnologías renovables aplicadas a este sector, que actualmente tiene una posición marginal en su aportación a la energía renovable consumida, pese a tener un gran peso en el consumo de energía total.</p> <p>-Que los edificios y servicios públicos, sobre todo a nivel municipal, incorporen de manera notable tecnologías renovables de autoabastecimiento eléctrico, transporte y calefacción.</p>
<p>Magnitud a determinar de reducción del consumo de energía primaria y final respecto la proyectada por el escenario PRIMES 2007</p>	<p>El nivel de consumo de energía primaria en España en 2013 es de un 30,16% inferior al esperado para 2030 por el escenario de referencia. Teniendo en cuenta que el objetivo para 2020 es de un 26,4% y que el PRIMES de 2013 augura un crecimiento del consumo de energía constante entre 2020 y 2030 ahora mismo su cumplimiento en 2030 está en el aire.</p> <p>Fácil cumplimiento del objetivo de 2030, aunque dependerá de la ambición del estado español al definirlo.</p>	<p>-Si se quiere mejorar el objetivo de eficiencia energética en 2030 frente al de 2020 no será suficiente con mantener el paquete de medidas actual, que conducen a un crecimiento del consumo de energía en el futuro. Aunque si el nivel de ahorro que buscan los objetivos de 2030 son parecidos a los de 2020 su cumplimiento no supondrá grandes dificultades.</p> <p>-Hacer del objetivo, tanto comunitario como nacional, en materia de eficiencia energética para 2030 un objetivo vinculante, y no indicativo, para asegurar su cumplimiento.</p> <p>-Fomentar y facilitar el autoabastecimiento energético.</p> <p>-Promocionar actividades económicas poco agresivas en términos energéticos para el crecimiento económico que busca el país. Evitar depender en exceso de sectores como la construcción, responsable de un enorme consumo energético antes de la crisis de 2008(MINETUR 2015a)</p> <p>-Darle importancia a la concienciación y la información sobre la eficiencia energética en todos los ámbitos: tanto comercial, industrial o empresarial como doméstico. Así promover el necesario cambio de hábitos de consumo de recursos, energéticos en este caso, para avanzar en la reducción del consumo de energía o la dependencia energética del estado español, entre otros factores.</p>

5 Conclusiones

Por el creciente número, en el tiempo, de organismos, cumbres de la ONU o conferencias internacionales, ya sean entre entidades gubernamentales u ONGs, se puede decir que la relación entre las actividades humanas y el medio ambiente está ganando en importancia y notoriedad. A pesar de este avance presencial en la política y la ciencia, no existe ningún gran acuerdo internacional para reducir el impacto de una economía de consumo mundial creciente y una población cada vez mayor: mientras tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas mundiales han crecido sin freno hasta la actualidad, aumentando así la problemática del cambio climático antropogénico; ya que en este siglo podría aumentar la temperatura media del planeta en más de dos grados Celsius sobre la temperatura media del planeta en épocas preindustriales (Field et al. 2014). En diciembre de 2015 se celebra en París una nueva Cumbre sobre el Cambio Climático, los gobiernos volverán a tener la oportunidad de negociar un modelo de desarrollo que permita limitar el aumento de la temperatura en el futuro en menos de 2 grados, aunque no se esperan grandes acuerdos en este sentido.

Este crecimiento mundial económico y de población, en el marco del modelo de económico actual, está relacionado con un aumento del consumo de energía, que a su vez, el sector de actividades relacionadas con la energía, es aquel que produce más emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas en el mundo, siendo responsable de un 71,47% del total de emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas a nivel mundial en 2011 (WRI-CAIT 2014). Uno de los factores clave para reducir el impacto del consumo de energía sobre el medio ambiente es la producción de energía a través de recursos renovables, que actualmente ocupa una posición muy minoritaria frente a la producción de energía mundial de origen no renovable; aunque ha crecido de manera notable respecto a los niveles de producción de energía a partir de recursos renovables presente en el pasado: excluyendo el uso de biomasa, ya que tiene en cuenta la biomasa tradicional, el consumo de energías renovables en el mundo ocupa tan solo el 7,32% del consumo de energía final en 2012.

Otro factor clave para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo es la eficiencia energética, a pesar de ser un factor difícil de medir a nivel mundial y existen numerosos indicadores que sirven de referencia para estudiar la evolución de este factor. Aunque es verdad que, sobre todo en los países desarrollados, los avances tecnológicos han podido presentar mejoras en la eficiencia energética, la evolución favorable de indicadores como la intensidad energética está más relacionado con el enorme crecimiento económico, que crece a un ritmo mayor que el consumo de energía

El enfoque mundial de los tres principales factores de la política climática y energética, que son las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de energías renovables y la eficiencia energética permite contrastar la posición de la Unión Europea en estos aspectos con la del resto del mundo. Los países que conforman la Unión Europea han sido históricamente uno de los mayores responsables de emisiones de gases de efecto invernadero, pero aunque se produzcan mejoras en la política climática y energética de la Unión Europea es necesaria la colaboración de otros países, sobretodo de EEUU y de China, para que el impacto en el sistema climático y en el modelo de consumo de energía mundial sea significativo de verdad.

Antes de realizar la diagnosis y comenzar a extraer conclusiones se ha llevado a cabo un estudio de las diferentes bases de datos de emisiones de gases de efecto invernadero, para escoger aquellas que iban a ser utilizadas a continuación. Se ha escogido para las emisiones en el mundo la base de datos de CAIT(WRI-CAIT 2014), con desglose de emisiones por gas o por sector para todos los países del mundo. En el siguiente nivel, en el estudio de la situación europea, se han utilizado los datos aportados por el Eurostat, a través del EEA, (Eurostat 2015d) que también ofrecen para Europa las emisiones por sector de actividad que las produce, recopilando los datos que envían los gobiernos a través de informes oficiales. Por último, para el caso de estudio del Estado español, se han utilizado directamente los datos extraídos del inventario nacional de emisiones atmosféricas, que ofrece datos detallados de las emisiones de gases de efecto invernadero según gas emitido o actividad productora de emisiones (MAGRAMA 2014).

En La Unión Europea los objetivos para 2030 en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, uso de energías renovables y eficiencia energética, son el pilar de la política gubernamental de lucha contra el cambio climático en Europa. Aún y así, estos objetivos, que son una continuación de aquellos establecidos para 2020, han visto rebajado su nivel de ambición: Los objetivos nacionales de uso de energías renovables pasan a ser indicativos y el objetivo en eficiencia energética también se mantiene como indicativo. Teniendo en cuenta que el único objetivo indicativo para 2020, el de eficiencia energética, es muy probable que no llegue a cumplirse, este cambio de la condición de los objetivos nacionales de energías renovables no supone ningún avance, más bien un retroceso.

En los estudios de las emisiones de gases de efecto invernadero por sector, tanto en el caso mundial, como en el europeo o en el del Estado Español, las emisiones producidas por el sector relacionado con la energía son la gran mayoría de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero: ocupan un 71,47% del total de emisiones en el mundo, un 76,86 del total de emisiones de la Unión Europea y un 77,92% del total de emisiones del estado Español .De esta manera la relación entre reducción de gases de efecto invernadero está muy condicionada a la transición de modelo energético, con un mayor peso de las energías renovables, y a la reducción del consumo de energía, cambiando el modelo del consumo de energía y mejorando la eficiencia energética. Esto justifica que los objetivos europeos tengan como protagonistas, además de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso de renovables y la eficiencia energética que se establecen como garantes indispensables de la reducción de emisiones de efecto invernadero.

Tanto el uso de energía renovables como la reducción de gases de efecto invernadero han avanzado en la Unión Europea en la última década. En el caso de las emisiones de gases de efecto invernadero, existiendo un crecimiento poblacional y económico importante, a pesar de la crisis económica de 2008, se han logrado reducir en el conjunto de Europa estas emisiones en la actualidad con respecto a los niveles de 1990.

El uso de las energías renovables en la Unión Europea, cuyo estudio se realiza a través de un indicador propio creado por la Unión Europea, también ha avanzado en los últimos años, gracias al apoyo institucional y al avance tecnológico, en todos los sectores, a pesar de que este avance es muy desigual dependiendo del país.

El caso del objetivo de la eficiencia energética en la Unión Europea es el más controvertido. Por un lado al ser un objetivo indicativo su cumplimiento no es obligatorio, por lo que el nivel de ambición depende de la generosidad de los diferentes estados a la hora de establecerlos, aunque sí que haya directrices europeas que sirven de guía. Por otro lado, los objetivos de la Unión Europea en eficiencia energética se establecen determinando un nivel de ahorro en el consumo de energía con respecto a un escenario de consumo de energía futuro de referencia. Este escenario, el PRIMES 2007, utilizado tanto para los objetivos europeos de 2020 y 2030, se realizó antes de la crisis económica, esperando un crecimiento económico mucho mayor del que realmente se produjo en los años siguientes a 2007, al igual que con la estimación del consumo energético que no fue tan elevado como se estimó en ese escenario. Esto provoca que los objetivos estén establecidos frente a una previsión de consumo de energía exagerado, con lo que son de más fácil cumplimiento y permiten dar porcentajes de ahorro de energía elevados, cuando los escenarios más recientes rebajan considerablemente el consumo futuro de energía con respecto al esperado por el escenario de referencia: por ejemplo, un ahorro del 27% sobre el consumo de energía primaria del escenario de referencia actual o PRIMES 2007, equivaldría tan solo a un ahorro del 8,2% tomando como referencia el escenario más actual o PRIMES 2013.

Se ha realizado la diagnosis del Estado español como caso de estudio para determinar el cumplimiento de los objetivos de la Unión Europea para 2030. El procedimiento seguido ha sido el de estudiar los indicadores más representativos para cada objetivo; las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas para el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero; el consumo bruto de energía final para las energías renovables; el consumo de energía primaria y final para los objetivos de eficiencia energética o ahorro de energía; tanto en la actualidad, a través de los datos oficiales del EUROSTAT o el gobierno de España, como en el futuro, con el escenario europeo PRIMES 2013, un escenario de referencia muy importante a nivel europeo.

En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero en el Estado español se está avanzando hacia el cumplimiento de reducción de emisiones respecto a 2005, en 2012 las emisiones de son un 21% más reducidas que en 2005. Aun y así, respecto al año 1990 ha habido un incremento de emisiones del 20,1%. Esto representa que la contribución de España al objetivo de la Unión Europea de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 2030 está muy por debajo a la de otros países de la Unión Europea; incluso cumpliendo los objetivos para 2030 seguirá con un nivel de emisiones superior al de 1990, concretamente un 9,46% superior.

Las predicciones de escenarios futuros para el Estado español no auguran una reducción de emisiones suficiente para cumplir con el objetivo del 28% respecto las emisiones del año 2005 para 2030 con las medidas actuales, serán necesarios esfuerzos adicionales para lograr su cumplimiento en 2030. Algunas propuestas para mejorar la situación del estado Español de cara al futuro son:

- Reducir el consumo de energía y conseguir el máximo porcentaje posible del consumo de esta energía de origen renovable, pues las actividades relacionadas con la energía son de las más emisoras.

- Reformar el ETS (European Emissions Trading System), mercado europeo de derechos de emisiones, para que comprar derechos de emisión nunca sea más rentable que emprender medidas y políticas de reducción de emisiones.

El Uso de renovables en España también ha avanzado con el tiempo respecto a su situación en el pasado, ocupando en 2012 un 14,3% del consumo final bruto de energía total. Sobre todo en el sector de la generación de electricidad se ha notado el aumento de las renovables, alcanzando en 2012 las renovables el 33,45% del consumo final bruto de energía del sector de electricidad. A pesar de estos datos positivos, no ha avanzado de igual manera en todos los sectores, ya que la tecnología renovable en el transporte tiene un uso marginal, de un 0,42% para el consumo final bruto de energía en este sector. Se espera que la evolución del uso de las renovables en España siga evolucionando favorablemente: aunque no suficiente para el cumplimiento de objetivos, pues las últimas decisiones del gobierno perjudiquen la evolución de estas tecnologías en el sector de la electricidad y favorezcan rentabilizar económicamente el enorme parque eléctrico de tecnología fósil que funciona a un rendimiento muy bajo. Para mejorar en el cumplimiento de los objetivos en uso de renovables se hacen las propuestas siguientes:

- Las energías renovables con más posibilidades de tener importancia en el futuro son la eólica y la solar, sobretodo la fotovoltaica para el autoconsumo energético, tanto por las predicciones del PRIMES 2013 como de la IEA.
- Hacer de los objetivos nacionales para 2030 en uso de energía renovables unos objetivos vinculantes, no indicativos.
- Información y promoción de las tecnologías de energías renovables desde todos los niveles, así fomentar la voluntad ciudadana a apoyar la transición energética y mejorar la efectividad de las campañas de apoyo institucionales a dichas tecnologías.
- Mejorar la planificación del mix energético español, anteponiendo los proyectos de energías renovables a los de energías convencionales: de esta manera acelerar la transición energética hacia nuevas energías y abandonar el sobredimensionamiento fósil del sistema actual.
- Dotar de mayor importancia el sector transporte y las tecnologías renovables aplicadas a este sector, que actualmente tiene una posición marginal en su aportación a la energía renovable consumida, pese a tener un gran peso en el consumo de energía total.
- Que los edificios y servicios públicos, sobre todo a nivel municipal, incorporen de manera importante tecnologías renovables de autoabastecimiento eléctrico, transporte y calefacción.

En España la crisis económica y su efecto sobre el sector de la construcción, la industria y el consumo de energía en general ha sido de gran ayuda para mejorar en el cumplimiento de los objetivos para 2030, ya que se ha reducido de manera importante el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2008, llegando a cumplir ya en 2013 con la cifra de consumo energético que requieren para el Estado español los objetivos de 2030. El objetivo más afectado por la crisis es el de eficiencia energética, ya que a partir de 2008 el consumo de energía en España se ha ido reduciendo cada vez más, reduciendo a su vez el

coste económico para el cumplimiento del objetivo en el futuro: en 2013 el valor del consumo de energía primaria es un 17,85% más bajo que en 2007.

España necesitará de esfuerzos adicionales, económicos y políticos, para cumplir los objetivos en 2030 de reducción de emisiones y de uso de energías renovables; en el caso de la eficiencia energética su cumplimiento parece más cómodo para España, pero aún que en menor medida que los otros dos objetivos también requerirá, con relativa seguridad ya que todavía no se han establecido objetivos nacionales de eficiencia energética, de ciertos avances adicionales, con respecto a los presentes hoy en día. A continuación se presentan algunas propuestas para mejorar la situación en el futuro del objetivo de eficiencia energética para el estado Español:

- Si se quiere mejorar el objetivo de eficiencia energética en 2030 frente al de 2020 no será suficiente con mantener el paquete de medidas actual, que conducen a un crecimiento del consumo de energía en el futuro. Aunque si el nivel de ahorro que buscan los objetivos de 2030 son parecidos a los de 2020 su cumplimiento no supondrá grandes dificultades.
- Hacer del objetivo, tanto comunitario como nacional, en materia de eficiencia energética para 2030 un objetivo vinculante, y no indicativo, para asegurar su cumplimiento.
- -Fomentar y facilitar el autoabastecimiento energético.
- -Promocionar actividades económicas poco agresivas en términos energéticos para el crecimiento económico que busca el país. Evitar depender en exceso de sectores como la construcción, responsable de un enorme consumo energético antes de la crisis de 2008.
- -Darle importancia a la concienciación y la información sobre la eficiencia energética en todos los ámbitos: tanto comercial, industrial o empresarial como doméstico. Así promover el necesario cambio de hábitos de consumo de recursos, energéticos en este caso, para avanzar en la reducción del consumo de energía o la dependencia energética del estado español, entre otros factores.

Esta diagnosis, ha sido estructurada alrededor del núcleo de los objetivos de 2030, procurando no alejarse del mismo más que cuando fuera necesario, sin perder de vista los 3 indicadores principales, o 4 contando también el consumo de energía final para el estudio de la eficiencia energética además del consumo de energía primaria. Esto es debido a que los objetivos son tratados casi exclusivamente, desde el punto de vista político, a través del indicador que los identifica, y el avance de otros factores o indicadores, aunque pueda resultar positivo al final para la situación energética o climática en cuestión, no tiene la relevancia política de los anteriores. Aun y así, también hay que tener en cuenta las singularidades de cada país, que pueden ser muy diversas y afectar a sectores importantes que influyen mucho en algunos o todos los objetivos; por ejemplo, en España la composición del parque eléctrico puede suponer un lastre para el desarrollo de las tecnología renovables en ese país, al tener que rentabilizar una gran inversión en centrales de generación de electricidad de origen fósil.

Para tener una imagen completa de la situación de la Unión Europea completa frente a los objetivos de 2030 sería necesario realizar un análisis como el del caso de estudio, en este caso de España, para todos los 28 países de la Unión Europea; para luego ponerlos en común y extraer conclusiones relevantes a nivel comunitario.

6 Bibliografía

- Bergamaschi, L., Lawson, R. & Holmes, I., 2014. *Making Sense of the Numbers: What does the Commission's 30% energy efficiency target by 2030 mean and is it enough?*, Available at: http://www.e3g.org/docs/E3G_Making_Sense_of_the_Numbers_Energy_Efficiency_September_2014_-_final.pdf [Accedido octubre 19, 2015].
- Bermejo, V. et al., 2010. *El ozono troposférico y sus efectos en la vegetación*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Capros, P.P. et al., 2010. *EU energy trends to 2030 - UPDATE 2009*, Oficina de publicaciones de la Unión Europea. Available at: http://www.energy.eu/publications/Energy-trends_to_2030-2.pdf.
- Capros, P.P. et al., 2013. *EU Energy, Transport and GHG Emissions Trends To 2050, Reference Scenario 2013*,
- Capros, P.P. et al., 2008. *European Energy and Transport, Trends to 2030 - UPDATE 2007*, Oficina de publicaciones de la Unión Europea.
- CDIAC, 2015. CDIAC. Available at: <http://cdiac.ornl.gov/> [Accedido abril 1, 2015].
- Comision Nacional de los Mercados y la Competencia, 2015. *INFORME SOBRE LOS RESULTADOS DE LA LIQUIDACIÓN PROVISIONAL 06 DE 2015 DE LA RETRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES, COGENERACIÓN Y RESIDUOS*,
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the E.E. and S.C. and the C. of the R., 2011. A Roadmap For Moving To A Competitive Low Carbon Economy In 2050. *COM 2011; 112*.
- Cumbre de la Tierra de Estocolmo, 1972. Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano 1972.
- Davis, S.J. & Caldeira, K.G., 2009. Outsourcing CO2 Emissions. *American Geophysical Union*. Available at: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2009AGUFM.U11A0015D> [Accedido octubre 21, 2015].
- DeFries, R.S. et al., 2010. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3(3), pp.178-181. Available at: <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo756> [Accedido julio 16, 2014].
- Dr. Paul Herbert Oquist Kelley, 2013. Comunicado del gobierno de Nicaragua en ocasión de la XVII Conferencia de las Partes Para el Cambio Climático del 11 al 23 de Noviembre de 2013 en Varsovia-Polonia.
- Edenhofer, O. et al., 2014. *IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press. Available at: http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_approved.pdf.

- EEA, 2015. EEA. *European Union*. Available at: <http://www.eea.europa.eu/es> [Accedido abril 1, 2015].
- EEA, 2012. *Why did greenhouse gas emissions decrease in the EU in 2011 ?*,
- Energy Efficiency Directive, 2015. Evolution of indicative national energy efficiency target for 2020. Available at: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive><http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive>.
- European Commission, 2009. Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009 , relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE (Texto pertinente a e. *Diario Oficial de la Unión Europea*).
- European Commission - Climate Action, 2013. *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*, Oficina de publicaciones de la Unión Europea.
- European Commission, 2014a. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT Accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions A policy framework for cli.
- European Commission, 2008. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions-20 20 by 2020 - Europe's climate change opportunity COM/2008/0030 final.
- European Commission, 2014b. COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES Un marco estratégico en materia de clima y energía para el periodo 2020-2030 /* COM/2014/015 final */.
- European Commission-Joint Research Centre-PBL, 2009. Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR). *EDGAR release version 4.0*. Available at: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu> [Accedido marzo 1, 2015].
- European Council, 2014. 2030 Climate and energy policy framework - EUCO 169/14. , (October). Available at: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf.
- Eurostat, 2015a. Energy dependence. Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/tsdcc310>.
- Eurostat, 2015b. Final energy consumption. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/t2020_34.
- Eurostat, 2015c. GDP and main components - volumes. Available at: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do>.
- Eurostat, 2015d. Greenhouse gas emissions by sector (source: EEA). Available at:

- <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc210&plugin=1> [Accedido marzo 1, 2015].
- Eurostat, 2015e. Primary energy consumption. Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/tsdcc120>.
- Eurostat, 2015f. SHort Assessment of Renewable Energy Sources - SHARES 2013.
- Fanara, A., Clark, R. & Duff, R., 2010. How Small Devices are Having a Big Impact on U . S . Utility Bills.
- Field, C.B. et al., 2014. *IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Gielen, D. & Kram, T., 1998. The Role of Non-CO 2 Greenhouse Gases in Meeting Kyoto Targets 1 Western European emissions. *ECN-Policy Studies*.
- Grassi, G., 2010. Overview of Land Use , Land Use Change and Forestry sector (LULUCF) in EU. En *European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability Climate Change Unit - Ispra (VA), Italy*. Bruselas.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2013. Ficha informativa del IPCC: ¿Qué es el IPCC?
- Held, A., Ragwitz, M. & Isi, F., 2015. Implementing the EU 2030 Climate and Energy Framework – a closer look at renewables and opportunities for an Energy Union. *Towards 2030*, (2).
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. & Kennedy, C., 2013. Environment: Waste production must peak this century. *Nature*, 502(7473), pp.615-617. Available at: <http://www.nature.com/news/environment-waste-production-must-peak-this-century-1.14032> [Accedido octubre 15, 2015].
- Houghton, J.T. et al., 1995. *Climate Change 1995, The Science of Climate Change: Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* J. A. Lakeman, ed., Cambridge: Cambridge University Press.
- IEA, 2015. IEA CO2 Emissions. Available at: <http://www.iea.org/statistics/topics/co2emissions/> [Accedido abril 1, 2015].
- IEA, 2014a. *Key World Energy Statistics 2014*, Paris: IEA PUBLICATIONS. Available at: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>.
- IEA, 2012. *Tracking Clean Energy Progress*, Paris: IEA PUBLICATIONS. Available at: http://www.iea.org/media/etp/Tracking_Clean_Energy_Progress.pdf.
- IEA, 2014b. *World Energy Outlook 2014*, Paris: IEA PUBLICATIONS.
- INE, 2015. Cifras de población y Censos demográficos. Available at: http://www.ine.es/inebmenu/mnu_cifraspob.htm.
- ITT-GREENPEACE, 2006. *Renovables 100%*,

- J. Xercavins, J.A., 2014. De Rio 92 a París 2015. En *Seminari per conèixer i incidir en les negociacions internacionals sobre el Canvi Climàtic*. Grup Sobre el Governament del Canvi Climàtic.
- Jankilevich, S., 2003. Las cumbres mundiales sobre el ambiente. Estocolmo, Río y Johannesburgo. 30 años de Historia Ambiental. *Documento de Trabajo*, 106. Available at: http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/106_jankilevich.pdf.
- Kolp, P., 2009. RCP web-Database. *RCP*. Available at: <http://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb>.
- MAGRAMA, 2014. *Inventarios nacionales de emisiones a la atmósfera (Volumen 2, Chapter 10)*, Madrid.
- Meadows, D., Rander, J. & Meadows, D.H., 2006. *Los límites del crecimiento: 30 años después* G. Gutenberg, ed., Circulo de lectores.
- MINETUR, 2015a. INFORME ANUAL 2015 DE SEGUIMIENTO DE LOS AVANCES HACIA LOS OBJETIVOS NACIONALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA 2020 - España. *SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGÍA*.
- MINETUR, 2015b. *Informe coyuntura cuarto trimestre 2014*,
- Ministerio de Industria Energía y Turismo, 2014. Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020. *Secretaría de estado de energía*.
- NCDC NOAA, 2010. Global temperature and Carbon dioxide: 1880-2010. Available at: <http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/cmb/images/indicators/global-temp-and-co2-1880-2009.gif> [Accedido marzo 5, 2015].
- NOAA, 2015. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide: Manua Loa, Hawaii. Available at: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_full [Accedido abril 12, 2015].
- Ohliger, T., 2015. La política de medio ambiente: principios generales y marco básico. *Fichas técnicas sobre la Unión Europea*. Available at: Http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/es/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.4.1.html [Accedido octubre 1, 2015].
- País, E. El, 2015. España estima que tendrá que reducir las emisiones de CO 2 un 28% para 2030. Available at: http://politica.elpais.com/politica/2015/07/21/actualidad/1437493031_560978.html [Accedido octubre 15, 2015].
- País, E. El, 2014. Más de 800 millones de euros gastados para cumplir el protocolo de Kioto. Available at: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/02/10/actualidad/1392063239_031080.html [Accedido octubre 21, 2015].
- Parlamento Europeo, 2012. DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

- PNUMA, 2015. PNUMA-GEO. Available at: <http://www.pnuma.org/deat1/procesogeo.html> [Accedido abril 1, 2015].
- Ramos Martín, J., 2001. De Kyoto a Marrakech: historia de una flexibilización anunciada. *Ecología política*, (22), pp.45-56. Available at: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=153469> [Accedido octubre 20, 2015].
- REE, 2015. 1. Balances de energía eléctrica Agosto 15 v2.
- Ree, 2015. 2. Potencia Instalada Agosto15 v2.
- Solomon, S. et al., 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Stocker, T.F. et al., 2013. *IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sustainable Energy For All-IEA, 2012. Global Tracking Framework.
- UNFCCC, 2015. CMNUCC. Available at: <http://unfccc.int/2860.php> [Accedido abril 1, 2015].
- United Nations Population Division, 2013. World Population Prospects: The 2012 Revision- DVD edition.
- US EPA, 2015. EPA-Greenhouse Gas Emissions. Available at: <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/> [Accedido abril 1, 2015].
- WDI, 2015. The World Bank-WDI. Available at: <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>.
- WRI, 2006. *Protocolo de Gases Efecto Invernadero*,
- WRI-CAIT, 2014. Climate Analysis Indicators Tool: WRI's Climate Data Explorer. Available at: <http://cait2.wri.org>.
- Zeynep, K., 2014. Energy Intensity of GDP. *The Shift Project: Data Portal*. Available at: <http://www.tsp-data-portal.org/Energy-Intensity-of-GDP#tspQvChart> [Accedido abril 1, 2015].

7 Glosario

7.1 Definiciones

Autoconsumo: Hace referencia a la producción individual de electricidad para el consumo propio. Si se habla de autoconsumo fotovoltaico es que la electricidad se genera a través de paneles solares fotovoltaicos.

Balance Neto: Modelo de gestión del autoconsumo eléctrico, en el cual un usuario que genere su propia energía puede compensar los saldos de energía de manera instantánea o diferida, permitiendo a los usuarios la producción individual de energía para su propio consumo, compatibilizando su curva de producción con su curva de demanda. Es decir, que el excedente de producción de energía es utilizado para compensar el gasto de energía en otro momento, cuando la producción autónoma de energía cae por debajo del consumo.

Biocombustibles: Combustibles obtenidos a partir de biomasa o desechos de materias primas; como por ejemplo el etanol.

Biomasa tradicional: El uso de leña, carbón, estiércol o residuos agrícolas en estufas de muy baja eficiencia.

Consumo final bruto de energía: los productos energéticos suministrados con fines energéticos a la industria, el transporte, los hogares, los servicios, incluidos los servicios públicos, la agricultura, la silvicultura y la pesca, incluido el consumo de electricidad y calor por la rama de energía para la producción de electricidad y calor e incluidas las pérdidas de electricidad y calor en la distribución y el transporte.

Cambio del uso del suelo: Hace referencia a un cambio en el uso o gestión de un determinado terreno gestionado por humanos, que acaba resultando en una transformación del tipo de suelo (Ej: Destruir un bosque para hacer plantaciones agrícolas).

Centrales de ciclo combinado: Una central de ciclo combinado es una central eléctrica en la que la energía térmica del combustible es transformada en electricidad mediante dos ciclos termodinámicos: el correspondiente a una turbina de gas, generalmente gas natural, mediante combustión y el convencional de agua, turbina de vapor.

CO₂ equivalente: Referido a emisiones de gases de efecto invernadero. Cantidad de emisión de dióxido de carbono que causaría el mismo forzamiento radiativo igual a una cantidad emitida de un gas de efecto invernadero mezclado homogéneamente, todo ello multiplicado con su respectivo Potencial de Calentamiento Mundial para tener en cuenta los diferentes períodos de tiempo que permanecen en la atmósfera.

Cogeneración: Los sistemas de intercambio de cogeneración son sistemas de producción en los que se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil partiendo de un único combustible, generalmente gas natural.

Combustibles búnker: Los combustibles búnker hacen referencia a un tipo de combustible derivado del petróleo que se utiliza sobretodo en barcos y buques. Este término, o directamente búnkeres internacionales, también es utilizado en los inventarios y bases de

datos de emisiones de gases de efecto invernadero para englobar las emisiones procedentes del transporte internacional, tanto en el caso del marítimo como el aéreo.

Dependencia energética: Nivel de necesidad de un sistema energético determinado, ya sea de un país o de un conjunto de países, de recurrir a las importaciones de recursos energéticos desde lugares, países, externos al sistema para satisfacer sus necesidades de demanda energética.

Deslocalización: En referencia al fenómeno de la deslocalización industrial, que consiste en trasladar los centros de trabajo y de producción de una empresa, ubicada en un país desarrollado, a otro país en el cual obtienen una reducción de costes. Generalmente esta reducción de costes viene asociada a un menor coste de los materiales y a una legislación laboral y medioambiental menos estricta que en el país original.

Efecto invernadero: Los gases de efecto invernadero, las nubes y los aerosoles contenidos en la atmósfera terrestre absorben la radiación emitida por la superficie de la Tierra y otras partes de la atmosfera. Estas sustancias emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, por lo que evitan que toda la radiación se pierda en el espacio y devuelven una parte a la superficie del planeta. Es un fenómeno que se da de manera natural en la atmosfera terrestre, aunque cambios en la concentración de los gases de efecto invernadero provocan cambios en la intensidad de la radiación emitida por estos gases hacia la superficie terrestre.

Emisiones fugitivas: La liberación intencional o no intencional de los gases de efecto invernadero puede ocurrir durante la extracción, el procesamiento y la entrega de los combustibles fósiles al punto de utilización final. Se conocen estas emisiones como emisiones fugitivas.

El principal gas de efecto invernadero emitido por estas categorías de fuentes es el metano(CH₄), aunque algunas fuentes también emiten cantidades menores de dióxido de carbono (CO₂) o en algunos casos muy concretos y puntuales dióxido de nitrógeno (N₂O).

Fermentación entérica: Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de la fermentación entérica consisten en el gas metano producido en los sistemas digestivos de los animales rumiantes y, en menor medida, de los animales no rumiantes; relacionado con las actividades ganaderas de los seres humanos.

Forzamiento radiativo: Cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la Tierra medido en el borde superior de la troposfera, debido a cambios internos de la composición de la atmósfera (cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero, por ejemplo) o externos (por ejemplo, cambios en los aportes de energía del sol). Se mide en unidades de potencia entre superficie, generalmente Vatios por metro cuadrado.

Intensidad energética: Es un indicador que permite medir la eficiencia energética de una economía. Este se consigue estableciendo una relación entre el consumo de energía y los ingresos de una economía, muchas veces se utiliza en este sentido el propio producto interior bruto y se muestra en unidades de energía entre unidades monetarias.

International Energy Agency (IEA): Es un organismo autónomo intergubernamental, creado a raíz de la crisis del petróleo por la OCDE. Trabaja con países miembros y países no

miembros en temas de política energética relacionados con: la seguridad energética, el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. Realiza numerosas publicaciones, mantiene bases de datos, realiza asistencia gubernamental en cuestiones energéticas, entre otras muchas funciones. Cuenta con 29 estados miembros, sólo estados miembros de la OCDE pueden ser miembros de la IEA, y su sede se encuentra en París.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): Organismo de cooperación internacional que permite a los países miembros compartir información y coordinar políticas en asuntos sociales y económicos. Son miembros 34 países y su sede se encuentra en París.

PIB o Producto Interior Bruto: Es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de una región, o país, durante un periodo de tiempo determinado.

Potencia Instalada: Potencia máxima que puede alcanzar una unidad de producción, durante un período determinado de tiempo, medida a la salida de los bornes del alternador. Cuando se habla de la potencia instalada de un país se hace referencia a la potencia instalada del parque eléctrico al completo, de todas sus centrales eléctricas.

Potencial de calentamiento global: Se denomina así a la medida en la que un gas de efecto invernadero determinado contribuye al calentamiento global. Para hacer comparables los efectos de los diferentes gases, el potencial de calentamiento global expresa el potencial de calentamiento de un determinado gas en comparación con el que posee el mismo volumen de CO₂ durante el mismo periodo de tiempo, por lo que el potencial de calentamiento global del CO₂ es siempre 1.

Precursores: Compuestos atmosféricos que no son gases de efecto invernadero ni aerosoles, pero que tienen un efecto sobre las concentraciones de gases de efecto invernadero o aerosoles, al contribuir a los procesos físicos o químicos que regulan sus niveles de producción o destrucción.

Silvicultura: Conjunto de actividades relacionadas con el cultivo, el cuidado y la explotación de los bosques y los montes.

Sostenibilidad: Aplicada al desarrollo, trata de un Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades.

Urbanización: Es un fenómeno que señala la progresiva concentración de la población y las actividades económicas en las ciudades o núcleos urbanos.

Uso del suelo: El uso del suelo se refiere al total de arreglos, actividades y aportes realizados por la mano del hombre en un determinado tipo de suelo o terreno.

7.2 Siglas:

AR: Informe de evaluación o “Assessment Report”

BOE: Boletín Oficial del Estado

BP: British Petrol

CAIT: “Climate Analysis Indicators Tool”

CDIAC: “Carbon Dioxide Information Analysis Center”

US- EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos o “United States Environmental Protection Agency”

CMNUCC: Convención Marco sobre Cambio Climático

CMP: Conferencia de las Partes del Protocolo de Kioto

COP: Conferencia de las Partes

COVDM: Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano

EDGAR: Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global o “Emissions Database for Global Atmospheric Research”

EEA: Agencia Europea del Medio Ambiente o “European Environmental Agency”

EEUU: Estados Unidos de América

EU ETS: Sistema de Intercambio de Emisiones de la Unión Europea o “European Emission Trading System”

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura o “Food and Agriculture Organization”

IEA: Agencia Internacional de la Energía o “International Energy Agency”

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o “Intergovernmental Panel on Climate Change”

NOAA: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica o “National Oceanic and Atmospheric Administration”

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

ONG: Organización No Gubernamental

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PIB: Producto Interior Bruto

PK: Protocolo de Kioto

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RCP: “Representative Concentration Pathways” o Trayectorias Representativas de Concentraciones

SHARES: “SHort Assessment of Renewable Energy Sources” o Breve Evaluación de las fuentes de energía renovable

UE: Unión Europea

UNPD: División de Población de Naciones Unidas o “United Nations Population Division”

URSS: Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

WG: Grupo de trabajo o “Working Group”

WMO: Organización Meteorológica Mundial o “World Meteorological Organization”

WRI: Instituto de los Recursos del Mundo “World Resources Institute”

7.3 Unidades

Tm: Tonelada métrica

MtCO₂eq: Mega tonelada de dióxido de carbono equivalente [10⁶ Tm CO₂eq]

ktCO₂eq: Kilo tonelada de dióxido de carbono equivalente [10³ Tm CO₂eq]

Tm CO₂eq: Tonelada Métrica de dióxido de carbono equivalente

Mtoe: Mega tonelada de **petróleo equivalente** o “**oil equivalent**” [10⁶ Tmoe]

Ktoe: Kilo tonelada de petróleo equivalente [10⁶ Tmoe]

1 Billón= 10¹²

Mil millones=10⁹

TW·h= Teravatios hora [10⁶ kW·h]

MW·h= Megavatios hora [10³ kW·h]



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

*“Análisis del cumplimiento de los objetivos de
energía y clima para el año 2030 en la Unión
Europea. Caso de estudio: el Estado español.”*

*Proyecto final de grado dentro del
Grado en Ingeniería Electrónica
Industrial y Automática, Escola
d’Enginyeria de Terrassa.*

Anexos al proyecto

Estudiante: Xavier Zurita Millán
Directora: Beatriz Escribano Rodríguez

Octubre 2015



Índice del Anexos

Contenido

A.	Datos a escala mundial.....	4
A.1	Emisiones de gases de efecto invernadero globales.....	4
A.2	Consumo de energía y otros indicadores energéticos mundiales	8
A.3	Datos socioeconómicos.....	9
B.	Datos a escala de la Unión Europea	12
B.1	Emisiones de gases de efecto invernadero en Europa	12
B.2	Consumo de energía y otros indicadores energéticos en la Unión Europea	15
B.3	Datos socioeconómicos de la Unión Europea	22
C.	Datos para el caso de estudio: España	25
C.1	Emisiones de gases de efecto invernadero en España.....	25
C.2	Consumo de energía y otros indicadores energéticos	27
C.3	Datos socioeconómicos.....	31

A. Datos a escala mundial

A.1 Emisiones de gases de efecto invernadero globales

Emisiones antropogénicas totales en el mundo (MtCO ₂ eq)		
Año	Excluyendo el sector de cambios de uso del suelo y silvicultura	Incluyendo el sector de cambios de uso del suelo y silvicultura
1990	30681,47	33021,35
1991	30876,76	33213,91
1992	30738,77	33223,64
1993	30823,37	33335,6
1994	30954,22	33489,49
1995	31507,17	34065,41
1996	32131,86	34699,92
1997	32376,31	35019,76
1998	32484,45	35155,31
1999	32653,05	35277,11
2000	33501,86	36126,6
2001	33933,75	36947,46
2002	34507,15	37604,34
2003	35838,75	38939,47
2004	37208,81	40267,12
2005	38330,84	41378,42
2006	39355,78	42002,8
2007	40472,8	43071,06
2008	40852,16	43521,79
2009	40596,79	42768,33
2010	42294,69	44372,95
2011	43372,71	45450,9

(CAIT,2015)

Emisiones antropogénicas totales en el mundo por tipo de gas (MtCO ₂ eq)				
Año	*Total CO ₂	Total CH ₄	Total N ₂ O	Total F-Gas
1990	20939,99	6252,52	3233,54	260,62
1991	21151,61	6239,87	3223,95	266,35
1992	21025,02	6227,27	3214,47	272,08
1993	21126,1	6214,66	3204,9	277,77
1994	21273,31	6201,91	3195,4	283,47
1995	21842,6	6189,25	3185,87	289,23
1996	22426,14	6212,93	3175,89	316,83
1997	22629,41	6236,67	3165,93	344,32
1998	22696,17	6260,25	3155,99	371,92
1999	22823,5	6283,94	3145,99	399,53
2000	23631,1	6307,62	3136,13	427,04

2001	23886,42	6405,67	3180,65	461,09
2002	24283,2	6503,78	3225,2	494,91
2003	25438,16	6601,66	3269,78	529
2004	26631,78	6699,75	3314,29	562,97
2005	27575,46	6798,2	3359,02	598,14
2006	28478,86	6874,25	3389,69	612,86
2007	29474,52	6950,2	3420,36	627,61
2008	29732,42	7026,35	3451,01	642,33
2009	29355,55	7102,29	3481,76	657,13
2010	30931,96	7178,32	3512,36	671,93
2011	31854,48	7245,63	3550,22	722,38

(CAIT,2015)

Emisiones antropogénicas totales en el mundo por sector de producción de emisiones (MtCO ₂ eq)						
Año	Energía	Procesos industriales	Agricultura	Residuos	Cambios en el uso de la tierra y silvicultura	Combustible búnker (transporte marítimo)
1990	22729,25	1114,83	5601,03	1146,78	2339,84	589,93
1991	22940,11	1132,54	5577,08	1162,31	2337,12	598,52
1992	22776,22	1161,56	5553,18	1177,91	2484,83	631,62
1993	22841,3	1195,7	5529,16	1193,46	2512,14	626,41
1994	22933,28	1240,7	5505,23	1208,99	2535,25	647,94
1995	23451	1283,93	5481,36	1224,54	2558,29	668,24
1996	24035,33	1323,2	5465,47	1239,16	2568,05	686,47
1997	24240,42	1360,47	5449,71	1253,89	2643,43	710,51
1998	24333,62	1375,68	5433,91	1268,37	2670,84	728,98
1999	24453,93	1422,34	5418,12	1283,07	2624,08	758,73
2000	25255,16	1469,22	5402,29	1297,72	2624,72	784,91
2001	25519,69	1541,47	5476,81	1313,48	3013,62	754,62
2002	25914,77	1626,27	5551,52	1329,32	3097,17	785,57
2003	27028,16	1747,08	5626,03	1345,15	3100,66	788,37
2004	28191,97	1856,75	5700,61	1360,95	3058,25	858,1
2005	29105,41	1970,06	5775,22	1376,76	3047,49	908,74
2006	29926,3	2115,49	5815,54	1395,23	2647,09	952,84
2007	30872,66	2224,28	5855,9	1413,65	2598,23	991,76
2008	31157,4	2258,2	5896,17	1432,2	2669,59	1004,27
2009	30734,31	2362,73	5936,41	1450,66	2171,56	945,38
2010	32218,5	2511,79	5976,79	1469,09	2078,19	1007,8
2011	33073,78	2580,14	6031,15	1480,97	2078,19	1032,98

(CAIT,2015)

Emisiones antropogénicas del sector energía totales en el mundo por subsector de producción de emisiones (MtCO ₂ eq)					
Año	Electricidad/ Calefacción	Manufacturación/ Construcción	Transporte	Uso de otros combustibles fósiles	Emisiones fugitivas
1990	8422,67	4517,29	3942,64	3908,59	1939,58
1991	8554,12	4460,04	3979,62	3933,55	2014,96
1992	8715,46	4309,35	4044,12	3745,82	1964
1993	8751,39	4244,33	4089,33	3820,65	1939,67
1994	8854,72	4282,79	4159,57	3717,14	1923,91
1995	9045,33	4471,19	4264,64	3753,25	1921,96
1996	9412,35	4451,54	4418,69	3799,28	1960,39
1997	9559,66	4494,12	4471,27	3763,34	1960,01
1998	9743,83	4457,93	4567,89	3590,13	1983,05
1999	9806,85	4301,56	4684,11	3672,24	1999,56
2000	10239,73	4548,23	4820,06	3641,99	2016,66
2001	10423,61	4512,54	4880,53	3685,03	2032,27
2002	10670,17	4529,17	4964,84	3680,5	2086,58
2003	11263,91	4776,39	5080,55	3789,91	2137,56
2004	11728,85	5144,72	5265,34	3882,95	2194,16
2005	12206,67	5371,68	5360,29	3910,86	2281,5
2006	12677,96	5596,36	5454,55	3902,32	2320,69
2007	13217,65	5791,32	5590,74	3922,76	2375,11
2008	13306,76	5899,81	5562,31	3975,28	2438,24
2009	13097,73	5772,9	5498,38	3926,6	2464,19
2010	13820,65	6194,91	5738,53	3999,32	2490,42
2011	14370,81	6429,81	5810,57	3940,59	2522

(CAIT,2015)

Emisiones de gases de efecto invernadero de los países del TOP 15 (MtCO ₂ eq)															
	China	Estados Unidos	UE 28	India	Rusia	Japón	Irán	Corea del Sur	Canadá	Arabia Saudí	Rep. De Sudáfrica	México	Rep. Indonesia	Brasil	Australia
1990	3047,3	5695,69	5170,52	1035,4	3130,35	1122,85	244,54	262,71	596,46	200,07	331,46	433,7	1076,76	1738,73	437,6
1991	3202,21	5667,94	5118,32	1084,93	3079,66	1135,04	286,87	288,44	600,09	222,72	327,1	462,51	1098,26	1748,64	436,11
1992	3361,7	5730,16	4932,61	1119,97	3034,64	1146,32	309,51	315,93	621,26	238,94	321,91	469,24	1134,12	1756,87	436,94
1993	3613,91	5858,54	4803,48	1148,15	2796,49	1143,41	311,05	344,8	630,9	245,19	328,22	473,4	1176,87	1769,03	438,6
1994	3777,98	5947,29	4765,54	1193,02	2522,22	1200,41	345,02	371,48	658,59	261,36	333,67	498,89	1213,02	1782,78	442,65
1995	4075,38	6006,71	4780,5	1260,92	2417,61	1216,48	360,76	403,42	680,07	269,39	350,7	487,26	1262,44	1806,25	450,55
1996	4151,22	6168,07	4877,64	1314,56	2384,42	1233,04	374,49	432,69	683,92	282,35	360,93	510,73	1291,57	1829,15	465,78
1997	4132,9	6344,74	4777,05	1367,19	2254,29	1227,87	392,69	460,37	688,14	265,74	375,74	531,35	1414,96	1849,77	478,28
1998	4220,84	6333,76	4766,52	1386,52	2273	1191,17	400,2	398,99	731,35	281,66	382,74	556,48	1370,06	1859,9	503,18
1999	4139,29	6362,63	4686,48	1462,17	2287,49	1230,75	432,9	436,86	706,22	287,41	365,59	554,79	1403,51	1871,28	518,05
2000	4420,68	6550,11	4680,46	1504,95	2330,98	1245,85	451,32	493,33	708,17	300,06	372,79	576,67	1421,11	1884,07	529,12
2001	4554,15	6447,96	4697,62	1414,01	2170,35	1202,26	463,61	504,59	928,33	311,32	359,22	582,36	1589,04	2075,4	574,61
2002	4845,51	6375,82	4654,1	1457,93	2172,65	1234,42	486,18	502,56	971,69	328,58	371,14	597,99	1633,17	2115,98	578,24
2003	5535,99	6442,68	4741,44	1497,07	2253,45	1238,33	513,1	510,12	995,74	347,29	398,31	614,65	1645,85	2149,42	579,58
2004	6300,28	6547,51	4749,73	1586,44	2195,85	1236,38	548,11	531,32	978,54	367,92	416,22	628,57	1672,43	2209,22	588,44
2005	6965,68	6538,47	4706,18	1648,12	2214,91	1243,03	584,35	530,03	987,49	384,89	410,46	657,46	1673,45	2257,27	588,9
2006	7655,79	6432,39	4770,76	1798,81	2104,56	1189,82	627,91	539,27	838,48	404,2	412,55	670,82	2036,71	1843,96	573,67
2007	8138,64	6541,61	4721,24	1909,64	2109,3	1224,63	665,27	553,59	859,9	418,73	439,72	693,64	2007,21	1856,04	585,24
2008	8349,79	6373,89	4626,56	2019,28	2220,46	1135,52	679,72	566,13	853,53	446,19	468,76	703,87	1996,96	1873,5	589,55
2009	8792,12	5996,74	4293,82	2224,87	2049,57	1073,08	698,45	580,69	800,74	471,11	450,59	690,04	2032,23	1400,11	599,03
2010	9387,01	6253,72	4385,61	2304,04	2133,85	1119,97	695,3	629,57	841,6	510,14	458,76	706,01	2033,05	1392,64	592,48
2011	10260,3	6135,03	4263,15	2358,04	2216,59	1170,28	712,45	655,61	847,08	532,89	457,33	723,19	2052,91	1419,1	595,3

(CAIT,2015)

Emisiones de gases de efecto invernadero en otros países (MtCO ₂ eq)		
Países/Años	1990	2011
Kuwait	79,27	195,67
Qatar	16,02	83,55
Omán	39,9	103,53
Emiratos Árabes Unidos	73,8	210,99
República Centroafricana	127,18	103,94
Níger	12,79	20,59
Bangladesh	95,07	160,12
Afganistán	14,99	25,31
Haití	4,97	8
Ruanda	11,89	4,32

(CAIT, 2015)

A.2 Consumo de energía y otros indicadores energéticos mundiales

Consumo de energía final por combustible (% respecto del total)		
Año	1973	2012
Petróleo	48,20%	40,70%
Gas Natural	14%	15,20%
Biocombustibles y residuos	13,10%	12,40%
Otros*	1,60%	3,50%
Carbón	13,70%	10,10%
Electricidad	9,40%	18,10%
Total energía final consumida (Mtoe)	4.672	8.979

(IEA,2014), *Otros incluye fuentes de energía renovables como la eólica, la solar, la geotérmica, etc.

Generación de electricidad en el mundo según fuente de energía (%)		
Año	1973	2012
Petróleo	24,80%	5,0%
Gas Natural	12,10%	22,50%
Hidráulica	20,90%	16,20%
Otros*	0,60%	5,0%
Carbón	38,30%	40,40%
Nuclear	3,30%	10,90%
Total energía final consumida en forma de electricidad (Mtoe)	439,168	1625,199

(IEA,2014)* Otros incluye fuentes de energía renovables como la eólica, la solar, la geotérmica, etc.

Intensidad Energética -Consumo total de energía primaria por \$ de PIB (Mundial, Mtoe por billón de EEUU \$(2005))		
Año	Mtoe. por billón de EEUU \$(2005)	Cambio porcentual respecto el año anterior
1980	26,3038321	
1981	25,620435	2,60%
1982	25,434746	0,72%

1983	25,0061305	1,69%
1984	25,167672	-0,65%
1985	24,9463412	0,88%
1986	24,7889575	0,63%
1987	24,7791192	0,04%
1988	24,6143669	0,66%
1989	24,1778308	1,77%
1990	23,7086189	1,94%
1991	23,6514887	0,24%
1992	23,1847174	1,97%
1993	23,0550809	0,56%
1994	22,6512054	1,75%
1995	22,5042934	0,65%
1996	22,3023432	0,90%
1997	21,9348982	1,65%
1998	21,5820116	1,61%
1999	21,2806631	1,40%
2000	20,9150109	1,72%
2001	20,6974262	1,04%
2002	20,5703762	0,61%
2003	20,6385999	-0,33%
2004	20,6847653	-0,22%
2005	20,6487191	0,17%
2006	20,3851725	1,28%
2007	20,0327206	1,73%
2008	20,0769464	-0,22%
2009	20,4743935	-1,98%
2010	20,7801006	-1,49%
2011	20,7342327	0,22%
2012	20,2617499	2,28%
2013	20,0781611	0,91%

(The shift Project data portal, 2015)

A.3 Datos socioeconómicos

Producto interior bruto mundial en Billones de dólares (EEUU, \$ 2014)							
1960	1,3687	1974	5,2861	1988	19,0758	2002	34,3346
1961	1,4241	1975	5,8921	1989	20,0190	2003	38,5601
1962	1,5291	1976	6,4093	1990	22,5193	2004	43,4119
1963	1,6452	1977	7,2478	1991	23,6414	2005	46,9646
1964	1,8029	1978	8,5336	1992	25,3087	2006	50,8801
1965	1,9640	1979	9,9141	1993	25,7426	2007	57,3279
1966	2,1299	1980	11,1609	1994	27,6892	2008	62,8580
1967	2,2661	1981	11,4485	1995	30,6428	2009	59,5393
1968	2,4442	1982	11,3463	1996	31,3012	2010	65,2168
1969	2,6916	1983	11,6002	1997	31,2130	2011	72,1396
1970	2,9542	1984	12,0384	1998	31,0895	2012	73,5142

1971	3,2626	1985	12,6565	1999	32,2409	2013	75,5929
1972	3,7618	1986	14,9783	2000	33,2840		
1973	4,5830	1987	17,0391	2001	33,0867		

(WDI,2015)

Población mundial total en miles de millones de habitantes							
1960	3,0260	1974	3,9953	1988	5,1382	2002	6,2809
1961	3,0828	1975	4,0710	1989	5,2305	2003	6,3580
1962	3,1411	1976	4,1461	1990	5,3208	2004	6,4357
1963	3,2012	1977	4,2208	1991	5,4089	2005	6,5141
1964	3,2637	1978	4,2957	1992	5,4949	2006	6,5932
1965	3,3291	1979	4,3715	1993	5,5789	2007	6,6731
1966	3,3975	1980	4,4490	1994	5,6611	2008	6,7536
1967	3,4685	1981	4,5282	1995	5,7418	2009	6,8347
1968	3,5417	1982	4,6090	1996	5,8210	2010	6,9162
1969	3,6161	1983	4,6916	1997	5,8987	2011	6,9980
1970	3,6912	1984	4,7764	1998	5,9753	2012	7,0801
1971	3,7668	1985	4,8636	1999	6,0515	2013	7,1621
1972	3,8429	1986	4,9534	2000	6,1277		
1973	3,9192	1987	5,0453	2001	6,2041		

(UNPD,2014)

Población en habitantes de otros países (No TOP 15)		
Países/Año	1990	2011
Kuwait	2.059.774	3.124.705
Qatar	476.517	1.910.902
Omán	1.810.103	3.024.774
Emiratos Árabes Unidos	1.806.498	8.925.096
República Centrafricana	2.912.824	4.436.217
Níger	7.753.907	16.511.462
Bangladesh	107.385.847	152.862.431
Afganistán	11.731.193	29.105.480
Haití	7.110.116	10.032.864
Ruanda	7.214.696	11.144.315

(UNPD,2014)

Población de los países del TOP 15 en millones de habitantes																	
	Mundo	China	Estados Unidos	EU 28	India	Rusia	Japón	Irán	Corea del Sur	Canadá	Arabia Saudí	Sudáfrica	México	Indonesia	Brasil	Australia	TOP 15
1990	5321	1165	255	478	869	148	122	56	43	28	16	37	86	179	150	17	3648
1991	5409	1183	257	479	886	149	123	57	43	28	17	38	88	182	152	17	3699
1992	5495	1199	260	481	904	149	123	58	44	28	17	39	90	185	155	18	3748
1993	5579	1213	262	482	921	149	124	59	44	29	18	40	92	188	157	18	3795
1994	5661	1226	265	483	938	149	124	60	44	29	18	41	94	191	159	18	3839
1995	5742	1238	268	484	956	149	124	60	45	29	19	41	95	194	162	18	3883
1996	5821	1248	271	485	973	148	125	61	45	30	19	42	97	197	164	18	3925
1997	5899	1257	275	486	990	148	125	63	45	30	19	43	99	200	167	19	3965
1998	5975	1265	278	486	1008	148	125	64	45	30	19	44	101	203	169	19	4004
1999	6051	1273	281	487	1025	147	125	65	46	30	20	44	102	206	172	19	4043
2000	6128	1280	285	488	1042	147	126	66	46	31	20	45	104	209	175	19	4082
2001	6204	1288	288	489	1060	146	126	67	46	31	21	46	105	212	177	19	4120
2002	6281	1295	290	491	1077	146	126	68	46	31	22	46	107	215	179	20	4159
2003	6358	1303	293	493	1094	145	127	69	47	32	23	47	108	218	182	20	4198
2004	6436	1310	295	495	1111	144	127	69	47	32	24	48	109	221	184	20	4237
2005	6514	1318	298	497	1127	144	127	70	47	32	25	48	111	224	186	21	4276
2006	6593	1326	301	499	1143	144	127	71	47	33	25	49	112	228	188	21	4314
2007	6673	1334	304	501	1159	144	127	72	48	33	26	50	114	231	190	21	4353
2008	6754	1343	307	503	1175	144	127	73	48	33	26	50	115	234	192	22	4391
2009	6835	1351	309	504	1190	144	127	74	48	34	27	51	116	237	193	22	4429
2010	6916	1360	312	506	1206	144	127	74	48	34	27	51	118	241	195	22	4466
2011	6998	1368	315	507	1221	143	127	75	49	34	28	52	119	244	197	23	4504

(UNPD,2014)

B. Datos a escala de la Unión Europea

B.1 Emisiones de gases de efecto invernadero en Europa

Emisión de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (28) según actividad emisora (kTCO ₂ eq)						
AÑO/ SECTOR	Uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura	Energía	Procesos industriales	Uso de disolventes y otros productos	Agricultura	Residuos
1990	-258320	4324590	461985	16948	617158	205579
1992	-262633	4132987	412529	15806	557714	205934
1994	-267591	4017398	427426	13965	533342	206409
1996	-311543	4166417	440247	14095	534806	205317
1998	-315029	4056624	420365	14126	531608	198521
2000	-302407	4003589	393925	13542	521026	189569
2002	-289203	4050309	377051	12792	506600	185126
2004	-301546	4130044	404346	12276	500056	170783
2006	-333026	4106588	400584	12362	489667	164213
2008	-327987	3961065	388215	11401	489477	156334
2010	-311676	3783468	334750	10581	474938	147323
2012	-303553	3603784	320632	9902	469104	140803

(EEA,2015)

Emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (1) (kTCO₂eq)

	UE (28)	UE (15)	Bélgica	Bulgaria	Rep. Checa	Dinamarca	Alemania	Estonia	Irlanda	Grecia	España	Francia	Croacia	Italia	Chipre	Letonia
1990	5626260	4262100	142952	109139	196146	68661	1248049	40615	55246	104927	283749	557351	31938	519055	6088	26213
1991	5522150	4279070	144951	86326	182193	79208	1201034	37439	56017	104525	293165	580923	25293	520606	6567	24299
1992	5324970	4189951	143695	80126	165624	73163	1150981	27385	56006	105963	301710	571579	23660	517783	7005	19569
1993	5223402	4124415	142766	78452	159467	75504	1141687	21251	56323	105050	291118	544581	23764	511267	7320	15818
1994	5198541	4126526	148485	74873	149435	79496	1121880	21901	57752	107814	307473	545146	22910	503552	7585	13893
1995	5253190	4171006	150327	75705	151774	76140	1117580	20064	58903	109718	322108	553170	23502	530333	7524	12503
1996	5360881	4253119	154308	75577	155540	89012	1136718	20726	61001	112766	314842	567863	24151	524038	7903	12517
1997	5261178	4184221	145679	71979	151816	79498	1100978	20332	62510	117586	328189	562523	25597	530464	8013	11961
1998	5221243	4204959	151211	67072	144667	75672	1075180	18811	65317	123177	338022	577545	25678	541858	8336	11437
1999	5111343	4141047	144947	60264	137107	72961	1041304	17451	66282	123028	364001	563086	26935	548319	8641	10636
2000	5121652	4156404	145857	59471	146330	68549	1040367	17157	68216	126579	380004	560526	26626	551237	8904	9994
2001	5172188	4193429	145183	62643	146326	70026	1055174	17542	70208	127510	376963	558768	27764	557144	8900	10626
2002	5131879	4173044	144718	59649	142845	69504	1033945	16935	68338	127446	394905	553427	28845	558302	9188	10605
2003	5216864	4225285	145316	64390	145827	74331	1032297	18810	68467	131257	402420	558803	30206	573604	9572	10856
2004	5217504	4222074	146398	63592	147274	68389	1019806	19129	68184	131707	417195	557214	30393	576843	9795	10852
2005	5178201	4183083	142063	63712	145965	64083	994460	18421	69656	135311	431393	558781	30688	574262	9886	11056
2006	5173414	4157272	138342	64505	147021	71952	1002426	17837	69166	131794	423789	546982	31254	563373	10062	11522
2007	5118667	4094764	133440	68423	147246	67382	976584	20949	68371	134637	432112	537662	32744	555078	10382	11979
2008	5006492	4006868	135823	66843	142185	63905	979803	19546	68020	130758	398444	532853	31401	540620	10559	11496
2009	4642442	3721702	123209	57725	134206	61068	912606	16189	62312	124110	359659	509248	29390	490113	10299	10850
2010	4751060	3803200	130611	60272	137008	61402	946388	19892	61895	117878	347181	516447	28893	499359	9989	11987
2011	4603245	3649967	120146	65996	135277	56518	928695	20484	57750	114728	345887	490010	28542	486601	9682	11140
2012	4544224	3619471	116520	61046	131466	51637	939083	19188	58531	110985	340809	490125	26419	460083	9259	10978

(EEA,2015)

Emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea (2) (kTCO₂eq)

	Lituania	Luxemburgo	Hungría	Malta	Países Bajos	Austria	Polonia	Portugal	Rumanía	Eslovenia	Eslovaquia	Finlandia	Suecia	Reino Unido
1990	48721	12901	97603	1992	211850	78086	466372	60767	247664	18444	73227	70329	72714	775463
1991	50105	13447	89744	2178	216385	82135	456204	62683	202017	17321	63396	68142	72884	782964
1992	30206	13222	79724	2297	215099	75411	442010	67105	182424	17209	57780	66721	72412	759101
1993	24301	13334	80263	2308	219980	75484	442073	65821	172306	17450	54214	68815	72443	740243
1994	22862	12505	79215	2433	219934	76345	438414	66890	169050	17641	51802	74204	74898	730151
1995	22072	10177	78475	2418	223161	79744	441103	71399	175265	18549	53232	70768	74152	723326
1996	23359	10239	80706	2465	231327	82755	454106	69096	177828	19224	53658	76492	78017	744646
1997	23055	9534	79270	2542	224606	82278	445808	72159	164437	19586	52561	75112	72928	720177
1998	23813	8644	79095	2521	225494	81653	416877	77107	146773	19345	51859	71531	73397	719150
1999	21256	9062	79688	2612	213316	79966	406496	85224	129708	18694	50810	70985	70050	688515
2000	19632	9762	76504	2551	213023	80277	396104	84100	134074	18953	48947	69188	68563	690155
2001	20716	10258	78359	2675	214494	84275	392886	83872	139022	19820	51479	74400	69344	695810
2002	21232	11037	76880	2709	213544	85976	380354	88038	139698	19977	49919	76625	70068	677174
2003	21448	11382	79604	2896	214304	91985	393407	82328	144219	19672	50671	84577	70470	683743
2004	22231	12862	79107	2878	215514	91569	398044	85299	141221	19980	50933	80584	69699	680812
2005	23318	13095	78376	2977	209448	92581	398827	87686	141314	20314	50264	68624	66913	674728
2006	23708	12946	77485	2978	205559	89711	414148	82647	144777	20526	50318	79900	66778	671906
2007	26119	12361	75651	3091	204199	86967	415449	80269	142804	20672	48395	78249	65233	662220
2008	24932	12188	73328	3057	203314	86882	406081	78032	139812	21384	49001	70126	63014	643086
2009	20432	11684	66976	2993	197787	80148	387700	74854	119917	19373	44690	66003	59097	589804
2010	21119	12250	67638	2994	209286	84808	407475	70634	115799	19411	45382	74397	65072	605592
2011	21680	12125	66034	3027	195064	82761	405741	69317	121514	19463	44698	66861	60754	562753
2012	21622	11839	61981	3140	191669	80059	399268	68752	118764	18911	42710	60966	57604	580807

(EEA,2015)

B.2 Consumo de energía y otros indicadores energéticos en la Unión Europea

Demanda de energía final prevista por los escenarios base PRIMES para la Unión Europea (28) (ktoe)			
Año	PRIMES 2007	PRIMES 2009	PRIMES 2013
1990	1070684	1068710	-
1995	1066881	1069989	-
2000	1112182	1112989	1127687
2005	1166880	1173676	1190674
2010	1237040	1168588	1157570
2015	1302036	1210934	1171067
2020	1347807	1229094	1137297
2025	1382755	1226560	1130470
2030	1405680	1216372	1125536

(PRIMES 2007, 2009 y 2013)

Consumo de energía primaria previsto por los escenarios base PRIMES para la Unión Europea (28) (ktoe)			
Año	PRIMES 2007	PRIMES 2009	PRIMES 2013
1990	1553923	1562228	-
1995	1545343	1551976	-
2000	1602819	1610604	1615595
2005	1699700	1708512	1712551
2010	1738034	1653072	1652590
2015	1806644	1690310	1627126
2020	1842050	1705122	1542367
2025	1867742	1699958	1511681
2030	1873499	1688520	1489923

(PRIMES 2007, 2009 y 2013)

Demanda de energía final prevista por el escenarios base PRIMES de 2007 para la Unión Europea (28) según sector de consumo (ktoe)				
Año	Industrial	Residencial	Servicios/ Agricultura	Transporte
1990	367505	264548	159192	279440
1995	325769	279716	161639	299758
2000	324835	287255	160963	339129
2005	324493	307013	173669	361705
2010	338508	320538	187079	390915
2015	355349	329712	198671	418304
2020	367691	336005	205469	438642
2025	378367	340246	210042	454100
2030	386379	343345	212878	463079

(PRIMES 2007)

Consumo bruto de energía final en la UE (2004-2012) (ktoe)				
	Consumo bruto de energía final (Renovable)	Consumo bruto de energía final (No Renovable)	Total Consumo bruto de energía final	Porcentaje de renovables [%]
2004	101200,773	1118455,7	1219656,48	8,30%
2005	106425,603	1114134,02	1220559,62	8,72%
2006	112865,912	1108562,21	1221428,12	9,24%
2007	119984,232	1083098,46	1203082,69	9,97%
2008	126728,8	1082576,06	1209304,86	10,48%
2009	135693,943	1007081,62	1142775,56	11,87%
2010	149130,947	1047311,53	1196442,48	12,46%
2011	147481,039	993935,582	1141416,62	12,92%
2012	162954,674	980556,083	1143510,76	14,25%

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final en la UE por sector (2004-2012) (ktoe)			
	Sector electricidad	Sector Transporte	Sector refrigeración y calefacción
2004	280815,391	307050,294	595266,898
2005	284305,503	307698,585	590733,638
2006	287560,877	313170,078	580115,478
2007	289484,953	317560,464	553749,572
2008	290492,519	313000,577	563324,425
2009	276134,136	304568,786	523228,128
2010	287329,063	304119,54	565381,128
2011	281658,298	300821,682	518992,309
2012	282441,531	291742,602	529365,071

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final de origen renovable en la UE por sector (2004-2012) (ktoe)			
	Sector electricidad	Sector Transporte	Sector refrigeración y calefacción
2004	40216,7698	3043,39949	59038,08
2005	42195,5079	4331,17394	60989,2301
2006	44118,7996	6525,10277	63286,9706
2007	46552,0883	8830,20797	65685,4942
2008	49283,1806	11015,5242	67519,7653
2009	52371,2251	13005,5842	71552,7014
2010	56449,0503	14528,5368	79481,49
2011	61056,0974	10182,8639	78048,1268
2012	66325,67	14755,0088	85063,6917

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final renovable por tecnología de generación de electricidad (ktoe)					
	Hidráulica	Eólica	Solar	Biomasa sólida	Otras renovables*
2004	29537,2803	4943,82197	62,4315563	3259,96887	2413,26711
2005	29581,6231	5957,57677	125,454084	3765,97876	2764,87526
2006	29471,0322	7097,8905	214,33362	4162,27764	3173,2657
2007	29561,8617	8563,97844	325,054514	4363,46174	3737,73192
2008	29586,0832	10123,7959	640,588736	4829,63998	4103,07279
2009	29690,3206	11686,249	1214,47928	5235,45056	4544,72565
2010	29994,6799	13272,2918	2000,71247	6029,49364	5151,87242
2011	29958,3188	15069,5219	4065,36526	6325,85658	5637,03476
2012	29821,6825	17076,7421	6119,95709	6894,28736	6413,00098

(SHARES 2013)

Dependencia energética en la Unión Europea (%)			
Año	Dependencia energética total	Nivel de importación de petróleo	Nivel de importación de gas
1990	44,3	45,5	80
1991	44,8	43,3	80,1
1992	45,7	43,5	80,5
1993	43,9	40,6	78,7
1994	42,8	41,9	74,9
1995	43	43,3	74
1996	43,7	43,3	75,1
1997	44,6	45,1	75,4
1998	45,9	45,6	76,7
1999	45,1	47,8	73
2000	46,7	48,8	75,8
2001	47,4	47,1	77,3
2002	47,5	50,9	75,8
2003	48,8	52	78,3
2004	50,2	53,6	79,7
2005	52,2	57,1	82,2
2006	53,6	60,3	83,4
2007	52,9	59,5	82,3
2008	54,7	61,7	84,3
2009	53,7	63,4	83,5
2010	52,8	62,1	84,4
2011	54	67,1	85,1
2012	53,3	65,8	86,4

(EUROSTAT 2015)

Porcentaje de consumo bruto de energía final de origen renovable en la UE (%)										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2020 Objetivo
Malta	0,10%	0,16%	0,18%	0,22%	0,21%	0,23%	0,99%	1,38%	2,66%	10,00%
Luxemburgo	0,90%	1,40%	1,47%	2,73%	2,82%	2,94%	2,87%	2,88%	3,14%	11,00%
Reino Unido	1,16%	1,36%	1,56%	1,83%	2,39%	2,99%	3,29%	3,77%	4,16%	15,00%
Países Bajos	1,85%	2,34%	2,65%	3,08%	3,35%	4,10%	3,74%	4,31%	4,47%	14,00%
Chipre	3,07%	3,13%	3,26%	4,00%	5,13%	5,59%	5,96%	5,99%	6,77%	13,00%
Irlanda	2,39%	2,85%	3,12%	3,64%	4,08%	5,13%	5,59%	6,64%	7,29%	16,00%
Bélgica	1,88%	2,33%	2,66%	3,38%	3,83%	5,23%	5,65%	6,08%	7,42%	13,00%
Hungría	4,37%	4,47%	5,09%	5,89%	6,50%	8,01%	8,61%	9,08%	9,50%	13,00%
Eslovaquia	5,74%	5,88%	6,27%	7,57%	7,66%	9,33%	9,05%	10,25%	10,37%	14,00%
Polonia	6,89%	6,89%	6,88%	6,89%	7,73%	8,71%	9,25%	10,27%	10,87%	15,00%
Republica Checa	5,88%	6,04%	6,42%	7,37%	7,61%	8,51%	9,50%	9,52%	11,42%	13,00%
Alemania	5,75%	6,69%	7,68%	9,04%	8,54%	9,85%	10,44%	11,40%	12,05%	18,00%
Grecia	6,90%	7,04%	7,21%	8,15%	8,01%	8,47%	9,80%	10,87%	13,42%	18,00%
Francia	9,43%	9,65%	9,53%	10,33%	11,24%	12,29%	12,75%	11,25%	13,58%	23,00%
UE28	8,30%	8,72%	9,24%	9,97%	10,48%	11,87%	12,46%	12,92%	14,25%	20,00%
España	8,35%	8,45%	9,17%	9,68%	10,76%	12,99%	13,84%	13,24%	14,30%	20,00%
Italia	5,64%	5,80%	6,36%	6,40%	7,29%	9,14%	10,51%	12,15%	15,40%	17,00%
Bulgaria	9,45%	9,36%	9,57%	9,24%	10,49%	12,15%	14,07%	14,29%	15,97%	16,00%
Croacia	13,17%	12,78%	12,84%	12,12%	12,09%	13,12%	14,29%	15,44%	16,85%	20,00%
Eslovenia	16,15%	16,02%	15,60%	15,64%	15,04%	19,05%	19,27%	19,37%	20,23%	25,00%
Lituania	17,22%	17,00%	17,03%	16,67%	18,03%	20,01%	19,84%	20,24%	21,73%	23,00%
Rumanía	16,97%	17,64%	17,10%	18,29%	20,46%	22,66%	23,36%	21,41%	22,79%	24,00%
Portugal	19,23%	19,54%	20,81%	21,94%	22,96%	24,44%	24,19%	24,65%	24,99%	31,00%
Dinamarca	14,49%	15,59%	15,92%	17,85%	18,60%	19,97%	22,01%	23,35%	25,61%	30,00%
Estonia	18,43%	17,46%	16,10%	17,13%	18,92%	23,01%	24,59%	25,52%	25,81%	25,00%

Austria	22,66%	23,94%	25,55%	27,46%	28,41%	30,32%	30,85%	30,92%	32,11%	34,00%
Finlandia	29,23%	28,83%	30,04%	29,61%	31,39%	31,49%	32,54%	32,88%	34,45%	38,00%
Letonia	32,79%	32,26%	31,14%	29,61%	29,81%	34,32%	30,38%	33,55%	35,78%	40,00%
Suecia	38,69%	40,54%	42,61%	44,14%	45,23%	48,16%	47,21%	48,90%	51,07%	49,00%

(SHARES 2013)

Consumo de energía primaria en la UE por país (Mtoe) (1)												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
UE-28	1568,8	1571,8	1537,6	1545,9	1530,9	1565,7	1625,7	1606,9	1618,6	1607,1	1616,6	1656,6
Alemania	333,3	327,2	320,1	318,2	314,7	318	330	325,7	323	315,9	317,3	327,3
Francia	214,4	225,4	221,3	226,8	217,4	225,9	240	231,8	239,7	239,8	241,4	251
Reino Unido	199,8	206,4	205,5	207,9	209,1	209,8	219,5	214	217,1	216,9	219,2	221,8
Italia	143,2	145,2	145,2	146,2	144,3	152	152,5	154	159	162,4	165,8	165,5
España	84,2	88,2	89,9	87,9	91,3	94,2	92,4	98,5	102,9	109	114,2	117,2
Polonia	99,1	97,5	95,1	97,6	92,1	95,1	99,1	98	91,3	89,2	84,3	85,6
Países Bajos	56,9	60,3	60	62,1	62,3	63,4	67,5	64,5	65,5	64,3	65,1	67
Suecia	45,5	47,7	46,7	46,5	48,6	49,5	50,6	49,2	50,3	49,8	47,2	49,1
Suecia	45,5	47,7	46,7	46,5	48,6	49,5	50,6	49,2	50,3	49,8	47,2	49,1
Bélgica	45,6	47,4	47,6	46,4	47,4	48,1	50,9	51,1	52,4	52,1	52,6	51,9
Rep. Checa	48,2	44	42,6	41,4	39,7	39,4	40,5	41	39,7	36,8	39	40
Finlandia	27,3	27,6	25,9	27,3	29,3	28,2	30,6	31,8	32	31,9	31,5	32,4
Rumania	57,3	46,7	43,9	44	42,2	45,1	46,2	43,3	39,8	34,9	34,8	35,2
Austria	23,4	25	24	24,5	24,5	25,7	27,3	26,9	27,5	27,2	27,3	28,7
Grecia	21,6	22	22,7	22,5	23,3	23,4	24	25	26,2	26,4	27,6	28,4
Hungría	27,1	26,2	24,2	24,9	24,1	24,5	25,4	24,9	24,5	24,6	23,7	24,5
Portugal	16,1	16,1	17,2	17	17,5	18,6	18,6	19,4	20,9	22,7	22,9	23,3
Bulgaria	26,2	21,4	19,8	20,7	20	21,5	21,6	19,8	19,2	17,4	17,5	18,3

Dinamarca	17,6	19,5	18,6	19,1	19,9	19,9	22,6	21,1	20,8	20	19,4	20
Eslovaquia	20,2	18,2	17,4	17,3	16,8	16,8	17,1	17,1	16,7	16,8	16,9	17,5
Irlanda	9,7	9,7	9,6	9,9	10,3	10,5	11,2	11,7	12,5	13,3	13,9	14,4
Croacia	8,3	6,5	5,8	6,1	6,1	6,3	6,5	7	7,4	7,3	7,1	7,4
Eslovenia	5,7	5,5	5,1	5,4	5,6	6	6,2	6,4	6,3	6,2	6,2	6,5
Estonia	9,7	9,1	6,7	5,6	5,6	5,3	5,9	5,8	5,2	4,8	4,8	5
Lituania	15,1	15,6	10,4	8,7	7,6	8,1	8,7	8,2	8,5	7,1	6,4	7,4
Letonia	7,9	7,5	6,1	5,3	4,8	4,6	4,5	4,4	4,3	3,9	3,8	4,1
Luxemburgo	3,5	3,7	3,7	3,8	3,7	3,3	3,3	3,3	3,2	3,4	3,6	3,8
Chipre	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	1,9	2,1	2	2,2	2,2	2,3	2,4
Malta	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9

(EUROSTAT 2015)

Consumo de energía primaria en la UE por país (Mtoe) (2)												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
UE-28	1650,6	1686,7	1706	1709	1718,2	1687,3	1686,6	1593,1	1652,4	1593	1583,9	
Alemania	319,7	318,3	320,1	317,2	327,6	310,4	315,2	296	310,4	294,4	296,8	
Francia	250,6	254,8	259	260	255,6	252	255,3	245,4	253,3	243,7	244	
Reino Unido	216,5	220,4	220,8	222,8	219,7	213,4	210,7	198,9	204,7	190,8	196,4	
Italia	166,2	174,3	176,8	178,9	176,3	174,5	171,7	160,4	165,2	162,8	158,4	
España	121	125,8	132,5	135,9	136,4	138,3	134,1	123,2	122,8	121,4	121,7	
Polonia	84,6	87,1	86,9	87,7	91,7	91,6	92,8	89,9	95,8	96	92,9	
Países Bajos	67,5	68,6	69,8	68,5	68	66,9	69,1	66,7	71,1	66,3	67,1	
Suecia	48,8	47,8	49,7	48,7	47,2	47,1	47	43,7	48,7	47,8	48	
Suecia	48,8	47,8	49,7	48,7	47,2	47,1	47	43,7	48,7	47,8	48	
Bélgica	49,8	52,3	52,3	51,5	50,8	49,8	51,1	48,9	52,8	50	46,2	
Rep. Checa	40,3	42,2	42,7	42,2	43,3	43,6	42,3	39,9	41,9	40,4	40,1	

Finlandia	34,1	36,1	36,3	33,4	36,4	36,1	34,7	32,7	35,9	34,7	33,7
Rumania	36,7	38,5	37,5	36,7	38,3	38	38	33,9	34,3	34,8	33,6
Austria	29,1	30,8	31,4	32,6	32,5	32,2	32,5	30,7	32,7	31,9	31,9
Grecia	28,8	29,5	30	30,6	30,7	30,7	30,9	29,6	27,6	26,9	26,9
Hungría	24,3	25	24,7	25,4	25,2	24,6	24,6	23,3	23,8	23,1	21,7
Portugal	24,4	23,6	24,2	24,9	24,1	23,8	23,4	23,5	22,6	21,9	21,1
Bulgaria	18,1	18,5	18,2	18,9	19,6	19,2	18,9	16,9	17,3	18,6	17,8
Dinamarca	19,7	20,5	19,9	19,3	20,7	20,2	19,4	18,7	19,8	18,3	17,7
Eslovaquia	17,5	17,5	17,2	17,8	17,6	16,5	17	15,6	16,8	16,2	15,7
Irlanda	14,6	14,5	14,9	15	15,3	15,8	15,4	14,7	14,9	13,6	13,5
Croacia	7,7	8,1	8,1	8,2	8,3	8,6	8,4	8,1	8	7,9	7,6
Eslovenia	6,7	6,7	6,9	7	7	7	7,5	6,8	7	7,2	6,9
Estonia	4,9	5,4	5,5	5,4	5,3	5,9	5,7	5,2	6,1	6,1	6
Lituania	7,9	8,3	8,5	7,9	7,7	8	8,1	7,7	6,1	5,8	5,9
Letonia	4	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	4,6	4,4	4,6	4,3	4,4
Luxemburgo	4	4,2	4,7	4,8	4,7	4,6	4,6	4,3	4,6	4,5	4,4
Chipre	2,4	2,6	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5
Malta	0,8	0,9	0,9	1	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	1

(EUROSTAT 2015)

B.3 Datos socioeconómicos de la Unión Europea

Población en millones de habitantes de los países de la Unión Europea (28)(1)

	Alemania	Austria	Bélgica	Bulgaria	Croacia	Dinamarca	Eslovaquia	Eslovenia	España	Estonia	Finlandia	Francia	Grecia	Hungría
1990	80,4872	7,6700	9,9782	8,8211	4,7935	5,1403	5,2777	2,0038	38,8830	1,5653	4,9867	56,8457	10,1605	10,3851
1991	81,0265	7,7264	10,0111	8,7454	4,7991	5,1543	5,2980	2,0052	38,9729	1,5492	5,0094	57,0980	10,2467	10,3702
1992	81,6252	7,7972	10,0499	8,6535	4,7876	5,1713	5,3174	2,0034	39,0800	1,5232	5,0349	57,3391	10,3500	10,3647
1993	82,2252	7,8724	10,0912	8,5524	4,7624	5,1906	5,3352	1,9995	39,1969	1,4913	5,0615	57,5700	10,4624	10,3638
1994	82,7504	7,9382	10,1296	8,4516	4,7285	5,2113	5,3505	1,9953	39,3122	1,4598	5,0865	57,7923	10,5725	10,3611
1995	83,1478	7,9854	10,1619	8,3581	4,6902	5,2326	5,3630	1,9918	39,4206	1,4331	5,1082	58,0090	10,6718	10,3520
1996	83,3889	8,0093	10,1868	8,2746	4,6478	5,2544	5,3724	1,9897	39,5137	1,4125	5,1260	58,2162	10,7584	10,3349
1997	83,4907	8,0141	10,2060	8,1997	4,6016	5,2767	5,3791	1,9888	39,6038	1,3971	5,1408	58,4183	10,8336	10,3112
1998	83,5007	8,0091	10,2229	8,1314	4,5549	5,2987	5,3836	1,9888	39,7299	1,3855	5,1532	58,6356	10,8968	10,2829
1999	83,4909	8,0078	10,2424	8,0659	4,5118	5,3194	5,3864	1,9892	39,9447	1,3757	5,1648	58,8947	10,9477	10,2531
2000	83,5125	8,0203	10,2684	8,0005	4,4752	5,3383	5,3880	1,9895	40,2828	1,3661	5,1765	59,2131	10,9869	10,2241
2001	83,5835	8,0494	10,3008	7,9350	4,4468	5,3547	5,3884	1,9897	40,7567	1,3565	5,1883	59,6007	11,0129	10,1961
2002	83,6852	8,0918	10,3390	7,8705	4,4261	5,3690	5,3879	1,9901	41,3467	1,3477	5,2003	60,0477	11,0264	10,1686
2003	83,7885	8,1423	10,3850	7,8070	4,4114	5,3829	5,3874	1,9914	42,0159	1,3395	5,2132	60,5276	11,0317	10,1422
2004	83,8488	8,1932	10,4410	7,7446	4,3997	5,3986	5,3883	1,9946	42,7103	1,3319	5,2283	61,0025	11,0353	10,1179
2005	83,8360	8,2386	10,5081	7,6833	4,3889	5,4177	5,3915	2,0003	43,3875	1,3251	5,2464	61,4450	11,0416	10,0960
2006	83,7403	8,2774	10,5877	7,6229	4,3786	5,4409	5,3974	2,0090	44,0385	1,3189	5,2678	61,8452	11,0525	10,0770
2007	83,5788	8,3115	10,6781	7,5631	4,3693	5,4676	5,4057	2,0202	44,6641	1,3131	5,2923	62,2109	11,0669	10,0608
2008	83,3795	8,3421	10,7726	7,5042	4,3601	5,4961	5,4154	2,0325	45,2434	1,3078	5,3183	62,5526	11,0831	10,0461
2009	83,1828	8,3717	10,8624	7,4462	4,3499	5,5244	5,4250	2,0442	45,7543	1,3030	5,3439	62,8883	11,0981	10,0311
2010	83,0174	8,4019	10,9413	7,3892	4,3380	5,5510	5,4334	2,0542	46,1820	1,2985	5,3677	63,2309	11,1100	10,0146
2011	82,8929	8,4329	11,0066	7,3331	4,3238	5,5752	5,4403	2,0620	46,5141	1,2945	5,3891	63,5821	11,1186	9,9962
2012	82,8001	8,4639	11,0601	7,2778	4,3074	5,5978	5,4458	2,0677	46,7545	1,2908	5,4085	63,9366	11,1246	9,9762
2013	82,7266	8,4951	11,1045	7,2229	4,2897	5,6191	5,4502	2,0720	46,9270	1,2873	5,4263	64,2913	11,1280	9,9549

2014	82,6523	8,5264	11,1444	7,1680	4,2720	5,6402	5,4542	2,0756	47,0664	1,2838	5,4435	64,6413	11,1284	9,9332
------	---------	--------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	---------	---------	--------

(UNPD,2014)

Población en millones de habitantes de los países de la Unión Europea (28) (2)															
	Irlanda	Italia	Letonia	Lituania	Luxemburgo	Malta	Países Bajos	Polonia	Portugal	R. Unido	Chequia	Rumania	Suecia	Chipre	TOTAL UE28
1990	3,5312	56,8319	2,6640	3,6974	0,3818	0,3753	14,8903	38,1499	9,8995	57,2145	10,3260	23,3721	8,5591	0,7666	477,6577
1991	3,5376	56,8555	2,6451	3,6988	0,3864	0,3796	14,9932	38,2553	9,9199	57,3675	10,3300	23,3559	8,6165	0,7831	479,1368
1992	3,5493	56,8944	2,6113	3,6894	0,3914	0,3839	15,1011	38,3428	9,9553	57,5203	10,3362	23,2939	8,6778	0,8007	480,6450
1993	3,5659	56,9367	2,5686	3,6718	0,3968	0,3881	15,2108	38,4108	10,0010	57,6743	10,3421	23,1974	8,7375	0,8188	482,0955
1994	3,5866	56,9643	2,5254	3,6503	0,4024	0,3921	15,3181	38,4569	10,0500	57,8325	10,3439	23,0828	8,7887	0,8372	483,3714
1995	3,6109	56,9671	2,4880	3,6281	0,4082	0,3956	15,4200	38,4799	10,0971	57,9972	10,3392	22,9635	8,8267	0,8554	484,4021
1996	3,6384	56,9373	2,4583	3,6060	0,4140	0,3987	15,5148	38,4802	10,1406	58,1685	10,3278	22,8419	8,8494	0,8732	485,1350
1997	3,6698	56,8871	2,4346	3,5833	0,4200	0,4014	15,6033	38,4613	10,1822	58,3466	10,3112	22,7174	8,8591	0,8907	485,6295
1998	3,7066	56,8503	2,4147	3,5588	0,4258	0,4037	15,6881	38,4288	10,2225	58,5343	10,2912	22,5962	8,8612	0,9080	486,0642
1999	3,7509	56,8727	2,3945	3,5309	0,4313	0,4057	15,7728	38,3902	10,2635	58,7350	10,2701	22,4849	8,8636	0,9255	486,6863
2000	3,8037	56,9861	2,3715	3,4984	0,4361	0,4075	15,8599	38,3514	10,3062	58,9514	10,2504	22,3884	8,8723	0,9433	487,6688
2001	3,8658	57,2002	2,3453	3,4616	0,4401	0,4091	15,9502	38,3147	10,3507	59,1838	10,2314	22,3101	8,8884	0,9615	489,0727
2002	3,9359	57,5015	2,3173	3,4214	0,4435	0,4105	16,0424	38,2805	10,3956	59,4319	10,2141	22,2496	8,9112	0,9799	490,8321
2003	4,0107	57,8680	2,2878	3,3784	0,4470	0,4118	16,1339	38,2504	10,4390	59,6980	10,2038	22,2016	8,9418	0,9981	492,8362
2004	4,0858	58,2671	2,2576	3,3333	0,4515	0,4132	16,2214	38,2255	10,4781	59,9841	10,2079	22,1582	8,9813	1,0158	494,9157
2005	4,1580	58,6719	2,2276	3,2868	0,4578	0,4147	16,3022	38,2063	10,5110	60,2914	10,2307	22,1133	9,0302	1,0326	496,9403
2006	4,2261	59,0783	2,1974	3,2388	0,4662	0,4166	16,3758	38,1942	10,5367	60,6209	10,2749	22,0654	9,0897	1,0483	498,8834
2007	4,2905	59,4855	2,1672	3,1901	0,4763	0,4186	16,4428	38,1891	10,5559	60,9704	10,3378	22,0159	9,1592	1,0631	500,7647
2008	4,3517	59,8738	2,1383	3,1433	0,4873	0,4208	16,5042	38,1897	10,5699	61,3333	10,4118	21,9650	9,2346	1,0771	502,5545
2009	4,4104	60,2203	2,1123	3,1020	0,4981	0,4229	16,5613	38,1936	10,5807	61,7008	10,4864	21,9133	9,3103	1,0906	504,2285
2010	4,4676	60,5090	2,0905	3,0685	0,5079	0,4247	16,6152	38,1988	10,5898	62,0664	10,5537	21,8615	9,3823	1,1037	505,7696
2011	4,5228	60,7293	2,0734	3,0440	0,5163	0,4264	16,6662	38,2046	10,5976	62,4269	10,6110	21,8089	9,4490	1,1165	507,1544

2012	4,5759	60,8846	2,0604	3,0276	0,5237	0,4278	16,7140	38,2109	10,6038	62,7831	10,6601	21,7547	9,5113	1,1290	508,3788
2013	4,6272	60,9903	2,0503	3,0169	0,5304	0,4290	16,7592	38,2166	10,6082	63,1363	10,7022	21,6986	9,5711	1,1412	509,4724
2014	4,6773	61,0702	2,0411	3,0083	0,5368	0,4301	16,8025	38,2205	10,6103	63,4892	10,7405	21,6402	9,6313	1,1531	510,4810

(UNPD 2014)

Producto interior bruto total de la Unión Europea en millones de euros (€, Julio 2015)	
GEO/TIME	Unión Europea (28)
1995	7.279.383,7
1996	7.662.591,9
1997	8.087.931,1
1998	8.470.738,2
1999	8.891.845,2
2000	9.552.215,5
2001	9.946.838,3
2002	10.315.032,0
2003	10.489.822,3
2004	11.015.561,6
2005	11.502.133,1
2006	12.168.081,7
2007	12.900.956,7
2008	12.986.407,6
2009	12.245.901,4
2010	12.789.849,3
2011	13.173.449,7
2012	13.420.178,5
2013	13.520.970,2
2014	13.920.016,1

(UNPD 2014)

C. Datos para el caso de estudio: España

C.1 Emisiones de gases de efecto invernadero en España

Emisiones de gases de efecto invernadero totales en España (ktCO ₂ eq)			
Año base	289.773,21	2001	376.994,946
P.Kyoto			
1990	283.749,22	2002	394.960,885
1991	293.250,4885	2003	402.494,989
1992	301.653,9116	2004	417.273,422
1993	291.222,0761	2005	431.392,66
1994	307.449,3758	2006	423.648,433
1995	322.108,19	2007	432.051,856
1996	314.983,4793	2008	398.444,15
1997	328.313,0469	2009	359.659,15
1998	338.165,3361	2010	347.181,00
1999	363.955,1518	2011	345.887,15
2000	380.004,18	2012	340.808,59

(Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente 2014)

Emisiones de gases de efecto invernadero por gas en España (ktCO ₂ eq)							
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	TOTAL
1990	227.508,03	26.218,13	26.632,07	2.441,16	882,92	66,92	283.749,23
1995	262.860,03	28.129,54	25.297,61	4.880,33	832,34	108,34	322.108,19
2000	308.026,42	31.840,87	31.118,95	8.448,15	371,44	198,35	380.004,18
2005	365.478,37	32.667,05	26.918,93	5.958,54	145,01	224,75	431.392,65
2008	333.181,72	32.486,04	25.064,13	7.327,35	120,66	264,25	398.444,15
2009	293.732,28	33.284,40	24.796,66	7.519,76	84,17	241,88	359.659,15
2010	280.377,63	32.337,27	25.949,05	8.203,19	72,71	241,15	347.181,00
2011	280.922,73	32.305,90	24.556,82	7.790,09	64,78	246,82	345.887,14
2012	276.636,64	32.318,02	24.018,78	7.574,17	41,17	219,81	340.808,59

(Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente 2014)

Emisiones de gases de efecto invernadero por sector en España (ktCO ₂ eq)							
Año/ Sector	Procesado de la energía	Procesos industrial es	Uso de disolvente y otros productos	Agricultura	Tratamientos y eliminación de residuos	Cambio uso suelo y selvicultura	TOTAL
1990	211.714,60	25.850,56	1.512,13	37.658,52	7.013,43	-23304,79	283.749,24
1995	248.537,64	26.907,59	1.717,29	36.311,19	8.634,50	-23.949,29	322.108,21
2000	290.245,08	33.898,04	1.945,01	43.465,63	10.450,42	-31.180,50	380.004,18
2005	344.301,98	33.971,76	1.836,54	40.040,77	11.241,60	-32.183,74	431.392,65
2008	314.667,73	31.675,55	1.793,80	38.013,21	12.293,87	-34.081,86	398.444,16
2009	280.164,53	26.679,81	1.639,17	38.067,93	13.107,72	-33.235,56	359.659,16
2010	265.876,02	27.811,19	1.595,42	39.305,25	12.593,13	-33.611,47	347.181,01
2011	268.401,05	25.242,66	1.438,89	37.915,43	12.889,12	-33.691,37	345.887,15
2012	265.549,07	23.409,03	1.262,81	37.714,79	12.872,89	-33.528,63	340.808,59

(Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente 2014)

Emisiones de gases de efecto invernadero en España según PRIMES 2013 (MtCO ₂ eq)							
Sector o grupo de emisiones/Año	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Emisiones totales de gases de efecto invernadero (MtCO ₂ eq)	391	447,5	364,5	366,2	355,7	372,1	360,5
Emisiones de CO ₂ (Relacionadas con el uso de energía)	290,7	346,4	272,8	276	261,2	274,9	268,7
Generación de electricidad y calefacción	98,8	117,7	70,6	75,8	69,2	78,6	68,3
Actividades relacionadas con el sector de la energía	13,4	13,5	16,3	14,1	13,7	14	13,6
Sector Industrial	50,3	59,2	43,5	45,4	47	48,6	48,7
Sector residencial	17	20,8	19,9	19,1	17,3	17,7	17,9
Sector terciario	13,2	16,4	14,1	13,2	11,8	11	9,4
Sector de transporte	97,9	118,7	108,4	108,4	102,2	105,1	110,9
Emisiones de CO ₂ (No relacionadas con el uso de energía)	26,1	29,5	21,9	25,8	29,6	31,6	26,8
Emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO ₂	74,2	71,6	69,8	64,4	64,9	65,6	64,9

(PRIMES 2013)

C.2 Consumo de energía y otros indicadores energéticos

Consumo bruto de energía final en España (ktoe)			
	Energías Renovables	Energías No Renovables	TOTAL
2004	8.149,9	89.467,9	97.617,8
2005	8.525,0	92.371,5	100.896,5
2006	9.028,6	89.480,4	98.509,0
2007	9.794,8	91.404,5	101.199,3
2008	10.523,9	87.255,0	97.778,9
2009	11.778,2	78.894,1	90.672,3
2010	12.767,4	79.489,1	92.256,5
2011	11.838,9	77.574,9	89.413,8
2012	12.305,4	73.727,8	86.033,2

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final en España por sector principal de consumo de energía (Ktoe)			
	Electricidad	Calefacción y refrigeración	Transporte
2004	23.527,4	36.843,7	33.118,5
2005	24.772,3	37.596,2	34.210,5
2006	25.133,4	33.665,9	34.891,2
2007	25.459,0	34.573,5	35.880,6
2008	25.790,1	32.528,3	34.241,5
2009	24.399,4	29.542,1	32.146,9
2010	24.934,4	31.211,8	31.371,1
2011	24.543,6	30.066,3	29.865,1
2012	24.311,5	29.514,0	27.451,5
2013	23.432,8	29.438,4	26.369,5

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final de origen renovable en España por sector principal de consumo de energía (ktoe)			
	Electricidad	Calefacción y refrigeración	Transporte
2004	4.380,3	3.511,2	258,3
2005	4.650,0	3.531,9	343,2
2006	4.962,2	3.834,6	231,8
2007	5.474,9	3.894,9	425,0
2008	6.070,8	3.790,5	662,5
2009	6.736,4	3.931,7	1.110,1
2010	7.359,2	3.930,8	1.477,4
2011	7.637,2	4.093,6	108,1
2012	8.022,0	4.169,3	114,1

(SHARES 2013)

Consumo bruto de energía final en el sector de electricidad según tecnología renovable de generación de electricidad (ktoe)							
	Hidráulica	Eólica	Solar	Biocombustibles fósiles	Otras renovables	Total Electricidad renovable	Total Electricidad
2004	2.782,3	1.392,3	4,8	190,3	96,0	4.465,8	23.527,4
2005	2.723,5	1.782,4	3,5	135,7	92,4	4.737,5	24.772,3
2006	2.703,1	2.072,2	10,2	135,3	103,3	5.024,1	25.133,4
2007	2.738,2	2.489,2	43,7	133,5	115,6	5.520,3	25.459,0
2008	2.717,4	2.905,6	221,7	162,3	117,5	6.124,4	25.790,1
2009	2.677,9	3.292,8	521,4	188,9	111,0	6.792,0	24.399,4
2010	2.789,8	3.672,1	617,9	215,6	129,6	7.425,0	24.934,4
2011	2.702,1	3.838,7	808,2	258,9	137,4	7.745,3	24.543,6
2012	2.588,6	4.090,5	1.029,0	292,0	135,9	8.136,0	24.311,5
2013	2.653,6	4.327,0	1.091,3	325,8	129,2	8.526,9	23.432,8

(Shares 2013)

Consumo de energía primaria en España* (Ktoe)			
1990	84200	2002	121000
1991	88200	2003	125800
1992	89900	2004	132500
1993	87900	2005	135900
1994	91300	2006	136400
1995	94200	2007	138300
1996	92400	2008	134100
1997	98500	2009	123200
1998	102900	2010	122800
1999	109000	2011	121400
2000	114200	2012	121700
2001	117200	2013	113600

(EUROSTAT, 2015) *No incluye la energía primaria destinada a usos no energéticos

Consumo de energía primaria en España según fuente de energía* (ktoe)								
	Carbón	Petróleo	Gas natural	Nuclear	Hidráulica	Eólica, Solar y Geot.	Biomasa, biocarbón y residuos renovables	Residuos no renov.
1990	19.212,4	50.643,0	4.969,4	14.142,6	2.190,4	5,4	4.005,8	40,5
1991	19.999,0	45.440,3	5.598,5	14.484,0	2.343,1	5,6	3.764,1	40,5
1992	20.404,4	47.485,8	5.853,8	14.537,1	1.626,8	13,7	3.447,0	43,3
1993	18.354,2	45.509,0	5.742,0	14.609,6	2.100,1	14,9	3.456,6	43,3
1994	18.921,7	49.449,7	6.295,6	14.414,9	2.428,3	44,0	3.486,2	57,9
1995	18.967,2	55.480,5	7.720,8	14.451,9	1.984,9	53,3	3.468,8	93,7
1996	16.027,3	54.918,8	8.640,6	14.679,9	3.421,6	61,7	3.501,4	105,5
1997	18.354,6	57.256,3	11.306,0	14.411,0	2.988,8	91,9	3.562,9	96,8
1998	17.491,4	61.624,5	11.606,8	15.373,9	2.923,1	146,9	3.711,8	93,2

1999	19.603,3	63.928,6	13.286,8	15.337,2	1.962,8	270,7	3.794,2	99,4
2000	20.936,4	64.875,3	15.216,2	16.211,3	2.430,0	444,6	3.940,2	114,7
2001	19.168,3	67.003,6	16.396,8	16.602,7	3.516,4	624,4	4.015,8	139,3
2002	21.597,8	67.205,7	18.747,6	16.422,4	1.825,3	851,4	4.217,1	97,4
2003	20.129,0	69.008,1	21.348,9	16.125,0	3.481,5	1.092,2	4.621,9	113,7
2004	21.049,1	70.837,8	25.166,9	16.576,1	2.673,2	1.413,6	4.728,6	122,2
2005	20.512,7	71.241,0	29.838,3	14.995,0	1.581,8	1.893,4	4.922,3	189,2
2006	17.907,7	70.937,1	31.227,3	15.669,2	2.232,5	2.095,0	4.836,3	252,1
2007	20.036,6	71.429,7	31.777,5	14.360,2	2.348,6	2.517,6	5.141,2	309,1
2008	13.407,6	68.506,4	34.903,0	15.368,7	2.009,3	3.193,1	5.349,8	328,0
2009	9.430,0	63.473,1	31.219,0	13.749,8	2.271,3	4.002,0	6.192,1	319,1
2010	6.897,1	61.160,0	31.123,4	16.155,0	3.638,1	4.858,1	6.447,6	174,2
2011	12.790,6	58.371,6	28.930,4	15.041,7	2.631,3	5.060,6	7.036,1	195,0
2012	15.492,0	53.978,0	28.568,9	16.019,5	1.766,9	6.679,3	7.584,0	175,6
2013	11.396,8	51.317,7	26.077,5	14.784,4	3.163,1	7.331,3	6.810,3	146,1

(Ministerio de Industria, energía y turismo, 2014) Incluye energía primaria destinada a usos no energéticos

Consumo de energía final en España* (Mtoe)			
1990	57,1	2002	85,2
1991	59,6	2003	90,4
1992	60,6	2004	94,7
1993	59,9	2005	97,8
1994	62,7	2006	95,5
1995	64	2007	98,1
1996	65,6	2008	94,6
1997	68,5	2009	87,8
1998	72,2	2010	89,1
1999	74,8	2011	86,7
2000	79,9	2012	83,2
2001	83,9	2013	81,1

(EUROSTAT 2015)*No incluye la energía final destinada a usos no energéticos

Consumo de energía primaria en España según el PRIMES 2007 (Ktoe)									
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Consumo bruto de energía interna	89401	102207	122698	143487	157295	167499	171906	173806	172279
Usos no energéticos	5847	8006	9094	7823	8098	8600	9081	9428	9613
Energía primaria	83554	94201	113604	135664	149197	158899	162825	164378	162666

(PRIMES 2007)

Consumo final de energía en España según PRIMES 2007 (ktoe)									
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Energía final	56801	63691	79631	97456	99884	109066	115996	121385	123799

(PRIMES 2007)

Consumo de energía primaria en España según el PRIMES 2013 (Ktoe)							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Consumo bruto de energía interna	123962	144336	130224	133598	132165	138601	140330
Usos no energéticos	9407	8361	7041	7191	7537	7878	8014
Energía primaria	114555	135975	123183	126407	124628	130723	132316

(PRIMES 2013)

Consumo final de energía en España según PRIMES 2013 (ktoe)							
Sector/Año	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Total	79537	97454	90587	92960	92444	97049	100934
Industrial	25360	30956	23352	24357	25763	27058	27858
Residencial	11985	15114	16478	16988	16797	18144	19269
Terciario	9266	11684	13513	13464	13170	13729	13339
Transporte	32926	39701	37244	38152	36715	38118	40468

(PRIMES 2013)

Cuota de energías renovables en el consumo bruto de energía final de España según el PRIMES 2013 (%)								
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	
Cuota de energías renovables en el consumo bruto de energía final (%)	8	8,2	13,7	17,7	20,6	20,6	23,7	
Cuota de renovables en el consumo de energía final bruta del sector transporte (%)	0,4	1,2	4,9	7,8	10,2	11,1	11,7	

(PRIMES 2013)

Generación bruta de electricidad en España por fuente de energía según PRIMES 2013 (GWh)							
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Total generación de electr. bruta	222235	288924	299882	304544	314374	340480	358549
Energía Nuclear	62206	57539	61990	58274	58274	57733	57733
Carbón	79094	84047	25499	33847	33432	36541	33978
Petróleo	22578	24420	16562	15425	7387	5510	2173
Gas	21942	80725	97607	83749	86237	107679	91741
Residuos-Biomasa	2100	3104	4676	10047	13792	11234	10371
Hidráulica	29570	17872	42278	30578	31846	33966	35967
Eólica	4727	21176	44165	56421	56876	58271	90621
Solar	18	41	6411	16144	26473	29487	35906

Geotérmica y otras tec. renovables	0	0	694	58	58	58	58
------------------------------------	---	---	-----	----	----	----	----

(PRIMES 2013)

C.3 Datos socioeconómicos

Producto interior bruto de España 1990-2012 (en millones de Euros (€, 2010))			
1990	650.628	2002	909.338
1991	665.373	2003	937.432
1992	671.056	2004	967.985
1993	662.308	2005	1.002.674
1994	679.323	2006	1.043.546
1995	698.081	2007	1.079.853
1996	715.694	2008	1.089.482
1997	743.005	2009	1.047.729
1998	775.984	2010	1.045.620
1999	812.571	2011	1.046.146
2000	854.032	2012	1.028.974
2001	885.344		

(Instituto Nacional de Estadística, actualización a 29 de agosto de 2013 adaptados por el Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente)

Población de España en habitantes			
1990	38.853.227	2003	41.827.836
1991	38.881.416	2004	42.547.454
1992	39.051.336	2005	43.296.335
1993	39.264.034	2006	44.009.969
1994	39.458.489	2007	44.784.659
1995	39.639.726	2008	45.668.938
1996	39.808.374	2009	46.239.271
1997	39.971.329	2010	46.486.621
1998	40.143.449	2011	46.667.175
1999	40.303.568	2012	46.818.216
2000	40.470.182	2013	46.727.890
2001	40.665.545	2014	46.512.199
2002	41.035.271		

(Instituto Nacional de Estadística 2015)

Población futura en España según PRIMES 2013 (millones de habitantes)				
	2000	2010	2020	2030
Población	40	46	48	50

(PRIMES 2013)

Producto Interior Bruto de España según PRIMES 2013 (Miles de millones de euros, € 2010)				
	2000	2010	2020	2030
Producto Interior Bruto	856,8	1051,3	1227,4	1583,3

(PRIMES 2013)