



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

# **MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

### **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

# **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA BASADA EN POWER BI PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ENERGÉTICOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

Autor: D. Raúl Casas Pérez  
Tutor: D. Félix Antonio Villafáñez Cardeñoso

Valladolid, septiembre, 2022



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## RESUMEN

El cambio climático debería de ser hoy un tema prioritario en todo el mundo. Hasta ahora los países y las organizaciones se limitaban a advertir y tratar de concienciar a la sociedad del problema, pero la situación actual obliga ya a la toma de medidas activas.

El trabajo realizado busca, mediante la Herramienta Power BI, reunir datos de diversas fuentes oficiales y crear visualizaciones con el propósito de analizar el panorama presente de los principales países europeos, poniendo especial atención a la situación de España. Además, trata de anticipar cuáles serán los posibles escenarios futuros en base a los planes actualmente aprobados y, en especial, cuál será el grado de cumplimiento alcanzado, de mantenerse las tendencias actuales, para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) marcados por la Agenda 2030. Se utilizará para ello la información sobre distintos indicadores relacionados con el consumo energético que proporciona periódicamente la UE.

## ABSTRACT

Climate change should now be a priority issue worldwide. Until now, countries and organisations have limited themselves to warning and trying to make society aware of the problems that lie ahead, but the current situation now requires active measures to be taken.

The work carried out seeks, using the Power BI Tool, to gather data from various official sources and create visualisations with the aim of analysing the current panorama of the main European countries, paying special attention to the situation in Spain. In addition, it tries to anticipate what the possible future scenarios will be based on the plans currently approved and, in particular, what the degree of compliance achieved for the EU indicators for the Sustainable Development Goals (SDGs) related to energy consumption set by the 2030 Agenda will be if current trends continue.

## PALABRAS CLAVE

Cambio Climático, Energías Renovables, Objetivos, Power BI, Análisis de Datos.

## KEY WORDS

Climate Change, Renewable Energies, Objectives, Power BI, Data Analysis.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	3
1.1. Contexto, Antecedentes y Justificación del trabajo .....	4
1.2. Objetivos .....	4
1.3. Motivación .....	5
1.4. Estructura del documento .....	5
2. CONTEXTUALIZACION.....	9
2.1. Sector energético en España.....	9
2.1.1. Componentes del mercado eléctrico.....	10
2.1.2. Mix Energético en España .....	12
2.1.3. Importaciones y Exportaciones de España .....	14
2.1.4. Precio de la Electricidad .....	21
2.2. Mercados Europeos.....	24
2.2.1. Los Mix energéticos en Países de Europa.....	24
2.2.2. Caso de Alemania .....	24
2.2.3. Caso de Francia .....	25
2.2.4. Caso de Portugal.....	26
2.2.5. Caso de Polonia .....	26
2.2.6. Caso de conjunto de la Unión Europea.....	27
3. OBJETIVOS ENERGÉTICOS.....	31
3.1. Europa: Pacto Verde Europeo .....	31
3.1.1. De la Granja a la Mesa .....	32
3.1.2. Economía Circular .....	33
3.1.3. Integración de los sistemas energéticos .....	34
3.2. España: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.....	35
3.2.1. Descarbonización .....	35
3.2.2. Eficiencia energética.....	36
3.2.3. Seguridad energética.....	38
3.3. ONU: Desarrollo Sostenible.....	39
3.3.1. Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante .....	40
4. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS.....	43



4.1.	Históricos.....	43
4.1.1.	Consumo energético.....	43
4.1.2.	Energía renovable .....	45
4.1.3.	Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	46
4.2.	Situación actual .....	48
4.2.1.	Europa.....	48
4.2.2.	España .....	49
4.3.	Perspectivas futuras .....	51
4.3.1.	Generación y consumo energético .....	52
4.3.2.	Emisiones GEI.....	52
4.3.3.	Circularidad de los materiales.....	53
5.	HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DESARROLLADA .....	57
5.1.	Origen de datos .....	57
5.2.	Herramienta software: Power BI .....	58
5.3.	Análisis de requisitos para la herramienta .....	58
5.4.	Implementación de la herramienta.....	61
5.5.	Equipos y Hardware .....	62
5.6.	Dashboards .....	63
5.6.1.	Menú inicial .....	63
5.6.2.	Datos de los países .....	63
5.6.3.	Indicadores.....	66
5.6.4.	Comparación de países.....	69
5.6.5.	Previsiones.....	71
6.	ANÁLISIS DE ESCENARIOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA .....	77
6.1.	Escenario ejemplo .....	77
6.2.	Uso de la herramienta para un escenario ejemplo .....	78
7.	ESTUDIO ECONÓMICO .....	87
7.1.	Introducción.....	87
7.2.	Fases del proyecto .....	87
7.3.	Estudio económico .....	88
7.3.1.	Costes directos.....	88



7.3.2. Costes indirectos .....	92
7.3.3. Conclusión.....	92
8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	95
9. EXTENSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	101



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción Eléctrica en España 2021. Fuente: <a href="https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElectricasMensuales/Paginas/ElectricasMensuales.aspx">https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElectricasMensuales/Paginas/ElectricasMensuales.aspx</a> .....	12
Figura 2: Producción eléctrica por fuentes de procedencia España 2021. Fuente: Elaboración propia.....	12
Figura 3: Evolución de la generación eléctrica en España. Fuente: Elaboración propia. ....	13
Figura 4: Evolución (%) de la demanda energética. Fuente: <a href="https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2022/03/downloadable/Avance_ISE_2021.pdf">https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2022/03/downloadable/Avance_ISE_2021.pdf</a> .....	14
Figura 5: Importaciones de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia.....	16
Figura 6: Exportaciones de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia. ....	16
Figura 7: Evolución del intercambio de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia. ....	16
Figura 8: Origen de las Importaciones de petróleo. Fuente: Elaboración propia. ....	17
Figura 9: Evolución de la importación de petróleo. Fuente: Elaboración propia. ....	17
Figura 10: Importaciones de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia.....	18
Figura 11: Exportaciones de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia. ....	18
Figura 12: Evolución del intercambio de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia. ....	18
Figura 13: Importaciones de Gas Natural Licuado (GNL). Fuente: Elaboración propia. ....	19
Figura 14: Exportaciones de Gas Natural Licuado (GNL). Fuente: Elaboración propia. ....	19
Figura 15: Evolución del intercambio del GNL. Fuente: Elaboración propia. ....	19
Figura 16: Importaciones de Electricidad. Fuente: Elaboración propia.....	20
Figura 17: Exportaciones de Electricidad. Fuente: Elaboración propia.....	20
Figura 18: Evolución de intercambio de electricidad. Fuente: Elaboración propia. ....	20
Figura 19: Ejemplo de curvas de oferta-demanda. Fuente: Elaboración propia. ....	22
Figura 20: Ejemplo oferta-demanda 2. Fuente: Elaboración propia.....	22
Figura 21: Mix energético en Alemania 2021. Fuente: Herramienta Power BI.....	24
Figura 22: Mix energético Francia 2021. Fuente: Herramienta Power BI. ....	25
Figura 23: Mix energético Portugal 2021. Fuente: Herramienta Power BI. ....	26
Figura 24: Mix energético Polonia 2021. Fuente: Herramienta Power BI. ....	26
Figura 25: Niveles del sector agrícola ecológico EU 2019. Fuente: <a href="https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan_en">https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan_en</a> .....	33
Figura 26: Evolución de la integración energética. Fuente: <a href="https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en">https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en</a> .....	34
Figura 27: Datos históricos y proyección de GEI. Fuente: PNIEC, 2019 .....	36



Figura 28: Previsión ahorro energético final. Fuente: PNIEC 2019 .....	38
Figura 29: Dependencia energética España 2017 y 2030. Fuente: PNIEC 2019. ....	39
Figura 30: Previsión del mix energético en 2030. Fuente: PNIEC 2019. ....	39
Figura 31: Consumo energético mundial. Fuente: Elaboración propia. ....	44
Figura 32: Consumo energético europeo. Fuente: Elaboración propia. ....	44
Figura 33: Consumo energético español. Fuente: Elaboración propia. ....	44
Figura 34: Generación de energías renovables en Europa. Fuente: Elaboración propia. .....	45
Figura 35: Generación de energías renovables en España. Fuente: Elaboración propia. .....	46
Figura 36: Emisiones de CO <sub>2</sub> mundiales. Fuente: Elaboración propia. ....	47
Figura 37: Emisiones CO <sub>2</sub> en Europa. Fuente: Elaboración propia. ....	47
Figura 38: Emisiones CO <sub>2</sub> en España. Fuente: Elaboración propia. ....	47
Figura 39: Situación actual emisiones GEI Europa. Fuente: Elaboración propia. ....	48
Figura 40: Situación actual consumo renovable Europa. Fuente: Elaboración propia. ....	49
Figura 41: Situación actual emisiones GEI España. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Figura 42: Situación actual generación renovable España. Fuente: Elaboración propia. .....	50
Figura 43: Situación actual dependencia energética España. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Figura 44: Situación actual consumo renovable España. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Figura 45: Simulación de consumo renovable. Fuente: Elaboración propia. ....	52
Figura 46: Simulación de generación renovable. Fuente: Elaboración propia. ....	52
Figura 47: Simulación de emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Figura 48: Simulación de circularidad de recursos. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Figura 49: Dashboard menú de inicio. Fuente: Elaboración propia. ....	63
Figura 50: Dashboard de los datos de países. Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 51: Dashboard de los datos de países (Filtros). Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 52: Dashboard de los datos de países (Mix). Fuente: Elaboración propia. ....	65
Figura 53: Dashboard de los datos de países (Evolución histórica). Fuente: Elaboración propia. ....	65
Figura 54: Dashboard de los datos de países (Dependencia). Fuente: Elaboración propia. ....	66
Figura 55: Dashboard de indicadores. Fuente: Elaboración propia. ....	66
Figura 56: Ejemplo de indicador rojo. Fuente: Elaboración propia. ....	67
Figura 57: Ejemplo de indicador amarillo. Fuente: Elaboración propia. ....	67
Figura 58: Ejemplo de indicador verde. Fuente: Elaboración propia. ....	68
Figura 59: Dashboard de los indicadores (Tipos de dependencias). Fuente: Elaboración propia. ....	68
Figura 60: Dashboard de los indicadores (Rentabilidad). Fuente: Elaboración propia. ....	69
Figura 61: Dashboard de comparación de los países. Fuente: Elaboración propia. ....	70
Figura 62: Dashboard comparación de países 1. Fuente: Elaboración propia. ....	70



Figura 63: Dashboard comparación de países 2. Fuente: Elaboración propia.....	71
Figura 64: Dashboard de previsiones futuras. Fuente: Elaboración propia. ....	72
Figura 65: Dashboard de previsiones futuras (2). Fuente: Elaboración propia. ....	73
Figura 66: Mix energético España. Fuente: Elaboración propia. ....	78
Figura 67: Indicadores situación de España. Fuente: Elaboración propia. ....	80
Figura 68: Previsión futura de España. Fuente: Elaboración propia.....	82
Figura 69: Previsión futura de España 2. Fuente: Elaboración propia.....	83
Figura 70: Situación de España en comparación con todos los países. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 71: Situación de España en comparación con todos los países 2. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 72: Esquema fases del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	88



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requerimientos para generación. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Tabla 2: Requerimientos para consumo. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Tabla 3: Requerimientos para emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia.....	60
Tabla 4: Requerimientos para dependencia. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Tabla 5: Requerimientos para nivel de circularidad. Fuente: Elaboración propia. ....	61
Tabla 6: Cálculo de días hábiles. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 7: Estimación de horas de trabajador por fases. Fuente: Elaboración propia. ...	89
Tabla 8: Estimación de coste horarios de trabajadores. Fuente: Elaboración propia. .	90
Tabla 9: Costes por trabajador. Fuente: Elaboración propia. ....	90
Tabla 10: Estimación de amortizaciones. Fuente: Elaboración propia. ....	91
Tabla 11: Estimación de amortizaciones 2. Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 12: Estimación costes de materiales. Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 13: Conclusión del estudio económico. Fuente: Elaboración propia.....	92



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El modelo de vida actual de las sociedades modernas tiene la energía como un pilar básico. Su importancia es algo que se tiene cada vez más presente en los hogares, así como en las industrias y empresas de todos los ámbitos y envergaduras. En un contexto de sociedad altamente globalizada como el actual, la necesidad de satisfacer la demanda se está viendo exigida por los altos niveles de consumo, en especial energéticos, y la escasez de recursos para satisfacerla. A las clásicas necesidades de consumo para iluminación, climatización,... se están uniendo nuevas fuentes de demanda: Industria 4.0, vehículos eléctricos, smartwatch y móviles, redes 5G, Internet de las cosas,... en definitiva, el hecho de tener que estar conectado y consumiendo energía las 24 horas del día, se está convirtiendo en un requisito básico para vivir a la orden del día, y es que al menos el 93% de la población entre 16 y 74 años ha usado internet en los últimos 3 meses, según datos del INE (INE, 2021).

La tecnología y el uso de esta, con su consumo energético asociado, cada vez tiene un aspecto más global y no importa si eres hombre o mujer, si pudiéramos destacar un rasgo diferenciador tan solo podríamos mirar a las edades. La diferencia de uso entre las edades que más utilizan internet (16-24 años) y las que menos uso hace de esta (65-74 años) es del 99.7% frente al 73.3%. Una brecha que además tiende a desaparecer. Una tendencia que nos muestran los datos, ya que nada tiene que ver nuestra sociedad actual con la de hace 10 años, donde el dato de uso era del 66.5% y tan solo un 10% de las personas entre 65-74 años hacían uso de esta tecnología. Esto supone un gran desafío como planeta ya que todo lo mencionado hasta aquí junto a los malos datos de la calidad de aire, contaminación o efecto invernadero, hacen de esta situación una situación insostenible con el tiempo.

En este contexto, el papel que van a jugar las formas más limpias de generar energía se está viendo impulsado por muchos países. Y no es para menos, ya que se podrían considerar fuentes inagotables y respetuosas de generar energía en contraposición de la tan usada fuente fósil. *“Las energías renovables son recursos limpios y casi inagotables que proporciona la naturaleza”* es la definición que nos proporciona el **Instituto para la Demografía y el Ahorro de la Energía** (IDAE, 2022).

El estudio de nuevas formas de producir energía, pero también de medidas de ahorro energético, es por tanto un camino que se debe recorrer tanto en España, como en Europa y el resto del mundo, y para ello es básico conocer cuál es la situación actual, el punto de partida. Además, son conocidas las intenciones de transición energética hacia las ya mencionadas energías renovables de prácticamente todos los países. Pero... ¿Son efectivas las medidas adoptadas? ¿Se están cumpliendo dichos objetivos?



## 1.1. Contexto, Antecedentes y Justificación del trabajo

Glaciares que se descongelan, olas de calor prolongadas, fenómenos climáticos extremos y calidad del aire empobrecida son hechos que se están volviendo cada vez más frecuentes. Cada año se producen récords en temperaturas registradas, cantidades de lluvia no vistas desde hace años e incluso fuertes rachas de viento, incendios de gran magnitud, situaciones que nos hacen plantearnos si se está respetando adecuadamente la conservación del medio ambiente.

Los avances económicos y sociales, así como tecnológicos, y el hecho de vivir en un planeta cada vez más interconectados hace que el uso de infraestructuras y, en definitiva, de energía sean uno de los motores básicos de nuestra sociedad. Pero se sigue generando energía con técnicas emisoras de gases nocivos y las fuentes renovables no terminan de ser el bloque principal de un planeta que agoniza. Desde la **Organización de las Naciones Unidas** (ONU) se avisa:

*“Nos encontramos en un momento decisivo para afrontar con éxito el mayor desafío de nuestro tiempo: el cambio climático. Cada día, en diferentes puntos de la geografía mundial, el planeta nos manda mensajes sobre las enormes transformaciones que está sufriendo: desde cambiantes pautas meteorológicas que amenazan la producción de alimentos; hasta el aumento del nivel del mar que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas. Los efectos del cambio climático nos afectan a todos. Si no se toman medidas drásticas desde ya, será mucho más difícil y costoso adaptarse a sus efectos en el futuro.”(Unidas, 2022)*

La justificación de este proyecto recae en este sentido sobre la necesidad de evaluar cual es el efecto real de los planes adoptados, en concreto los europeos, en la búsqueda de un futuro mucho más ecológico y limpio. Como se explicará en capítulos posteriores, desde la comisión europea se han promovido diversos objetivos con vistas en el año 2030. Estos objetivos en muchos aspectos son más que ambiciosos y se trata de intentar anticipar si los esfuerzos desarrollados para conseguirlos están siendo suficientes o si bien todos estos planes no son más que unas situaciones lejos de ser alcanzados y, como comenta la ONU, necesitaremos de cambios más drásticos en el futuro.

## 1.2. Objetivos

El objetivo que plantea este proyecto es la recopilación de todos los datos, e indicadores de ellos derivados, relacionados con la producción y el consumo energético proporcionados por la Oficina Europea de Estadística, dependiente de la Comisión Europea, en un único espacio para poder realizar un seguimiento del efecto de los planes que pretender revertir el rumbo de la crisis climática. De forma adicional se ha trabajado en estimar la posible evolución de estos con vistas a posible consecución o no de los objetivos marcados para el año 2030.



Intuir si los esfuerzos tomados hasta el momento son buenos y suficientes o si por el contrario existe una necesidad de replantear muchos de estos, puede ahorrarnos dinero como sociedad, pero también un tiempo del que ya casi no disponemos.

La herramienta utilizada, Power BI, permite realizar la recopilación e integración de grandes cantidades de datos procedentes de diversas fuentes en conjuntos de visualizaciones integradas en forma de dashboards que, de una forma intuitiva y visual, permiten el tratamiento y la exploración de esas grandes cantidades de datos de una forma muy cómoda, así como la generación de informes que resultan de vital relevancia a la hora de apoyar la toma de decisiones.

### 1.3. Motivación

La situación actual del mundo y su evolución en cuanto al medioambiente es un tema que a nivel personal me interesa y preocupa por partes iguales. La solución para lograr un hipotético futuro esperanzador para nuestro planeta ha de pasar entre otros caminos por las energías, su forma de generación, y por supuesto, la eficiencia y un buen uso de ella.

Además de todo esto, a nivel mundial seguimos saliendo de una situación única para la mayoría de nosotros y es que la pandemia mundial, hoy, más de dos años después de su comienzo, sigue siendo un tema de actualidad y de incertidumbre para todos.

Si bien es cierto que se está mejorando sustancialmente en cuanto a la salud se refiere, ahora la población está empezando a afrontar muchas de sus consecuencias. Es habitual oír hablar a cualquier familia de la subida en los precios y en especial de las diferentes formas de consumo energético, como la luz o la gasolina. Y esto se ha visto agravado en mayor medida por los recientes conflictos bélicos internacionales.

Es por esto por lo que un profundo análisis sobre la energía, cómo funcionan las cosas en España, pero también en Europa o los diferentes escenarios que se prevén posibles para nuestro entorno, me motivaron para adentrarme en este proyecto. Recopilar cuáles son los objetivos que se plantean, tanto desde las organizaciones responsables como desde los medios, y conocer si avanzamos en la dirección correcta, o por el contrario todo queda sobre papel mojado.

### 1.4. Estructura del documento

El documento consta de 9 capítulos. Tras la introducción realizada en este primer capítulo, se pasa a un segundo capítulo de contextualización sobre el tema a desarrollar, en el que se exponen conceptos relacionados con el funcionamiento del sector y el mercado energético, desde el análisis del mix energético en España y en otros países europeos a modo de ejemplo, hasta el análisis de cuáles son las



importaciones y exportaciones más representativas de España en relación con este tema.

En el capítulo 3, se recogen cuáles son los objetivos energéticos por alcanzar planteados por diferentes autoridades y organizaciones. Para analizar esta parte se va a comenzar por los planes procedentes del marco europeo. Veremos que estos objetivos son considerablemente generales y marcan, en muchos casos, objetivos muy generosos. Tras esto, se analiza el marco específico de España, y se pondrá en evidencia como los planes nacionales están muy enlazados con los europeos. Por último, en esta parte se recoge también cual es la posición desde el marco de la ONU.

El capítulo 4 se dedica a poner en contexto cual es la situación actual respecto a los objetivos que se marcan y exponen en el capítulo anterior. Esta parte consta de una parte más histórica que analiza cuál ha sido la evolución en el tiempo pasado, otra parte de análisis de la situación actual a partir de los datos más recientes posible y, finalmente, un último punto de análisis con vistas al posible futuro.

A partir de este punto, comenzara la parte más relevante del proyecto, dejando atrás el grueso de los temas más teóricos y conceptuales, se va a pasar a desarrollar una herramienta a través de un software para el tratamiento de datos y su posterior análisis.

Así, en el capítulo 5 se introduce la herramienta empleada para realizar las visualizaciones o dashboards, que será Power BI. Se dedica una primera parte a contextualizar de que tipo de software se trata, que tipo de datos puede manejar y de dónde y cómo se obtienen dichos datos. Además, también se realizará la explicación de los diferentes dashboards que han sido elaborados y una pequeña explicación de las partes de cada uno.

Por su parte, el capítulo 6, se enfoca en ejemplificar el uso de la herramienta partiendo de un caso supuesto en forma de un posible escenario, y en el que se introducirán posibles hipótesis de actuación una vez conocidos los datos proporcionados por la herramienta.

El capítulo 7 tiene como objetivo recoger el estudio económico del proyecto realizado, teniendo en cuenta tanto los costes de la mano de obra necesaria, los equipos o los materiales hasta los costes indirectos en los que se ha incurrido.

Finalmente, los dos últimos capítulos, el 8 y el 9, se dedican a cerrar el círculo del proyecto, en el primero dando una visión de cuáles son los resultados y las conclusiones más importantes obtenidos, y en el segundo y final, una recopilación de las posibles líneas de extensión para el proyecto realizado .



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

# CAPÍTULO 2: CONTEXTUALIZACIÓN



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## 2. CONTEXTUALIZACIÓN.

Para comenzar introduciremos al lector en el marco teórico del proyecto, con vistas a entender no solo los tecnicismos utilizados en este proyecto, si no también cual es la importancia de estos dentro del contexto del sector energético. Para ello nos centraremos en el caso particular de España, donde de una forma abreviada se intentara explicar cómo es la relación que existe entre la generación de energía desde sus diversas fuentes hasta el consumidor final, así como quienes están involucrados y mostrar curiosidades como que una tormenta puede afectar al precio de la electricidad.

Se van a mostrar los datos proporcionados por fuentes oficiales procedentes de diferentes ministerios, de tal forma que se pueda cuantificar, en números, la magnitud e importancia del sector en cuestión.

Tras este punto, se recopilan otros Mix energéticos de diferentes países europeos, algo con lo que se pretende comparar las diferentes situaciones en las que se encuentra cada uno. Cabe destacar que todos ellos tienen que cumplir los mismos objetivos bajo el marco europeo, algo que será explicado en posteriores capítulos.

### 2.1. Sector energético en España

El sector energético es una parte de la economía básica de un país. En este se apartado se tratarán las actividades relacionadas con la energía, desde su producción o consumo hasta las infraestructuras necesarias y los intercambios con otros países.

Para comenzar, es importante destacar que, a nivel nacional existen dos tipos de mercados eléctricos que trabajan simultáneamente: **mercado mayorista** y **mercado minorista**. Al primer mercado entran a operar aquellas empresas que, de forma generalizada, volverán a vender esta energía a los consumidores finales. En este primer mercado se fijarán los precios del MWh que más adelante explicaremos. Sin embargo, la gran mayoría de consumidores adquieren los servicios a través del mercado minorista. En este mercado tienen un gran peso las empresas comercializadoras, que son las que harán efectivo el paso a los consumidores finales, pudiendo establecer cada una de ellas diferentes tarifas y condiciones.

En España, una parte de la electricidad total que se consume se genera dentro del propio país, y otra parte se importa del exterior. A la relación existente entre la electricidad producida por el país y el total del consumo eléctrico se le conoce como **autoabastecimiento**.

De forma general, tanto la electricidad generada como la importada se subastan en un mercado eléctrico, gestionado, para el caso de España y Portugal, por el **Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE)**. Dicho mercado se conoce como **Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)**.



En este mercado las empresas generadoras en España presentarán sus ofertas, y las comercializadoras ,junto con otros grandes consumidores, decidirán entre aceptar dichas ofertas o buscar importaciones a precios más económicos. Estas operaciones se realizan de forma diaria y están apoyadas en la **Red Eléctrica de España (REE)**, que se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del sistema, así como proporcionar estimaciones lo más fiables posible de la demanda eléctrica.

A nivel nacional, las normativas vienen marcadas por la **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

### 2.1.1. Componentes del mercado eléctrico

La idea de funcionamiento del mercado eléctrico se basa en que la energía, que se produce en ciertos puntos por las empresas generadoras, es volcada a la red y llevada, por otras empresas distribuidoras, a través de las redes de muy alta tensión hasta los diferentes puntos de uso. Este proceso se realiza siempre bajo las normas del operador del sistema (para el caso de España la REE) y de la OMIE. Finalmente, las empresas comercializadoras son las encargadas de vender la energía a los consumidores finales.

#### *Generadores*

Serán los encargados de transformar en electricidad las fuentes de energía de las que se disponen. Las formas de generar energía serán múltiples, tales como los fósiles, gas, fuentes eólicas, hidráulicas, solares, etc., poniéndose, actualmente, un especial interés en la utilización de aquellas fuentes consideradas renovables.

#### *Transporte*

La **Red Eléctrica de España (REE)** es la encargada asegurar el transporte de la electricidad desde los puntos de generación hasta los puntos de consumo teóricos. Estos puntos de consumo en España no son siempre los puntos de consumo a nivel de usuario, como puede pensarse. En su gran mayoría, estos puntos son en realidad subestaciones y centros de transformación, que constituyen el punto de partida para las redes locales de media y baja tensión que distribuyen la electricidad a consumidores finales en poblaciones y centros industriales. Esta peculiaridad difiere con otros mercados como son, por ejemplo, los mercados latinoamericanos, donde estos puntos finales sí que son los de consumo.

#### *Distribuidoras*

Son las encargadas del transporte eléctrico desde los centros de transformación de alta y media tensión hasta los puntos de consumo. Además, también se harán



cargo de la construcción, mantenimiento y operaciones de las infraestructuras que involucradas en esa parte final del proceso de distribución.

El listado de empresas distribuidoras en España es de más de 300 siendo esta de acceso público.

#### *Operador del mercado eléctrico*

Para el caso de España la entidad representativa de este cargo será la OMIE (también para Portugal). Su función está más enfocada a la gestión entre los diferentes agentes que componen todo el sistema. Asimismo, será uno de los principales responsables de la gestión del precio eléctrico, como veremos más adelante.

#### *Comercializadores*

Son la parte más visible de todo el mercado para la sociedad ya que cada consumidor o cliente final puede elegir la comercializadora en función de las ofertas, imagen o gusto personal. En este punto no existe realmente un tratamiento físico de la energía, ya que se trata de un hecho puramente económico de intermediación. Estas comercializadoras compran grandes cantidades de paquetes de energía a precios más económicos que después dividen y revenden a sus clientes.

Sin duda, las divisiones comercializadoras de las propias empresas generadoras, como Endesa, Iberdrola, EDP, Naturgy o Repsol son las más conocidas por su mayor importancia, pero la lista de empresas comercializadoras supera las 500. Además, como curiosidad, según datos de la CNMC la tendencia en los últimos años por parte de la población es alista a favor de contratar con comercializadoras fuera de esas grandes que antes mencionábamos, de forma que cada vez se confía más en las comercializadoras “pequeñas”.

#### *Consumidores*

Es el actor final de todo el proceso, el que realiza el uso de la energía y al que todos, en mayor o menor medida, pertenecemos. A nivel individual, todos somos consumidores de energía en nuestra casa, pero también lo son todos los comercios o industrias independientemente del sector al que pertenezcan.

En este punto, resulta interesante diferenciar los consumidores por niveles:

- Residencial
- PYME
- Industrial

En líneas generales, los consumidores de tipo residencial tendrán dos opciones de donde elegir la contratación. Por un lado, el conocido como precio voluntario

al pequeño consumidor (PVPC), donde las grandes empresas ofertan un precio regulado. Por otro lado, la opción sería el libre mercado donde no habrá una oferta de precio regulado si no que habrá un amplio abanico de ofertas diferentes (pudiendo llegar a ser más de 300 ofertas).

### 2.1.2. Mix Energético en España

En 2021 en España se generaron 261.388 GWh entre todas las diferentes fuentes de energía. Según los datos del propio **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**, al menos un 43% del total provendría de energías renovables.

Fuente	Producción Neta [MWh]	Porcentaje
Hidráulica	32.210.330,24	12%
Nuclear	53.734.642,43	21%
Combustibles	89.515.990,84	34%
Eólica	60.481.427,31	23%
Solar fotovoltaica	20.740.234,03	8%
Solar térmica	4.705.360,60	2%
TOTAL	<b>261.387.985,44</b>	<b>100%</b>

Figura 1: Producción Eléctrica en España 2021. Fuente: <https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElctricasMensuales/Paginas/ElctricasMensuales.aspx>

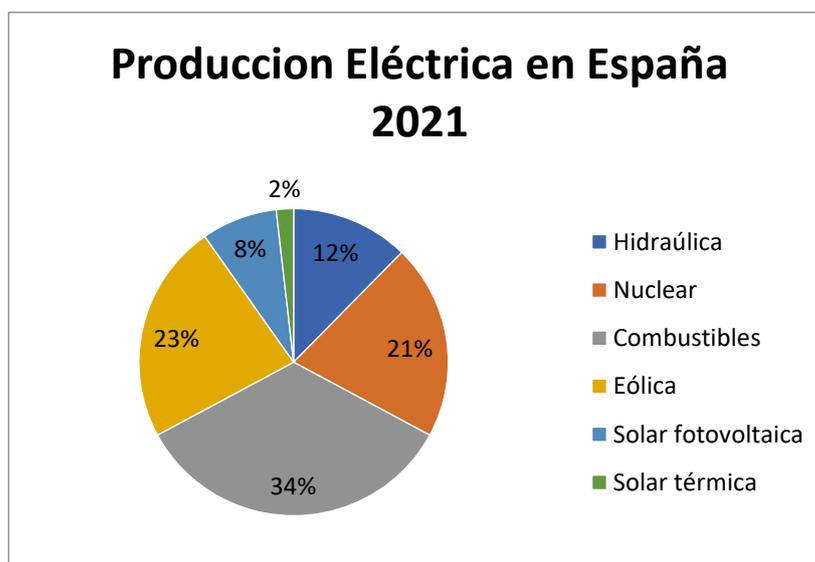


Figura 2: Producción eléctrica por fuentes de procedencia España 2021. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura anterior, más de la mitad de la electricidad que se genera en España no proviene de fuentes inequívocamente renovables.



Por otro lado, según datos de **REE**, la generación española de electricidad está disminuyendo desde 2010, aunque con una tendencia a la estabilidad en los últimos años, como se puede observar en el siguiente gráfico.

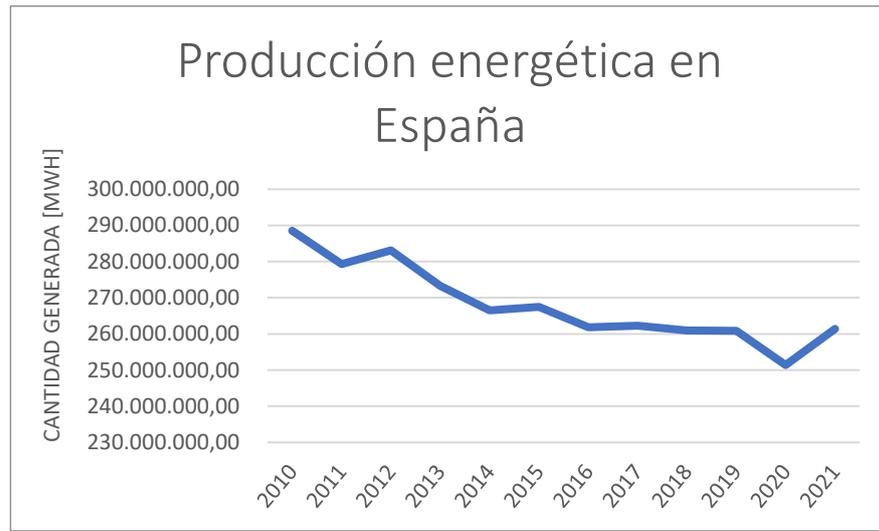


Figura 3: Evolución de la generación eléctrica en España. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el sector de generación energética se está ralentizando y no acompaña el aumento de consumo energético que nuestra sociedad está demandando, como se recoge en el último informe publicado por REE en enero de 2021, donde se indica que la demanda energética en nuestro país está experimentando un incremento anual considerable. Este fenómeno se podría explicar fácilmente, ya que la demanda energética del año 2020 disminuyó drásticamente a causa de la pandemia mundial. En este sentido, tendremos que esperar a los nuevos datos en los próximos años, pero un mundo cada vez más dependiente de las tecnologías nos hace pensar que la demanda energética irá aumentando poco a poco, salvo que aparezcan nuevas tecnologías y/o medidas que proporcionen un aumento de la eficiencia energética.

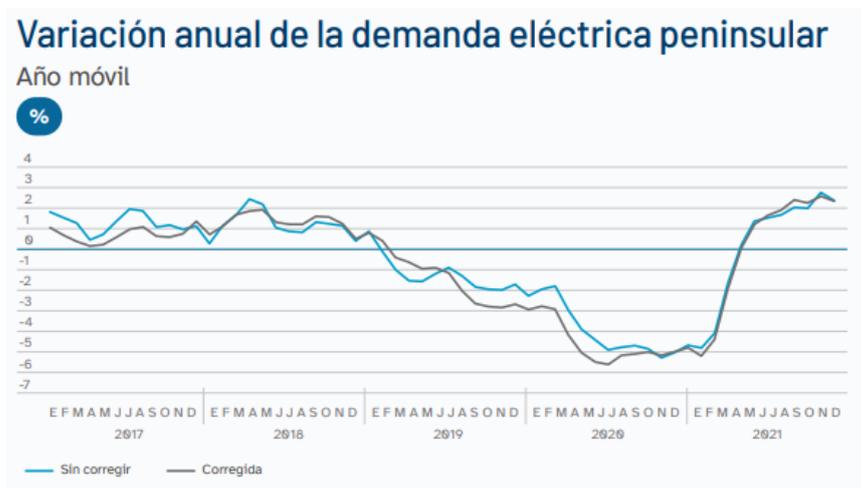


Figura 4: Evolución (%) de la demanda energética. Fuente: [https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2022/03/downloadable/Avance\\_ISE\\_2021.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/publication/2022/03/downloadable/Avance_ISE_2021.pdf)

Pero el análisis no se puede quedar ahí, ya que como comentábamos anteriormente, no todo el consumo está soportado por la generación del país. Según datos de **Eurostat**, el nivel de dependencia energética sitúa a España en 2019 en un 75%, considerablemente por encima de la media europea que se sitúa en un 60%, dato ya de por sí muy elevado. La tendencia en cuanto a este aspecto parece mantenerse estable en los últimos años y no aparecen síntomas de disminuir. Mas adelante veremos cómo los objetivos tanto de la UE, como de España en particular buscan que se tomen medidas para paliar la situación actual en este sentido.

### 2.1.3. Importaciones y Exportaciones de España

Además de todo lo mencionado anteriormente, la tendencia de los países también pasa por la compraventa de recursos y electricidad. El caso de España no iba a ser diferente y las importaciones y exportaciones no son un tema menor. No solo vamos a comentar dichas transacciones a nivel eléctrico, aunque sea el principal tema que tratar, pues hay otros muchos recursos que, no siendo directamente electricidad, sí que van a ser una fuente de transformación para obtener esta, como puede ser el caso del gas u otras fuentes fósiles.

A continuación, se recogen diferentes gráficas, tanto de las importaciones como de las exportaciones (siempre que existan), de España en el año 2020. Además, se incluyen los países de procedencia/destino respectivamente. Cabe destacar, que en todos los gráficos se engloban en el término “otros” a todos aquellos países que por sí mismos no representen al menos un 5% del total.



Resulta interesante poder ver la evolución de los intercambios entre 2010-2020. Por lo general se aprecia como España realiza la mayoría de importación a varios países, lo que abre un amplio abanico de oportunidades y no limita a la dependencia de un tercero. También se comprueba la escasa conexión eléctrica entre la península ibérica y el resto de Europa, algo que más adelante va a determinar como el grado de interconexión, y que se tratara de una forma más amplia en los capítulos relativos a los objetivos eléctricos.

Como ultima apreciación, comentar que se puede decir que España no es un país exportador en cuanto a los diferentes productos, pues, en prácticamente todos los casos, las cuantías de exportaciones son mucho menores en comparación con las de importaciones, excepto cuando se habla de electricidad.

Combustible de sólidos fósiles

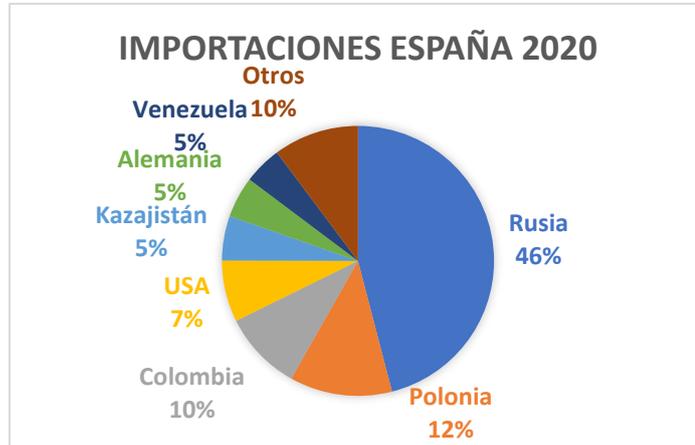


Figura 5: Importaciones de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia.

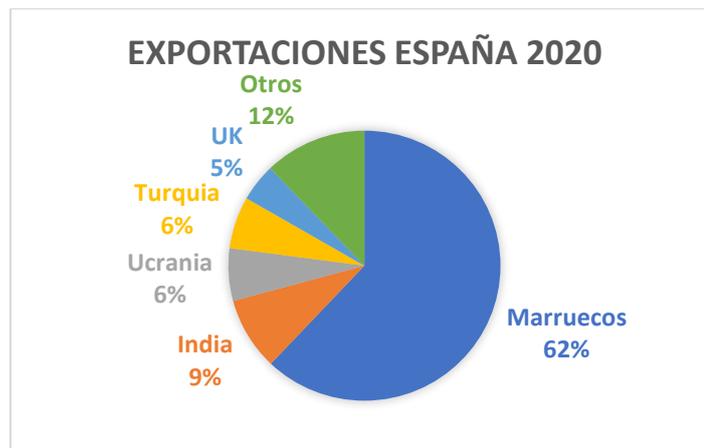


Figura 6: Exportaciones de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia.



Figura 7: Evolución del intercambio de combustibles fósiles. Fuente: Elaboración propia.



Crudo de Petróleo

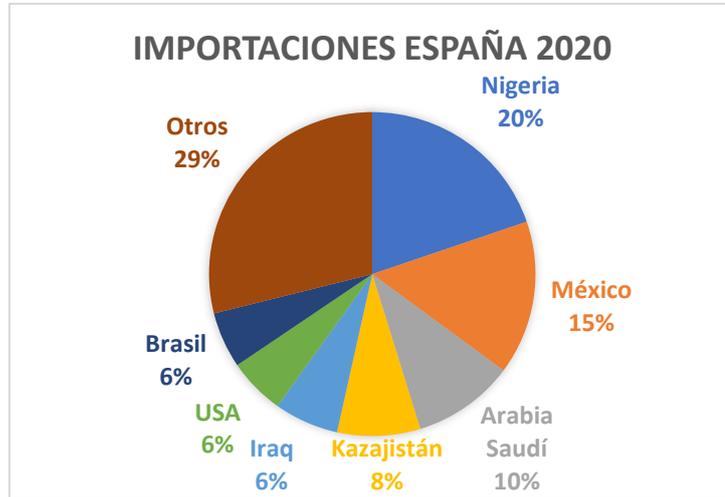


Figura 8: Origen de las Importaciones de petróleo. Fuente: Elaboración propia.

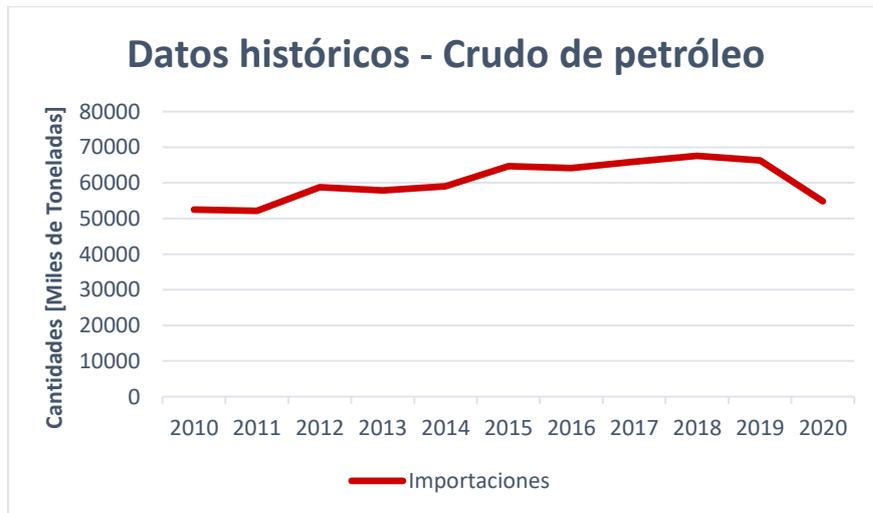


Figura 9: Evolución de la importación de petróleo. Fuente: Elaboración propia.

Gas Natural



Figura 10: Importaciones de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia.



Figura 11: Exportaciones de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia.



Figura 12: Evolución del intercambio de Gas Natural (GN). Fuente: Elaboración propia.

Gas Natural Licuado



Figura 13: Importaciones de Gas Natural Licuado (GNL). Fuente: Elaboración propia.

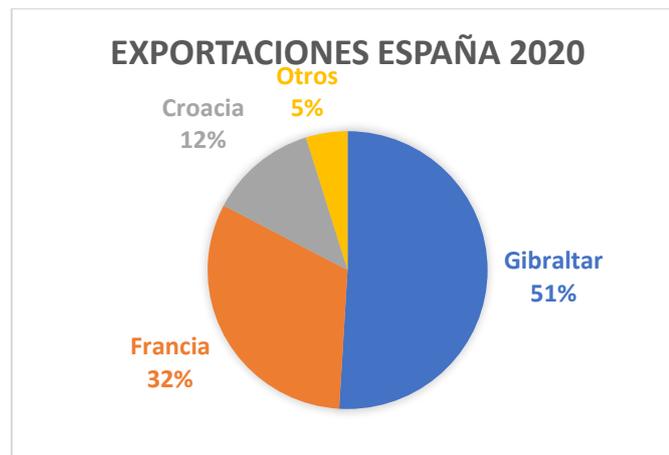


Figura 14: Exportaciones de Gas Natural Licuado (GNL). Fuente: Elaboración propia.



Figura 15: Evolución del intercambio del GNL. Fuente: Elaboración propia.

Electricidad

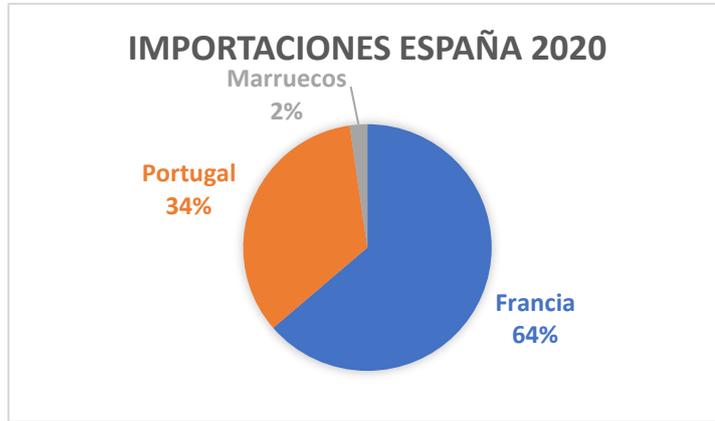


Figura 16: Importaciones de Electricidad. Fuente: Elaboración propia.



Figura 17: Exportaciones de Electricidad. Fuente: Elaboración propia.



Figura 18: Evolución de intercambio de electricidad. Fuente: Elaboración propia.



#### 2.1.4. Precio de la Electricidad

La determinación del precio de la electricidad en el mercado es un tema relativamente complejo y que vamos a tratar de explicar de la forma más sencilla posible.

El mercado eléctrico mayorista español, es un mercado de tipo marginalista, que viene a significar que toda la electricidad que se vende dentro de este va a tener como precio referencia el que se produce en un punto determinado de casación entre oferta y demanda, como veremos más adelante. La peculiaridad de este sistema va a ser que, este punto de acuerdo entre oferta y demanda va a venir muy marcado por el precio de aquellas tecnologías de obtención de electricidad más caras de entre todas las opciones disponibles.

La forma práctica de como esto sucede para la determinación del precio de la electricidad sigue los siguientes pasos.

El precio de la electricidad para un momento o periodo temporal dado (generalmente por horas) se fija tradicionalmente como el precio que da lugar a un punto de equilibrio (coincidencia) entre la oferta de las empresas generadoras y la demanda (en principio estimada en base a los datos proporcionados por REE e históricos previos) recogidas para ese momento o periodo temporal. De esta forma se comienza ordenando los compradores en función de lo que estén dispuestos a pagar de mayor a menor. La representación de los importes según esta ordenación configura la llamada curva de Demanda. De igual forma se realiza una ordenación de los generadores en función de sus ofertas de venta, ordenadas de menor a mayor en este caso, y cuya representación configura la curva de Oferta.

En base al punto de corte apreciado en la representación conjunta de las dos curvas antes mencionadas, se establecerá el precio de la electricidad para ese momento o periodo, porque recordemos, este casamiento de oferta y demanda se realiza para todas las horas del día. Aunque las estimaciones de precios se suelen realizar en la jornada anterior, se permiten ligeros ajustes a posteriori, para evitar desviaciones excesivas entre las estimaciones y las curvas reales que se están observando realmente en el sistema.

La siguiente figura ejemplifica de forma muy simplificada las curvas de Oferta y Demanda, y el punto de equilibrio donde se produce la coincidencia. El valor del precio en ese punto es el precio en el punto de equilibrio.

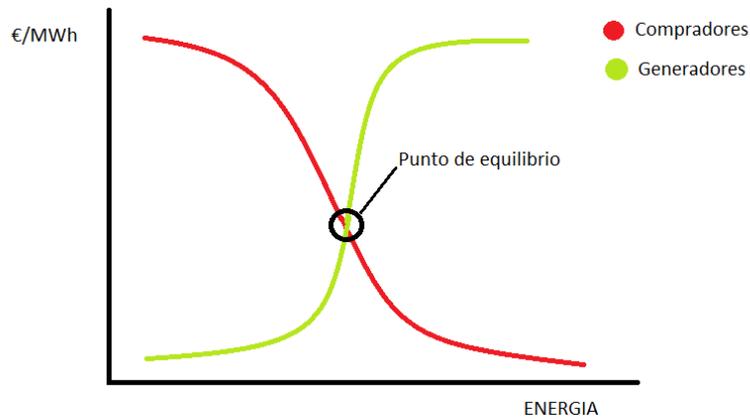


Figura 19: Ejemplo de curvas de oferta-demanda. Fuente: Elaboración propia.

Automáticamente, para todos los compradores y generadores que queden a la izquierda del punto de corte se produce el acuerdo o, dicho de otra forma, se considera que sus ofertas o demandas están casadas, y que se producen a ese precio del punto de equilibrio o precio acordado. Esto supone que estos compradores, aunque estuvieran dispuestos a comprar la energía a un mayor precio, lo hacen finalmente al precio que marca el punto de equilibrio y que es menor. En contrapartida, las empresas generadoras que estaban dispuestas a vender a menores precios lo harán al precio que marca el punto de equilibrio y que es mayor. Las ofertas y demandas situadas a la derecha del punto de equilibrio quedan fuera del mercado; el precio requerido por los generadores es superior al precio acordado (demasiado alto) y el pago ofertado por los compradores es inferior (demasiado bajo)

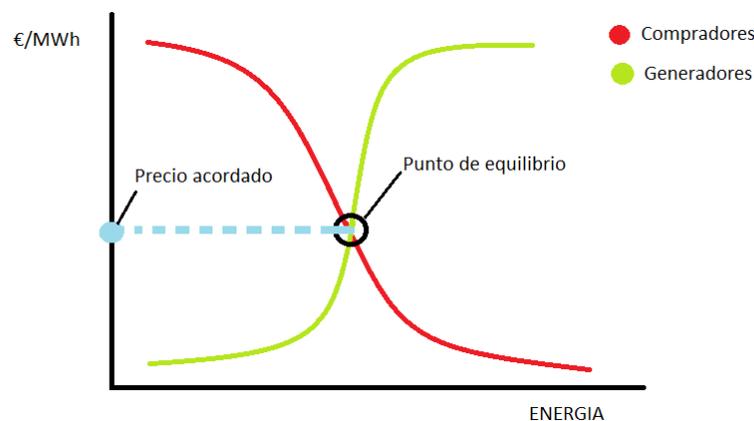


Figura 20: Ejemplo oferta-demanda 2. Fuente: Elaboración propia.



De esta forma, todas las ofertas/demandas casadas serán aquellas que van a dar lugar a consumo, ya que a partir del punto de casamiento se considera que no existen compradores dispuestos a pagar por ninguna oferta más.

#### *Variación del precio*

Muchas veces vemos como el precio de la energía oscila rápidamente y, por ello de la luz sube y baja de precio apreciablemente de un día para otro, incluso dentro del mismo día. El caso de las situaciones climatológicas extremas nos va a permitir ejemplificar de forma muy comprensible la sensibilidad del precio a cambios.

Aunque parezca que a priori no termina de tener mucha relación, épocas de mucho frío hacen que, en términos generales, los consumidores finales incrementen su demanda eléctrica debido al incremento del uso de las calefacciones eléctricas y el precio que están dispuestos a pagar. Dicho de otro modo, aumenta la demanda, y la curva de demanda se desplaza hacia arriba.

Este fenómeno hace que el punto de equilibrio, donde esta curva de demanda corta con la curva de oferta de los generadores se desplace hacia la derecha y que se incremente a la vez el precio.

Al contrario que el caso anterior, fenómenos de climatología más calurosa en épocas que históricamente son de bajas temperaturas, hará que por lo general se consuma menos energía de lo que se tenía previsto. Ahora la curva de demanda disminuye (se desplaza su curva hacia abajo), y el punto de equilibrio se desplazaría a la izquierda a lo largo de la curva de los generadores, haciendo a su vez disminuir el precio energético.

De igual forma que lo hemos analizado desde el punto de vista de la demanda de energía, el precio también puede subir o bajar a causa de la climatología si lo miramos desde el punto de vista de la generación. Así, las fuentes de energía renovable, que suelen ser de las formas más baratas de producir energía (solo superada por la nuclear muchas veces por aspectos técnicos), se pueden ver mermadas o aumentadas según la situación (más o menos insolación, más o menos viento, ...) y esto tendría de nuevo como resultado la variación en el precio final debido a desplazamientos en la curva de oferta.

Este ejemplo con la climatología nos ha permitido simplificar mucho la situación e ilustrar como se generan los precios del mercado eléctrico. Lo que ocurre en la realidad es bastante más complejo, y es el resultado conjunto de la interacción de multitud de aspectos (situación económica, inestabilidades sociales o políticas, conflictos bélicos, fenómenos naturales, variación del precio de los recursos...), unos que afectarán positivamente las curvas de oferta y demanda y otros que lo harán de forma negativa.

## 2.2. Mercados Europeos

Hemos analizado anteriormente el caso de la generación energética en España. Sin embargo, las situación de los distintos países de la unión europea en la mayoría de los casos no son comparables al caso español.

En los siguientes apartados, vamos a tratar de analizar la situación en algunos de estos países europeos con el objetivo de ilustrar que, aunque desde la Comisión Europea se comunica la intención de fijar unos objetivos comunes de transición ecológica para todos los países miembros, no todos parten desde el mismo punto.

### 2.2.1. Los Mix energéticos en Países de Europa

A continuación, se van a mostrar gráficos de los mix energéticos de diferentes países relativos a la generación energética del año 2021.

También se indicará como dato el grado de dependencia energética que se obtiene de las estadísticas de **Eurostat (Oficina Europea de Estadística)** para el año 2019. Aunque el último dato disponible en la web de la mencionada institución era en el momento de la consulta del año 2020, se ha decidido coger la fecha anterior por la excepcionalidad de la situación donde muchos datos se ven alterados por la pandemia del COVID.

Recordemos que hemos mencionado anteriormente que el dato de dependencia energética para España era de un 75% y que la media europea era del 60%.

### 2.2.2. Caso de Alemania

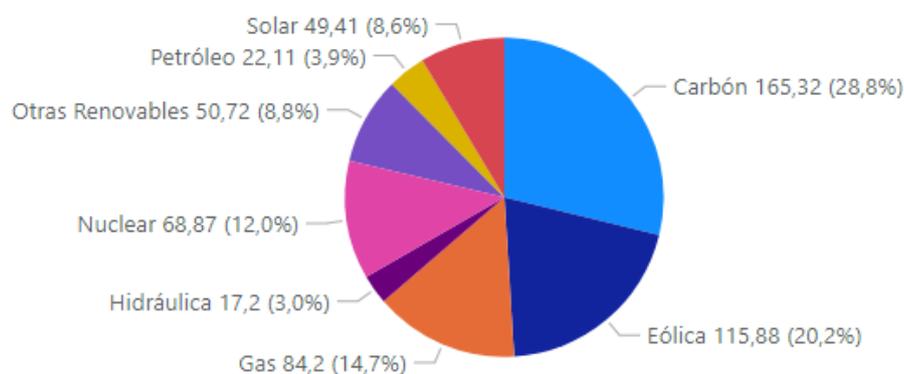


Figura 21: Mix energético en Alemania 2021. Fuente: Herramienta Power BI.

El caso alemán va a ser un caso muy estándar si lo comparamos con el español. Presenta una fuerte dependencia aún de la producción de electricidad a partir de los combustibles fósiles, aunque con un fuerte auge de las renovables.

Aunque en porcentaje el peso de la generación renovable representa una menor parte de lo que lo hacen las renovables en el caso español, la generación energética de Alemania está cerca de duplicar los valores de generación obtenidos desde estas fuentes en España.

Alemania es, además, uno de los países que más fuertemente se están posicionando en contra de un futuro dependiente de la energía nuclear y la utilización de esta fuente tiende a disminuir año tras año.

La dependencia energética de Alemania se sitúa en un 67% en 2019.

### 2.2.3. Caso de Francia

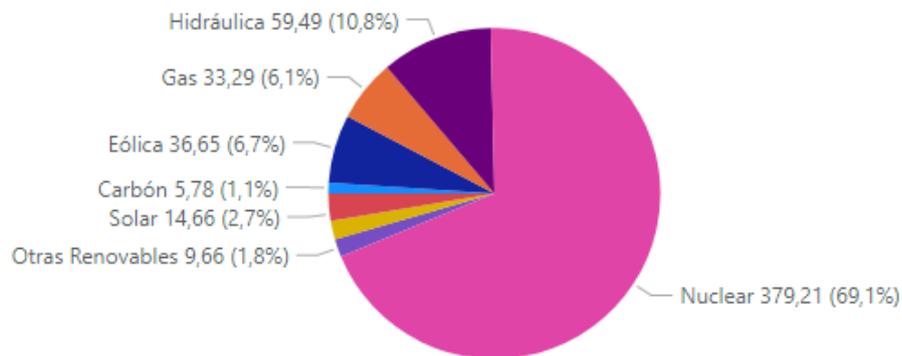


Figura 22: Mix energético Francia 2021. Fuente: Herramienta Power BI.

Francia es un caso prácticamente excepcional dentro de la unión europea y es que la apuesta estrella de los franceses, en contraposición de la apuesta verde de Alemania, es la energía nuclear.

Los datos además lo respaldan, donde se puede ver claramente a la energía nuclear superando los dos tercios del mix energético.

Si bien es cierto que la preocupación por la utilización de fuentes procedentes de combustibles fósiles en Francia podría llegar a ser despreciable, aquí parece haber una paradoja a la hora de apoyar dos formas de actuación que podrían ser o no ser compatibles: energías renovables y energía nuclear.

La dependencia energética de Francia se sitúa en un 47.5% en 2019.

#### 2.2.4. Caso de Portugal

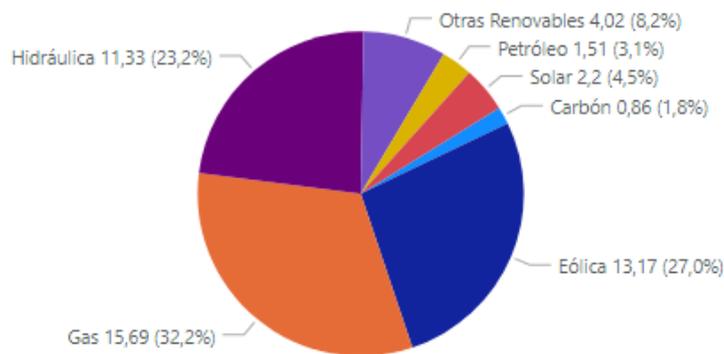


Figura 23: Mix energético Portugal 2021. Fuente: Herramienta Power BI.

El caso de Portugal podría servir de ejemplo para aquellos países que quieran apostar por las energías renovables sin depender de la energía nuclear. El gran problema, su dependencia de los combustibles. Si esto último se consigue atajar, Portugal podría tener gran parte del trabajo ya hecho de cara al cumplimiento de los objetivos energéticos.

La dependencia energética de Portugal se sitúa en el 73.8% en 2019.

#### 2.2.5. Caso de Polonia

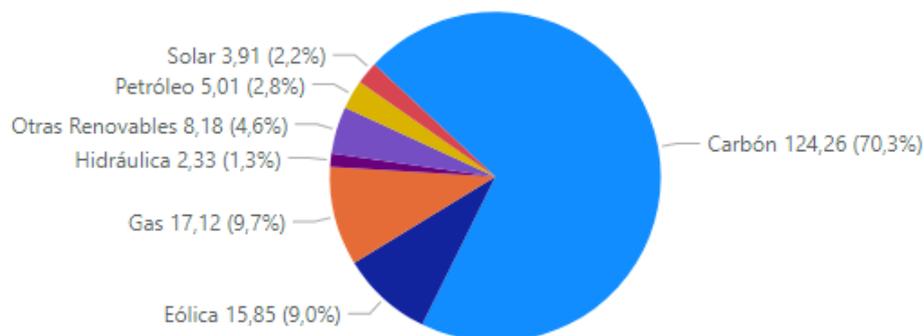
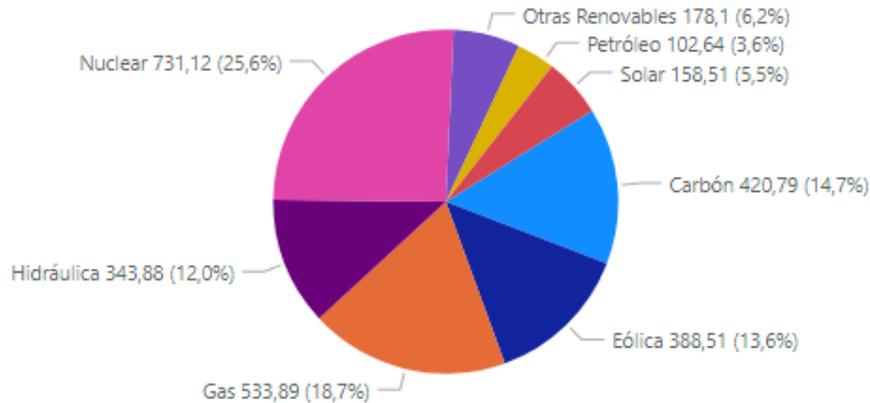


Figura 24: Mix energético Polonia 2021. Fuente: Herramienta Power BI.

Polonia representaría el estándar de otro grupo de países dentro de la unión europea. Se trata de muchos países que dependen casi totalmente de los combustibles fósiles, y esto parece indicar que serían los últimos en llegar a cumplir los objetivos de la CE. Ello a pesar de que muchos de ellos, como es el caso de Polonia, están ya impulsando la instalación de sistemas de generación renovable, sobre todo eólicos.

La dependencia energética de Polonia se sitúa en el 45.2% en 2019.

### 2.2.6. Caso de conjunto de la Unión Europea



El caso del conjunto de la Unión Europea nos muestra como existe una dependencia principal tanto de la energía del tipo nuclear, como del gas. Así mismo, se resalta la importancia de las fuentes de carbón, hidráulica o eólica.

Las energías renovables representan apenas un poco más de un tercio del total y el grado de dependencia energética se sitúa en 60.5% en 2019.

Ante esta situación, la Unión Europea se ha propuesto la consecución de unos objetivos energéticos para mejorarla, los cuáles serán explicados en el próximo capítulo.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



# CAPÍTULO 3: OBJETIVOS ENERGÉTICOS



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



### 3. OBJETIVOS ENERGÉTICOS

Para tratar de paliar todos los problemas que hemos mencionado hasta este punto, todos los países están tratando de realizar cambios dentro del sector de la energía.

Europa, a través del **Pacto Verde Europeo**, trata de inculcar algunas líneas generales comunes para la actuación de los países dentro de la Unión.

Además, desde la UE se incentiva a que cada país vaya más allá y elabore sus propios objetivos (siempre dentro del marco europeo) plasmándolos en sus planes nacionales de energía y clima.

En este capítulo se va a tratar de observar cuales son todos estos caminos y objetivos que se marcan, tanto en Europa en general, como en el caso del territorio español en particular.

#### 3.1. Europa: Pacto Verde Europeo

Según declara la propia web de la **Comisión Europea** se estima que más del 75% de las emisiones de efecto invernadero son producto de la generación y consumo de energía.

En la búsqueda de poner remedio a esta situación, el **Pacto Verde Europeo** anteriormente mencionado, se va a centrar básicamente en 3 aspectos:

- Garantizar el suministro energético de forma segura y asequible.
- Desarrollar el mercado de la energía de forma integrada, interconectada y digitalizada.
- Mejorar el rendimiento de los edificios, priorizar la eficiencia energética y desarrollar un sector energético basado en las fuentes renovables.

Esto va a llevar a una serie de propuestas orientadas a **reducir los niveles de emisiones en un 55%** respecto a los niveles de 1990 para el 2030 y con un objetivo final de emisiones neutras para 2050.

También se trabajará con el objetivo de que al menos **el 45% de la energía total consumida sea del tipo renovable**.

En cuanto a la generación energética se estima que se pueda llegar a **generar el 74% de energía de tipo renovable**.

Además, este pacto adopta múltiples medidas adicionales, como el cumplimiento de todos los países de los límites de emisiones ya establecidos, impulsar el uso eficiente de los recursos en todas las áreas especialmente en el sector del transporte o la industria o la creación de un fondo (**Fondo de transición justa**) para asegurarse que ningún país de la unión se queda atrás. Esta última medida parece de especial



interés ya que como vimos en capítulos anteriores, no todos los países van a partir desde el mismo punto para cumplir unos mismos objetivos.

En cuanto al sector del transporte, Europa ya ha comenzado aplicando medidas a prácticamente todo tipo de vehículos, como pueden ser las furgonetas o los camiones y avisa de que se esforzara en garantizar su cumplimiento.

No será un caso diferente el de las urbes (ciudades de gran densidad de población) donde ya se ha comenzado a advertir, con especial énfasis, en las empresas de fabricación de vehículos, la necesidad de medidas enfocadas a la limitación de emisiones. Este paquete de medidas es conocido también como **Objetivo 55** y recogerá todas las medidas que aun hoy en día se siguen revisando y debatiendo en el Consejo europeo.

### 3.1.1. De la Granja a la Mesa

Una de las estrategias clave para conseguir los objetivos de la Unión Europea pasa por conseguir desarrollar un sistema alimentario seguro y sostenible.

Medidas como aumentar el terreno dedicado a la agricultura ecológica, un menor uso de fertilizantes y pesticidas químicos, promover las dietas sostenibles o luchar contra el fraude alimentario dentro de la cadena de suministro, serán alguna de las líneas a seguir.

El correcto etiquetado de los productos sobre sus propiedades o la reducción de desperdicios, serán también aspectos claves en este modelo de transición. Asimismo, se deberá de asegurar una remuneración justa para los productores primarios de los productos.

En 2021, la CE lanzo **El Plan de Acción sobre Agricultura Ecológica** donde entre otras medidas, se recogían los principales objetivos a seguir para hacer real un modelo basado en *de la granja a la mesa*. El objetivo claro en este sentido sería el de alcanzar el 25% de participación de agricultura ecológica en el consumo de la población.

Es interesante conocer el punto del que parte Europa para lograr alcanzar este objetivo relativo a la participación de la agricultura ecológica. El siguiente gráfico, obtenido de la web Eurostat. de la Comisión Europea, muestra los datos de los diferentes países, así como la media europea bajo la etiqueta “EU-27”, registrados en el año 2019. Como se puede comprobar, la mayoría de los países están aún muy alejados del objetivo marcado.

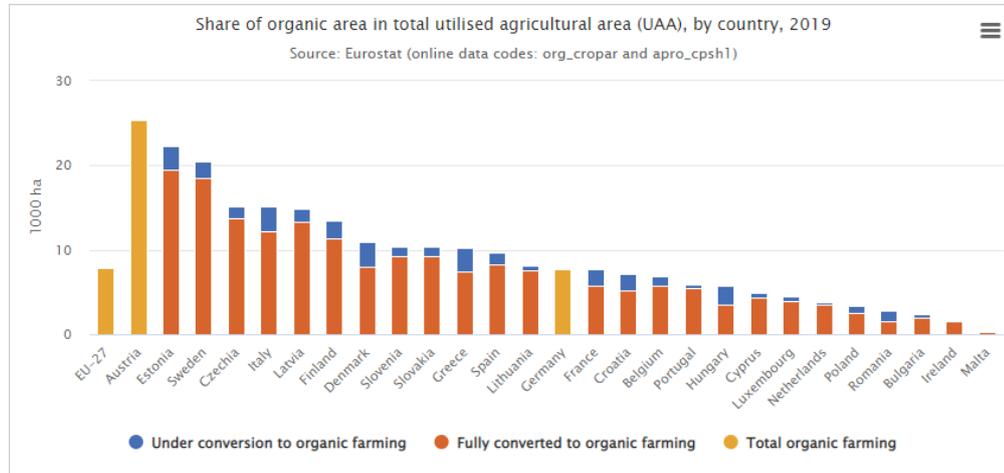


Figura 25: Niveles del sector agrícola ecológico EU 2019. Fuente: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan_en)

### 3.1.2. Economía Circular

El modelo actual de consumo está basado en una economía lineal, donde se producen bienes que serán comprados por los consumidores y tras cumplirse el ciclo de vida, estos se desechan. Las consecuencias de este modelo de consumo nos están llevando a resultados muy negativos en cuanto a niveles de contaminación y residuos.

El modelo basado en la economía circular está enfocado a revertir estos efectos negativos, buscando dar nuevos ciclos de vida a los productos de forma continua.

Para que este modelo circular sea realmente un modelo viable, los primeros cambios deben comenzar ya desde la fase de diseño de los productos. La idea de enfocar los diseños a posibles reparaciones y fácil sustitución de sus partes en caso de avería, de forma que se alargue su vida útil, resulta un gran avance para controlar los deshechos. Además, el reciclado de los materiales es otro de los pilares fundamentales de este modelo.

En 2020, Europa lanzó **El Plan de Acción para la Economía Circular** donde se recogen las principales ideas y las líneas a seguir. Algunas de estas ideas son las siguientes:

- Productos sostenibles siendo la norma habitual en la UE.
- Empoderar a los consumidores.
- Centrarse en los sectores que tienen más potencial de circularidad.
- Reducir la producción de residuos.

En la presentación del plan, el vicepresidente ejecutivo **Frans Timmermans** declaró entre otras cosas: “[...] *En la actualidad, nuestra economía sigue siendo casi enteramente lineal, ya que solo el 12 % de los materiales y recursos secundarios vuelve a entrar en la economía. Muchos productos se rompen con demasiada facilidad, no se pueden reutilizar, reparar ni reciclar, o están fabricados para un solo uso. [...]*”.

Estas declaraciones ponían de manifiesto un problema en el modelo actual y un objetivo claro, la transformación total hacia la economía circular. Se tiene en mente como objetivo a alcanzar en el año 2030 el que se puedan llegar a conseguir niveles de **recirculación de materiales del 70%**.

### 3.1.3. Integración de los sistemas energéticos

Otro de los puntos clave para el avance del mundo energético es la integración de los diferentes sistemas energéticos que se usan hoy en día. Desde la Unión, están muy concienciados que, sin un cambio de modelo y la aparición de nuevas tecnologías, todo lo que se expone, quedara en papel mojado.

Se pone como ejemplo el caso de los vehículos eléctricos, como una forma exitosa de integrar diferentes sectores, como el del transporte y el de la generación eléctrica. Pero, además, esta red podría tener otra rama al estar muchos puntos de carga de vehículos ubicados en los edificios (recordemos que las normativas vigentes ya obligan a muchas viviendas a presentar un mínimo de generación renovable).

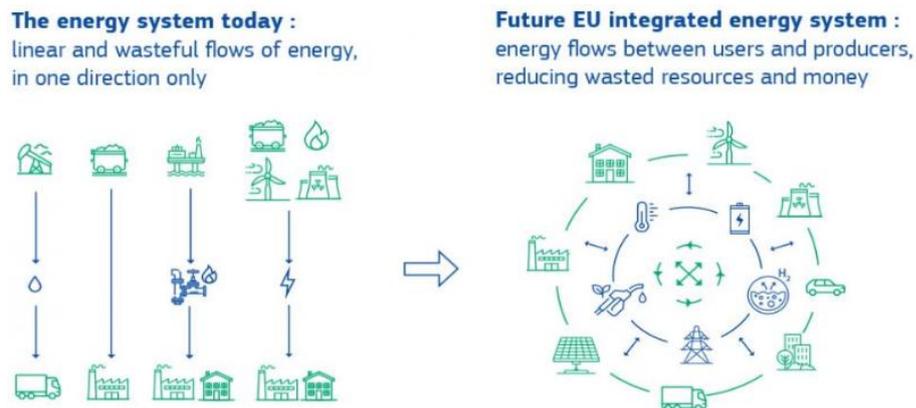


Figura 26: Evolución de la integración energética. Fuente:  
[https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en)

Sin embargo, también hay que ser conscientes de los impedimentos existentes, y uno de los más importantes, es el nivel de interconexión de los sistemas energéticos que se tiene en Europa, que es aún muy bajo. Aunque sí que es una



de las medidas que se recogen en el plan, parece que para algunos países estos bajos niveles de interconexión actual no parecen augurarles buenas previsiones de cara al objetivo de la integración. Es el caso, sin irnos más lejos, de España y Portugal, a los que se les podría considerar como una “isla energética”, dada su situación geográfica y la falta de interconexiones de sus redes energéticas con el resto del continente. Se irá viendo más adelante qué medidas específicas se van tomando para solucionar los diversos impedimentos en este sentido.

### 3.2. España: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

A parte de lo comentado a nivel europeo, España ha desarrollado su propio **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima** para **2021-2030**. Aunque siempre con el objetivo largoplacista de mantener el país neutro de emisiones de efecto invernadero para el año 2050.

Las medidas a adoptar se deberán mantener dentro del marco de la UE, siendo el objetivo final la consecución de los siguientes requisitos:

- **Reducción del 40% de los gases de efecto invernadero respecto los niveles de 1990.**
- **32% de energía renovable sobre el consumo total de energía final bruta.**
- **32.5% de mejora en eficiencia energética.**
- **15% de interconexión eléctrica.**

La consecución de estos objetivos habrá que pasar por cambiar muchos de los aspectos del modelo de sociedad en el que convivimos. Estos aspectos se van a explicar a continuación de forma más explícita, además de indicar cuales son las medidas que se proponen en el plan para combatirlos.

#### 3.2.1. Descarbonización

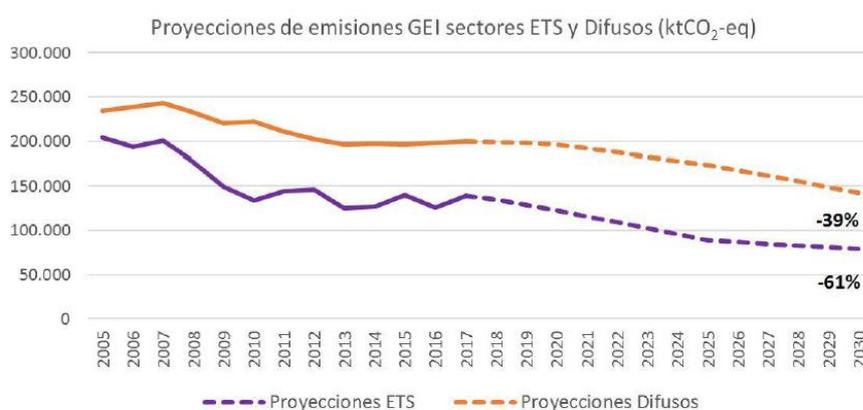
La descarbonización en el sector energético es de un peso sustancial y, según se indica en el PNIEC, “[...] Esa reducción es el resultado, en primer lugar, de la pérdida sustancial del peso del carbón en la generación eléctrica en el período del Plan. Nueve de las quince centrales térmicas de carbón existentes en la actualidad (2019) no estarán posiblemente operativas al inicio del Plan en 2021 [...]” (PNIEC, 2019). Se da por sentado, por lo tanto, el decremento de las fuentes fósiles en beneficio, muy posiblemente, de las renovables.

Pero el plan va más allá todavía, y se aventura a predecir el futuro, como asegurar que, para antes de la conclusión del plan (2030), las empresas de carbón no van a ser competitivas y, por tanto, tenderán a la desaparición.

Se pretende promover que este nicho de mercado que el carbón va a dejar vacío sea ocupado por las energías renovables, como antes mencionábamos. Mas

exactamente, el plan prevé que en 2030 estas ocupen el 74% del total, encaminando así al país hacia un objetivo final consistente en que en 2050 se cuente con un sector energético basado al 100% en fuentes renovables.

Además, en el plan, se muestra gráficamente cual es la serie histórica de valores registrados para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y se añade una estimación de los resultados esperados, Esa gráfica se recoge a continuación.



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019

Figura 27: Datos históricos y proyección de GEI. Fuente: PNIEC, 2019

Aunque el sector energético es el que más nos conviene examinar, dado el objetivo de este proyecto, hay que destacar que ,no será el único para el cual se prevén cambios. De forma breve, vamos a enumerar a continuación otros sectores afectados, dando una idea rápida del enfoque que se va a dar:

- 1) Movilidad y transporte: Marginar el uso del vehículo convencional de combustión en favor del vehículo colectivo público. Así como la delimitación de zonas de bajas emisiones en aquellas ciudades de más de 50.000 habitantes.
- 2) Industria: Promoviendo la aparición de nuevas tecnologías mediante la inversión en i+i+d y tratar de paliar la contaminación del sector procedente principalmente de procesos de combustión.

### 3.2.2. Eficiencia energética

No podríamos entender los cambios que se han ido producido sucesivamente hasta llegar al modelo actual de sociedad sin considerar los avances técnicos experimentados en todos los sectores que se mencionan en este proyecto. Y serán necesarios muchos más avances técnicos para alcanzar los objetivos que se están marcando para el futuro. Pero por otra parte, hay que darse cuenta de que realmente será inviable cumplir todos esos objetivos que se propone el país,



así como los que se proponen desde Europa, tan solo contando con las tecnologías e infraestructuras que tenemos hoy a la espera de esos posibles desarrollos en el futuro. Es, por tanto, un tema de vital importancia incentivar también la vía destinada a mejorar considerablemente la eficiencia en el uso de energía, es decir, la eficiencia energética, para poder ser realistas en cuanto a los objetivos marcados.

Las previsiones del PNIEC español estiman una mejora de la eficiencia energética en el país para el fin del plan, en 2030, del 39.6% ,superando con creces el objetivo que se contemplaba en los marcos europeos (32.5%).

Para entender cómo se pretende aumentar esa eficiencia energética, debemos entender que, en cada proceso energético o más bien dicho, en cada transformación energética (y en esto podemos incluir la energía que se aporta para transformar sucesivamente las materias primas en un producto final), están involucrados ciertos pasos clave o transformaciones que implican, en mayor o menor medida, una pérdida de energía.

El objetivo final siempre es la transformación de una fuente primaria en un producto final deseado. Por ejemplo, para el caso concreto de la energía de consumo en forma de electricidad, las fuentes primarias serian aquellos recursos que se pueden utilizar para transformarlos en esa energía eléctrica, como el carbón, gas, agua embalsada, sol, etc. Si el proceso empleado para transformar estos recursos de un tipo de energía a otro proporciona exactamente la misma energía que se tenía en origen, estaríamos hablando de una eficiencia del 100%. Pero sabemos, por experiencia y por las leyes de la física, la termodinámica,... que este es un supuesto bastante poco real, y que siempre hay una pérdida de energía en cada proceso de transformación. Pero también podríamos considerar como ejemplo el caso de la iluminación. Cuánta más energía eléctrica se convierta en energía lumínica, mayor será la eficiencia energética de los equipos de alumbrado.

Así, todo aquello que no se transforma en producto final se consideran perdidas y este el problema que se intenta reducir. Las medidas que se pretenden adoptar tendrán los ojos puestos en minimizar todas estas pérdidas que se producen en los procesos de transformación de energía y en el uso de la misma. Una mejora de la eficiencia finalmente se traduce en conseguir lo mismo con menos recursos primarios, es decir, conseguir un ahorro energético.

Una de las mejoras a realizar que se proponen es la renovación de los edificios, tanto desde el punto de vista de mejoras en las instalaciones térmicas de calefacción y ventilación y ACS, como en las envolventes de estos. No solo para viviendas, también para edificios públicos, oficinas, etc.

El PNIEC prevé el ahorro energético durante la vigencia del plan de unas cantidades bastante sustanciales, siguiendo la evolución prevista que se representa en la siguiente figura, recogida en el propio plan.

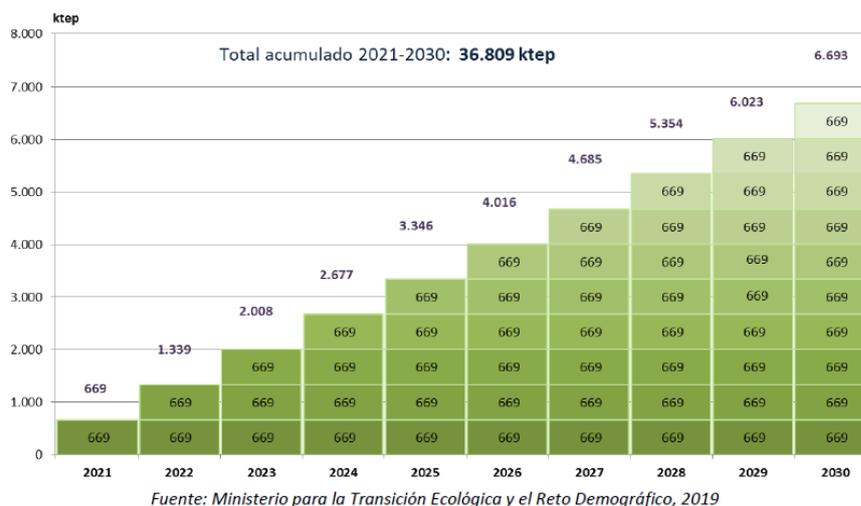


Figura 28: Previsión ahorro energético final. Fuente: PNIEC 2019

### 3.2.3. Seguridad energética

No podemos imaginarnos un escenario idílico de emisiones neutras, con independencia total de las fuentes fósiles y con nuevas técnicas que nos permitan elevar los porcentajes de eficiencia energética, sin apoyarse todo en un sistema energético seguro, que funcione siempre, aunque este exigido al máximo o se produzcan situaciones coyunturales adversas.

Por ello, el sistema eléctrico deberá de asegurar los siguientes puntos según el PNIEC:

- Garantizar el abastecimiento.
- Fomentar las fuentes de energía autóctonas.
- Asegurar la diversidad del mix energético.

Estos puntos ya se conseguían cubrir desde la **Estrategia de Seguridad Energética Nacional de España** del año 2015, pero el plan vigente no se olvida de seguir proponiendo estos puntos y, además, los complementa con las siguientes actuaciones:

- Reducción de la dependencia energética, con especial énfasis en la reducción de las fuentes fósiles.
- Diversificación de las fuentes.
- Preparación ante posibles interrupciones del sistema.
- Aumento de la flexibilidad del sistema.

En capítulos anteriores se comentaba el nivel de dependencia energética que presentaba España, que se situaban cerca del 75%. El plan se marca como objetivo reducir esa marca para el año 2030, y situarlo donde está hoy la media europea, cerca del 60%.



Figura 29: Dependencia energética España 2017 y 2030. Fuente: PNIEC 2019.

Además de esto, también se aventura en las previsiones de cómo será el mix energético en dicho año, y se muestra la comparativa con el año 2017 como se muestra en la siguiente figura:

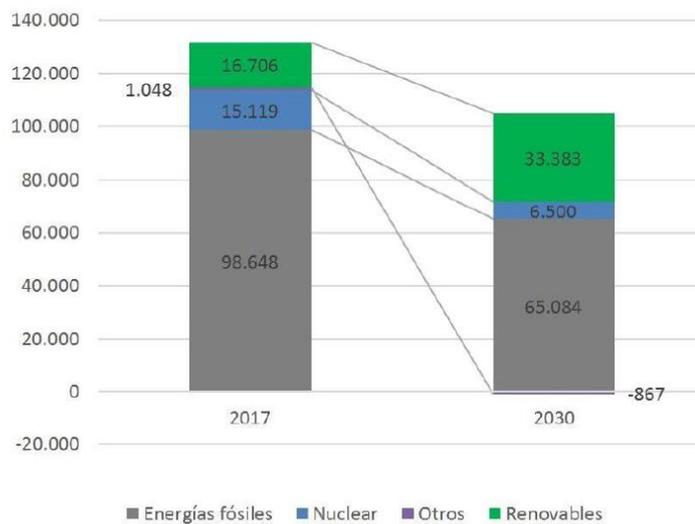


Figura 30: Previsión del mix energético en 2030. Fuente: PNIEC 2019.

### 3.3. ONU: Desarrollo Sostenible

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas también supervisa los objetivos climáticos de la transformación energética en la que está trabajando no solo Europa, si no el resto del mundo y, además, se marcan unos objetivos muy ambiciosos como guías de actuación para los países.



Su plan toca prácticamente todos los campos que nos podamos imaginar y consta de los siguientes **17 objetivos de desarrollo sostenible**:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de género
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria, innovación e infraestructura
10. Reducción de las desigualdades
11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Producción y consumo responsables
13. Acción por el clima
14. Vida submarina
15. Vida de ecosistemas terrestres
16. Paz, justicia e instituciones sólidas
17. Alianzas para lograr los objetivos

Aunque si bien es cierto que prácticamente todos puntos podrían estar relacionados con el tema a tratar, el presente trabajo abarca plenamente el objetivo 7, y es por ello por lo que vamos a pasar a analizarlo más a fondo.

### 3.3.1. Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante

El mundo avanza y con él, aumenta el consumo de energía. La idealización de que todos los países (en especial los más pobres) tengan acceso a electricidad parece una meta más que real, pero que no debería alcanzarse a cualquier precio ni de cualquier forma. El peso que tendrán para este aspecto las formas limpias de generar energía es esencial.

Las metas que se proponen en este objetivo son las siguientes:

1. Garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos para 2030.
2. Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas para 2030.
3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética para 2030.
4. Aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías relativas a la energía limpia para 2030.
5. Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos los países en desarrollo para 2030



# CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



## 4. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

Proponer objetivos y marcar rutas de actuación, así como plantear unos escenarios futuros idílicos, puede llegar a ser muy motivador y reconfortante. Sin embargo, de nada serviría tanto tiempo y recursos empleados en elaborar planes y normativas, si no se pasa a la acción y se llevan a cabo todos los cambios y transformaciones planificadas.

Este capítulo está enfocado al estudio de si se está produciendo el cumplimiento de muchos de los objetivos que se plantean en esos planes de actuación, y que han sido comentados en el capítulo 3.

Además, se va a intentar de dar una visión global, en el sentido de analizar si se están realizando los esfuerzos necesarios, analizando cuál es la situación actual en cuanto a cumplimiento real de los objetivos, pero también a partir de analizar cuál era la situación de partida unos años atrás, y cual se prevé que sea la tendencia de evolución en el futuro. Veremos si la línea de tendencia en la evolución del cumplimiento de un objetivo ha sido más o menos rápida, si ha sido siempre en la misma dirección, o si algún caso se ha necesitado de un brusco giro de actuación.

### 4.1. Históricos

#### 4.1.1. Consumo energético

Uno de los objetivos más claros que se marcan es el del uso eficiente de la energía. Por ello parece razonable tratar de ver cómo ha sido la evolución del consumo energético con los años. Lo primero que cabe destacar es que se va a usar como medida de referencia la tonelada equivalente de petróleo (Mtoe), que realmente es una unidad de medida muy grande, equivalente a aproximadamente 11630 KWh.

En los datos estadísticos recogidos se tiene en cuenta no solo el consumo energético eléctrico, sino también de todas las otras fuentes de energía, tales como el petróleo, derivados del petróleo, carbón o similares, gas natural o incluso energías renovables.

Para este apartado, en las fuentes consultadas se disponía de datos suficientes como para ver la evolución no solo de España o Europa, si no, mundial y, por ello, se han podido elaborar los tres gráficos representados a continuación.

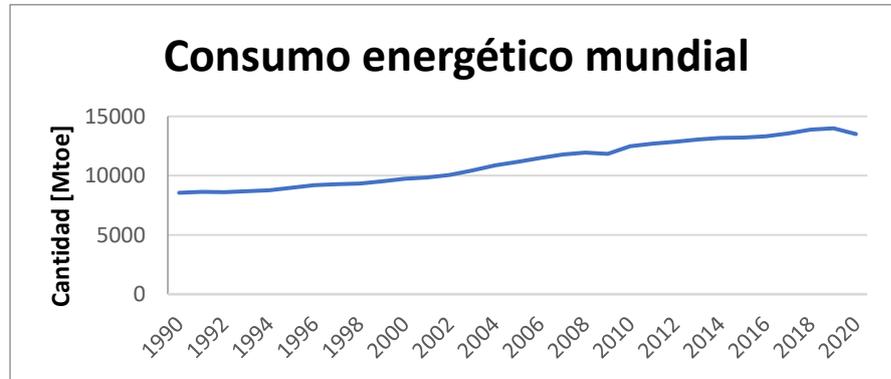


Figura 31: Consumo energético mundial. Fuente: Elaboración propia.

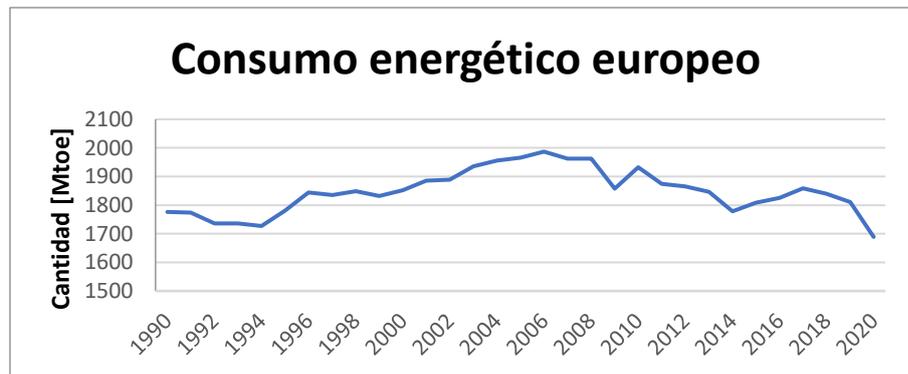


Figura 32: Consumo energético europeo. Fuente: Elaboración propia.

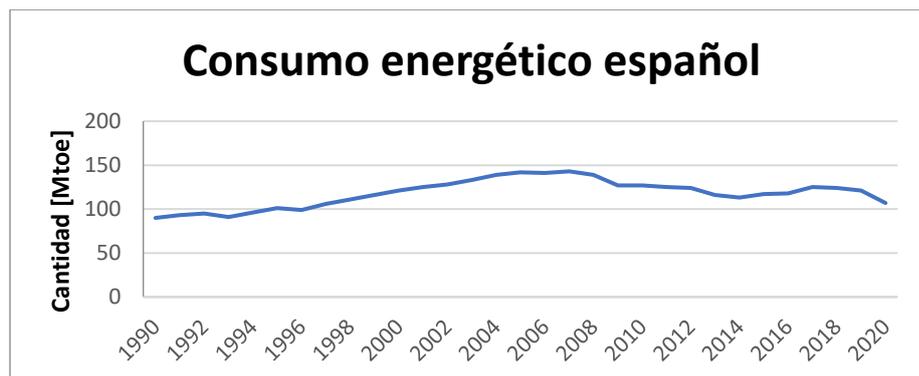


Figura 33: Consumo energético español. Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en las figuras anteriores como el consumo energético mundial, con un incremento cercano a un 50% el consumo desde los primeros años de la serie histórica reflejada. Gran parte de culpa de este incremento lo tiene el continente asiático que, aunque no se muestran los datos en este trabajo, ha experimentado incremento de consumo energético total de nada menos que un 154%.



En el caso europeo, los consumos totales de los últimos años se incrementan apenas en un 4.5% respecto a los primeros años de la serie histórica, pero, sin embargo, hay que tener en cuenta que en los años alrededor de 2006 este consumo fue incluso mayor, y lo que se observa en los últimos años es una ligera reducción.

El caso español es bastante parecido al europeo, el incremento de los últimos años con respecto a los primeros se sitúa en un 30%. También los valores más recientes superan a los más antiguos, pero se han pasado épocas de consumo considerablemente mayores.

#### 4.1.2. Energía renovable

Otro de los puntos más fuertes de los planes es el intentar orientar el mercado de la energía hacia la utilización de las fuentes limpias de generación eléctrica. Una de las líneas a seguir más ambiciosas es la que ya se comentaba anteriormente de conseguir un modelo 100% renovable en 2050. Antes de esto, se pretende que para 2030, la generación de energías limpias respecto del total suponga un 74%.

Vamos a observar con los siguientes gráficos elaborados cual es la situación respecto a este punto, tanto del territorio español, como el europeo.

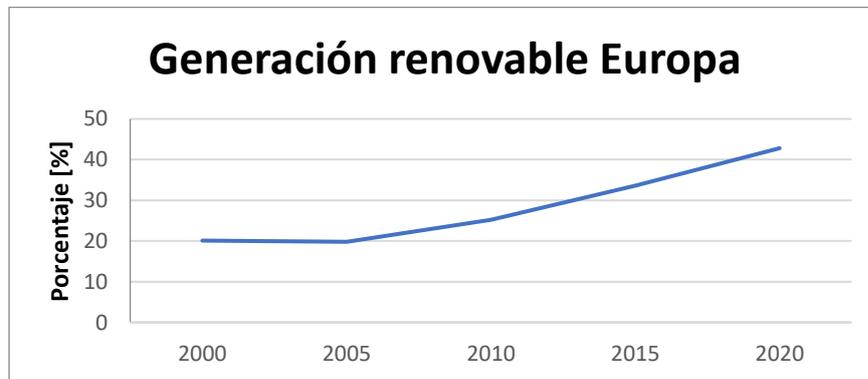


Figura 34: Generación de energías renovables en Europa. Fuente: Elaboración propia.

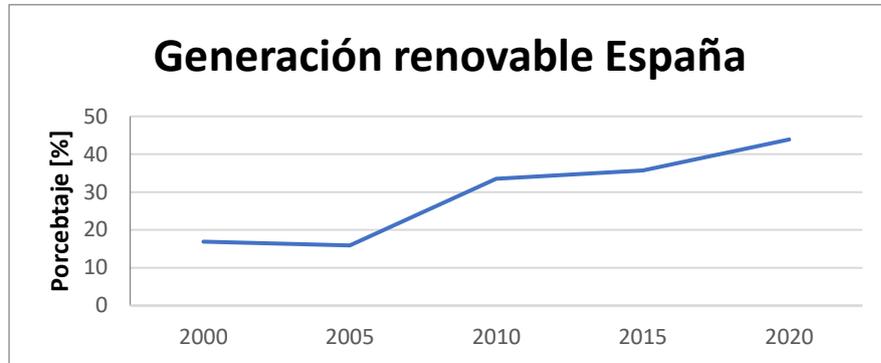


Figura 35: Generación de energías renovables en España. Fuente: Elaboración propia.

Sin duda este es uno de los casos más claros donde vemos una única e inequívoca tendencia. El trabajo en este aspecto es muy claro y tiende totalmente al auge de las energías de fuentes renovables. La evolución puede que sea menor de lo que a muchos les gustaría, pero que las cosas se están haciendo en la dirección correcta parece una evidencia.

Tanto en el caso europeo como en el español, se ve claramente la tendencia alcista, donde España parece estar alineada con la media europea de crecimiento en los últimos años.

#### 4.1.3. Emisiones de CO<sub>2</sub>

Los gases de CO<sub>2</sub> no son los únicos responsables de esos llamados gases de efecto invernadero, cuya disminución de emisiones se marca en casi todas las rutas de actuación como un objetivo principal. Sin embargo, sí que son los responsables de la mayor parte de estos ya que, para España suponen en el año 2020 el 70% del total de GEI y, por eso, parece interesante poder evaluar cómo está siendo su emisión con el paso de los años.

Los siguientes gráficos, recogen, como ya hacíamos anteriormente con el consumo energético, los datos de los años entre 1990 y 2020 de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial, europeo y en el caso particular de España.

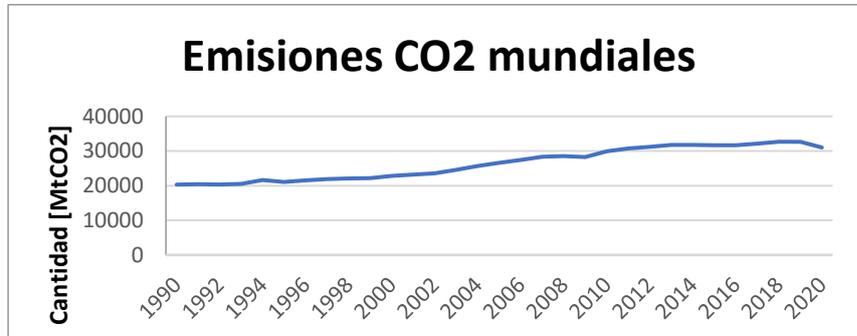


Figura 36: Emisiones de CO<sub>2</sub> mundiales. Fuente: Elaboración propia.

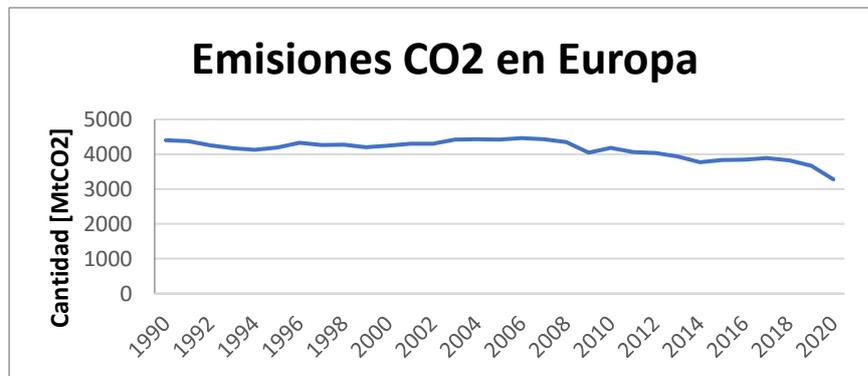


Figura 37: Emisiones CO<sub>2</sub> en Europa. Fuente: Elaboración propia.

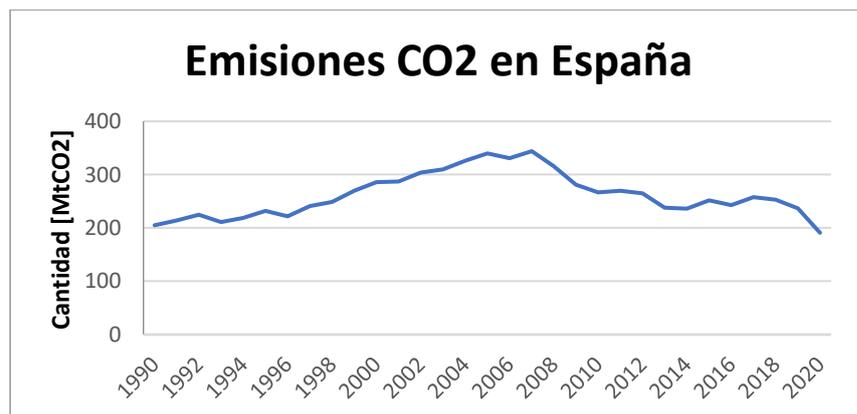


Figura 38: Emisiones CO<sub>2</sub> en España. Fuente: Elaboración propia.

Como se comentaba en capítulos anteriores, se está trabajando en la reducción de las emisiones, algo que podemos ver que es tendencia en los últimos años en Europa y en España. Estas bajadas igual no son muy significativas, pero al menos sí que parece observarse que al menos se está evitando el aumento de estas emisiones que parecía ser la tendencia años atrás.

Para el caso de las emisiones a nivel mundial, parece que las líneas de tendencia no son las mismas, pues se puede ver claramente como se tiende a aumentar sin signos de que esto vaya a cambiar a corto plazo.

Esta situación nos hace ser conscientes de que para que esta transición ecológica, que no es un antojo si no, más bien una emergencia climática pueda llegar a traducirse en una realidad, todos los países deberían de trabajar en la misma dirección. Ni siquiera el trabajo de una región tan grande como puede ser Europa hace que esos esfuerzos se vean traducidos a niveles mundiales si el resto de las regiones no caminan en la misma dirección.

## 4.2. Situación actual

Una vez vistos los datos referentes a los registros históricos de algunos de los aspectos más importantes, conviene actualizar y saber dónde estamos hoy. Para ello vamos a tratar de analizar la situación en un estado tan actual como los datos disponibles nos permitan, y ver cuánto nos estamos acercando o alejando de los objetivos pretendidos.

### 4.2.1. Europa

Los datos provenientes de Eurostat nos permiten el seguimiento de los planes del Pacto Verde Europeo, aunque los últimos datos que se tienen publicados son referentes a 2020.

- Se ha conseguido reducir las emisiones de GEI en 2020 en casi un 24%, aunque por el momento no se cumple el objetivo de reducirlo en un 55% respecto los niveles de 1990.

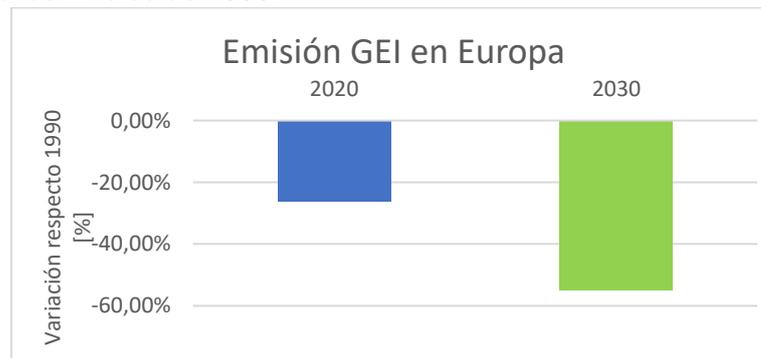


Figura 39: Situación actual emisiones GEI Europa. Fuente: Elaboración propia.

- El 22.1% de la energía total consumida es del tipo renovable, el objetivo para 2030 es que este dato se sitúe en el 45%.

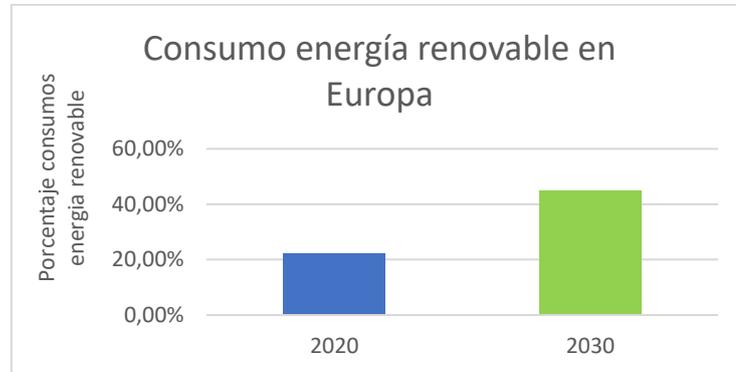


Figura 40: Situación actual consumo renovable Europa. Fuente: Elaboración propia.

- El valor de la recirculación de materiales del 12.8%. Quizá una de las áreas con mayor potencial de desarrollo, ya que el objetivo es pasar de una economía lineal a una economía totalmente circular, como ya se ha comentado en capítulos anteriores. El objetivo de recirculación de materiales está pensando para alcanzar valores cercanos al 70% para 2030.

#### 4.2.2. España

Actualmente, los últimos datos mostrados por fuentes del MITECO nos muestran en su mayor parte estadísticas o registros referentes a 2020. Estos datos se han de mirar con mucha precaución, pues no solo en España, sino en todo el mundo, la actividad de todos los sectores se vio muy alterada por la COVID-19. Para nuestros análisis esto supondrá sin ninguna duda, menores valores de emisiones de CO<sub>2</sub>, consumo energético, etc. de los esperados para ese mismo año sin pandemia.

Todo nos hace pensar que los registros del año 2021, con un mayor estado de normalidad en todos los aspectos, haga los datos de interés para este proyecto hayan empeorado.

Según datos del **Observatorio de la Transición Energética y la Acción Climática**, los datos para el año 2021 nos permiten realizar el siguiente análisis:

- Emisión de 288.3 MtCO<sub>2</sub>, lo que supone -1% respecto de los niveles de 1990 y bastante lejos del -40% de objetivo.

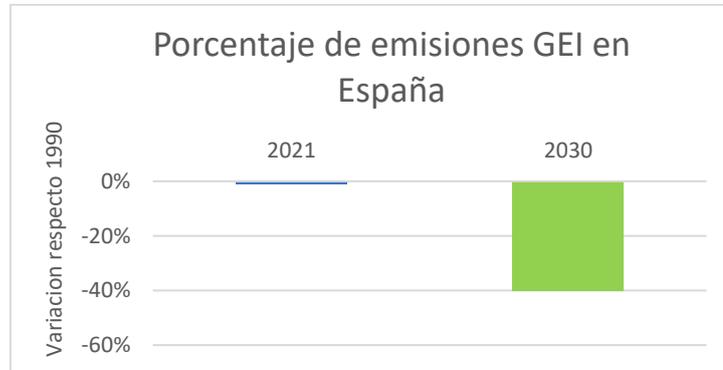


Figura 41: Situación actual emisiones GEI España. Fuente: Elaboración propia.

- Un 46.7% de energía renovable respecto al total de energía generada. Esto es alrededor de +6% respecto al año 2020, pero lejos del 74% de objetivo en 2030.

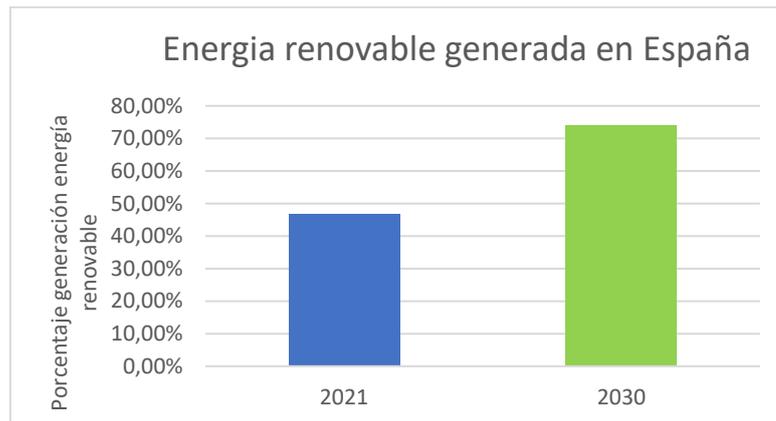


Figura 42: Situación actual generación renovable España. Fuente: Elaboración propia.

- Un valor del 68.51% de dependencia energética, con niveles superiores al año 2020 (+1.7%), todavía por encima del objetivo de 61%.

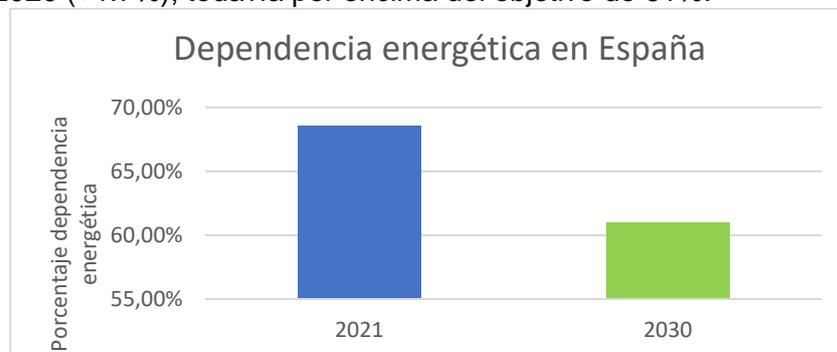


Figura 43: Situación actual dependencia energética España. Fuente: Elaboración propia.

- Un 20.7% de energía total consumida es renovable, en camino del 42% de objetivo.

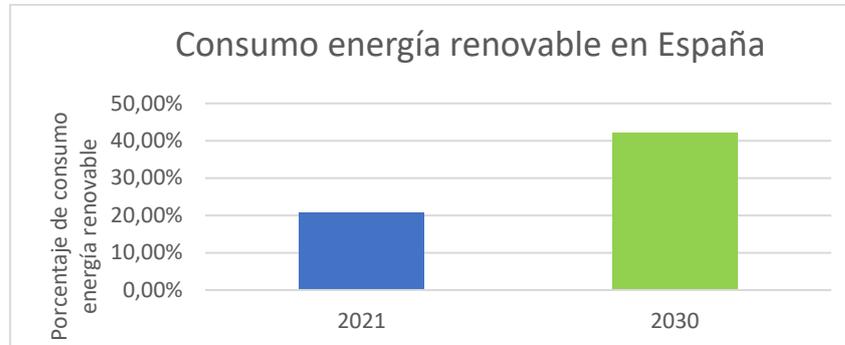


Figura 44: Situación actual consumo renovable España. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Perspectivas futuras

Recapitulando, se ha podido analizar cuál es la evolución con los años de los objetivos más relevantes en cuanto al cambio climático y al mejor uso de la energía. También se ha visto el punto en el que se estamos con los datos oficiales más recientes como se nos ha permitido.

Ahora vamos a tratar de dar un paso más y, mediante uno de los herramientas más interesantes que nos va a permitir la aplicación empleada, analizar a través de las tendencias pasadas, cuáles son los escenarios futuros.

En este estudio, no se plantean grandes cambios o esfuerzos de los países en cuanto a infraestructuras o cambios normativos (aunque sí que es lo que se espera en la realidad), sino que se intenta desarrollar una continuación de las tendencias actuales.

Para esto vamos a poder plantear 3 escenarios, un escenario más optimista, un escenario más pesimista y un escenario más probable.

Nos vamos a ayudar de la mencionada herramienta, que será presentada con mayor detenimiento en el siguiente capítulo. Esta herramienta, en forma de visualización incluida en la aplicación Power BI, nos permite dada una serie histórica de datos, estimar la tendencia futura de la serie. Las visualizaciones que se van a mostrar en este capítulo serán explicadas con mayor detenimiento en la parte de desarrollo de la herramienta (capítulo siguiente).

Cabe destacar que las figuras corresponderán con datos filtrados para el análisis de la situación particular de España, aunque como se explicará en capítulos posteriores, mediante el uso de los filtros y segmentaciones de los datos, se tendrá la opción de analizar las situaciones particulares del resto de países y de la UE en su conjunto.

#### 4.3.1. Generación y consumo energético

Las previsiones para el año 2030 en cuanto a los objetivos de generación y consumo de energía renovable se pueden observar en las siguientes figuras:



Figura 45: Simulación de consumo renovable. Fuente: Elaboración propia.



Figura 46: Simulación de generación renovable. Fuente: Elaboración propia.

Las figuras también cuentan con una línea punteada de color rojo que indica el valor del objetivo establecido. En líneas generales se puede observar como para el caso particular de España, el cumplimiento de estos dos objetivos parece de posibilidades remotas incluso planteándonos el mejor de los escenarios.

#### 4.3.2. Emisiones GEI

Para el análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero, cabe destacar que, si bien para los objetivos anteriores los objetivos estaban al alza, ahora los objetivos están a la baja, pues lo que se pretende es reducir la cantidad de emisiones.

En la siguiente figura veremos de forma visual los objetivos que se plantean para los escenarios futuros.

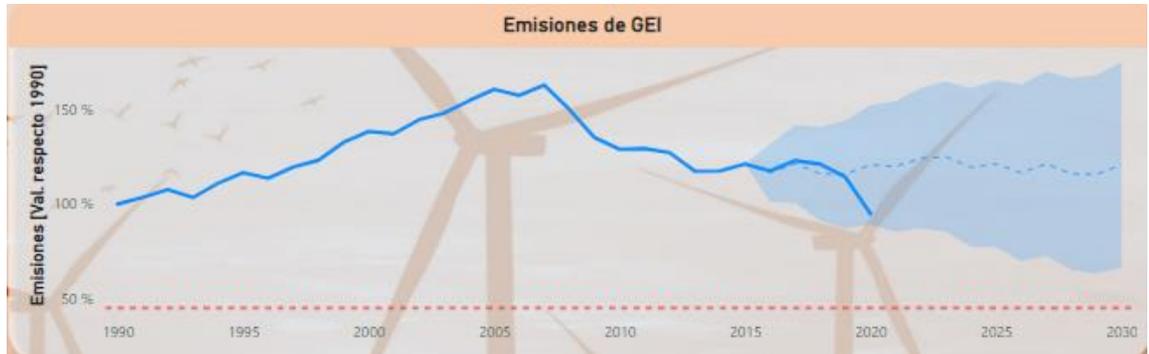


Figura 47: Simulación de emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar cómo en términos generales tampoco parece que nuestras tendencias pasadas, nos vayan a permitir llegar al cumplimiento del objetivo sin realizar mayores esfuerzos.

#### 4.3.3. Circularidad de los materiales

Por último, y de forma semejante a los apartados anteriores, vamos a observar el nivel de circularidad de los materiales, es decir el nivel de reciclaje de los recursos.



Figura 48: Simulación de circularidad de recursos. Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar como este es sin duda el objetivo más inverosímil de todos. Si bien es cierto que no sabemos cuánto será el esfuerzo que cada país invierta en este aspecto, parece que no va a bastar con pequeños cambios, si no que se van a necesitar de cambios quizá estructurales en la forma de consumo en la que vive el país en la actualidad.



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



# CAPÍTULO 5: HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DESARROLLADA



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



## 5. HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DESARROLLADA

La cantidad de datos que pueden abarcar un tema tan amplio como es el energético, hacen que la búsqueda de datos, informes, planes o noticias pueda llegar a ser todo un quebradero de cabeza.

La idea de poder reunir en un solo sitio tanta cantidad de información podría hacer mucho más fácil el análisis de la situación energética de cada país, así como de su correcta (o no) evolución. Esto también desembocaría en una mejor y más fácil toma de decisiones sobre el rumbo que se debe adoptar fijados unos objetivos comunes (en este caso de la Unión Europea).

Este proyecto tiene como uno de los objetivos el desarrollo de una herramienta basada en Power BI donde se recojan y analicen los datos presentados por las distintas organizaciones implicadas. Además, se pretenderá que el entendimiento de los datos sea claro, visual e intuitivo, de tal forma que se sepa claramente cuál es la situación y hacia donde hay que caminar para conseguir los objetivos.

### 5.1. Origen de datos

Las bases de datos se han obtenido principalmente de la página web de estadísticas de la Comisión Europea, más conocida como Eurostat.

Esta web nos ofrece los datos estadísticos de los países de países europeos relativos a una gran cantidad de aspectos. En particular, nos centraremos en los indicadores que más nos afectan para este trabajo, que son los relacionados con:

- Emisiones de GEI
- Ratio del uso circular de los materiales
- Dependencia energética
- Rentabilidad energética

Por otro lado, también ha sido viable acceder a datos desde otras fuentes, como la web Our World in Data (<https://ourworldindata.org/>), esta web a su vez recoge información de diversos organismos. Los indicadores recogidos en esta dirección han sido los siguientes:

- Generación de electricidad por tipos de fuentes de energía
- Consumo de energía por tipos de fuentes de energía

Ambas paginas ofrecen de forma gratuita la descarga en varios formatos de las bases de datos, de forma que se han seleccionado los ficheros compatibles con el programa a utilizar.



## 5.2. Herramienta software: Power BI

Bajo la denominación de Power BI™ se recogen una serie de herramientas de Inteligencia Empresarial (Business Intelligence) elaboradas por la empresa Microsoft™, que sirven para el procesamiento y análisis de datos, y que permiten la presentación de estos de una forma muy intuitiva y visual. Hablamos de un ecosistema de aplicaciones interconectadas que van desde el entorno local en PC, con Power Bi Desktop, hasta aplicaciones en la nube como servicio SaaS denominado Power Bi Service, y también aplicaciones móviles en forma de Apps para tablets y smartphones.

El potencial del software es tan mayúsculo que su uso en las empresas de diferentes sectores supone un apoyo imprescindible para el conocimiento de la propia empresa.

Uno de los puntos fuertes de la herramienta recae en la posibilidad del manejo de volúmenes grandes de información. Además, permite la interrelación de múltiples plataformas con la herramienta, lo que la hace también una herramienta flexible. Algunos de los formatos de origen de datos que admite son los siguientes:

- Excel
- Bases de datos (MySQL, MariaDB, Oracle, ....)
- Dataverse
- Texto o CSV
- Web
- Fuente OData

Puede consultarse una lista muy detallada de posibles orígenes de datos en <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/connect-data/power-bi-data-sources>

## 5.3. Análisis de requisitos para la herramienta

Antes de realizar el desarrollo de la herramienta, se ha realizado un análisis de los requisitos y funcionalidades que se buscan satisfacer con ella. Los puntos fuertes que se deberían de poder controlar han sido elegidos en función de los objetivos más relevantes que se plantean en el marco europeo que ya se ha explicado anteriormente. Estos son:

- Evaluación de la cantidad de electricidad generada proveniente de fuentes de energías renovables
- Evaluación de la cantidad de consumo energético proveniente de fuentes de energías renovables
- Evaluación de las emisiones de GEI respecto de los niveles presentados en el año 1990.
- Evaluación de la dependencia energética respecto valores del año 2000.



- Evaluación del porcentaje de circularidad de los materiales.

Mediante el control de esta información, se debería de poder conocer cuál es la situación de cada país en el año tan reciente como se tengan datos, así como controlar su evolución con el tiempo gracias al conocimiento de datos anteriores. Esto último nos va a permitir saber si, aun no cumpliendo los objetivos se está en buena tendencia y trabajando en la línea correcta o no.

Por ello se plantea que los datos recogidos desde los orígenes puedan ser segmentados y filtrados (“evaluados por”), según el requerimiento, en función de diferentes criterios o dimensiones, como pueden ser: el país, fecha, tipo de energía,...

A partir de todo ellos se han elaborado las siguientes tablas de identificación de requerimientos en función de las necesidades antes expuestas:



Dato / Evaluado por	Energía total generada (1)	Energía renovable generada (2)
Tipo de energía		
Año		
País		

Tabla 1: Requerimientos para generación. Fuente: Elaboración propia.

Dato / Evaluado por	Energía total consumida (3)	Energía renovable consumida (4)
Tipo de energía		
Año		
País		

Tabla 2: Requerimientos para consumo. Fuente: Elaboración propia.

Dato / Evaluado por	Emisión GEI 1990 (5)	Emisión GEI (6)
Año		
País		

Tabla 3: Requerimientos para emisiones GEI. Fuente: Elaboración propia.

Dato / Evaluado por	Dependencia energética 2000 (7)	Dependencia energética (8)
Tipo de dependencia		
Año		
País		

Tabla 4: Requerimientos para dependencia. Fuente: Elaboración propia.



Dato	Circularidad de materiales (9)
Evaluado por	
Año	
País	

Tabla 5: Requerimientos para nivel de circularidad. Fuente: Elaboración propia.

### 5.4. Implementación de la herramienta

De toda la cantidad de datos que disponemos, vamos a tratar de definir aquellos parámetros que son más destacables y justificar así la importancia de estos mismos.

Para ello vamos a explicar todos los conceptos que más tarde se van a ver reflejados en la herramienta.

- **Generación eléctrica:** medida en TWh
- **Consumo energético :** medido en TWh
- **Tipo de energía:** se determinarán varios tipos de energía en función de la fuente de procedencia siendo las opciones las siguientes:
  1. Carbón
  2. Eólica
  3. Gas
  4. Hidráulica
  5. Nuclear
  6. Petróleo
  7. Solar
  8. Otras renovables
- **Energías renovables:** de entre todos los tipos de energía se considerarán renovables las siguientes:
  1. Eólica
  2. Hidráulica
  3. Solar
  4. Otras renovables
- **Porcentaje de energía renovable:** se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje Energia Renovable} = \frac{\text{Cantidad solo tipos renovables}}{\text{Cantidad Total}} * 100$$

- **Dependencia energética:** Cantidad de energía que necesita importar un país de tal forma que pueda abastecer todas sus demandas. Se mide en porcentaje respecto los valores del año 2000, siendo este último el 100%.
- **Tipos de dependencia:** se diferenciará entre diferentes tipos en función del recurso al que se refiera siendo las opciones las siguientes:



1. Dependencia del gas
  2. Dependencia del petróleo
  3. Dependencia de combustibles
  4. Dependencia total
- **Emisiones de gases de efecto invernadero:** valor de la cantidad de emisiones de los distintos compuestos catalogados con gases de efecto invernadero. Se medirá en porcentaje respecto a los valores del año 1990, siendo este último el 100%.
  - **Circularidad de los materiales:** se indicará mediante el porcentaje de recirculación de los materiales siendo el 0% el valor correspondiente con materiales de un solo uso y el 100% de usos infinitos.
  - **Rentabilidad energética:** Definiremos la rentabilidad energética como el dinero (€) por cada unidad de energía que se ha consumido (Kg petróleo eq.). De esta forma podremos tener una idea de si los países realizan un correcto consumo de esta o, por el contrario, se está mal gastando en un pozo sin fondo.

### 5.5. Equipos y Hardware

Para la realización de este proyecto se va a necesitar un ordenador con capacidad de ejecutar el paquete de Microsoft office.

El proyecto se va a realizar con la ayuda de la herramienta de Power BI Desktop por lo que los requisitos mínimos serán los especificados en la propia web de la interfaz.

- Windows 8.1/Windows Server 2012 R2 o posterior
- NET 4.6.2 o posterior
- Internet Explorer 11 o posterior
- Memoria (RAM): Al menos 2 GB disponible; se recomienda 4 GB o más.
- Pantalla: se necesita al menos 1440x900 o 1600x900 (16:9). No se admiten resoluciones inferiores a 1024x768 o 1280x800, ya que ciertos controles (por ejemplo, para cerrar la pantalla de inicio) solo se muestran en resoluciones superiores a estas.
- CPU: se recomienda un procesador de 64 bits (x64) a 1 gigahercio (GHz) o superior.
- WebView2, si no se instala automáticamente con Power BI Desktop o desinstalado.

Para poder usar dicha herramienta existirá tanto una versión gratuita como una de pago. El proyecto se ha desarrollado con la versión gratuita en su plenitud, sin embargo, la versión de pago ofrece una mayor capacidad de almacenamiento en la nube, así como otras ventajas.

## 5.6. Dashboards

A continuación, se van a comenzar a mostrar las partes de las que se compone la herramienta desarrollada en Power BI. Esta se compone de varios dashboards en los que se van a poder analizar y comparar varios datos.

### 5.6.1. Menú inicial

Para comenzar con la herramienta, nos vamos a encontrar el siguiente menú en el que podremos navegar de forma interactiva por las diferentes pantallas. A este espacio se podrá volver siempre clicando al botón situado en la parte superior derecha del resto de pantallas (icono de una casa).

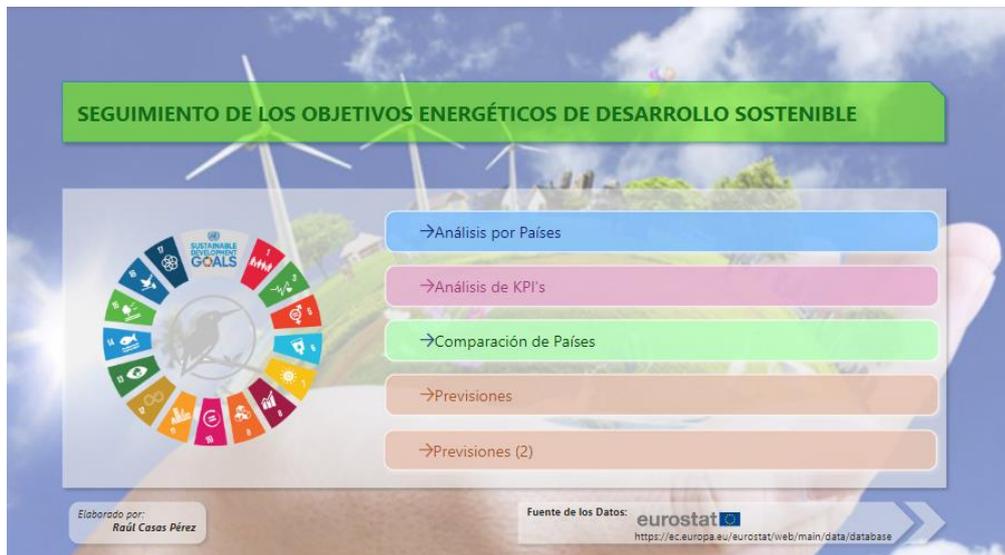


Figura 49: Dashboard menú de inicio. Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.2. Datos de los países

En este primer informe se va a poder observar los datos relativos tanto a la generación como al consumo de cada país en función del año. También se representa el dato de la dependencia energética que ha ido teniendo cada país.

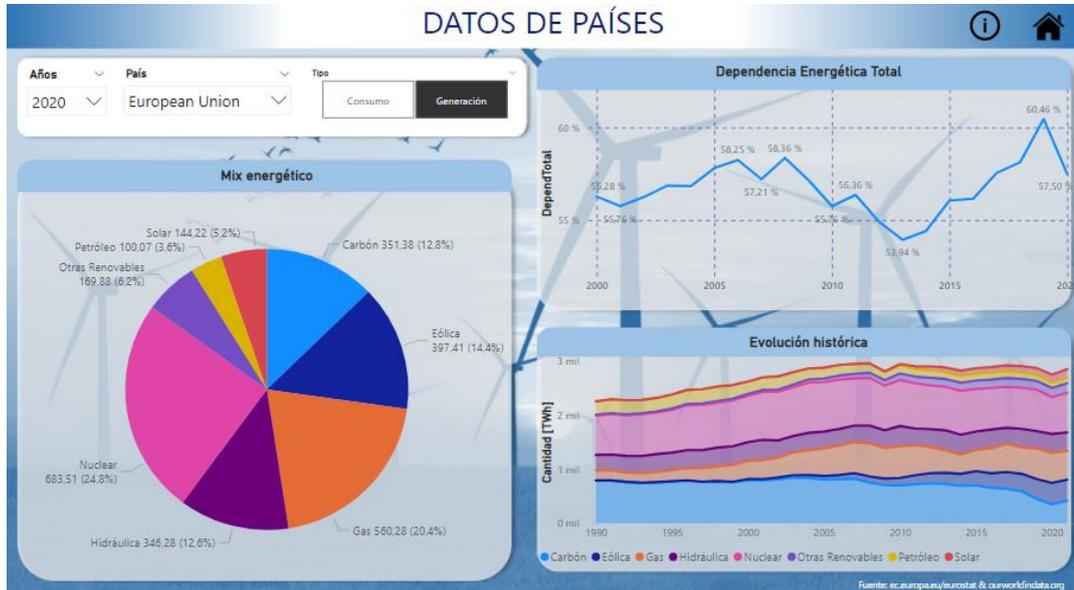


Figura 50: Dashboard de los datos de países. Fuente: Elaboración propia.

Lo primero que nos vamos a encontrar en la parte superior izquierda, serán una serie de filtros que nos van a permitir escoger el año que queremos observar y el país de entre los disponibles en una lista. También vamos a contar con unos botones para seleccionar si deseamos los datos de generación o de consumo energético.

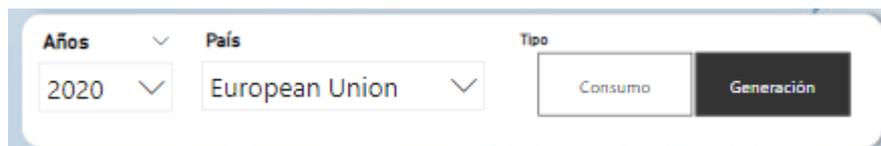


Figura 51: Dashboard de los datos de países (Filtros). Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionados los parámetros que deseamos, se nos van a modificar todos los gráficos y nos mostrarán la información disponible.

En la parte izquierda vamos a contar con un gráfico circular en el que se muestra el mix energético en función de los tipos de fuentes de energía representados por porcentajes sobre el total. Además, de forma complementaria se cuenta con otro gráfico de áreas apiladas sobre el histórico de este dato de forma que se nos permita analizar de forma muy visual como es la evolución de este.

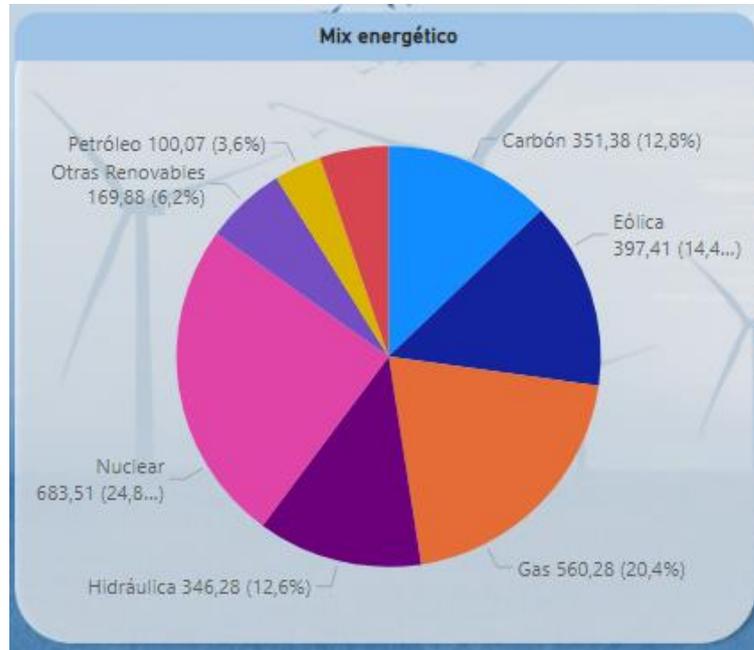


Figura 52: Dashboard de los datos de países (Mix). Fuente: Elaboración propia.

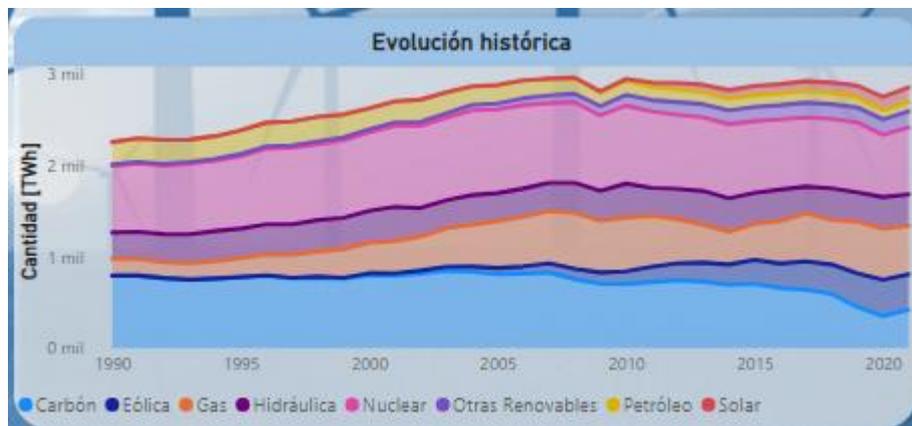


Figura 53: Dashboard de los datos de países (Evolución histórica). Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la parte superior derecha contaremos con otra gráfica de línea que representa la evolución de la dependencia energética con el tiempo.



Figura 54: Dashboard de los datos de países (Dependencia). Fuente: Elaboración propia.

### 5.6.3. Indicadores

En este dashboard vamos a pasar de limitarnos a ver los datos que existen, a recibir por parte del programa señales de la evaluación del estado de dichos datos a través de una serie de indicadores clave o KPI's.

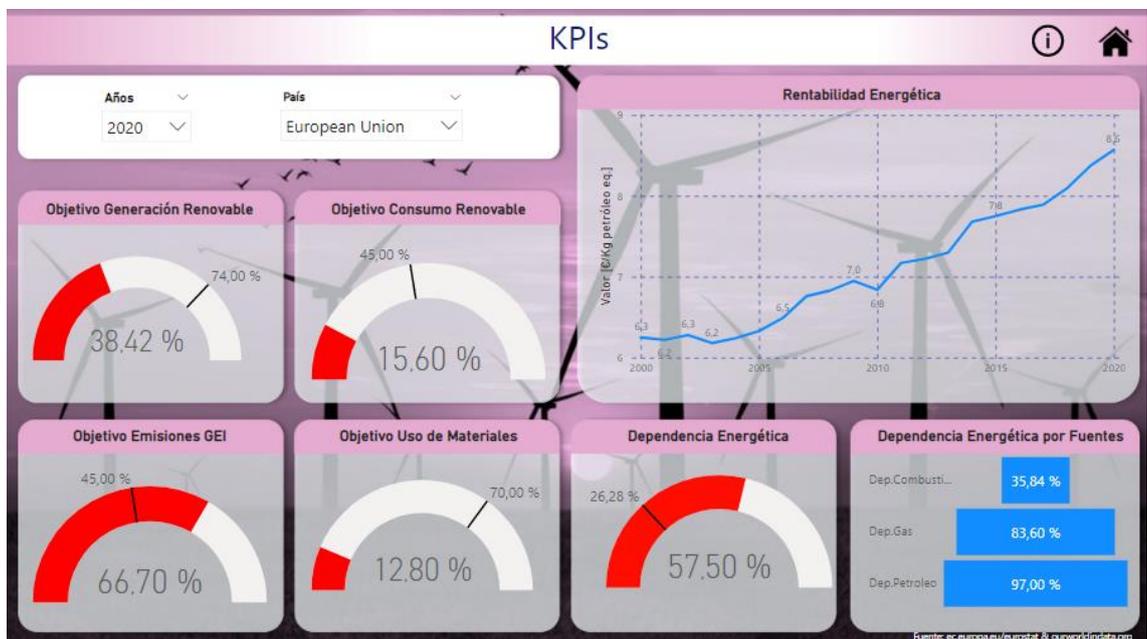


Figura 55: Dashboard de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Para empezar, en la parte superior izquierda vamos a ver los mismos filtros de país y año que veíamos en la primera pantalla para poder seleccionar la combinación que deseemos de estos.

A continuación, veremos una serie de medidores que indicaran los siguiente:

1. Cantidad de energía renovable generada (en % del total)
2. Cantidad de energía renovable consumida (en % del total)
3. Cantidad de emisiones de GEI (en % respecto valores de 1990)
4. Ratio de circularidad de materiales (en %)
5. Dependencia energética (en % respecto valores del 2000)

Estos van a ser los indicadores clave principales. Todos van a mostrar también la referencia del valor objetivo. Dicho valor objetivo está establecido en base a los planes europeos de acción para el año 2030 que se han comentado en capítulos anteriores.

El color de los gráficos variara en función de si se cumplen estos objetivos o no siendo el patrón de colores el siguiente:

1. Rojo: El objetivo no se cumple y está lejos (más de 5 puntos porcentuales) de cumplirse.



Figura 56: Ejemplo de indicador rojo. Fuente: Elaboración propia.

2. Amarillo: El objetivo no se cumple, sin embargo, está cerca del valor objetivo (menos de 5 puntos porcentuales).

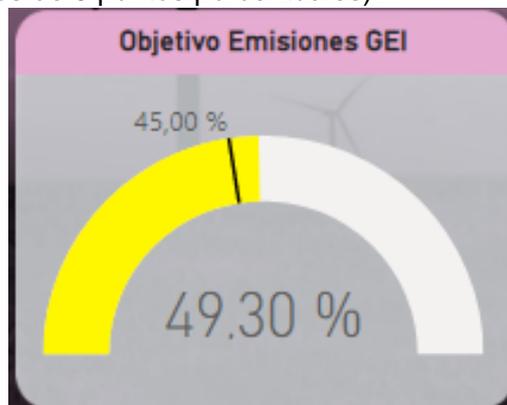


Figura 57: Ejemplo de indicador amarillo. Fuente: Elaboración propia.

3. Verde: El objetivo se cumple.

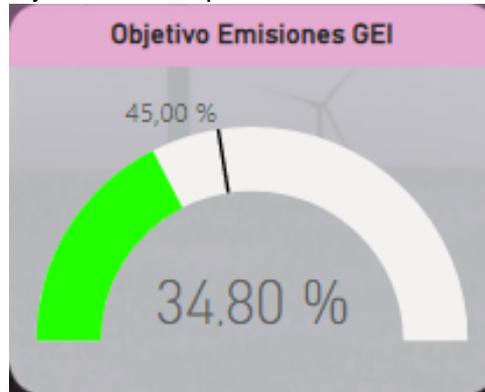


Figura 58: Ejemplo de indicador verde. Fuente: Elaboración propia.

En complemento con el indicador de dependencia energética, se consta con una serie de elementos gráficos de barras para analizar, del grado de dependencia total, que porcentaje se refiere a los distintos tipos de energías:

1. Dependencia de combustibles
2. Dependencia de gas
3. Dependencia de petróleo

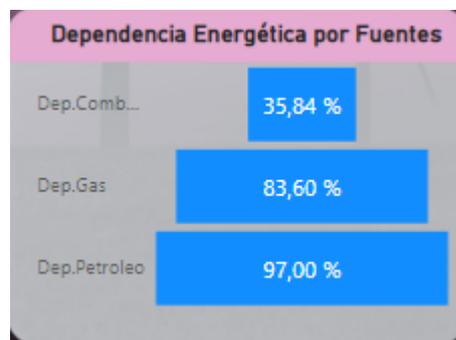


Figura 59: Dashboard de los indicadores (Tipos de dependencias). Fuente: Elaboración propia.

Por último, se contará también con una gráfica de línea para representar la evolución del parámetro de rentabilidad energética registrada a lo largo del tiempo.



Figura 60: Dashboard de los indicadores (Rentabilidad). Fuente: Elaboración propia.

#### 5.6.4. Comparación de países

El tercer dashboard nos va a permitir comparar la situación de los países mediante la utilización de diagramas de burbujas. Estos diagramas tienen la característica de poder comparar 3 variables o datos al mismo tiempo:

- Una Variable que es asignada al eje x
- Una Variable que es asignada eje y
- Una Variable que es asignada al tamaño de cada burbuja

La utilidad relevante de este diagrama será el poder visualizar de forma inmediata el posicionamiento de cada país en el tiempo en lo que respecta al cumplimiento de los objetivos fijados para las variables de los ejes.



Figura 61: Dashboard de comparación de los países. Fuente: Elaboración propia.

El dashboard incluye dos diagramas. En el primero se representarán los siguientes aspectos:

- Porcentaje de generación renovable (eje x)
- Porcentaje de consumo renovable (eje y)
- Generación total (tamaño de burbuja)

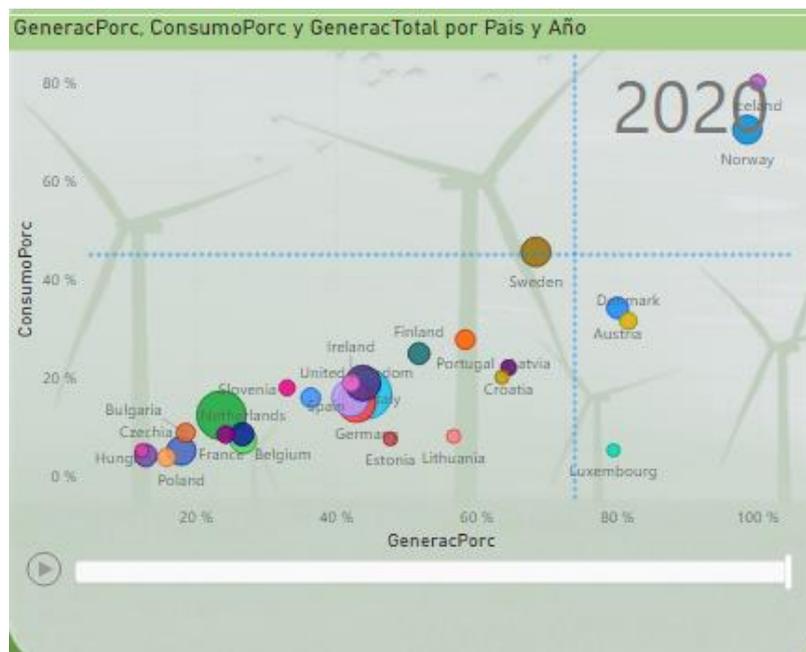


Figura 62: Dashboard comparación de países 1. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra también dos líneas que corresponden con los valores objetivo que se pretenden alcanzar desde la Unión Europea, de esta forma se podrá ver que países superan dichos objetivos, cuales se acercan y cuales están en las peores posiciones.

El segundo gráfico es similar y representa estos otros aspectos:

- Porcentaje de emisiones (eje x)
- Porcentaje de circularidad (eje y)
- Consumo total (tamaño de burbuja)

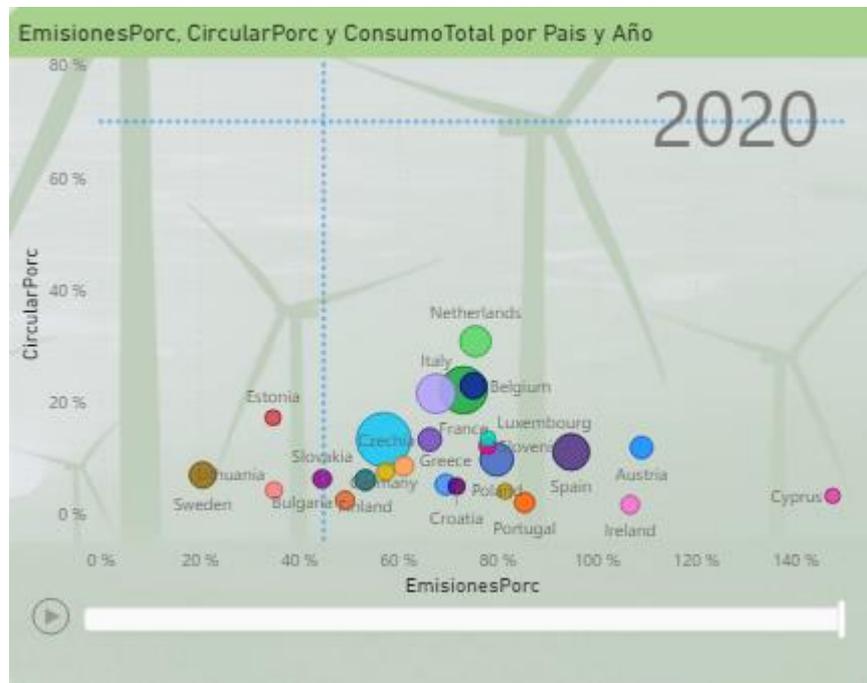


Figura 63: Dashboard comparación de países 2. Fuente: Elaboración propia.

Igualmente se representan dos líneas punteadas que marcan los objetivos de los aspectos que se analizan en los ejes x e y.

En ambos gráficos se observa que en la parte inferior se encuentra una barra interactiva junto a un pulsador de “play”. Si se pulsa sobre este botón, los países se situarán en la posición del año mas antiguo seleccionado y se irá avanzando año tras año observando la evolución de cada uno de los países.

### 5.6.5. Previsiones

Las visualizaciones que se incluyen en este dashboard y que se utilizarán para mostrar las previsiones estimadas ya han sido comentadas en capítulos previos, sin embargo, procederemos a continuación a explicarlas más a fondo.

El objetivo de estas visualizaciones es el de estimar las tendencias de un histórico de datos registrados hacia el futuro de forma que, en nuestro caso, podamos prever aproximadamente cual será la situación para el año 2030.

La visualización con la que se va a realizar esta previsión a futuro esta incluida en el propio software de Power BI. En realidad, es difícil saber como esta exactamente implementada, sin embargo, es bastante visual y nos permite hacernos una ligera idea de si las tendencias son buenas o si resultan insuficientes.

Para esta simulación se van a elegir los siguientes parámetros:

- Intervalo de confianza del 95%
- Simulación de 15 años (2015-2030)
- 5 años de omisión de los datos disponibles (2015-2020)

Se van a representar 4 graficas divididas en 2 dashboards diferentes. En el primero se van a mostrar los gráficos de evolución temporal de los datos de Generación y Consumo de energía renovable con sus respectivos objetivos. El segundo dashboard mostrará la gráfica con las emisiones de GEI, así como la gráfica relativa a la circularidad de materiales.

Todas las gráficas tienen una línea horizontal de referencia que indica el valor objetivo marcado para cada dato en 2030.

Los dashboards tienen el siguiente aspecto:

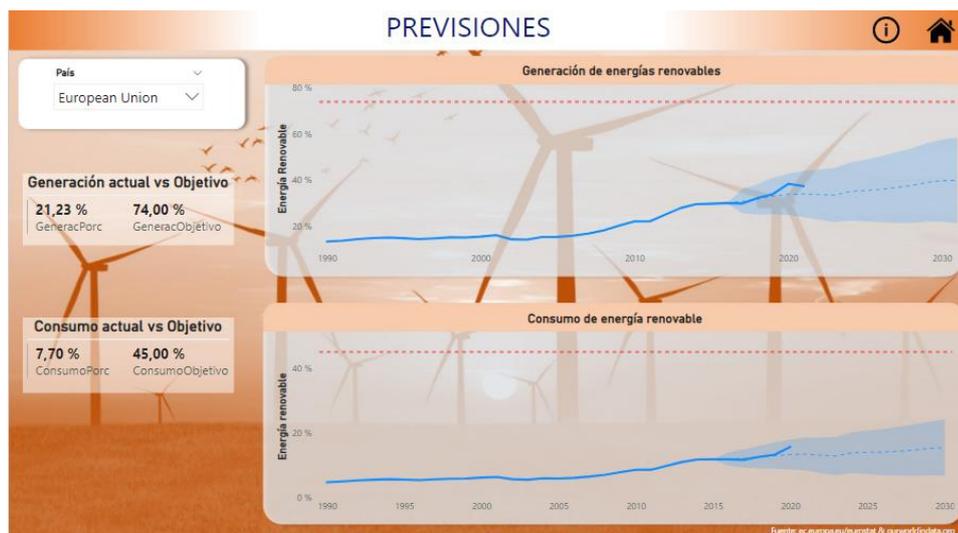


Figura 64: Dashboard de previsiones futuras. Fuente: Elaboración propia.

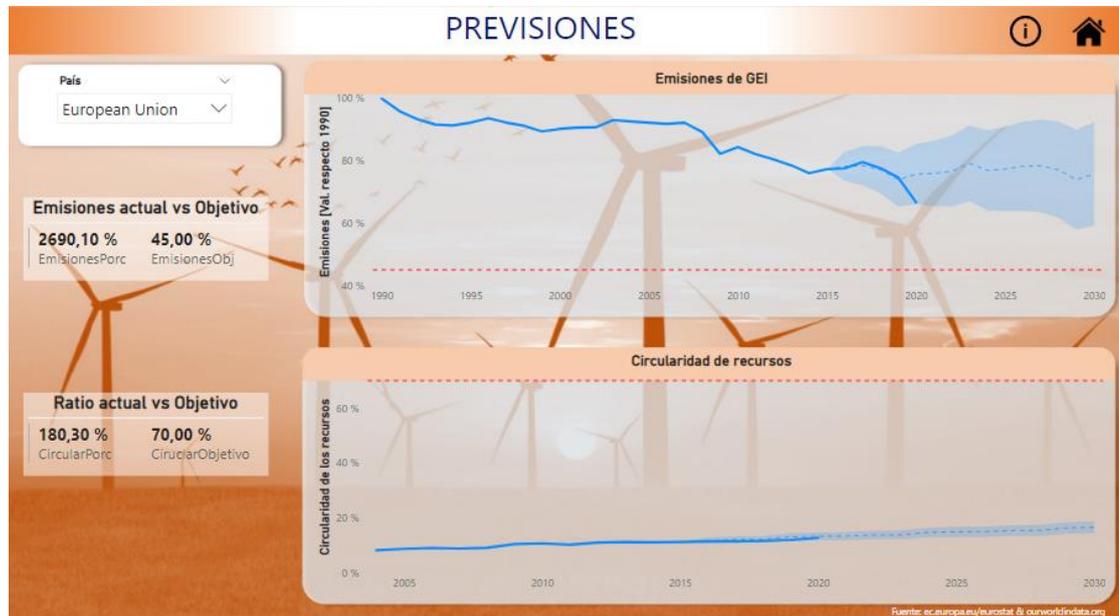


Figura 65: Dashboard de previsiones futuras (2). Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, en los gráficos a partir del año 2015, a parte de la línea continua en azul, comienza a aparecer un área también de color azul, que se corresponde a un rango de posibles valores que se pronostica podrá tener el dato en un momento temporal en función de la serie histórica de valores previos. Según se pase el ratón por encima de la simulación, se nos va a mostrar los datos para:

- Pronóstico más probable
- Pronóstico más favorable
- Pronóstico más desfavorable

El hecho de que la estimación del dato no comience a partir de precisamente que ya no existen valores históricos registrados del dato (año 2020-2021), si no que comience unos años antes (2015), se hace con el propósito de:

- Comprobar que los datos que se han registrado de forma real en esos 5 últimos años entran dentro del rango estimado, de esta forma se podría esperar que la simulación es al menos realista.
- En el caso de que la propia línea de datos real hubiese quedado fuera del rango estimado, se podría inferir la posibilidad de que el pronóstico obtenido al final fuera poco fiable.

De forma similar a los otros dashboard, a la izquierda se muestra el filtro de países para que podamos comprobar la situación del país que deseemos.



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



# CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE ESCENARIOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial

## 6. ANÁLISIS DE ESCENARIOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA

A modo de ejemplo, vamos a utilizar la herramienta desarrollada para realizar el análisis de un escenario en el que un país se ha marcado como el alcanzar una serie de objetivos que quiere o debe cumplir en una fecha dada.

### 6.1. Escenario ejemplo

Para este ejemplo, asumiremos que queremos evaluar la situación de España. A partir de los datos más actualizados que son proporcionados por los ministerios pertinentes, queremos saber cuál es la situación actual, tener una idea de la posible situación en el futuro o incluso compararla con otros países dado que, en principio, sus datos también serán accesibles.

Para empezar, tendremos que obtener/elaborar los datos de los objetivos en alguno de los formatos de origen compatibles con el software, por ejemplo, en Excel.

En realidad, debido al trabajo de automatización realizado para la carga de datos en Power BI, es muy importante indicar que cada uno de los datos está recogido en un archivo separado ya existente, los cuales podemos editar para cambiar los valores, teniendo en cuenta que los formatos de las tablas de estos ficheros de Excel a cargar en Power BI deben respetar la siguiente estructura.

- Mix del consumo de energía

País	Fecha	Tipo de energía	Valor	Tipo
España	XXXX	X	X	Consumo

- Mix de la generación de energía.

País	Fecha	Tipo de energía	Valor	Tipo
España	XXXX	X	X	Generación

- Emisiones de GEI

País	Fecha	Valor	Tipo
España	XXXX	X	EmisionesGEI

- Dependencia energética

País	Fecha	Valor	Tipo
España	XXXX	X	Dependencia X

- Rentabilidad energética

País	Fecha	Valor	Tipo
España	XXXX	X	Rentabilidad

- Ratio de Circularidad

País	Fecha	Valor	Tipo
España	XXXX	X	RatioCircular

Cuando lo tengamos elaborados/editados estos ficheros con los nuevos valores objetivo marcados, cargaremos los datos en Power BI desktop utilizando la opción disponible para la forzar la actualización de los mismos a partir de los orígenes de datos preconfigurados.

## 6.2. Uso de la herramienta para un escenario ejemplo

Bajo el supuesto de que ya tenemos los datos correctamente cargados a la herramienta, podemos pasar a ver los informes que se nos muestran en los dashboards.

Para empezar, podremos comprobar los tipos de energía que consumimos y generamos. Para el caso particular de España, esta información es bastante interesante ya que, gracias a la situación geográfica del país, nos situamos en un punto donde se puede invertir dinero en instalar plantas que generen energía a partir de diversas fuentes.

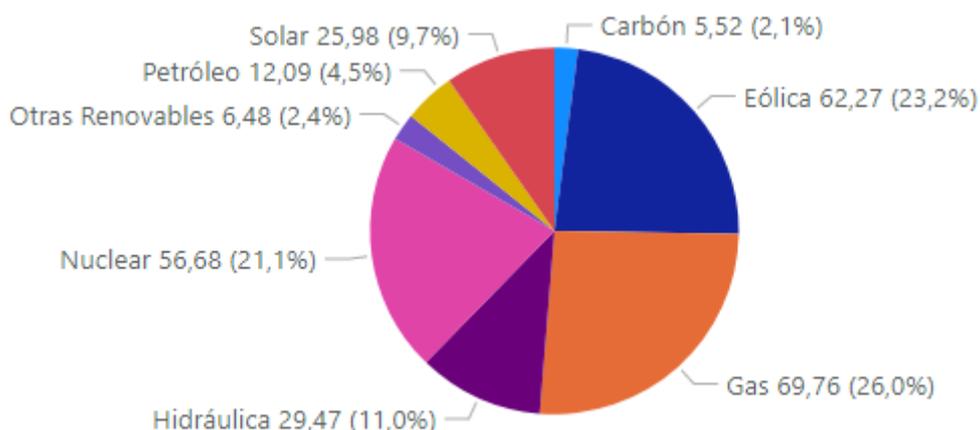


Figura 66: Mix energético España. Fuente: Elaboración propia.



Como podemos ver en la figura anterior, en cuanto a la generación de electricidad, el país cuenta una fuerte dependencia de gas (26%), eólica (23%) y nuclear (21%). En el lado opuesto se encontrarían el petróleo (4.5%) y el carbón (2%) donde su dependencia es considerablemente baja. Por otro lado, las energías que ocupan un volumen medio de carga serían la hidráulica o la solar.

Conocidos estos datos, si se decidiera hacer una transición a formas más limpias de generación, se podría empezar a intuir que fuentes tienen un mayor o menor potencial de desarrollo según las situaciones de nuestro país. A modo de ejemplo, parece relevante el hecho de que un país como España genere menos de un 10% de energía a partir de energía solar, dado que según un informe de la web *geografiainfinita.com* publicado en 2017, España contaría con más de 2500 horas de sol de media al año, mientras que otros países como Alemania solo cuenta con alrededor de las 1600h anuales de sol. Por su parte, la comparación con el país germano muestra la realidad de que aunque Alemania genera menos cantidad de energía solar en porcentaje (8%), en cantidades absolutas este dato es casi del doble (49 TWh) de la que genera España. Y no sorprenden los datos, pues según el *statista.com* a fecha de 2021, Alemania tiene una potencia solar instalada de 58.5 GWh frente a los 13.6 GWh de España.

Esto pretende ser tan solo un ejemplo, pero que pueden servir como pistas para decidir como país cual es la mejor de las alternativas posibles y los caminos a seguir.

Otra de las pestañas que va a permitir una evaluación inmediata de la situación es la de los KPIs o indicadores. Como se ha explicado anteriormente un indicador cambiara de color en función de nuestro valor teniendo el rojo como el peor resultado, el amarillo como un resultado intermedio, pero todavía insuficiente y el color verde como un reflejo de un objetivo conseguido.

Estos indicadores van a ser de tremenda importancia, pues cada objetivo que cualquier país incumpla tendrá consecuencias económicas en forma de multa, además de lo que nos supone como sociedad.

Para el caso del ejemplo la situación a fecha de 2020 es la siguiente:



Figura 67: Indicadores situación de España. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar todos los indicadores se presentan en rojo, es decir, en todos los aspectos que se recogen en el proyecto, España estaría incumpliendo todos los límites que marcan las normativas europeas. De permanecer este estado en el año 2030, el país afrontaría múltiples pagos por estos resultados.

Vamos a fijarnos en dichos indicadores de forma más detenida:

- Generación y consumo renovable: en estos puntos parece que el uso de las energías provenientes de fuentes renovables es insuficiente. En este punto tendríamos de forma generalizada dos formas de actuar.
  1. Por una parte, se podría reducir el consumo y generación de las fuentes no consideradas como renovables, pero esta acción por si sola es posible que implicase un consumo global del país menor, algo que en principio no se espera que ocurra.
  2. Aumentar las fuentes renovables, aunque, de forma semejante al caso anterior, esta acción por si sola pudiera llevar a una sobreproducción de energía y, por lo tanto, a un empeoramiento de la eficiencia energética.
  3. Sustituir las fuentes no renovables por fuentes renovables, que parece la opción más lógica. En esta dirección se seguiría generando y consumiendo la energía necesaria en el país, pero además se mejorarían los indicadores.
- Emisiones de GEI: este indicador es uno de los más desfavorables de todos los que se pueden observar, sin embargo, una correcta actuación respecto del punto anterior podría mejorar sustancialmente este de forma secundaria. Sin embargo, resulta muy importante conocer cuáles son los sectores que



más emiten en nuestro país. Para este análisis se ha recurrido a la información proporcionada por la web de *lamoncloa.gob.es*. En este informe con fecha de 2020, se desglosan las emisiones de CO<sub>2</sub> (responsables del 77% del total de todos los GEI) por su origen de procedencia y los resultados son los siguientes:

1. Transporte – 27.7%
2. Industria – 21.4%
3. Agricultura y ganadería – 14.1%
4. Generación de energía – 10.3%
5. Consumo residencial, comercial e institucional – 8.2%
6. Residuos – 5.1%

Conocidos los orígenes de procedencia, el país debería tomar las acciones pertinentes atacando aquellos ámbitos donde más se emite. Para este caso en concreto y a modo de ejemplo, dado que el sector de generación de energía se va a corregir de forma indirecta al cambiar hacia generación por fuentes renovables, ahora podría ser interesante actuar sobre el sector del transporte, por ser este el de mayor envergadura. Una de las posibilidades sería sustituir los vehículos más contaminantes por modelos más limpios y eficientes. Este cambio es algo de lo que ya se ha oído hablar mucho y se encamina, por el momento, hacia a los nuevos vehículos híbridos o eléctricos. Estos pretenden ser los sustitutos de los vehículos convencionales recortando así las emisiones. La efectividad de esta medida puede llegar a quedar fuera del alcance de este proyecto, por lo que esta idea simplemente se menciona como una posibilidad y no se apoya o justifica.

- Uso de materiales: de nuevo se encuentra un indicador con calificación desfavorable (rojo) por lo que se están incumpliendo los objetivos en este aspecto. Para el análisis de este tema, se proponen soluciones que no entran dentro del alcance de este proyecto. Aun así, en capítulos anteriores se ha mencionado que, para una mayor reutilización de los materiales, se está fomentando el cambio desde el punto de vista del diseño de los productos. Realizar cualquier objeto de forma que sea fácil desmontarlo y repararlo permitiría a la sociedad mejorar en varios aspectos:
  - Durabilidad: facilitar el desmontado fácil de todas las piezas haría que estas fueran fácilmente sustituibles evitando desechar un producto entero porque no funcione tan solo uno de sus componentes.
  - Ahorro: sustituir una pieza que nos permita seguir usando el elemento en su totalidad también podrá desembocar en ahorro de dinero
- Dependencia energética: el indicador de dependencia se muestra desfavorable para el caso en estudio, por lo que será otra de las materias en las que se necesitaran planes y actuaciones. Como guía, en la herramienta se muestra el porcentaje de dependencia en función de la fuentes de origen, de forma, que sea rápida la identificación de las más negativas.

Para el caso particular de España, se puede observar como la dependencia de gas y petróleo supone prácticamente el doble de dependencia de otros combustibles.

Recientemente la **Agencia Internacional de la Energía (IAE)** ha publicado un estudio sobre formas de reducir la dependencia del petróleo. Para ello, se comentan entre otras propuestas las siguientes:

- Reducir la velocidad en autopistas y autovías
- Teletrabajo 3 días a la semana
- Alternar el uso de vehículos privados para grandes ciudades
- Abaratar los transportes públicos

Una vez que se estudie la viabilidad de todas las propuestas que se califiquen como viables y sean implementadas, se deberá de analizar de nuevo la situación con los datos futuros actualizados en la herramienta de forma que se permita ver si la tendencia del conjunto mejora y las medidas funcionan.

Como se puede observar en las pestañas de previsiones, se muestra una estimación de cuales se esperan que sean los resultados para el año 2030. En el caso del país español, estos resultados no se muestran demasiado favorables, pues se infiere que al ritmo actual prácticamente no se van a cumplir ninguno de los objetivos.

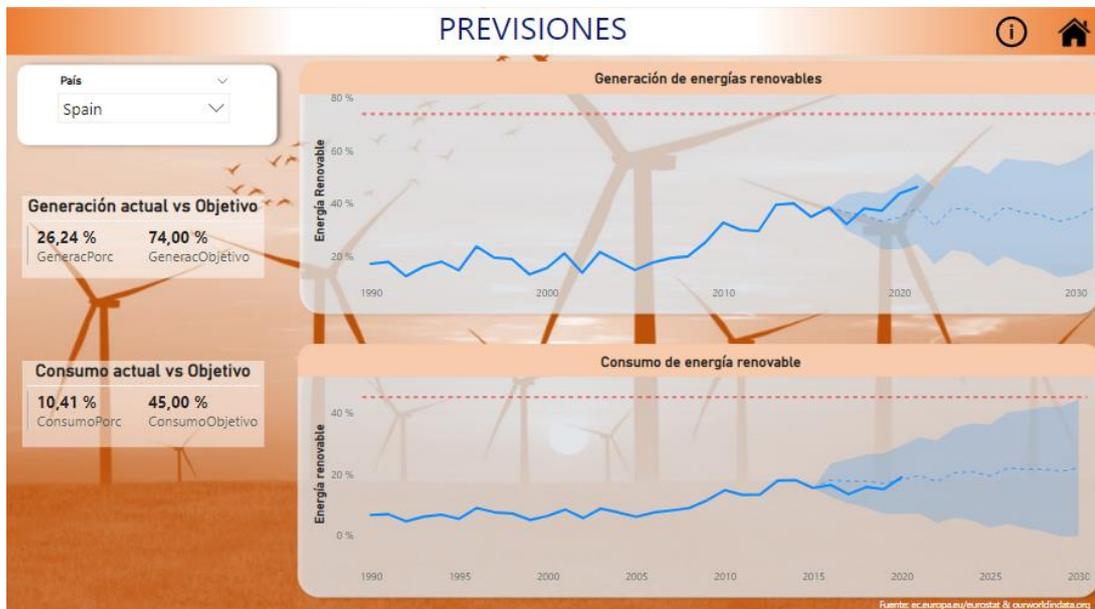


Figura 68: Previsión futura de España. Fuente: Elaboración propia.



Figura 69: Previsión futura de España 2. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que esta proyección se estima en base a la tendencia de datos pasados, pero la aplicación de las posibles medidas como las antes mencionadas puede cambiar el rumbo de estas.

Por último, puede ser de gran ayuda para el estudio, el hecho de poder comparar nuestro país con países en situaciones similares. Pero no solo eso, los países que se posicionan energéticamente hablando en posiciones mucho mejores que España, podrán servir como referencias a la hora de tomar medidas. De igual forma, aquellos países que se encuentren en posiciones peores, se podrán tener como ejemplos de situaciones medioambientalmente no viables.

Para el caso de estudio en concreto, se puede observar como España se encuentra en cuanto a objetivos de renovables por debajo de los dos límites establecidos (generación y consumo), análisis que ya se había podido realizar con anterioridad. Pero ahora se puede ir más allá, y ver que posición toma el país respecto al resto del conjunto de países.

La figura siguiente nos permite observar que España (circulo morado) se encuentra en el gráfico en una posición bastante poblada de países, por lo que serán muchos los países que puedan tomar caminos similares para llegar a los objetivos. Por cantidad de generación total (tamaño de burbuja), los escenarios similares podrían ser los de Italia o Alemania. Esto no dejan de ser suposiciones, pero si alguno de los países consigue mejorar superlativamente, se podría tener la pista de que sus formas de actuación pueden ser exitosas.

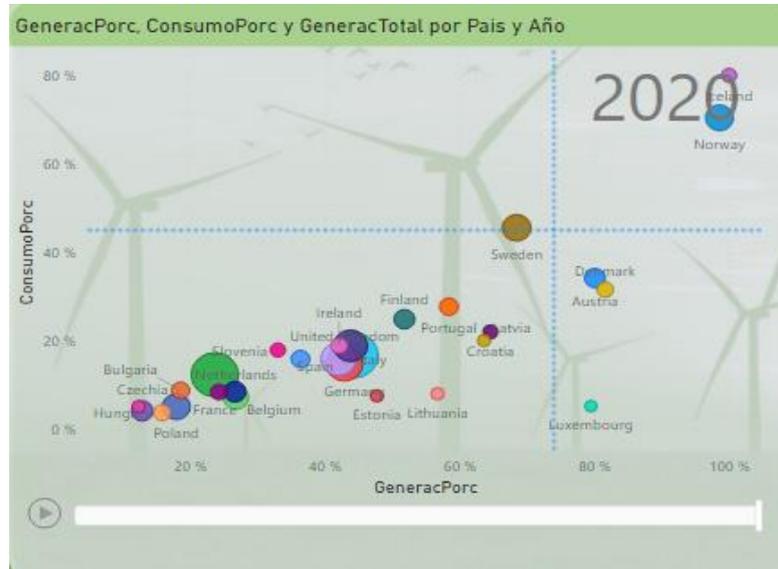


Figura 70: Situación de España en comparación con todos los países. Fuente: Elaboración propia.

El otro escenario de comparaciones implementado en el dashboard, parece ser algo menos claro para nuestro caso en concreto, pero se podría actuar de forma semejante al caso anterior, y analizar los países que se encuentran en mejores posiciones que la española con el objetivo de analizar sus actuaciones frente a las nuestras.

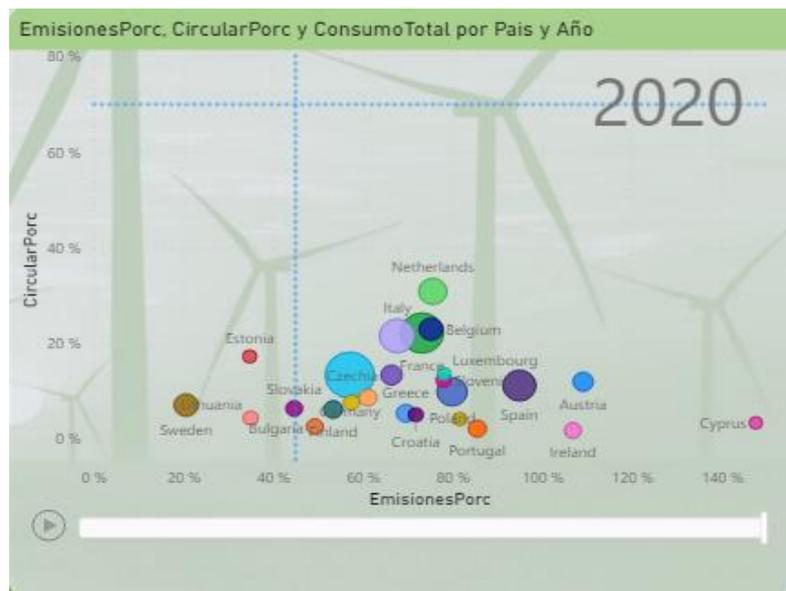


Figura 71: Situación de España en comparación con todos los países 2. Fuente: Elaboración propia.



# CAPÍTULO 7: ESTUDIO ECONÓMICO



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## 7. ESTUDIO ECONÓMICO

### 7.1. Introducción

Este proyecto ha tenido como finalidad el desarrollo de una herramienta que permita analizar los datos relativos a la situación ambiental de cada país y su correcta comparación con los objetivos europeos. Además, pretende servir como apoyo para la toma de decisiones.

Para realizar el estudio económico, se va a partir del supuesto de ser un proyecto real encargado a nivel europeo, para ponerlo a disposición de todos los países que así lo deseen.

### 7.2. Fases del proyecto

Se pretende dividir el proyecto total en fases de menor tamaño de forma que sea más fácil tanto su estudio económico como el análisis en tiempos.

- 1) **Análisis inicial:** En esta fase se va a definir la necesidad del desarrollo de una herramienta que permita congregar grandes cantidades de datos. Se tendrá en cuenta que existen ciertas necesidades que ha de contemplar dicha herramienta como límites preestablecidos y los objetivos que se pretende abarcar.
- 2) **Análisis de información:** Una vez definidos cuales van a ser los objetivos del proyecto se pretende una recopilación amplia y clara de información. En este aspecto se consultarán las fuentes oficiales de forma que los datos sean los reales. Asimismo, se extraerán de los planes de actuación aquellos parámetros límites que serán los responsables de marcar en cierto grado el camino a seguir. Además, en esta fase, también se recopilará en caso de necesitarlo, toda la información y conocimientos requeridos al software a usar.
- 3) **Diseño de la herramienta:** El desarrollo de la herramienta partirá desde la adecuación de los datos obtenidos en la fase previa. Estos datos se tendrán que introducir en el software con un formato que permitan su fácil manipulación. Tras esto se pasará a incluir los elementos visuales más relevantes y que permitan esclarecer los datos de la forma más visual posible centrándose en los siguientes aspectos fundamentales:
  - Tipos de energía
  - Emisiones de GEI
  - Objetivos energéticos preestablecidos
  - KPIs de la situación actual
  - Situación futura previsible

Se podrán añadir, además, elementos de apoyo adicionales como evolución anual u otros datos de relativa importancia.

- 4) **Ejecución de la herramienta:** Una vez que el diseño de la herramienta esté listo, será importante realizar pruebas con datos reales.

Esta fase, en parte también dedicada al testeo, va a permitir detectar errores o encontrar mejoras en el software.

- 5) **Desarrollo de la documentación:** Sería muy conveniente que cada fase quedara soportada por documentos elaborados de forma que no se pierda información. En especial todo lo referido a la fase 2 requerirá de un especial énfasis en la organización de datos, planes, normativas e información relevante que se presente desde los organismos oficiales pertinentes. Además, esto deberá de estar en la medida de lo posible, lo más actualizado posible.

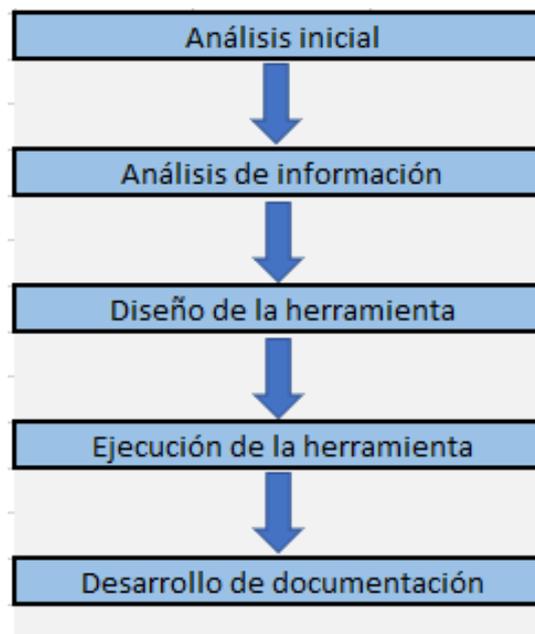


Figura 72: Esquema fases del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

### 7.3. Estudio económico

Una vez son conocidas las fases del proyecto, se va a pasar a estimar sus costes. Para ello se tendrán en cuenta en los siguientes apartados todos los costes tanto directos como indirectos del proyecto.

#### 7.3.1. Costes directos

En los costes directos se englobarán todos aquellos gastos que repercutan de forma directa sobre el precio del producto final tales como la mano de obra, amortización o los materiales.

##### *Mano de Obra*

Para este proyecto la mano de obra directa se considera que estará formada por un director del proyecto, un ingeniero industrial y un personal administrativo.



Para el estudio de la mano de obra se tendrán en cuenta los días laborables siendo estos los siguientes:

<i>Días totales</i>	<i>365</i>
<i>Sábados y domingos</i>	<i>-105</i>
<i>Días festivos</i>	<i>-11</i>
<i>Vacaciones</i>	<i>-30</i>
<i>Días personales</i>	<i>-5</i>
<i>Días hábiles</i>	<i>214</i>

Tabla 6: Cálculo de días hábiles. Fuente: Elaboración propia.

Como la normativa actual marca un máximo de 8h diarias, obtendríamos un total de **1712h de trabajo disponibles** anuales por trabajador.

Por otra parte, se estima que la carga de trabajo de cada uno de los involucrados en este aspectos sea la siguiente:

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>	<i>Fase 5</i>	<i>Totales</i>
<i>Director del proyecto</i>	15	50	40	10	30	145
<i>Ingeniero industrial</i>	3	45	160	40	10	258
<i>Personal administrativo</i>	4	40	10	15	40	109

Tabla 7: Estimación de horas de trabajador por fases. Fuente: Elaboración propia.



De las titulaciones de cada uno de los trabajadores se podrían estimar los siguientes salarios:

	<i>Salario bruto [€/año]</i>	<i>Seguridad social [€/año]</i>	<i>Coste total [€/año]</i>	<i>Coste total por horas [€/hora]</i>
<i>Director</i>	36.000	8.280	44.280	25,86
<i>Ingeniero</i>	25.000	5.750	30.750	17,96
<i>Administrativo</i>	15.000	3.450	18.450	10,78

Tabla 8: Estimación de coste horarios de trabajadores. Fuente: Elaboración propia.

De todos los supuestos expuestos hasta ahora se podría concluir en que los costes que se estiman para la mano de obra serían las siguientes:

<i>Personal</i>	<i>Coste [€]</i>
<i>Director</i>	3.749,7
<i>Ingeniero</i>	4.633,7
<i>Administrativo</i>	1.175
<i>Total</i>	9.558,4

Tabla 9: Costes por trabajador. Fuente: Elaboración propia.

#### Amortizaciones

En este proyecto el cálculo de las amortizaciones se realizará sobre los siguientes elementos utilizados:

- Ordenador portátil HP laptop 15 bs0xx
- Impresora HP ENVY 6030e

Los ordenadores dispondrán de sistema operativo Windows, de tal forma que todos los software necesarios para el proyecto no supondrán costes adicionales.

Se dispondrá de un ordenador para cada trabajador del proyecto y una impresora para el conjunto del equipo. Además, se considerará para el estudio en curso, una amortización de los aparatos lineal de 3 años, obteniendo como resultado las siguientes estimaciones de costes:



<i>Recurso</i>	<i>Inversión inicial [€]</i>	<i>Vida útil en 3 años [h]</i>	<i>Amortización horaria [€/h]</i>
<i>Ordenador (1uds)</i>	800	5.136	0,156
<i>Impresora</i>	120	1.027	0,117
<i>Amortización Total</i>			<i>0,273</i>

Tabla 10: Estimación de amortizaciones. Fuente: Elaboración propia.

<i>Recurso</i>	<i>Uso máx. [h]</i>	<i>Amortización proyecto [€]</i>
<i>Ordenador</i>	255	39,8 x 3uds = 119,4
<i>Impresora</i>	100	11,7
<i>Amortización Total</i>		<i>131,1</i>

Tabla 11: Estimación de amortizaciones 2. Fuente: Elaboración propia.

### Material

Para el cálculo de los materiales necesitados para este proyecto, dada la finalidad del presente proyecto, se estima que serán los siguientes:

<i>Material</i>	<i>Coste [€]</i>
<i>Papel</i>	50
<i>Recambios de impresora</i>	150
<i>Materiales de oficina</i>	200
<i>Total</i>	<i>400</i>

Tabla 12: Estimación costes de materiales. Fuente: Elaboración propia.



### 7.3.2. Costes indirectos

En el contenido de los costes indirectos se tendrán en cuenta la electricidad, agua, calefacción, alquiler del local, internet y servicio de limpieza.

Obteniendo como estimación un gasto durante el proyecto de 1.300€

### 7.3.3. Conclusión

Recapitulando todos los costes estimados en los apartados anteriores, se concluye en que el estudio económico del proyecto en estudio se resuelve en lo siguiente:

<i>Concepto</i>	<i>Coste [€]</i>
<i>Mano de Obra</i>	9.558,4
<i>Amortizaciones</i>	131,1
<i>Materiales</i>	400
<i>Costes Indirectos</i>	1.300
<i>Total</i>	<i>11.389,5</i>

Tabla 13: Conclusión del estudio económico. Fuente: Elaboración propia.



# CAPÍTULO 8: RESULTADOS Y CONCLUSIONES



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



## 8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El proyecto surge, en un contexto de plena actualidad, de la idea de desarrollar una herramienta que permita el análisis de los datos relativos a la emergencia climática. De forma adicional se buscaba además que proporcionará algún tipo de idea o previsión de cual podría ser la situación futura. Todo esto dentro del ámbito de las políticas climáticas más recientes de la Unión Europea, aunque de forma teórica se ha profundizado más en el caso particular de España, y especialmente, centrado en el sector energético.

De forma general, se puede concluir que el trabajo realizado consigue alcanzar los siguientes resultados:

- Se consigue desarrollar una herramienta basada en Power BI que permite el tratamiento y análisis de grandes cantidades de datos referentes a indicadores energéticos de muchos de los países de la Unión Europea.
- Se consigue que la herramienta permita una visualización simple, intuitiva y que permita reunir los datos obtenidos de varias fuentes en un único lugar.
- Se consigue evaluar el nivel de los países en función de los objetivos marcados dentro de los planes europeos. Además, se permite que los indicadores evalúen estos datos respecto al cumplimiento de los objetivos marcados en formato de semáforo (verde, amarillo o rojo).
- Se consigue representar las cantidades de energía tanto consumida como generada por país y año e identificar su fuente de procedencia. Se destaca la importancia de este apartado por el auge que pretenden tener las energías de fuentes renovables.
- Se consigue analizar el nivel de emisiones en el que se encuentra cada uno de los países respecto a sus niveles del año 1990.
- Se consigue analizar la dependencia energética de cada país pudiendo segmentarla por su origen de procedencia, suponiendo esto un atajo a la hora de poder inferir posibles líneas de actuación con vistas a lograr el objetivo de aumentar la independencia energética de los países.
- Se consigue cuantificar en términos relativos el uso y reutilización de los materiales por países. Esto pretende justificar el hecho de que el modelo de economía circular se comience a implementar en todo el mundo.
- Se consigue realizar una comparación entre países, de forma que además de una transición ecológica, el conjunto de la Unión Europea realice una transición justa sin dejar atrás a ninguno de sus integrantes y permitiendo ubicar a cada uno de estos donde se debe.



- Se consigue poder realizar un pronóstico a partir de los datos históricos registrados con vistas a estimar la posible situación en el año 2030, de tal forma que se pueda tener una idea sobre si se alcanzará el cumplimiento o no de los objetivos marcados para dicho año.

Del uso y análisis de la herramienta y sus datos, se da como conclusiones personales del autor del proyecto, las siguientes:

- Se considera que los objetivos marcados por las organizaciones correspondientes van en la línea de la emergencia climática que se vive en los últimos años. Sin embargo, dichos objetivos parece que serán bastante complicados de alcanzar de seguir con la trayectoria actual. Las medidas pretenden ser suficientes, pero su cumplimiento no parece estar ligado en la misma dirección.
- Se prevé que la crisis climática sea un evento que marque época, sin embargo, hemos podido comprobar en los últimos años como cualquier otra crisis deja a esta en un segundo plano, llevando así en un continuo postergo las medidas contra una emergencia que debería ser una obligación para todos por responsabilidad hacia las futuras generaciones.
- Se espera que los niveles de emisiones de GEI no disminuyan de una forma drástica. Dichos niveles se considera que se encuentran en puntos muy altos y que estas serán el impedimento principal en la mejora del estado del medio ambiente.
- Se considera que el desecho de materiales se encuentra en la mayoría de los países en niveles inaceptables y que se deberían de tomar medidas de forma inmediata para fomentar el reciclaje y reutilización de los mismos.
- Se considera que la dependencia energética de fuentes como el petróleo o el gas es, con los datos más recientes, muy alta.
- Por último, afortunadamente, se apoyan inequívocamente las energías renovables por ser fuentes limpias e inagotables de recursos, aunque la situación se encuentra todavía lejos de ser la ideal.



# CAPÍTULO 9: EXTENSIONES Y LÍNEAS FUTURAS



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

---

**Máster en Ingeniería Industrial**



## 9. EXTENSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

De los resultados y conclusiones del proyecto, se extrae que este ha cumplido en gran medida con los objetivos que se planteaban al comienzo de este. Sin embargo, la posibilidad de mejorarlo hace que hayan surgido a lo largo de su desarrollo posibles ideas para hacerlo, aunque las limitaciones no hayan permitido realizarlo.

En esta línea, se piensa que existen posibles evoluciones del trabajo realizado en los siguientes apartados:

- Comparación de los indicadores con países extracomunitarios.  
La relevancia de esto se puede justificar debido a que países que no pertenecen a la Unión Europea, como puede ser el caso de los asiáticos, representan grandes cantidades de producción y consumo de energía, emisiones de GEI o dependencias energéticas entre otros.
- En relación con el punto anterior, sería de conveniencia, tener presentes que los países que no pertenecen al marco europeo, se marcarán otras políticas ambientales, así como otros objetivos e indicadores.
- Mejores simulaciones futuras y pronósticos variables.  
Puede resultar muy interesante disponer de simulaciones futuras donde se puedan variar parámetros y combinarlos entre si de forma interactiva. Esto permitiría simular a modo de ejemplo la repercusión que podría desembocar no disponer de cierta fuente de energía. Además, sería interesante conocer cuánto tiempo se prevé necesario para cumplir los objetivos conocida la tendencia que se trae, pues no será el mismo caso aquel país que no cumple los objetivos en 2030, pero se prevé que lo haga pocos años más tarde, que aquellos que necesitarían décadas.
- Completar la información energética de consumo y generación con las potencias instaladas de cada país.  
Esto permitiría revelar si algún país está siendo poco eficiente en alguno de esos apartados.



---

Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

---

Máster en Ingeniería Industrial



## BIBLIOGRAFÍA

- Agency, I. E. (2021). *Data and Statistics*. <https://www.iea.org/data-and-statistics>
- Comisión Europea. (2020). El nuevo Plan de acción para la economía circular. *Comité Económico y Social Europeo*, 1. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip\\_20\\_420](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_420)
- Energía, E. periódico de la. (2022). *Las renovables suministraron el 46% de la energía neta en Alemania en 2021*. <https://elperiodicodelaenergia.com/las-renovables-suministraron-el-46-de-la-energia-neta-en-alemania-en-2021-un-6-menos-que-el-ano-anterior/>
- EpData. (2021). *El uso de las tecnologías y de Internet en España, en gráficos*. El Uso de Las Tecnologías y de Internet En España, En Gráficos. <https://www.epdata.es/datos/uso-tecnologia-ninos-graficos/462>
- Europe, S. F. (n.d.). Comercializadoras de Electricidad en España. *Comercializadoras de Electricidad En España*. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/comercializadoras-electricidad-espana/>
- Europea, C. (n.d.). *EU strategy on energy system integration*. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-system-integration/eu-strategy-energy-system-integration_en)
- Europea, C. (2019). *Cumplir el Pacto Verde Europeo*. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_es)
- Europea, C. (2022). *Organic action plan*. [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/organic-farming/organic-action-plan_en)
- Europea, C. de la U. (2022). *PACTO VERDE EUROPEO*. <https://www.consilium.europa.eu/es/policias/green-deal/>
- Eurostat. (n.d.). *From where do we import energy?* <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>
- Geografía infinita. (n.d.). *El reparto de las horas de sol en el mundo*. <https://www.geografiainfinita.com/2017/07/reparto-las-horas-sol-mundo/>
- IDAE. (2022). *ENERGÍAS RENOVABLES*. <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables>
- IEA. (n.d.). *A 10-Point Plan to Cut Oil Use*. <https://www.iea.org/reports/a-10-point-plan-to-cut-oil-use>
- INE. (2021). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares Año 2021*. 5(1), 1–20. [https://www.ine.es/prensa/tich\\_2021.pdf](https://www.ine.es/prensa/tich_2021.pdf)
- La Moncloa. (n.d.). *Las emisiones de CO2 en 2020 descienden por primera vez por*



- debajo del nivel de 1990.  
[https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transicion-ecologica/Paginas/2021/010721-emisiones\\_co2.aspx#:~:text=Por sectores%2C el transporte sigue,sectores residencial%2C comercial e institucional](https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transicion-ecologica/Paginas/2021/010721-emisiones_co2.aspx#:~:text=Por sectores%2C el transporte sigue,sectores residencial%2C comercial e institucional) (
- MINETUR. (n.d.). *Listado Público de Distribuidoras Eléctricas*. Listado Público de Distribuidoras Eléctricas.  
<https://sedeaplicaciones.minetur.gob.es/eee/Conexion/listadoNotas.aspx>
- MITERD. (n.d.). *Generación eléctrica*.  
<https://energia.gob.es/balances/Publicaciones/ElectricasMensuales/Paginas/ElectricasMensuales.aspx>
- MITERD. (2019). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030. *Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico, Gobierno de España*, 25.  
<https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>
- Observatorio de la Transición Energética y la Acción Climática. (2022). *La transición a tu alcance*. <https://otea.info/>
- Plena Energía. (2022). OMIE: Qué es, cuáles son sus funciones y más. *OMIE: Qué Es, Cuáles Son Sus Funciones y Más*. <https://www.plena-energia.com/post/omie>
- REE. (2021). El Sistema | El Sistema. *Red Eléctrica Española*. <https://www.ree.es>
- Sociedad, E. y. (n.d.). manual-electricidad. *Manual de La Energía*.  
<https://www.energiasociedad.es/manual-de-la-energia/electricidad/>
- Statista. (2021). *Ranking mundial de los países con mayor potencia solar fotovoltaica instalada*. <https://es.statista.com/estadisticas/641225/potencia-solar-fotovoltaica-instalada-por-paises/>
- Totalenergies. (2018). *¿CONOCES EL MERCADO ELÉCTRICO EUROPEO?*  
<https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/conoces-el-mercado-electrico-europeo>
- Unidas, O. de las N. (n.d.). *Cambio climático*. <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>
- Unidas, O. de las N. (2022). *Objetivos de desarrollo sostenible*.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>