



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO
EFECTOS DEL COVID-19 EN EL SECTOR
ELÉCTRICO EN ESPAÑA.

Autor: Ricardo Rodríguez García.

Director: María Teresa Sánchez Carazo.

Madrid.

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Efectos del COVID-19 en el sector eléctrico en España.

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2019/20 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Ricardo Rodríguez

Fecha: 30/ 09/ 2020



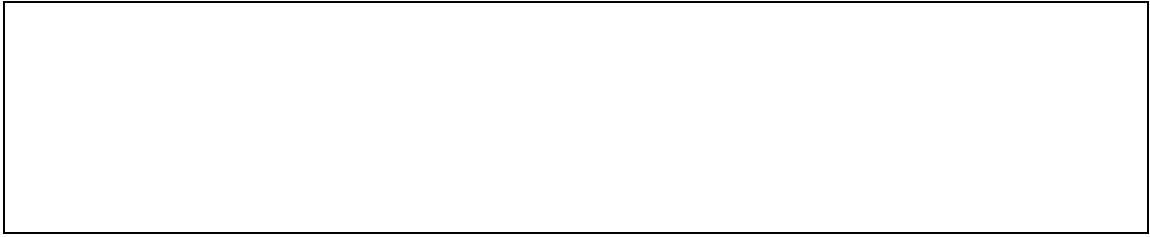
Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

M. Teresa S. Carazo

Fdo.: María Teresa Sánchez Carazo

Fecha: 30/ 09/ 2020



AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. _____

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

_____,
que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a de de

ACEPTA

Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO
EFECTOS DEL COVID-19 EN EL SECTOR
ELÉCTRICO EN ESPAÑA

Autor: Ricardo Rodríguez García

Director: María Teresa Sánchez Carazo

Madrid

EFFECTOS DEL COVID-19 EN EL SECTOR ELÉCTRICO EN ESPAÑA.

Autor: Rodríguez García, Ricardo.

Director: Sánchez Carazo, María Teresa.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

El COVID-19 ha tenido un impacto muy significativo en el día a día de la población española. A partir de mediados de marzo, España se vio en un estado de alarma nacional que produjo un confinamiento total durante más de dos meses. Durante esos dos meses, el sector eléctrico ha sufrido las consecuencias del parón económico debido al cierre de industrias y comercios, y aunque el consumo doméstico haya aumentado considerablemente, la demanda a gran escala ha caído de manera inevitable.

Este proyecto estará dividido en tres partes. En la primera parte se tratará de conocer la historia del sector eléctrico en España, analizando las distintas fuentes de generación y su evolución con los años. Se hará un repaso cronológico a través de las legislaturas y nuevos decretos que permitieron el avance del sector y su crecimiento a largo plazo. Además, se estudiará la demanda desde los años setenta hasta el 2010, viendo como el aumento en la densidad demográfica fue beneficioso para las empresas eléctricas. También se presentarán algunas de las crisis energéticas en España y en Europa, pudiendo establecer similitudes con esta nueva crisis del coronavirus en lo que a la caída de demanda se refiere. En esta primera parte también se estudiarán a fondo los últimos diez años del sector eléctrico en España, lo que permitirá una mejor comprensión de la tendencia que seguiría en el 2020. Se hará uso de los boletines e informes de Red Eléctrica Española, en los que se recogen datos acerca de demanda y generación, con un desglose de factores a tener en cuenta, que son beneficiosos para entender el comportamiento del sector en los años venideros. Gracias a esos boletines pudimos establecer comparativas entre diferentes años, como se puede observar en la Figura 1, en la que se comparan las principales fuentes de generación y su evolución con los años, en concreto entre el 2010, 2015 y 2019 (un año antes de la crisis del COVID-19). Durante estos años cabe destacar la caída progresiva del carbón en los últimos cinco años y el impulso de las renovables, que como se verá más adelante en el proyecto, cobran un inmenso protagonismo especialmente en los últimos tres años, provocando, como se ha dicho anteriormente, una caída de la generación del carbón.

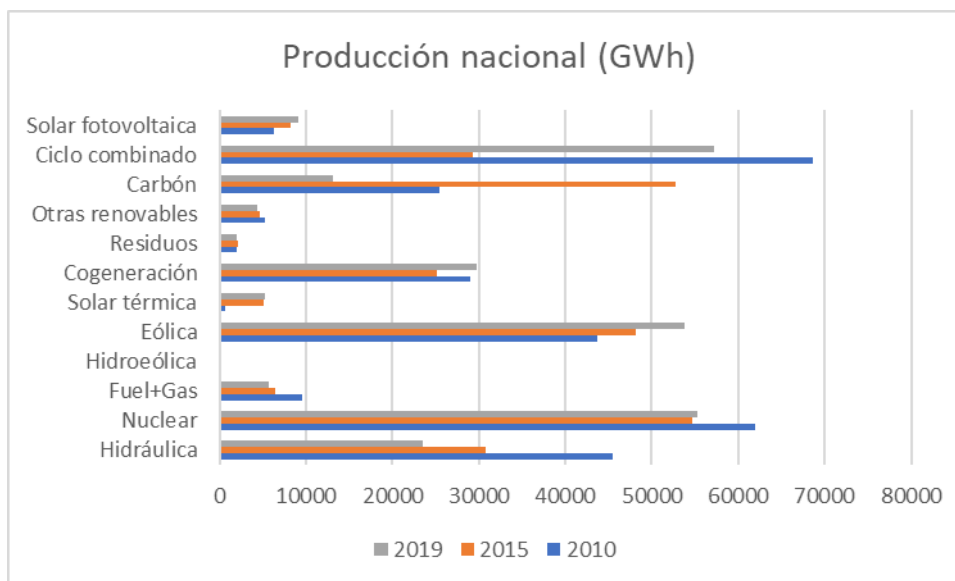


Figura 1: desglose de la producción nacional por fuentes y años.

Fuente: REE.

En segundo lugar, se estudiará el comportamiento del sector eléctrico en los primeros meses de 2020, mes a mes hasta junio, analizando la demanda a tiempo real. Se analizará la generación durante estos primeros meses, caracterizada principalmente por la generación por fuentes renovables, que llega a suponer la mitad de la generación total aportada por el mix, esto sigue la línea de los años anteriores en los que, como se ha comentado previamente, las fuentes renovables tienen cada vez más peso en lo que a aportación de generación al mix se refiere. Además, en este apartado se podrá observar la repercusión que tuvo un confinamiento tan severo con la caída de la demanda. Se verá como a mediados de marzo, con el parón económico y cierre de empresas, industrias y comercios cae en picado la demanda (hasta un 4,7% respecto del año anterior). Más tarde, en abril, la demanda caería un 17,5% respecto de abril de 2019, en cuyo apartado analizaremos las consecuencias de esta caída y su influencia en el precio de la electricidad (que alcanzaría niveles históricos más bajos en diez años). A partir de mayo se puede observar una recuperación de los niveles de demanda (que seguirán siendo inferiores a los niveles pre-crisis) debido a un desconfinamiento progresivo, que permitiría abrir comercios e industrias a medida que transcurre el mes. A pesar de esto la demanda en mayo fue un 13,1% menor que en mayo de 2019, lo que supone que todavía existe una diferencia significativa con los niveles normales de demanda para esta época del año.

En la Figura 2 se puede observar la caída de la demanda durante estos últimos meses, con una caída significativa durante los meses de marzo y abril y con una posterior recuperación en mayo. Además, se puede establecer una comparativa con la tendencia que siguen los últimos 12 meses.

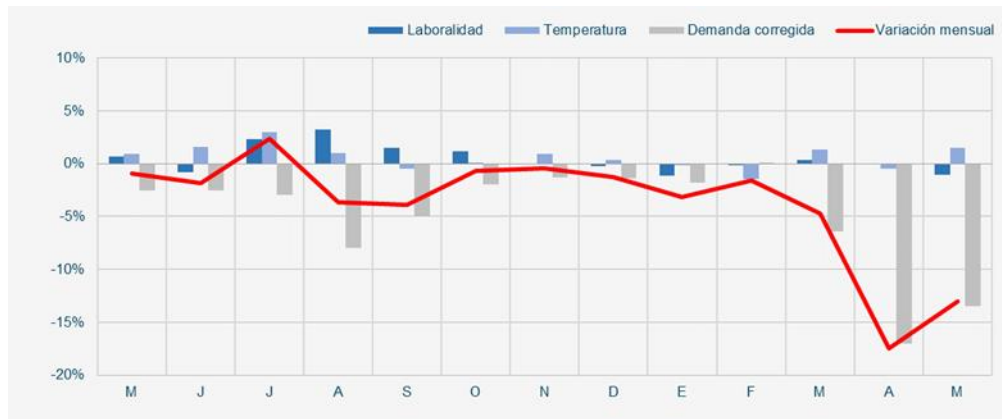


Figura 2: línea de la demanda en los últimos 12 meses.

Fuente: REE.

En la tercera parte de este proyecto, se propondrán algunas medidas o proyectos interesantes que podrían haber amortiguado los efectos del COVID-19 en cuanto a la caída de la demanda. Cabe destacar que la caída de demanda en sí fue provocada por el confinamiento severo que puso en marcha el gobierno de España y la solución contra esa medida no puede ser otra que haber hecho un confinamiento selectivo o haber tomado medidas de precaución teniendo a Italia como referencia en la propagación del virus semanas antes que España. La única medida que ha puesto en marcha el gobierno de España ha sido facilitar unos bonos sociales a los consumidores vulnerables (que no pueden pagar la factura de la luz), corriendo a cuenta del gobierno las facturas de estos. En este proyecto se han propuesto unas medidas que habrían paliado los efectos de la recaudación, habiendo facilitado la recaudación del dinero por consumo, disminuyendo la aportación del gobierno y el número de bonos sociales a entregar a la población. Estas medidas son la inversión en autoconsumo, la implantación de Smart Grids a lo largo de todo el territorio español y fomentar la inversión extranjera una vez volvamos a los niveles normales de demanda.

En cuanto al autoconsumo se propone un proyecto de un millón de paneles solares, que abastecería a siete millones y medio de españoles. Esta inversión sería de 14.000 millones de euros público-privados y se necesitarían 17.500 hectáreas. España debe aprovechar la ventaja que tiene sobre otros países europeos: la irradiación. En la Figura 3 se puede observar como la irradiación en España es mucho mayor que en otros países y por ello debería de ser aprovechado con el autoconsumo.

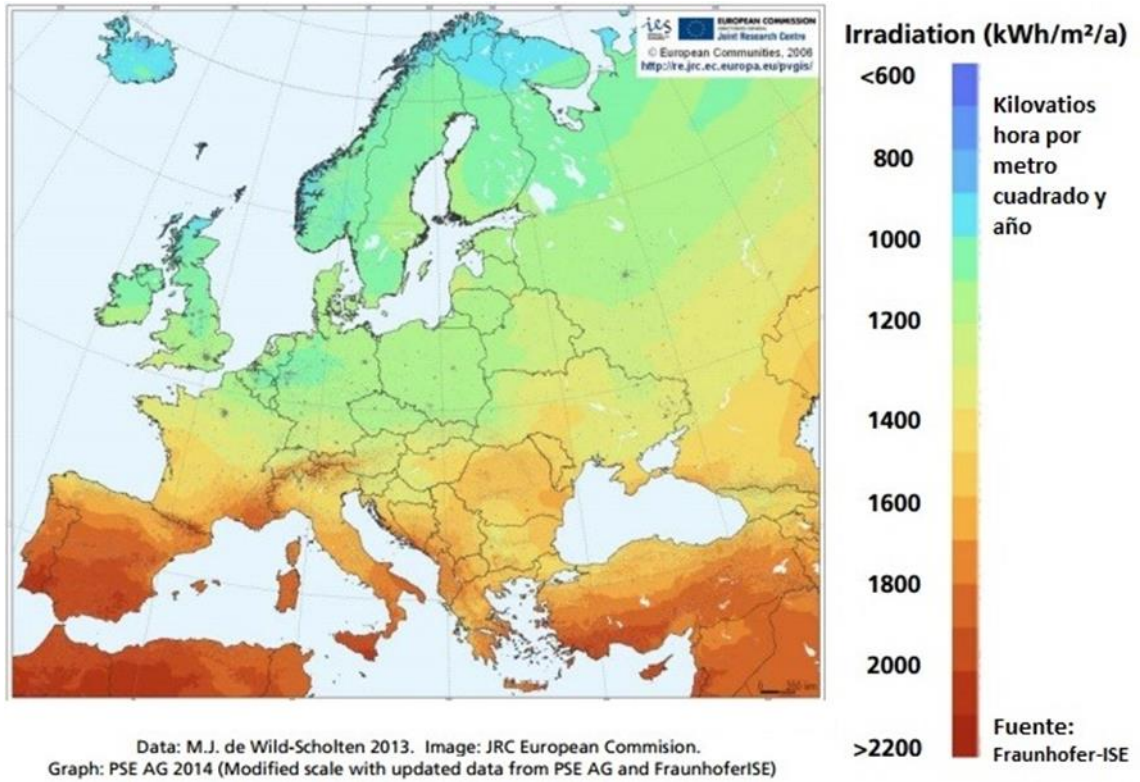


Figura 3: irradiación en Europa.

Fuente: Fraunhofer-ISE.

EFFECTS OF COVID-19 IN THE ELECTRICITY INDUSTRY IN SPAIN

Author: Rodríguez García, Ricardo.

Supervisor: Sánchez Carazo, María Teresa.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

COVID-19 has had a very significant impact on the daily life of the Spanish population. As of mid-March, Spain was in a state of national alarm that produced a total confinement for more than two months. During those two months, the electricity sector has suffered the consequences of the economic downturn due to the closure of industries and businesses, and although domestic consumption has increased considerably, large-scale demand has inevitably fallen.

This project will be divided into three parts. The first part will try to know the history of the electricity sector in Spain, analyzing the different sources of generation and their evolution over the years. A chronological review will be made through the legislatures and new decrees that allowed the advancement of the sector and its long-term growth. In addition, the demand from the seventies to 2010 will be studied, seeing how the increase in demographic density was beneficial for electricity companies. Some of the energy crises in Spain and in Europe will also be presented, being able to establish similarities with this new coronavirus crisis in terms of the fall in demand. This first part will also study the last ten years of the electricity sector in Spain, which will allow a better understanding of the trend that would follow in 2020. The newsletters and reports of Red Eléctrica Española will be used, in which Data on demand and generation are collected, with a breakdown of factors to take into account, which are beneficial to understand the behavior of the sector in the coming years. Thanks to these bulletins we were able to establish comparisons between different years, as can be seen in Figure 1, in which the main sources of generation and their evolution over the years are compared, specifically between 2010, 2015 and 2019 (one year before of the COVID-19 crisis). During these years, it is worth highlighting the progressive decline in coal in the last five years and the boost from renewables, which, as will be seen later in the project, have taken on an immense role, especially in the last three years, causing, as has been said previously, a drop in coal generation.

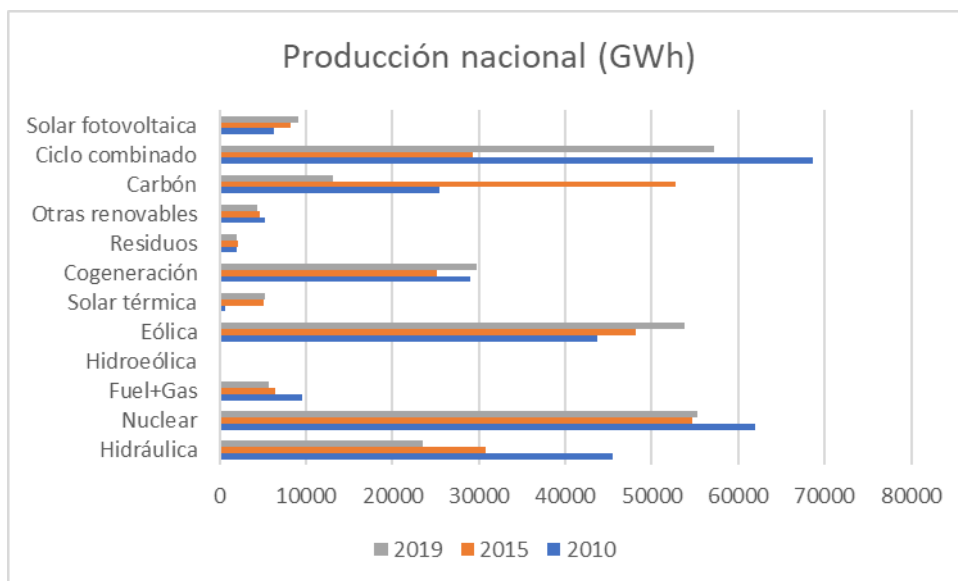


Figure 1: breakdown of national production by sources and years.

Source: REE.

Second, the behavior of the electricity sector in the first months of 2020 will be studied, month by month until June, analyzing the demand in real time. The generation during these first months will be analyzed, characterized mainly by generation from renewable sources, which accounts for half of the total generation contributed by the mix, this follows the line of previous years in which, as previously commented, renewable sources have more and more weight in terms of generation contribution to the mix. In addition, in this section it will be possible to observe the repercussion that such a severe confinement had with the fall in demand, It will be seen as in mid-March, with the economic stoppage and the closure of companies, industries and shops, demand plummets (until 4.7% compared to the previous year). Later, in April, demand would fall by 17.5% compared to April 2019, in which section we will analyze the consequences of this fall and its influence on the price of electricity (which would reach historical levels lower in ten years). As of May, a recovery can be observed in demand levels (which will continue to be lower than pre-crisis levels) due to a progressive lack of refinement, which would allow the opening of shops and industries as the month passes. Despite this, demand in May was 13.1% lower than in May 2019, which means that there is still a significant difference with the normal levels of demand for this time of year.

Figure 2 shows the drop in demand in recent months, with a significant drop during the months of March and April and with a subsequent recovery in May. In addition, you can establish a comparison with the trend that the last 12 months follow.

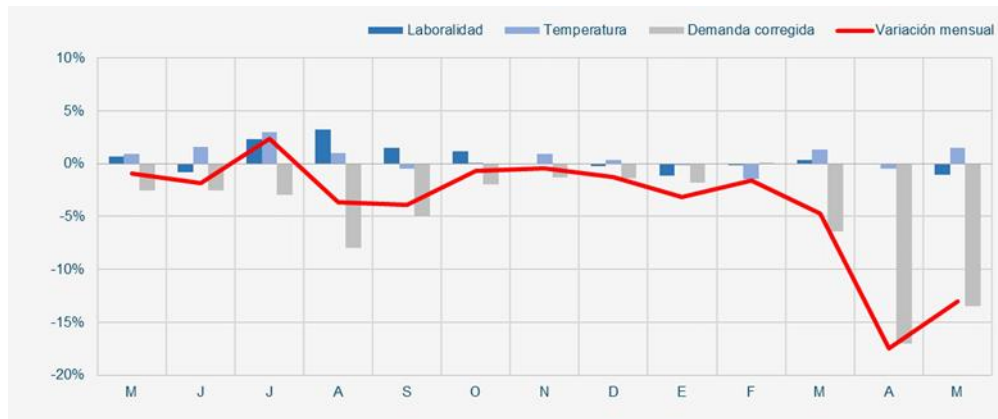


Figure 2: demand line in the last 12 months.

Source: REE.

In the third part of this project, some interesting measures or projects will be proposed that could have cushioned the effects of COVID-19 in terms of falling demand. It should be noted that the drop in demand itself was caused by the severe confinement put in place by the government of Spain and the solution against this measure cannot be other than having carried out a selective confinement or having taken precautionary measures taking Italy as a reference. In the spread of the virus weeks before Spain. The only measure that the government of Spain has implemented has been to provide social bonds to vulnerable consumers (who cannot pay the electricity bill), paying their bills to the government. In this project some measures have been proposed that would have alleviated the effects of the collection, having facilitated the collection of money for consumption, reducing the government's contribution and the number of social bonds to be delivered to the population. These measures are investment in self-consumption, the implementation of Smart Grids throughout the entire Spanish territory and promoting foreign investment once we return to normal levels of demand.

Regarding self-consumption, a project of one million solar panels is proposed, which would supply seven and a half million Spaniards. This investment would be 14,000 million euros public-private and 17,500 hectares would be needed. Spain must take advantage of the advantage it has over other European countries: irradiation. In Figure 3 it can be seen how irradiation in Spain is much higher than in other countries and therefore should be used with self-consumption.

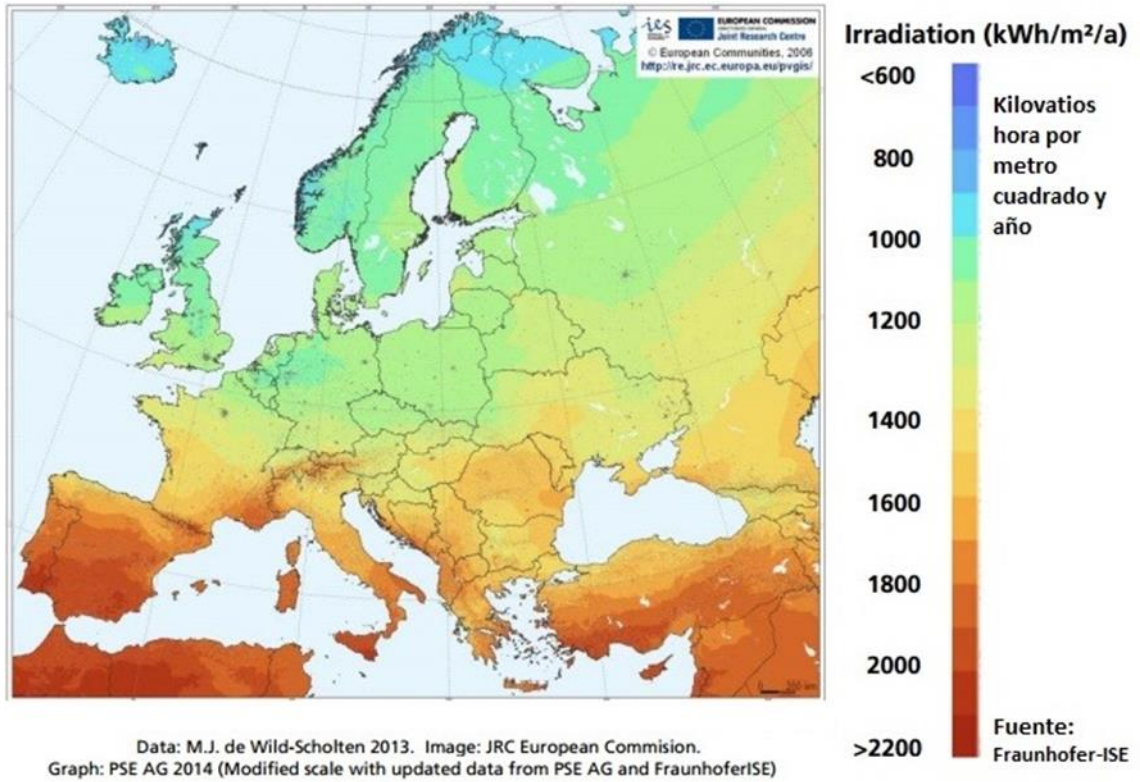


Figure 3: irradiation in Europe.

Source: Fraunhofer-ISE.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS EN ESPAÑA (ACONTECIMIENTOS Y DATOS A TENER EN CUENTA) ...	6
2.1 GENERACIÓN	6
2.1.1 Reseña histórica (antes de la última década).....	6
2.1.2 Los últimos diez años.....	7
2.2 DEMANDA	9
2.2.1. Reseña histórica (1970-2010).....	9
2.2.2. Los últimos diez años.....	11
3. COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO DURANTE LOS PRIMEROS MESES DE 2020.....	15
3.1 GENERACIÓN.....	15
3.2 DEMANDA.....	23
4. ESTIMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO DURANTE LOS MESES POSTERIORES AL CONFINAMIENTO.....	33
4.1 CRISIS PREVIAS EN EL SECTOR ENERGÉTICO EN ESPAÑA Y SOLUCIONES QUE SE DIERON.....	33
4.2 CRISIS ACTUAL Y MEDIDAS YA IMPLANTADAS PARA COMBATIR LOS EFECTOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO.....	40
4.3 CRISIS ACTUAL Y MEDIDAS QUE SE PROPONEN.....	43
4.4 RESULTADOS QUE SUPONDRÍAN ESTAS MEDIDAS.....	52
5. CONCLUSIONES.....	58
6. BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Producción Nacional.	9
Figura 1.2: Demanda de Energía Eléctrica.....	11
Figura 1.2.1: Precio medio por MWh en España.....	13
Figura 1.2.2: Demanda Nacional (GWh)	14
Figura 2.1: porcentajes de fuentes de generación.....	16
Figura 2.2: porcentajes de fuentes de generación.....	17
Figura 2.3: porcentajes de fuentes de generación.....	19
Figura 2.4: porcentajes de fuentes de generación.....	20
Figura 2.6: variación de la demanda.....	24
Figura 2.7: variación de la demanda en febrero.....	26
Figura 2.8 demanda diaria en el mes de marzo.....	27
Figura 2.9: variación de la demanda en marzo.....	28
Figura 2.10: variación de la demanda en abril.....	29
Figura 2.11: variación de la demanda en mayo.....	31
Figura 2.12: demanda diaria en mayo.....	32
Figura 3.1: precio barril de petróleo en dólares.....	37
Figura 3.2: tasas de desempleo durante periodos de crisis.....	38
Figura 3.3: tasa de variación de la inflación (%).	39
Figura 3.4: mapa de irradiación en Europa.....	45
Figura 3.5: distribución autoconsumo en España.....	46
Figura 3.6: Propiedades eléctricas CEM.....	48
Figura 3.7: Propiedades eléctricas TONC.....	48
Figura 3.8: demanda en marzo (2019-2020).....	53
Figura 3.9: recaudación en marzo (2019-2020).....	54
Figura 3.10: comparación de la recaudación en marzo (2019-2020).....	55

INTRODUCCION TFG

El sector eléctrico en España es uno de los principales contribuyentes al bienestar de la sociedad y a la economía del país. Cualquiera de las fases de la función de la energía eléctrica (generación, transporte, distribución y comercialización) son claves en cuanto a generar empleo y contribuir al normal funcionamiento del país. En estos últimos años la demanda de energía eléctrica ronda los 250.000 GWh y la producción en 2019 fue de 261.020 GWh. Estas cifras siguen la línea de los últimos años en España. En el inicio de 2020 llegó el COVID-19 a la península ibérica y con ella un confinamiento de la sociedad y por tanto un parón de la economía durante dos meses y medio, en otras palabras, el virus tiene un impacto muy fuerte en el sector de la energía, suponiendo una brecha de ingresos en el sector. En este proyecto analizaremos el impacto que ha tenido en la demanda y producción de energía eléctrica en comparación con los últimos años y trataremos de predecir el futuro de este sector en los próximos años, teniendo en cuenta que tenemos como referencia la caída de la demanda de 2014, que a grandes rasgos podemos asemejar con esta caída de la demanda en 2020.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Teniendo como problema la caída de la demanda (y del precio) de la energía eléctrica propondremos una solución tecnológica al respecto. El impacto de esta crisis dependerá de la situación financiera de las empresas, especialmente a mediano y largo plazo. También dependerá de la identificación de riesgos y costos durante la crisis y las herramientas de recuperación que implementen las empresas tras ella. Veremos cómo es necesario reforzar los sistemas eléctricos con medidas que permitan a los gobiernos afrontar los desafíos de esta crisis. Por otra parte, el sector eléctrico tendrá el reto de mantener la continuidad del servicio en condiciones de calidad durante las medidas de cuarentena.

MOTIVACIÓN

Principalmente el objetivo además de analizar y comparar la producción y la demanda sería augurar el comportamiento de los mismos durante los próximos años con las medidas que a priori se van a tomar y con las medidas que pueden provocar una recuperación más eficiente ante esta crisis, pronosticaremos ambas y veremos el impacto a mediano y largo plazo.

OBJETIVOS

- Análisis del sector eléctrico en estos últimos años (para entender el contexto de la situación previa al inicio del confinamiento y el parón económico).
- Examinar el comportamiento de la demanda y del precio durante el confinamiento (sería interesante compararlo con otros países y realmente observar cómo distintos tipos de confinamientos pueden llevar a cambios diferentes en la demanda y precio con respecto a una sociedad determinada).
- Estudiar la tendencia que tendrá el sector a mediano y largo plazo con las medidas que se implantaran por parte de empresas y gobierno. También llevaremos a cabo un análisis en caso de tomar unas medidas que propondremos que garanticen eficiencia en la recuperación del sector.

METODOLOGIA DE TRABAJO

- Durante la primera semana me dedicaré a analizar el contexto del sector eléctrico en España en los últimos años y acumular información importante de carácter numérico (porcentajes de crecimiento de demanda, GWh anuales, etc).

- Durante la segunda y tercera semana llevaré a cabo el análisis y el impacto del confinamiento, basándome en los boletines oficiales de REE, que se encuentran en su página web.
- Por último, dedicaré unos días a repasar información y verificar que todo el proyecto está en orden.

RECURSOS QUE EMPLEAR

- MATLAB (para el análisis y cálculo de porcentajes y números a gran escala, así como para implantar gráficas que faciliten la comprensión de los cálculos)
- Excel para manejar números con facilidad a gran escala e importar los datos de los boletines a una plataforma más sencilla de manera que se puedan manipular datos que se necesiten, filtrando los datos útiles de los inútiles)

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto se analizará el comportamiento del sector eléctrico durante estos últimos años de historia. Se realizará una cronología y se estudiarán las principales fuentes de generación de la época, las regulaciones y reglamentos que seguían y los posteriores descubrimientos que facilitarían una mejora en la capacidad de producción de energía eléctrica del país, además se compararán con otros países europeos, en los cuales las fuentes de generación y la energía total generada era muy distinta a la de España, y su evolución a lo largo de los años también. También se hará un análisis acerca de la demanda y la importancia a nivel económico que tiene en el país. Se verá como a lo largo de los años la demanda aumenta gracias a el incremento en la densidad poblacional y en la creación de nuevas industrias y comercios de la mano del descubrimiento de nuevas tecnologías. En este apartado se estudiarán las caídas de demanda, que provocaron crisis a lo largo de los años en nuestro país, estas referencias y la solución a las mismas se podrán poner en practica en alguna de las crisis que han venido o que están por venir. Lo que se aprecia en este apartado es la incapacidad de España como país de solventar una crisis de manera eficiente y próspera para las nuevas generaciones a lo largo de los años, incluida esta crisis del COVID-19 en la cual, como se verá posteriormente, las medidas aplicadas por el gobierno fueron inútiles y no se tuvo en cuenta el sector eléctrico en la toma de estas medidas, a pesar de que su aportación al PIB es muy grande comparada con otros sectores sobre los que sí se tomaron medidas óptimas. En este apartado de carácter histórico nos aproximaremos hasta el año 2010, para posteriormente hacer un análisis más exhaustivo sobre los últimos diez años del sector eléctrico en España. Durante los siguientes diez años, hasta 2020, se realizará una investigación acerca de reglamentos de carácter regulatorio que fueron influyentes en el sector. Uno de los acontecimientos más importantes de estos años fueron el impulso de las renovables como fuente de generación. Esto supuso una inversión muy grande y un cambio en las regulaciones vigentes, hasta el punto en el que la generación renovable ha supuesto más de la mitad de la aportación total al mix. Con el impulso de las renovables se ha comprobado un descenso notable en la aportación de energía producida por carbón, llegando hasta el punto de que el 14 de

diciembre de 2019 fue el primer día de la historia reciente de España en el que no se generó energía a través del cabrón, demostrando el enorme impulso que han tomado las renovables en el país.

Durante el penúltimo apartado se verá mes a mes la generación y demanda total en la península, relacionándolo con la situación que se vivía en el día a día de ese mes. En los meses de enero y febrero se puede observar como el comportamiento es el esperado, con caídas de demanda muy leves de en torno al 3%, respecto al mismo mes del año anterior. No es hasta mediados del mes de marzo en el cual se observa el enorme impacto del confinamiento en la caída de la demanda, durante varios meses se llevo a cabo el confinamiento más estricto de Europa y el que peores resultados tuvo para la economía. La demanda cayó enormemente en el mes de abril, en un 17,5%, lo cual demuestra la magnitud de la situación. A finales de ese mes, se estableció un sistema de fases por el cual se iría recuperando la actividad económica, pero muy lentamente. En mayo la caída de la demanda sufre una caída un poco menor que la de abril, aunque seguiría suponiendo la mayor caída en los últimos seis años. Esta leve subida es fruto del avance en las fases de la mayor parte de las comunidades autónomas. A pesar de que se siguiese avanzando en fases, las industrias y los comercios seguían teniendo fuertes restricciones que les impedían trabajar en condiciones normales, esto provoca que no se pueda volver a la situación previa a la crisis y no se avance.

El tercer apartado trata de analizar las medidas impulsadas por el gobierno, que como se puo observar en el apartado anterior, confinaron a toda la población. Esta medida supuso la caída de la demanda, para la cual no tomaron ninguna iniciativa de recuperar la situación actual. El gobierno se preocupó más por lo que se conoce como “consumidores vulnerables”, que es toda la gente en situación difícil, que no puede pagar la factura de la luz. Contra esto se impulsaron unas ayudas llamadas bonos sociales, en las cuales el gobierno se hacia cargo del importe total de este grupo de gente, afectando por tanto a la demanda y a la recaudación. En el proyecto se proponen varias medidas por las cuales se hubiese controlado más la caída de demanda y paliado los efectos de esta. En primer lugar, haber hecho un confinamiento mucho menos estricto tal como muchos países de Europa (Dinamarca, Republica Checa, Polonia...), esto habría sido significativo en términos de demanda. En segundo lugar, para haber mejorado la recaudación del consumo

de energía eléctrica, se propusieron dos proyectos: autoconsumo y Smart Grids. Estos proyectos serían financiados con inversión extranjera, la cual durante este periodo de crisis ha estado fuertemente regulada para evitar especulaciones. El autoconsumo sería una de las tecnologías más óptimas para aplicar en el país por la irradiación, España es de los países de Europa con mayor irradiación y sería una ventaja frente al resto de países aprovechar esta tecnología cuya funcionalidad basada en placas solares se explica en apartados posteriores. El proyecto propuesto podría abastecer a siete millones y medio de habitantes. Las Smart Grids son unas redes inteligentes cuya finalidad es anticipar situaciones difíciles para la red de tal manera que te proporciona más tiempo para tomar una respuesta a tiempo real. Esto está fuertemente ligado con la demanda y con las caídas de esta. Tener información a tiempo real es una ventaja que podría haber sido muy eficiente en los términos en los que nos encontramos. Por último, se analiza como van a influir estas tecnologías en el sector y su aportación a la red.

Como se puede observar en el proyecto, se estudian situaciones del pasado y del presente para poder tomar decisiones en el futuro. La decisión de hacer un análisis cronológico a lo largo de los años hasta hoy es, sin duda, un ejercicio beneficioso y sobre el que se pueden sacar muchas conclusiones de cara a más adelante.

2. COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS EN ESPAÑA (ACONTECIMIENTOS Y DATOS A TENER EN CUENTA)

En este apartado se han realizado gráficas que analizaremos a raíz de datos obtenidos en la página de Red Eléctrica de España. Se comenzará con una breve introducción en la que se explicará el inicio y evolución del sector eléctrico en España.

2.1 GENERACIÓN

2.1.1 RESEÑA HISTÓRICA (ANTES DE LA ÚLTIMA DÉCADA).

En torno a los primeros años de la década de los cuarenta, la generación de electricidad se conseguía a través de la generación hidráulica, gracias a la construcción de numerosas presas a lo largo de toda España. En cuanto al carbón, tuvo un papel secundario durante todos estos años, a pesar de que adquirió una figura más representativa con la creación de la Empresa Nacional de Electricidad (año 1946) y su función principal era suministrar electricidad durante las épocas que no se disponía de agua.

Gracias a la entrada en el sistema económico internacional durante la década de los 60, España importó petróleo y tomó la iniciativa de construir refinerías, llegando a instalar alrededor de 11.000 MW de potencia repartida por todo el territorio. Cabe destacar que, en 1973 a través de la crisis de los precios del petróleo, comienza una serie de medidas destinadas a garantizar una diversificación de las fuentes de generación de electricidad, así como elevar la eficiencia en el consumo de esta. En España las medidas condujeron a que la energía nuclear y el carbón tomaran un mayor protagonismo en la generación. En lo que respecta a las centrales nucleares, se instalaron siete grupos de potencia unitaria de 1.000 MW, añadiéndose a los dos ya existentes. Por otro lado, se inició la construcción

de centrales de carbón (que utilizarían carbón propio) y la construcción de grupos térmicos para proceder a la extracción del carbón. Durante los años ochenta se construyeron grupos de carbón de importación con potencias unitarias de 550 MW. Los problemas ambientales causados por estas centrales desembocaron en la intranquilidad de un conjunto de la población, esto llevo a numerosas empresas españolas a participar en proyectos europeos cuya finalidad era promover tecnologías de uso limpio del carbón. Gracias a ello se construyó, por ejemplo, la planta de gasificación integrada con ciclo combinado en Puertollano. Esta planta contaba con una potencia de 330 MW.

Sin duda uno de los acontecimientos más importantes para el futuro del sector eléctrico en España fue la creación de Red Eléctrica de España, que gestiona los aspectos más importantes de este: transporte en alta tensión, vertido de energía al sistema en función de las demandas, etc. Una década más tarde se inicia un movimiento de liberalización del sistema eléctrico, construyéndose a través de inversiones bajas, nuevas plantas de ciclo combinado. Este procedimiento evita un sistema de regulación que recuente las inversiones realizadas. Durante esos años se llegó a barajar incluso planificar un calendario para el cierre de las plantas nucleares, a pesar de que hoy en día se esté planteando un debate acerca de la importancia de la energía nuclear. En los últimos años de la década, la energía eólica comienza a tener cada vez más protagonismo y la potencia instalada ronda los 12.000 MW.

A partir del año 2003, se consiguió liberalizar el sector tanto en generación como en consumo. Las fuentes de generación siguieron la misma línea que los años anteriores a este, sin haber cambios significativos.

2.1.2 LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS.

Durante la última década, las fuentes de energía primordiales a nivel nacional son la eólica, hidráulica, carbón, nuclear, cogeneración y ciclo combinado. Además, la energía nuclear es la más productiva de estas, aunque cada vez va teniendo menor producción.

En lo que respecta al carbón, durante los primeros cinco años de la década (2010-2015) se ha visto un aumento del 100% de su producción, en otras palabras, se ha duplicado. Esto se debe a la apuesta de las energías renovables y por el proceso de descarbonización que se quiere realizar a nivel global.

La energía eólica es la más productiva (dentro de las renovables) y crece de manera continua.

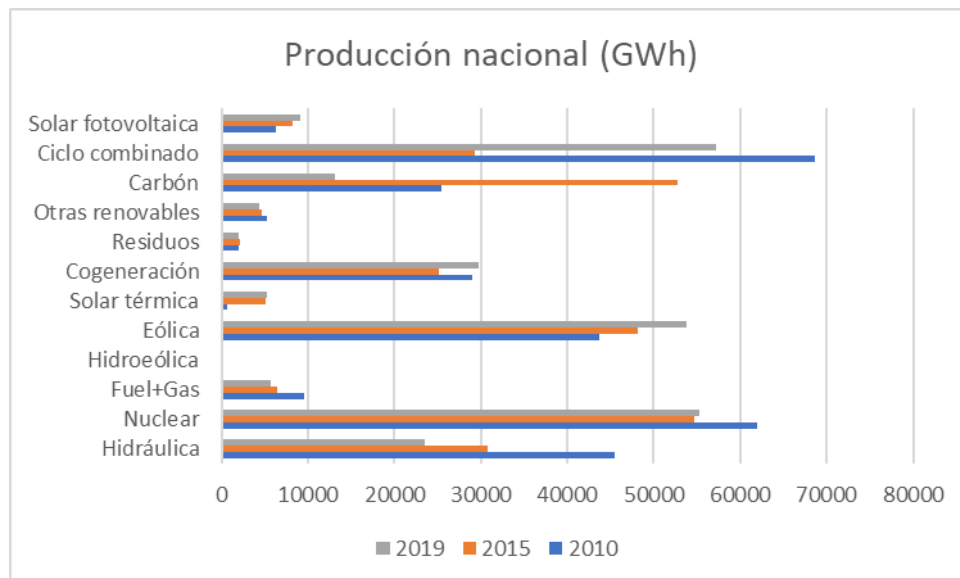
En cuanto a la energía hidráulica, a partir del 2010 se vio en crecimiento gracias a la finalización de un periodo de sequía debido a falta de precipitaciones. Actualmente es una de las energías “limpias” con mayor evolución.

Además, el ciclo combinado fue la mayor fuente de energía durante los años 2010 y 2011, pero durante el año 2015 su producción bajó en torno al 40%. Una evolución parecida tuvo la cogeneración, que mantuvo consistente su productividad pero que a raíz del año 2015 sufrió una caída de su producción, que más tarde recuperaría en torno a 2018.

A finales de 2019 se consiguió que el carbón constituya únicamente un 5% del total de la generación nacional (la menor participación de esta tecnología desde que Red Eléctrica tiene registro). Además, el ciclo combinado supuso un 21,9% del total, siendo la tecnología que más ha aportado a la generación, seguido de la nuclear, eólica, cogeneración e hidráulica. Como dato relevante cabe destacar que, por primera vez en la historia, el 14 de diciembre de 2019 no se utilizó carbón para la generación en la península. Con respecto a 2018, la producción de carbón ha disminuido en un 68,2%.

En cuanto a las emisiones, durante los primeros cinco años (en los que el carbón era la fuente de generación principal) las emisiones de CO₂ aumentaron de manera drástica. Durante el año 2018, hubo una caída del carbón que condujo a una caída de la producción a nivel nacional. Además, en este año también se consiguió que alrededor del 40% de la producción de todo el año viniese a través de un incremento de la producción de la energía renovable. En el cierre de 2019, se consiguió aumentar este porcentaje en casi un 10%, haciendo que las energías renovables representen ya el 49,3 % de la capacidad de generación en España.

Gracias a la Figura 1.1, se puede observar los cambios de la generación de distintas fuentes. El ciclo combinado y la energía nuclear hacen una mayor aportación frente al resto, por lo general. A su vez y como se ha comentado previamente, el consumo de carbón cada vez es menor, observándose que, en 2019, fuentes como la hidráulica y la cogeneración, generan más energía a pesar de que en el año 2015 fuese todo lo contrario.



1 Figura 1.1: Producción Nacional.

Fuente: elaboración propia a partir de REE.

2.2 DEMANDA

2.2.1. RESEÑA HISTÓRICA (1970-2010).

Durante este periodo de cuarenta años, la demanda de energía eléctrica ha variado notablemente. Para analizar este seguimiento, se va a aplicar una metodología basada en varios componentes: aportación debida al

crecimiento demográfico, mejora en el equipamiento residencial, evolución del PIB (producto interior bruto) y la variación de la intensidad eléctrica.

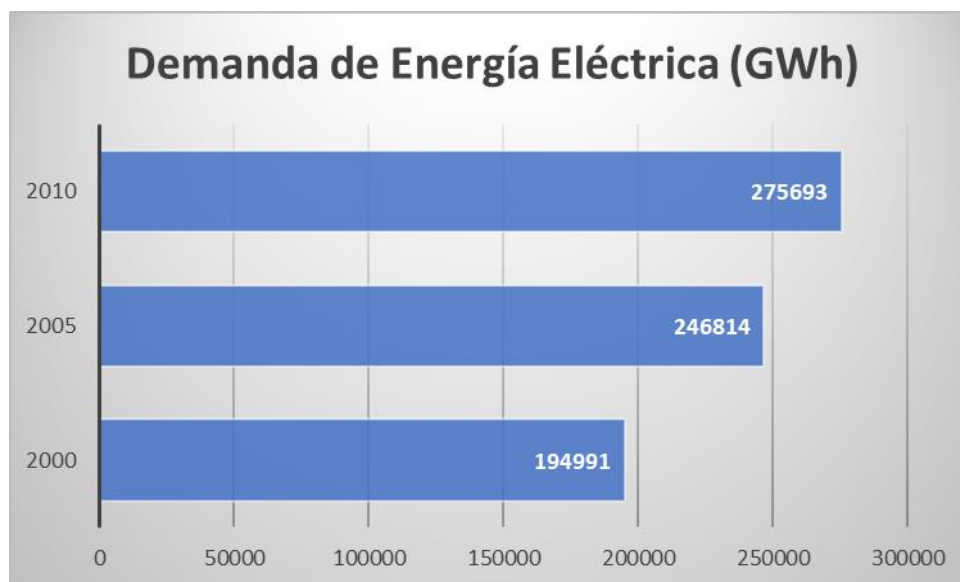
Con respecto al consumo en residencias, cabe destacar que, debido a un crecimiento demográfico, el número de casas ha crecido en un 100% desde el año 1970 hasta el 2010, en otras palabras, se ha duplicado. Se ha pasado de casi 9 millones de hogares a 16,7 millones en 40 años. Además, este crecimiento no fue continuo, sino que se dieron varias fases que dieron lugar a diferentes cambios en el consumo residencial. En primer lugar, durante los primeros treinta años (hasta el año 2000) el crecimiento demográfico fue uniforme, creciendo alrededor del 13% cada década. A partir de ese año y debido al flujo migratorio, la media anual ascendió hasta el 4% anual en el año 2005, siendo la media entre los años 2001 y 2008 de 3,9% anual, un 2,6% mayor (anualmente) que los años previos. Desde el año 2008 hasta el 2010 la demanda ha dependido fuertemente de la recesión económica en la que se vio inmersa el país durante esos años, reduciendo la tasa media anual de crecimiento al 1%. En lo que respecta al consumo medio por hogar y como se ha comentado previamente, está fuertemente ligado al crecimiento demográfico. En el año 1970, el consumo medio por hogar era de 920 kWh y en el año 2005 se alcanzó la cifra de 4670 kWh, durante los años siguientes el consumo se mantendría constante y uniforme debido a la recesión económica explicada previamente.

Por otro lado, el consumo no residencial se ha caracterizado por mantener un crecimiento constante, hasta el año 2008, con la crisis económica. Durante los años previos, la demanda ha mantenido fluctuaciones cíclicas, es decir, movimientos oscilatorios que siguen, por lo general, una tendencia y que consta de fases de expansión y de contracción. Estas fases son sucesivas recurrentes. Las variaciones en el consumo fueron positivas alrededor del 3% y con alguna variación negativa en los años 1979 y 1993. La repercusión de la crisis provocó que a partir del 2008 se viese modificado este comportamiento cíclico y se redujese el nivel de actividad.

En conclusión, el crecimiento del consumo en el sector eléctrico en España se debe en un 45% al crecimiento económico, esto es, el incremento del PIB. Del 55% restante, el 16,36% del total se debe al incremento demográfico. El 47,27% se debe al incremento de

la intensidad industrial y, por último, el 36,36% se debe al incremento del consumo medio por hogar.

Gracias a la Figura 1.2, se puede observar cómo hay un incremento significativo de la demanda de 2000 a 2005, mucho mayor que el incremento de 2005 a 2010. A partir del año 2005, la demanda de energía eléctrica se estabiliza, sin verse grandes incrementos ni disminuciones, como se verá en apartados posteriores.



2 Figura 1.2: Demanda de Energía Eléctrica.

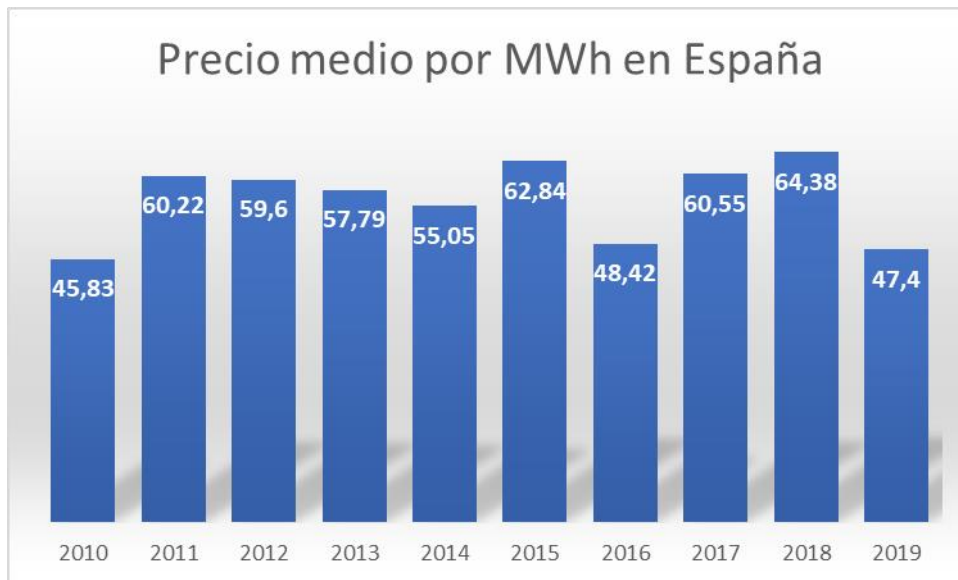
Fuente: Elaboración propia a partir de REE.

2.2.2. LOS ÚLTIMOS DIEZ AÑOS.

Durante los tres primeros años (2010-2013), el consumo de energía eléctrica disminuyó en un 5,2%, aproximadamente, ya que la demanda está fuertemente ligada al PIB, que durante esta etapa disminuyó en torno al 2%. Los años posteriores, fueron años de recuperación económica, esta recuperación fue más acelerada que la demanda eléctrica. La elasticidad media de la demanda de electricidad en función del PIB ha pasado del 1,3 al 0,3. Dos años más tarde, en 2015, comenzaría una fase creciente tras cuatro años

consecutivos de descenso en la demanda (a pesar de que el PIB aumentó en torno al 5% durante los cuatro años), este aumento de la demanda se debe principalmente a dos motivos: efecto de las temperaturas (los picos de demanda se encuentran en temperaturas muy altas en verano y muy frías en invierno, y durante esta época las temperaturas aumentaron con respecto a años anteriores) y crecimiento de la economía. Durante la siguiente fase (2015-2018) la tendencia fue opuesta y la demanda aumenta durante cuatro años consecutivos gracias al aumento de la economía, ya que, en lo que respecta a las temperaturas, no fueron propensas para ayudar al crecimiento de la demanda.

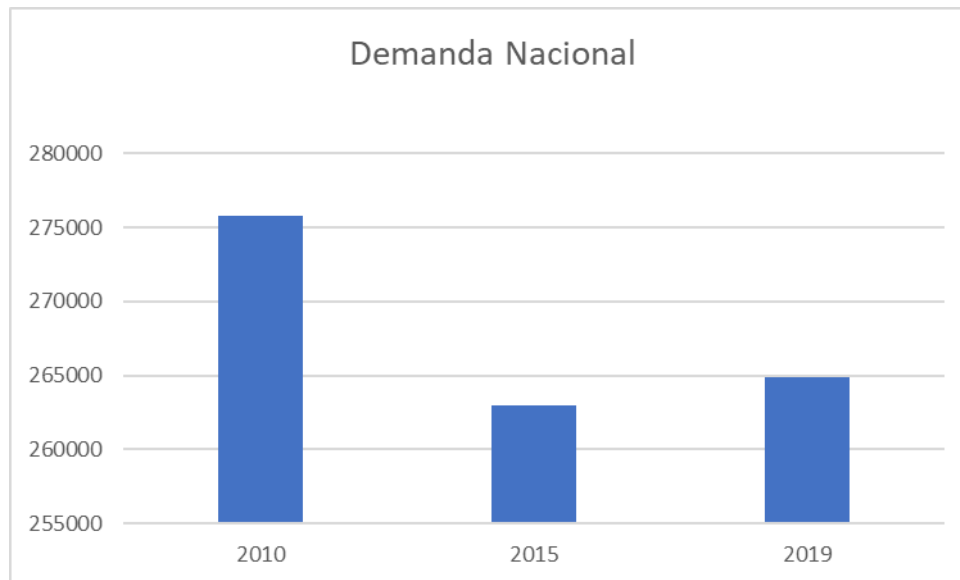
En cuanto a los precios, cabe destacar que el coste de MWh más bajo se registra en 2010, siendo de 45,83 euros, ya que la demanda, como hemos visto previamente, es mucho mayor que los años posteriores. Durante los cuatro años siguientes el precio es más alto, pero es en 2015 donde se produce una subida notable, esto provoca una caída de la demanda con respecto a los años anteriores. Esto se debe a que las familias que no han superado la crisis del 2008 no tienen poder adquisitivo para pagar la factura de la luz. Además, la caída de demanda también puede haberse visto afectada por la implantación de nuevas políticas relacionadas con el autoconsumo (la instalación de paneles solares para que la gente produzca y consuma su propia energía). En el año siguiente, 2016, se produce una bajada notable del precio del MWh, ya que, como se ha visto en el apartado de la generación, hay un auge de las energías renovables, que aumentan su producción y hay un menor precio en los mercados de la electricidad. Durante los años venideros, el precio ha ido aumentando cada año por la disminución de producción de las energías renovables, hasta el año 2019, en el que el precio del MWh se convierte en el segundo más bajo de la década.



3 Figura 1.2.1: Precio medio por MWh en España

Fuente: elaboración propia a partir de REE.

En cuanto a los GWh de demanda anual cabe destacar que hay variaciones respecto a los años, y como se ha comentado previamente, la demanda está fuertemente ligada a la actividad económica del país. En 2010, la demanda total fue de 275.773 GWh. Durante los siguientes cuatro años disminuiría progresivamente hasta llegar a los 258.117 GWh, hasta el 2015, donde comienza una etapa de recuperación, caracterizada por una demanda de 262.931 GWh. En 2019 la demanda nacional total fue de 264.843 GWh, que, a pesar de seguir siendo una cifra baja, muestra la tendencia a crecer de los años previos.



4 Figura 1.2.2: Demanda Nacional (GWh)

Fuente: elaboración propia a partir de REE.

3. COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO DURANTE LOS PRIMEROS MESES DE 2020

En este apartado se analizarán las consecuencias del covid-19 durante la primera etapa de 2020, que se ha visto marcada por un parón económico debido a un confinamiento.

3.1 GENERACIÓN.

1. MES DE ENERO.

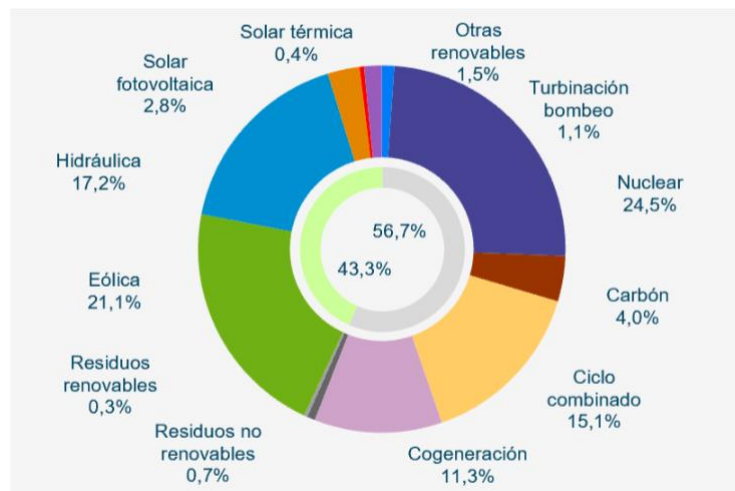
Durante el mes de enero, España aún estaba en condiciones normales en lo que a economía se refiere. Toda la actividad económica seguía funcionando en la misma línea de los años anteriores. La generación, por tanto, se mantenía en unos valores muy parecidos a los meses previos, antes de cerrar el año. Por esto, se generaron en la península 21.615 GWh, una caída del 3,5% respecto al año anterior.

En cuanto a las fuentes de generación, en enero se generó más a través de energías no renovables que de renovables, rompiendo la tendencia de noviembre y diciembre, en los cuales las fuentes renovables produjeron más que las no renovables. Durante este mes la energía nuclear tuvo un peso mayor que cualquier otra fuente, siendo el 24,5% de la producción total. De todas las fuentes, han aumentado su producción respecto al año anterior la hidráulica, la nuclear y la solar fotovoltaica, mientras que han disminuido su producción el carbón, la solar térmica, la eólica y los residuos no renovables.

Por otro lado, las emisiones de CO₂, el 68,9% de la producción de este mes fue libre de emisiones, una disminución considerable respecto al mes anterior. En otras palabras,

gracias al continuo auge de las energías renovables se puede observar que cada vez se emite menos CO₂ al medioambiente, consiguiendo así un país con una producción cada vez más limpia.

Como se puede observar en la figura 2.1, cada vez el porcentaje de la producción del carbón es menor. Además, gracias a la figura se puede tener en cuenta el peso de la energía nuclear en la producción nacional.



5 Figura 2.1: porcentajes de fuentes de generación.

Fuente: REE.

2. MES DE FEBRERO.

Durante el mes de febrero, España continuaba en condiciones de trabajo normales, siguiendo la línea de los meses anteriores en lo que respecta a actividad económica. En lo que respecta a la producción de energía eléctrica, disminuyó hasta 19.293 GWh, una cifra menor al año anterior. En cuanto aspectos importantes, cabe destacar que la producción de no renovables vuelve a superar al de las renovables por segundo mes consecutivo, destacando la energía nuclear como la fuente que más ha producido durante

el mes, seguido por la eólica y la hidráulica. Esto vuelve a recordar la importancia de la energía nuclear en España, que, a pesar de que se hiciese hace años un plan para eliminar progresivamente las centrales nucleares, en este mes ha aportado 4886 GWh, el 25,3% de la producción peninsular total. El crecimiento o la disminución de la producción de las demás fuentes sigue en la misma línea que el mes anterior, ya que, ambos meses se han caracterizado por la misma actividad económica y temperaturas muy semejantes que no aportan una ventaja o desventaja de producción significativa de uno sobre el otro. En cuanto a las emisiones de CO₂, vuelve a subir hasta el 71% sin emisiones, la segunda cifra más alta desde el año anterior. Esto es señal de que las fuentes como la hidráulica, turbinación bombeo, nuclear, eólica, solar fotovoltaica, solar térmica, otras renovables y residuos renovables, han producido más que fuentes como el carbón, el ciclo combinado, la cogeneración, residuos no renovables, fuel y gas.

Gracias a la figura 2.2 se puede observar cómo el 44,5% de la producción peninsular total vino de fuentes renovables (un incremento del 1,2% respecto a enero).



6 Figura 2.2: porcentajes de fuentes de generación.

Fuente: REE.

3. MES DE MARZO.

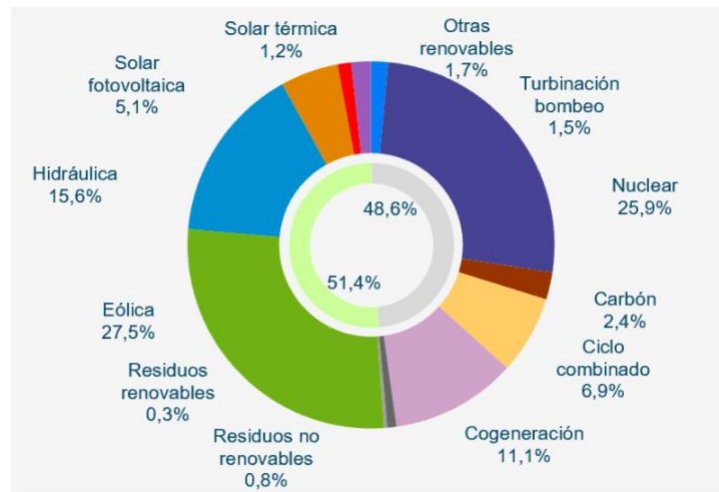
Durante este mes se verán cambios significativos en consecuencia de la entrada en vigor de un estado de alarma el 14 de marzo, una medida que paraliza la economía (por confinamiento) y, por ende, el sector eléctrico. La generación durante este mes fue clave para afrontar las medidas sanitarias extremas y para mantener operando a las actividades y procesos que son servicios básicos esenciales: comercios de primera necesidad (farmacias y mercados), hospitales, telecomunicaciones, cadenas de frío para alimentos, electricidad para iluminación y artefactos, entre muchos otros.

Dos factores que han sido muy relevantes para entender el desarrollo del sector eléctrico en el ámbito de la generación han sido por una parte la caída en la demanda debido al poco consumo llevado a cabo por el sector comercial e industrial y por otro lado la imposibilidad (en algunos casos) de recaudación por parte de las distribuidoras. Se debe de tener en cuenta que el pago presencial en oficinas comerciales supone un 30% del total de la recaudación y debido al confinamiento se ha dificultado el método de pago para gran parte de los ciudadanos. Ante este escenario, ambos factores tienen un impacto directo en la generación, además de irrecuperable.

A lo largo del mes, se generaron 19.995 GWh, un valor ligeramente mayor que el mes anterior, pero siguiendo la tendencia de los meses previos, a pesar de que en los meses previos la demanda fuese la esperada y este mes se produjese una situación verdaderamente inédita en cuanto a consumo de energía eléctrica. Cabe destacar que las renovables vuelven a producir más que las no renovables, rompiendo la tendencia de enero y febrero y siguiendo con la tendencia de noviembre y diciembre. Marzo se convierte, por tanto, en el primer mes del año en el que las renovables cobran el mayor peso de la generación. Además, como podemos ver en la figura 2.3, la energía eólica aumenta su producción casi un 6%, convirtiéndose en la fuente que más energía ha aportado al mix durante el mes, superando por un 1,6% a la nuclear, que llevaba durante dos meses siendo la mayor productora y que ha disminuido su producción en un 0,6%.

Respecto a las emisiones de CO₂, el 78,8% de la generación total fue libre de emisiones, haciendo que marzo se convierta en el mes con menos emisiones de CO₂ desde hace un año, ya que han destacado fuentes como la hidráulica, nuclear, eólica, fotovoltaica y la

solar térmica. Además, el carbón (que ha supuesto un 2,4% de la producción total) ha disminuido su producción significativamente respecto a los meses anteriores, señal de que poco a poco se consigue generar más energía a través de fuentes más limpias.



7 Figura 2.3: porcentajes de fuentes de generación.

Fuente: REE.

4. MES DE ABRIL.

Durante este mes, en su totalidad, España estuvo confinada, únicamente trabajaban los servicios esenciales, mientras que las industrias y comercios permanecían paradas temporalmente. Se puede apreciar de manera significativa, una caída de la generación, causada por una disminución notable de la demanda nacional. La producción ha caído en un 11,5%, ya que se han reducido las importaciones en un 69%, y se sitúa en 16.650 GWh de generación peninsular.

Si se analiza la producción de electricidad en abril por fuentes (tecnologías), la disminución ha sido muy diferente en cada una de ellas. Las energías renovables, han aportado un 48,3% del total del mix, rompiendo la tendencia del mes anterior en el que la producción de renovables superaba al de no renovables. También se ha de tener en cuenta

que la energía hidráulica ha producido un 17,5% del mix, ya que, este mes ha sido uno de los más lluviosos desde que existen registros. Además, la energía hidráulica ha aumentado su producción en un 51,4% respecto del año pasado. Por otro lado, la escasez de viento ha provocado una reducción de producción eólica, que se sitúa en un 26% de la generación total, un porcentaje muy por debajo de lo habitual respecto de años anteriores. Respecto a las energías fósiles, han descendido de manera muy significativa respecto de los años anteriores, el carbón ha disminuido su producción en un 53,3% con respecto al valor de 2019 y el ciclo combinado, un 37,6%.

Por otra parte, las energías limpias, han representado un 75,5% de la generación total, un 8% mayor que en abril de 2019, siendo además el mes que menos emisiones en total (ktCO₂) se han producido. Cabe destacar que, al haber menos generación, la tendencia a que haya menos emisiones es mayor, puesto que, a pesar de que el porcentaje de energía producida con emisiones es mayor, al ser la cantidad producida menor, el total sigue estando por debajo que otros meses.



8 Figura 2.4: porcentajes de fuentes de generación.

Fuente: REE.

MES DE MAYO.

En este mes, la actividad económica fue recuperando su normalidad, aunque sigue estando muy por debajo de lo habitual, ya que nos situamos con que algunas comunidades autónomas se encuentran en fase 1 (que conlleva medidas de alivio a ciertos sectores e industrias) y otras sin embargo siguen en fase 0 y por lo tanto en un parón económico irrecuperable.

La generación durante este mes fue de 17.108 GWh, lo que supone un aumento de 458 GWh con respecto al mes anterior, evidenciando así, la recuperación progresiva de la actividad económica de España, según las medidas adoptadas por el gobierno para la desescalada, cabría esperar que a raíz de este mes, a medida que pasan los posteriores, el valor de la producción debería de recuperar su valor previo al confinamiento, un valor muy parecido al de los meses de diciembre y enero, en los cuales se sitúan en torno a 21.000 GWh.

Respecto a las fuentes de producción de energía eléctrica, cabe destacar que durante el mes de mayo se generó a través de energía eólica un 22,7% total del mix, lo que supone un ligero aumento respecto al mes anterior y una tendencia anual que siempre supera el 20%. Las energías renovables han supuesto un 54,4% del total de la producción, suponiendo el segundo mes en todo el año en el que las energías no renovables no sobrepasan a las renovables en lo que a cantidad de producción se refiere. Caben destacar la energía hidráulica y la eólica, que han generado 2.858 GWh y 3890 GWh, respectivamente. Por otra parte, la producción solar fotovoltaica se sitúa en 1587 GWh, aumentando respecto al mes anterior en un 42,97%. En cuanto a las no renovables, la nuclear, la cogeneración y el ciclo combinado han supuesto la mayor parte de la producción, con un 3.079 GWh, 2.080 GWh y 2.018 GWh, respectivamente. La poca aportación del carbón al mix, de tan solo un 1,4%, ha determinado que las emisiones se reduzcan y que la energía total generada sin emisiones sea del 73,8%, que a pesar de que sea un valor ligeramente más bajo que los dos meses anteriores, sigue siendo un valor muy por encima del que se encuentra durante el segundo periodo de 2019, en el que la generación sin emisiones suponía de media un 60% del total de la producción.

En la figura 2.5 se puede observar un análisis porcentual de las fuentes de generación y su aportación al mix durante este mes. Gracias a ella se puede percibir la importancia de ciertas fuentes frente a otras, no solo en general, sino en comparación con su pertenencia al grupo de renovables o no renovables.

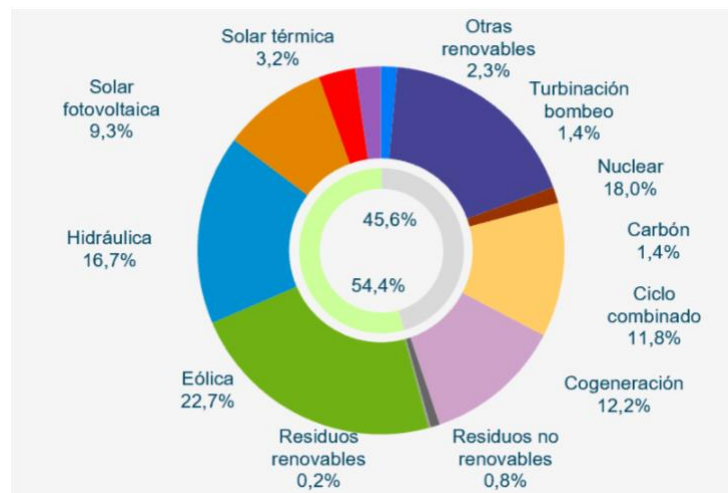


Figura 2.5: porcentajes de fuentes de generación.

Fuente: REE.

Con respecto al mes de Junio, sería interesante analizar la generación al igual que los meses anteriores, ya que se habría avanzado nuevamente en fases de la desescalada, situándose muchas provincias en fase 3 y otras tantas en la “nueva normalidad”, con un nuevo avance en la recuperación de la actividad económica, pero al no poder acceder al boletín oficial de junio de REE, ya que se publica a finales del mes posterior (finales de Julio), coincide con la presentación del TFG al director, teniendo muy poco margen para analizar los aspectos importantes del boletín y plasmarlos. Posteriormente se estudiará el comportamiento en los meses venideros teniendo en cuenta la información actual, estimando la dirección en la que apunta el sector respecto a generación.

3.2 DEMANDA.

1. MES DE ENERO.

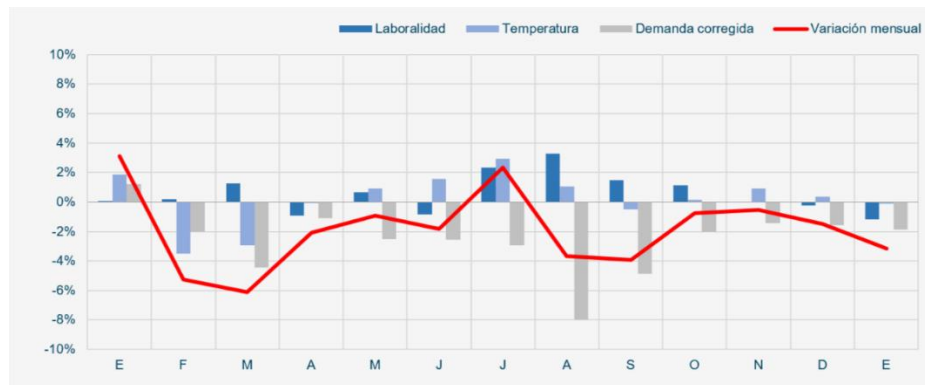
En cuanto a la demanda peninsular, cabe destacar tres factores importantes de los que depende la demanda: laboralidad, temperatura y demanda corregida. Durante el mes de enero, la demanda ha disminuido en un 3,2% respecto a enero 2019, debido a estos factores. Las temperaturas han sido un 0,9% más cálidas que el año anterior, suponiendo un 0,1% de la caída de la demanda. La laboralidad ha disminuido respecto al mes anterior, representando el 1,2% de la caída total y, por otro lado, la demanda corregida ha supuesto un 1,9% de la variación de la demanda respecto al año anterior.

Cabe destacar que aún en enero no se habían tomado medidas porque todavía no había llegado el virus, por lo que la caída de la demanda no se puede relacionar con ningún factor significativo en cuanto a medidas de previsión.

En cuanto al precio de la energía eléctrica durante este mes, ha sido de 41,1 euros por MWh, alcanzándose los precios medios diarios más altos durante los días 23 y 24. Este precio supone una caída del 33,7% respecto al año anterior. Respecto a los componentes de la variación del precio de la demanda, el más importante es el mercado diario e intradiario, que supone un 89,4%. Este mercado tiene como función el llevar a cabo las transacciones de energía eléctrica mediante la presentación de ofertas y la posterior adquisición de energía eléctrica por parte de los agentes del mercado para el día siguiente. Para fijar estos precios en toda Europa, se lleva a cabo la sesión del mercado diario todos los días a las 12, fijando los precios para el día siguiente a la sesión. El precio se decide mediante el cruce de la oferta y de la demanda, siguiendo el modelo acordado por todos los mercados europeos. El mercado español fue acoplado con el europeo en el año 2014. Por otro lado, los pagos por capacidad representan el 6,8% de la variación total del precio

de la demanda, mientras que el servicio de interrumpibilidad y los servicios de ajuste representaron un 0,1% y un 3,8%, respectivamente.

Gracias a la figura 2.6 podemos apreciar como varía la demanda por los factores comentados previamente. Cabe destacar que estas variaciones dependen fuertemente de la laboralidad, las temperaturas y la demanda corregida puesto que un incremento o disminución pequeño en uno de ellos supone un cambio significativo porcentual en la variación de la demanda.



9 Figura 2.6: variación de la demanda.

Fuente: REE.

2. MES DE FEBRERO.

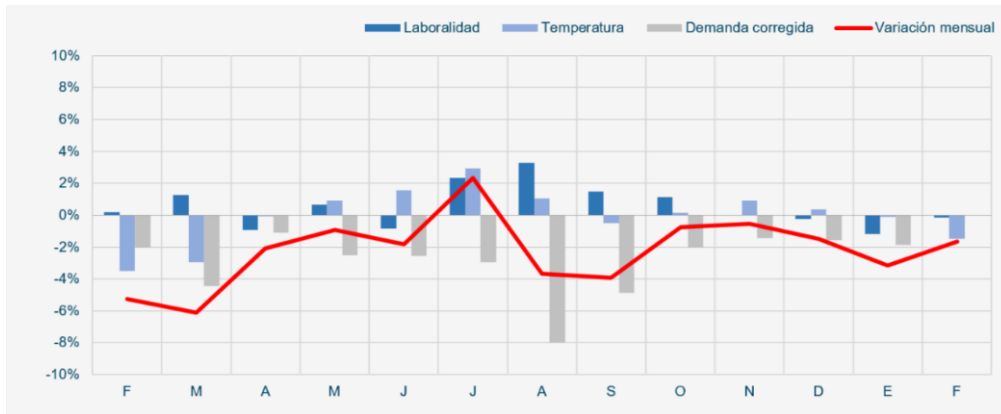
Durante este mes tampoco se había decretado un estado de alarma ni se habían tomado medidas lo suficientemente estrictas como para verse afectada la demanda.

Respecto a esta, ha caído un 1,7% respecto al año anterior, situándose en 19.820 GWh. Además, las temperaturas han sido 1,7 grados más cálidas que el año anterior. La laboralidad, al contrario que el mes anterior, ha aportado la menor parte de la disminución de la demanda, un 0,2% del 1,7% total. Sin embargo, las temperaturas no han sido

propicias para un incremento de la demanda y como se ha comentado previamente, han sido más cálidas que el año anterior. Estas representan un 1,5% del 1,7% de disminución de la demanda. Por otro lado, la demanda corregida no ha supuesto ninguna variación de la demanda. Además, se ha alcanzado un máximo de potencia instantánea de 35.524 MW el 12 de febrero, menor que los 40.423 MW que se alcanzaron el mes anterior.

En cuanto al precio del MWh, también se puede apreciar una caída del 12,7% desde enero y un 33,6% más barato que hace un año (54,01 €/MWh, en febrero de 2019). Además, este precio se sitúa un 22,3% por debajo de la media de los últimos cinco años de su mes. El precio de la electricidad en el mercado mayorista se sitúa en el 35,87 €/MWh. Gran parte de esta variación se debe al componente de mercados diarios e intradiarios, en total, un 88%, siguiendo en la misma línea que el mes anterior. Los servicios de ajuste e interrumpibilidad se sitúan en un 4,5% y 0,1%, respectivamente, mientras que el componente de pagos por capacidad se sitúa en un 7,4%. Los servicios de ajuste han sido un 63,2% mayores al año anterior, estos sirven principalmente para resolver las restricciones técnicas del sistema, mediante la limitación y modificación de los programas de producción de las unidades de generación y consumo de bombeo. Aportan soluciones que sean lo más eficiente posible al menor costo para el sistema y la finalidad última es el reequilibrio de generación y demanda para compensar las modificaciones incorporadas para resolver las restricciones técnicas identificadas. El coste de estos servicios de ajuste ha sido de 36 M€, un 60,5% mayores al año anterior.

Gracias a la figura 2.7 se puede observar la recuperación de la variación mensual frente a la caída de la laboralidad y más aún de las temperaturas, frente al mes de enero y respecto a febrero del año 2019. A diferencia de los meses previos, la demanda corregida durante este mes no supone ningún peso en la variación mensual de la demanda, que como se puede observar, es menor que en enero, creando una tendencia alcista.



10 Figura 2.7: variación de la demanda en febrero.

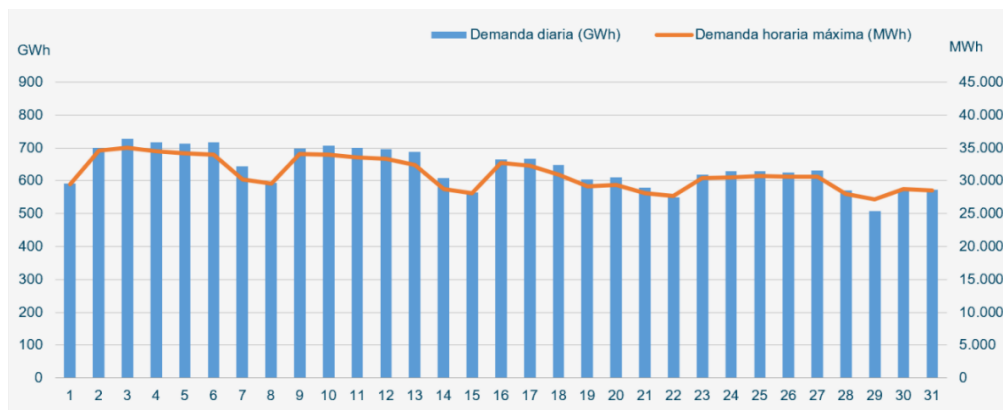
Fuente: REE.

3. MES DE MARZO.

Durante todo el mes, España se encontraba en una crisis sanitaria cuyo remedio fue un confinamiento que estaría vigente a partir del día 14. A partir de este se pudo observar un parón en la actividad económica e industrial, lo que supondría una caída de la demanda debido al cierre de oficinas, industrias y comercios.

La demanda total se situó en 19.746 GWh, una cifra muy baja comparada con los meses previos y un 4,7% inferior a la alcanzada en marzo de 2019. Respecto a la laboralidad, aportó un 0,4% de aumento de demanda, y las temperaturas, que fueron más cálidas de lo habitual, supusieron un aumento del 1,3% del total de la demanda. Por otro lado, la demanda corregida supuso una caída del 6,4%, que sumada a los otros dos componentes de la variación de la demanda resulta en el 4,7% de la caída. Cabe destacar que la demanda corregida fue un 2,8% menor que en marzo del año anterior. El máximo de potencia instantánea fue de 35.355 MW el 3 de marzo, una potencia instantánea menor que la que cabría esperar si se compara con los meses previos al confinamiento.

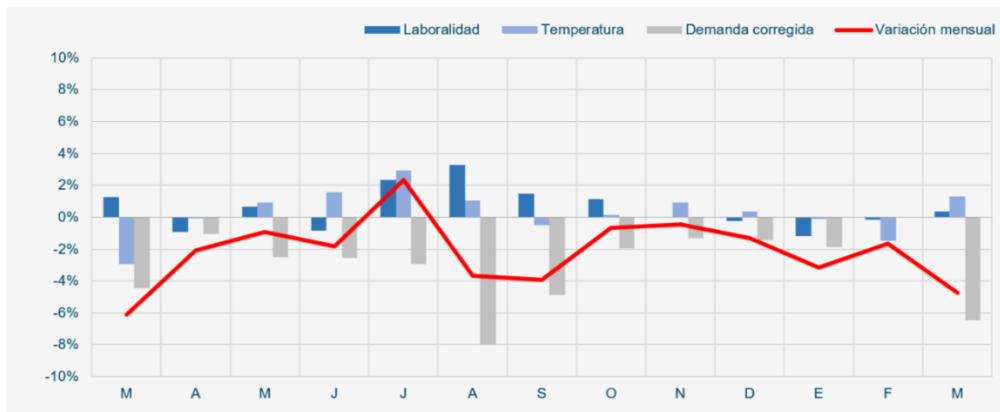
Gracias a la figura 2.8 se puede observar como la entrada en vigor de un estado de alarma a partir de mediados de mes supuso una caída inmediata de la demanda en el país. Esta caída se debió precisamente al confinamiento y como se observará más tarde, continuará siendo así durante los meses venideros. En la gráfica se observa como durante la primera quincena de mes, la demanda diaria se sitúa en torno a los 650 GWh, y al final de mes, la media se situaría en 550 GWh, propiciándose así una caída de 100GWh al día, aproximadamente. En cuanto a la demanda horaria máxima, se aprecia como se produce también una caída (aunque menos significativa) que alcanzaría su punto más bajo el 29 de marzo, situándose alrededor de los 27.000 MWh.



11 Figura 2.8 demanda diaria en el mes de marzo.

Fuente: REE.

En cuanto a la figura 2.9, se puede analizar el efecto de los componentes de la variación de la demanda que se ha explicado previamente, además se puede comprobar que la variación mensual, alcanza uno de los puntos más bajos del último año, por detrás de marzo del año anterior, en el que las temperaturas jugaron un papel determinante en la caída de la demanda. La demanda corregida también fue uno de los valores porcentuales más bajos por detrás de agosto, siendo el componente de la variación de la demanda más importante durante este mes.



12 Figura 2.9: variación de la demanda en marzo.

Fuente: REE.

En cuanto al precio de la demanda final peninsular, fue de 33,28 €/MWh, lo que supondría una caída del 19,7% respecto al mes anterior y un 38,6% respecto al año anterior. En total, el precio medio diario de electricidad fue de 27,74 €/MWh, un 43,2% inferior al año anterior.

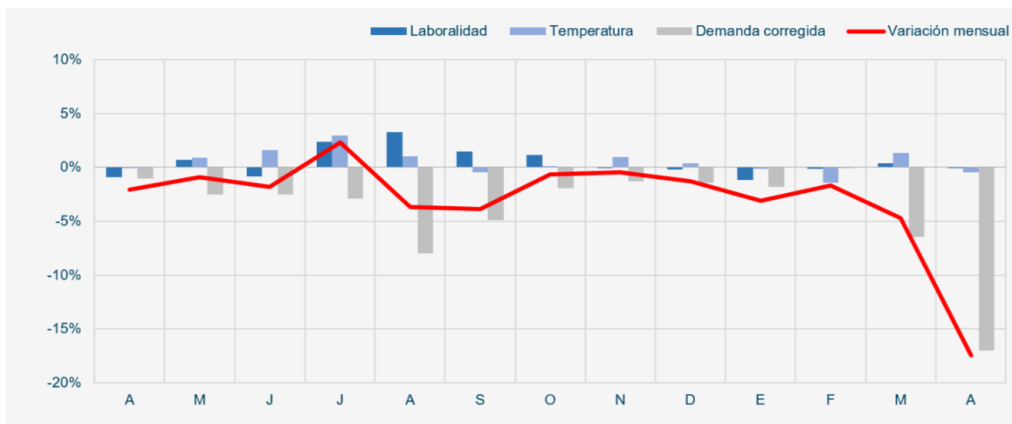
En cuanto a los componentes del precio final medio de la energía, cabe destacar que los mercados diario e intradiario han supuesto un 84,9% del precio, seguido de los servicios de ajuste y de los pagos por capacidad, que han sido del 7,7% y del 7,2%, respectivamente. Además, el servicio de interrumpibilidad ha supuesto un 0,1% del total, siendo el componente menos representativo de los cuatro. Los servicios de ajuste fueron durante este mes un 48% mayores respecto al mismo mes del año anterior.

4. MES DE ABRIL.

Siguiendo en la línea del mes anterior, abril fue un mes de confinamiento total de todo el país, en el que únicamente trabajaban los servicios esenciales, mientras que las industrias y los comercios permanecían cerrados, provocando una disminución de la actividad económica durante este mes, que conllevaría en una disminución de la demanda.

Esta se sitúa en 16.103 GWh, 3.643 GWh menor que el mes anterior, un 17,5% menor que la energía demandada en abril de 2019. Esta energía, sumada con las anteriores de los meses previos, sería de 78.237 GWh acumulados en lo que va de año, un 6,5% menor que los primeros cuatro meses del año anterior. La laboralidad durante este mes no ha influenciado la variación de la demanda, mientras que las temperaturas han influido ligeramente, en un 0,5% del total. La demanda corregida, sin embargo, ha supuesto una caída del 17%, teniendo un papel determinante en la variación de la demanda. El máximo de potencia instantánea fue de 29.026 MW el día 1 de abril. Este valor es bastante inferior al que se puede encontrar durante los meses previos y representa la poca actividad diaria del país durante el mes.

En la figura 2.10, se analiza la variación de la demanda respecto a los meses anteriores. Como se ha comentado previamente, la recesión es mayor que en marzo debido a la duración del confinamiento (doblemente más largo que en marzo). Además, la demanda corregida fue muy superior a la alcanzada en todo el año, suponiendo una cantidad muy grande de energía eléctrica durante este periodo si hubiésemos aplicado las mismas condiciones de laboralidad y temperaturas que el mismo periodo del año anterior. A pesar de que la variación sea realmente baja, se verá que en los meses venideros se recuperará la actividad económica y con ella aumentará la demanda, siendo esta variación positiva.



13 Figura 2.10: variación de la demanda en abril.

Fuente: REE.

Respecto a los mercados eléctricos, el precio final de la demanda peninsular se situó en 25,33 €/MWh, siendo un 23,9% menor que el mes anterior y un 55,3% menor que el mes del año anterior. El precio medio diario de electricidad durante este mes fue de 17,65€/MWh, el precio más bajo en la historia de España en un mes de abril y situándose en el top 3 de precios más bajos desde 1998.

Por otro lado, los componentes del precio final de la energía comentado previamente (25,33€/MWh) han seguido la línea de los meses previos, los mercados diarios e intradiarios han supuesto un 70,3% del precio total de la energía, seguido de los servicios de ajuste y pagos por capacidad que han sido un 20% y un 9,6%, respectivamente. Por último se encuentra el servicio de interrumpibilidad, que es de 0,2% del total y por tanto el menos relevante de los cuatro componentes principales.

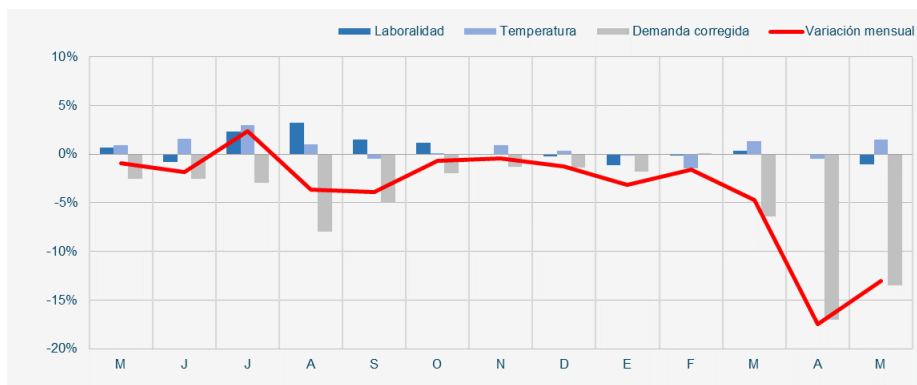
5. MES DE MAYO.

A lo largo del mes de mayo se ha ido avanzando en fases de la desescalada en ciertas comunidades autónomas. Gracias a ello se ha ido recuperando la actividad económica tras el parón, aunque todavía lejos de llegar a niveles de actividad previos al confinamiento. Durante este periodo, comercios e industrias han reabierto sus puertas, aunque con ciertas restricciones que no les dejarían operar al 100% de su rendimiento habitual. La demanda seguirá siendo más baja de lo habitual pero más alta que los meses previos en los cuales el confinamiento era más estricto y por tanto la repercusión de este era mayor.

La demanda total fue de 17.297 GWh, significativamente mayor a la demanda del mes de abril, un 13,1% menor a mayo del año anterior. Cabe destacar que tanto la tasa de laboralidad como las temperaturas han tenido una repercusión no muy notable en la variación de la demanda, representando el -1,1% y el 1,5% del total, respectivamente. En este caso, la demanda corregida ha supuesto un factor clave para entender el comportamiento de la variación negativa de la demanda, siendo del 13,5%, que, sumado al resto de componentes, nos aportan el 13,1% de la caída en total. La potencia instantánea máxima se encuentra en 31.024 MW el día 27, un valor comprensible en una fecha en la

que gran parte de la península se encontraba ya en la primera fase de la desescalada, suponiendo un aumento de la potencia instantánea máxima durante esta segunda parte del mes.

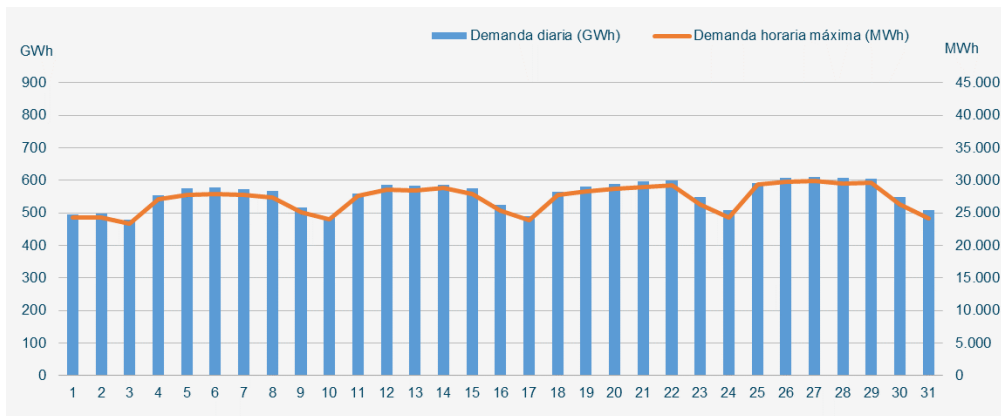
En cuanto a la figura 2.11 y como se ha comentado previamente, la demanda corregida alcanza un valor inusualmente alto comparado con los meses previos, pero a pesar de ello se observa una recuperación en la variación mensual de la demanda.



14 Figura 2.11: variación de la demanda en mayo.

Fuente: REE.

Por otro lado, es interesante observar la demanda diaria a lo largo del mes, ya que, gracias a ello se puede observar como a medida que las comunidades autónomas van avanzando de fase, la demanda horaria máxima aumenta conforme a ello. Se puede ver como a principios de mes la demanda diaria no superaba los 500 GWh y a finales de este se alcanzan los 600 GWh diarios durante toda la última semana. Cabe esperar conforme se avance de fase y provincias como Madrid avancen en la desescalada, que la demanda diaria vuelva a alcanzar unos niveles normales con respecto a enero y febrero.



15 Figura 2.12: demanda diaria en mayo.

Fuente: REE.

En cuanto al mercado eléctrico, cabe destacar que el precio ha aumentado ya que la demanda también lo ha hecho. El precio peninsular se sitúa en 27,33€/MWh, lo que supone un aumento del 7,9% respecto al mes anterior pero una caída del 49,2% respecto de mayo en 2019. El precio medio de electricidad del mercado diario fue de 21,25€/MWh. En cuanto a los componentes del precio final medio de la energía, los mercados diarios e intradiarios han supuesto un 79,3% de la determinación de este, mientras que los servicios de ajuste y los pagos por capacidad un 12,3% y 8,2%, respectivamente. Por otro lado, el servicio de interrumpibilidad no ha sido un componente nada determinante y tan solo supone un 0,1% del precio final.

Con respecto al mes de junio, nos encontramos en la misma situación que en el apartado de generación. Los boletines de Red Eléctrica Española se publican a finales del mes siguiente al mes del boletín, en otras palabras, para acceder al boletín del mes de junio se tendría que esperar hasta finales del mes de julio para poder analizarlo. Por ello no se incluye en este proyecto a pesar de tener una relevancia significativa en el desarrollo de este. Sin embargo, se intentará en los apartados posteriores, llevar a cabo una predicción de los meses futuros, teniendo en cuenta la situación del covid y en cómo afectará al día a día de los españoles.

4. ESTIMACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SECTOR ELÉCTRICO DURANTE LOS MESES POSTERIORES AL CONFINAMIENTO.

Durante este apartado se estudiará y analizará la repercusión del confinamiento en los meses posteriores a la desescalada. Se verá cómo se recupera la actividad económica y con esta, la generación y demanda vuelven a valores normales para la segunda mitad del año. Para realizar este estudio, se hará uso de herramientas como Excel o Matlab, en cuanto a regresiones y manipulación de datos a larga escala. Además, se propondrán soluciones y medidas con carácter técnico que puedan suponer un impacto positivo y eficiente en la recuperación. Por otro lado, se darán ciertas situaciones y para cada una de ellas se estudiará la manera óptima de afrontarla para alcanzar unos niveles de generación y demanda usuales en España.

4.1 CRISIS PREVIAS EN EL SECTOR ENERGÉTICO EN ESPAÑA Y SOLUCIONES QUE SE DIERON.

1. PRIMERA CRISIS DEL PETRÓLEO.

En el año 1973, se produjo una fuerte subida del precio del petróleo, derivando en una fuerte crisis económica tanto en España como en gran parte de Europa, un acontecimiento que cambiaría el rumbo de la economía mundial. La crisis energética comenzó con la guerra bélico-árabe, en la cual EEUU y sus aliados occidentales mostraron su apoyo a Israel y como consecuencia, los países árabes de Oriente Próximo castigaron a sus economías subiendo el precio del petróleo. Además, los síntomas de esta subida se juntaron con la crisis monetaria internacional como consecuencia de la caída del precio

del dólar y una inflación de la economía europea, ambas provocadas por el modelo económico aplicado desde el 1945, basado en la economía del desarrollo propuesta por los keynesianos, un modelo innovador para la época.

En España, el impacto fue mucho mayor que en el resto de los países debido a los grandes defectos de estructura de la economía española, provocada por el Plan de Estabilización, establecido en los años sesenta. Este plan fomentó la inversión extranjera y la competencia, lo que hizo que se disparara el PIB, pero provocó desequilibrios en la economía. Además, la brecha social y política como consecuencia de la debilidad de los gobiernos por la dictadura, provocó que las medidas implantadas para superar la crisis no estuviesen a la altura y no pudiesen salvar al país de esta, varios ministros tuvieron una difícil posición y miedo a tomar medidas efectivas por culpa de la presión del régimen y la reacción social.

El punto álgido de la crisis se dio en 1977, en el cual, mientras los demás países europeos salían de la crisis por medidas adoptadas en 1973, España se hundía a medida que pasaban los años. La mayor parte del consumo de la industria energética procedía de crudo de Arabia y la subida del precio (hasta un 400% en 1974) del petróleo hundió esta industria y derivó en un déficit comercial.

Alguna de las medidas que se llevaron a cabo para paliar la subida del precio fue la Política Compensatoria (1976) en la que el Estado pagaría una parte de los impuestos en el precio del combustible para que no alcanzara un valor extremadamente alto. Lo que se pretendía con esta política fue frenar la inflación (que crecía a un ritmo alto que llegó a ser de hasta cuatro puntos porcentuales anualmente) y que no afectara tanto a las empresas como a los consumidores.

Sin embargo, los países europeos tomaron unas medidas muy distintas que supondrían una recuperación mucho más eficiente de la crisis, implantando nuevas políticas económicas de ajuste que paliarían los graves efectos del aumento del precio del petróleo. España no pudo adoptar las mismas medidas debido al endeudamiento del país, además de que a medida que pasaban los años el déficit comercial aumentaba considerablemente. Entre 1973 y 1976, el PIB español creció un 16%, mientras que en los principales países de Europa Occidental el crecimiento fue tan solo del 5,5%. A pesar de que el precio de la

gasolina aumentara en un 25%, gracias al endeudamiento, se consiguió que los productos derivados del petróleo bajaran de precio.

Además, a partir de 1975 llegó uno de los peores momentos de la crisis del petróleo en España, en el cual, tras la muerte del dictador y gracias a la presión ejercida por los trabajadores, se produjo una subida generalizada de sueldos, que supondría grandes desigualdades y desajustes en los demás sectores de la economía española. Por otro lado, y como efectos secundarios, la subida de sueldos provocó cierre de negocios por falta de rentabilidad, así como despidos masivos y cancelación de proyectos de inversión en España, todo esto además de la inflación que supondría esta medida.

Durante los años venideros, el crecimiento de la economía fue nulo y la inflación continuaba creciendo, produciéndose así una estanflación (estancamiento económico a la vez que aumenta el desempleo y los precios), esto supondría la desaparición de muchas empresas en el país, aumento de desempleo, parón en el crecimiento de la construcción y pérdida de productividad de la agricultura.

Envueltos en este desastre económico, el gobierno optó por proponer unos pactos de la Moncloa, que consistiría en una negociación entre el ejecutivo y las demás fuerzas políticas, firmados en 1977. En cuanto a las medidas propuestas en los pactos de la Moncloa, se podrían resumir en dos: la primera se basaría en una contención salarial a corto plazo que reduciría el déficit público y la propuesta de un sistema de cambios flotantes para la peseta, provocando una devaluación. La segunda medida consistiría en la implantación de reformas innovadoras para el contexto político de la época: aprobación de un nuevo marco legal para relaciones laborales, liberalización del sistema financiero y modernización del sistema fiscal.

Estas medidas empezarían a dar sus frutos en torno al 1978, en el cual la política monetaria permitió reducir la inflación en un 10%, situándose así en el 15%, además, la devaluación hizo que la balanza por cuenta corriente cambiase de negativa a positiva.

Cuando el ajuste estaba cerca de completarse y se notaba cierta recuperación económica, se produjo la segunda crisis del petróleo, una mala noticia tanto para la economía española como para la economía mundial. Esta crisis se produjo por el derrocamiento del sah y la toma de poder de un régimen de base religiosa iraní (uno de los países que más crudo

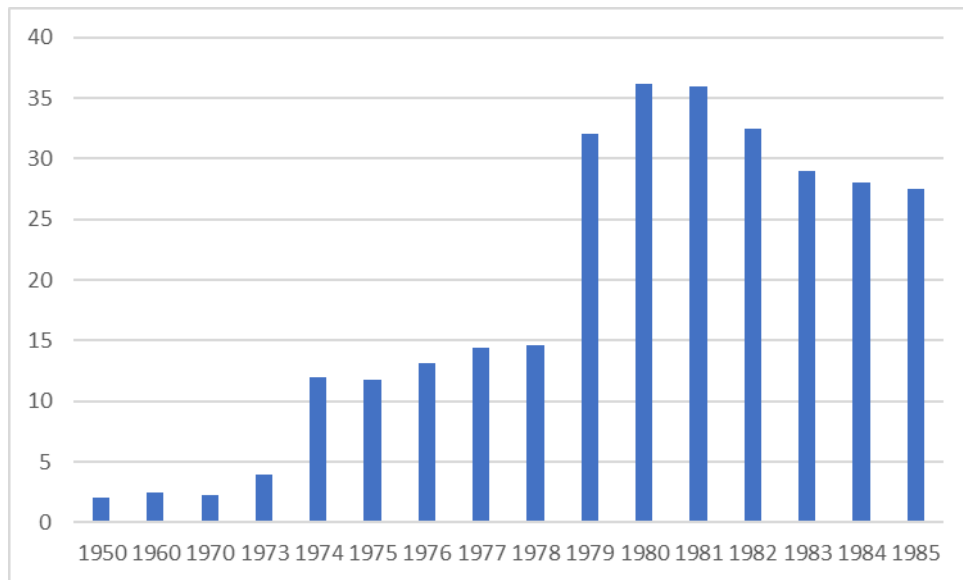
producen). Esto supuso el inicio de una guerra entre ese país e Irak (otro país principal productor de crudo). El precio del barril pasó de 12,7 dólares a principios de 1979, a 37 dólares a finales de 1980.

Esta subida de precios del petróleo produjo que la inflación (que se situaba en torno al 15% tras haberse visto reducida) se mantuviese en los mismos niveles que se vieron tras el ajuste. El déficit público pasaba del 1,7% al 6% del PIB y la balanza por cuenta corriente (que tornó positiva hace unos años) volviese a ser de nuevo negativa por 5.000 millones de dólares anuales. La economía española se volvió a estancar hasta 1982, y en los años siguientes se consiguió un aumento del PIB del 3%.

En los años venideros, la inflación descendería hasta el 7%, decreciendo así con respecto al 15% de los años anteriores, pero aun así un precio alto en comparación con los países vecinos. Respecto al desempleo, esta segunda crisis provocó un gran ajuste industrial que supuso despidos masivos, llegando al 22% de la población activa desempleada (tres millones de españoles).

En conclusión, la crisis del petróleo de 1973 hasta el 1985 tuvo un impacto en España mucho mayor que en países próximos y se vio marcada por la debilidad de los gobiernos por la delicada situación política y una economía caracterizada por sus graves defectos estructurales. Esto supuso que las decisiones tomadas fuesen con retraso y las medidas poco efectivas, provocando mayores consecuencias en cuanto a costes y desempleo. La crisis se superó a mediados de la década de 1980, llevando a cabo una reestructuración empresarial y en el sector industrial.

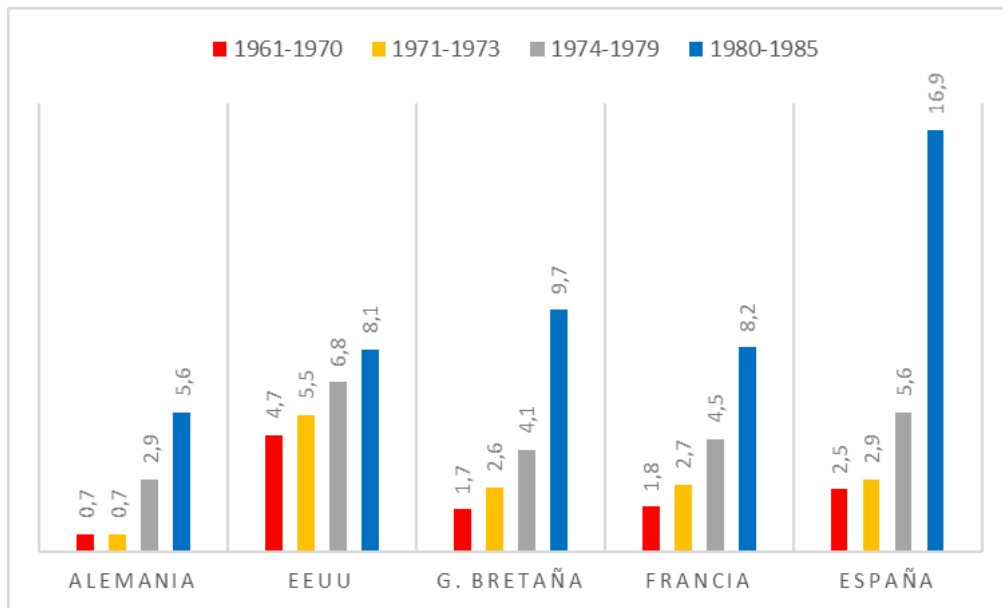
Gracias a la figura 3.1, se puede observar como el precio del barril alcanza un punto máximo en el año 1980, punto álgido en la crisis en España. Además cabe destacar que las medidas ineficientes por parte del gobierno no pudieron hacer que los precios disminuyesen notablemente y que la recuperación solo supusiera una disminución del 25% del precio desde 1980 hasta 1985.



16 *Figura 3.1: precio barril de petróleo en dólares.*

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2013.

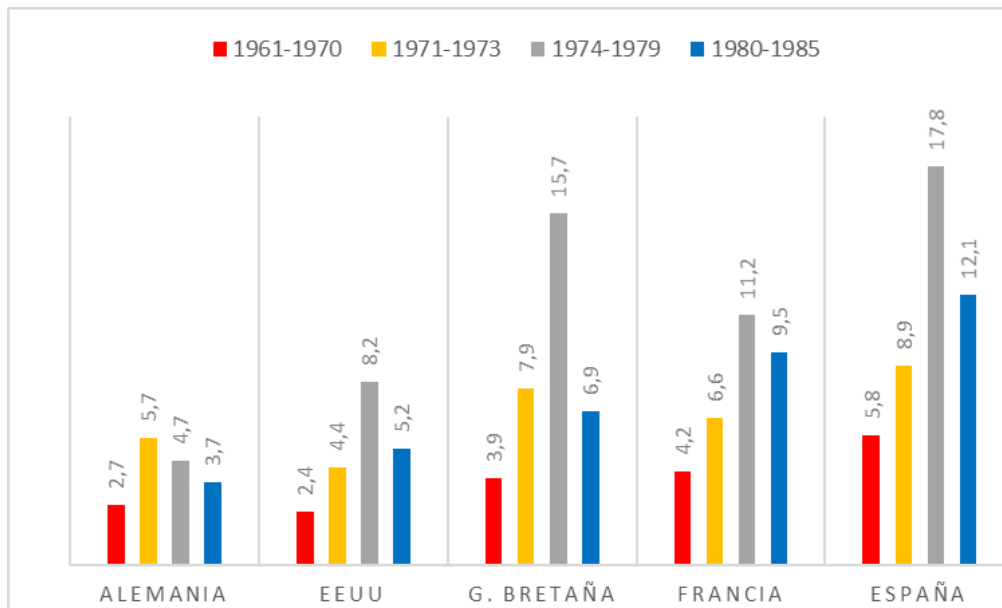
En cuanto a la tasa de desempleo y la caída del PIB, España no se quedaría atrás, siendo puntera en los países de occidente. En la figura 3.2 se compara las tasas de desempleo de las principales potencias mundiales vecinas con España, cuyas políticas para la recuperación tras una crisis energética fueron óptimas y ayudaron al país a amortiguar los efectos de esta. Se puede observar que el crecimiento del desempleo era inevitable en cualquier país, pues las consecuencias económicas de la subida de precios del petróleo era un golpe duro para cualquier economía de mercado. La tasa de desempleo de España a mediados de los ochenta era el doble que en Francia y EEUU y el triple que Alemania, a pesar de que durante años anteriores las tasas de desempleo de Francia, España y Gran Bretaña eran muy parecidas, en Alemania más bajas y en EEUU casi el doble que las anteriores.



17 Figura 3.2: tasas de desempleo durante periodos de crisis.

Fuente: EUROPEAN COMMISSION.

Además, la inflación jugó un papel muy importante durante la crisis, pues en cierta medida apunta hacia el desequilibrio entre la producción y la demanda, señala una pérdida de valor del dinero propio y está caracterizada por una subida de precios en productos y servicios. A mayor inflación, menor valor del dinero en el propio país, por lo tanto, menor poder adquisitivo respecto a otros países que mantienen sus precios de venta, suponiendo un esfuerzo para el país que compra. En la figura 3.3 se mide la tasa media anual de variación de la inflación, en la cual España vuelve a ser puntera, reflejando así que la crisis económica tuvo un impacto mucho mayor en España que en el resto de los países. Durante los últimos años de la crisis, la tasa de variación de la inflación fue el en España, cuatro veces mayor que en Alemania, porcentualmente. Y el doble que en EEUU y Gran Bretaña.



18 Figura 3.3: tasa de variación de la inflación (%).

Fuente: EUROPEAN COMMISSION.

Finalmente, la crisis petrolera generó desequilibrios externos. Los países productores de petróleo se encontraron inmersos en un fuerte superávit, los países importadores de petróleo tuvieron un deterioro notable de sus RRI (relación entre los precios de exportación y de importación), así como déficits de balanza comercial. Gracias a esto hubo una transferencia de renta entre los países consumidores a los países productores.

4.2 CRISIS ACTUAL Y MEDIDAS YA IMPLANTADAS PARA COMBATIR LOS EFECTOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO.

La crisis del coronavirus supuso incertidumbre en todos los sectores de importancia en España, principalmente el sector turístico, sector sanitario, sector económico y sector social. Estos dos últimos están ampliamente ligados al sector energético y lo que este representa en España, un sector que aporta considerablemente tanto a la sociedad (da empleo a millones de españoles) como a la economía (en términos de PIB).

Por ello, el gobierno de España tomó medidas de carácter inmediato para tratar de amortiguar los daños que podría sufrir el sector eléctrico durante los meses de marzo, abril y mayo, en los que se produjo una caída considerable de la demanda energética a lo largo de todo el territorio español. Las primeras medidas fueron publicadas durante el mes de marzo, en la publicación del Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (“RD 463/2020”). Y posteriormente con la publicación del Real Decreto-ley 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19 (“RDL 8/2020”).

En cuanto a las medidas adoptadas por el gobierno, en primer lugar, se estudia la posible adopción de medidas excepcionales en garantía del suministro. Este apartado se detalla en el RDL 463/2020, en el cual se enumera abiertamente una lista de medidas que pueden ser adoptadas en materia de generación:

- Limitaciones o modificaciones temporales del mercado de electricidad o del despacho de generación existente en los sistemas eléctricos aislados.
- Operación directa de las instalaciones de generación, transporte y distribución.
- Establecimiento de obligaciones especiales en materia de existencias de seguridad de fuentes primarias para la producción de energía eléctrica.

- Limitación, modificación temporal o suspensión de los derechos de los productores de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, cogeneración y residuos.
- Modificación de las condiciones generales de regularidad en el suministro con carácter general o referido a determinadas categorías de consumidores.
- Limitación, modificación temporal o suspensión de los derechos y garantías de acceso a las redes por terceros.
- Limitación o asignación de abastecimientos de energías primarias a los productores de electricidad.
- Cualesquiera otras medidas que puedan ser recomendadas por los Organismos internacionales de los que España sea miembro o que se determinen en aplicación de aquellos convenios en que se participe.

Finalmente, el artículo 7 detalla que, en caso de adoptarse algunas de las tales medidas, el Gobierno (mientras dure el estado de alarma, el correspondiente ministro que actúe como autoridad competente delegada) “determinará el régimen retributivo aplicable a aquellas actividades que se vieran afectadas por las medidas adoptadas garantizando, en todo caso, un reparto equilibrado de los costes”.

En segundo lugar, se detallan medidas de carácter social, pero que están ampliamente ligadas al sector energético, en estas medidas se prohíbe la suspensión del suministro de electricidad a los consumidores vulnerables, vulnerables severos o en riesgo de exclusión social entre el 18 de marzo y el 17 de abril de 2020. Esta medida se encuentra en el artículo 4.1 del RDL 8/2020, “durante el mes siguiente a la entrada en vigor de este real decreto-ley”, los suministradores de energía eléctrica no podrán suspender el suministro a aquellos consumidores “en los que concurra la condición de consumidor vulnerable, vulnerable severo o en riesgo de exclusión social definidas en los artículos 3 y 4 del Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre, por el que se regula la figura del consumidor vulnerable, el bono social y otras medidas de protección para los consumidores domésticos”.

Por último, y una de las medidas más importantes que se pueden encontrar en estos RDL, es sometimiento a autorización de ciertas inversiones extranjeras directas en el sector energético español. Esta medida suspende y excepciona el régimen de liberalización de inversiones extranjeras en relación con las inversiones extranjeras directas que se realicen en determinados sectores estratégicos, entre los que se cuenta el sector energético, sometiéndolas a autorización previa. En el RDL 8/2020 se afirma que la medida responde a la amenaza que el impacto de la crisis global desencadenada por el COVID-19 sobre los mercados bursátiles mundiales supone para las empresas españolas cotizadas, pero también para las no cotizadas, la modificación del régimen de estas inversiones se acuerda con carácter indefinido. Las operaciones de inversión llevadas a cabo sin la preceptiva autorización previa carecerán de validez y efectos jurídicos, en tanto no se produzca su legalización. Adicionalmente, el incumplimiento de estas restricciones sería calificado como infracción muy grave que llevará aparejada la eventual imposición de sanción de multa y amonestación pública o privada.

En cambio, no ha sido sino hasta la fecha de 2 de abril de 2020, ya avanzado el estado de alarma cuando se adoptaron un conjunto de medidas dirigidas a garantizar transitoriamente la continuidad del suministro energético domiciliario y medidas orientadas a aliviar la carga financiera que van a tener que atravesar los autónomos y las pymes en sus negocios durante este tiempo a consecuencia del cierre temporal de actividades, estas se ven reflejadas en El Real Decreto-ley 11/2020, de 31 de marzo.

La primera medida a destacar es el derecho a percepción del bono social por parte de trabajadores autónomos que hayan cesado su actividad o hayan visto reducida su facturación como consecuencia del COVID-19. Esta medida, a diferencia del RDL 8/2020, extiende a los trabajadores autónomos en su artículo 28, no solo a los consumidores vulnerables. Además, en ningún caso la consideración de consumidor vulnerable durante el estado de alarma se extenderá más de 6 meses desde su devengo, sin perjuicio de la posibilidad de acogerse a dicha condición en cualquier momento anterior o posterior a esa fecha al amparo del resto de supuestos previstos en el Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre.

La segunda de las medidas a destacar de este real decreto ley, está basada en la garantía de suministro de energía eléctrica, productos derivados del petróleo, gas natural y agua para las personas físicas. La medida conlleva que durante el estado de alarma y sus prórrogas no se podrá proceder a la suspensión del suministro eléctrico, del derivado de los productos del petróleo, de gas natural y de agua cuando, de ello, se estén beneficiando las personas físicas en su vivienda habitual. En concreto, se cita textualmente del RDL 11/2020 del 31 de marzo: “Excepcionalmente, mientras esté en vigor el estado de alarma, no podrá suspenderse el suministro de energía eléctrica, productos derivados del petróleo, incluidos los gases manufacturados y los gases licuados del petróleo, gas natural y agua a los consumidores personas físicas en su vivienda habitual, por motivos distintos a la seguridad del suministro, de las personas y de las instalaciones, aunque conste dicha posibilidad en los contratos de suministro o acceso suscritos por los consumidores de conformidad con la normativa sectorial que les resulte aplicación en cada caso.

Para acreditar ante el suministrador que el suministro se produce en la vivienda habitual, el consumidor podrá emplear cualquier medio documental que acredite de manera fehaciente dicha circunstancia.

Asimismo, el periodo durante el que esté en vigor el estado de alarma no computará a efectos de los plazos comprendidos entre el requerimiento fehaciente del pago y la suspensión del suministro por impago establecidos en la normativa vigente o en los contratos de suministro en su caso”.

4.3 CRISIS ACTUAL Y MEDIDAS QUE SE PROPONEN.

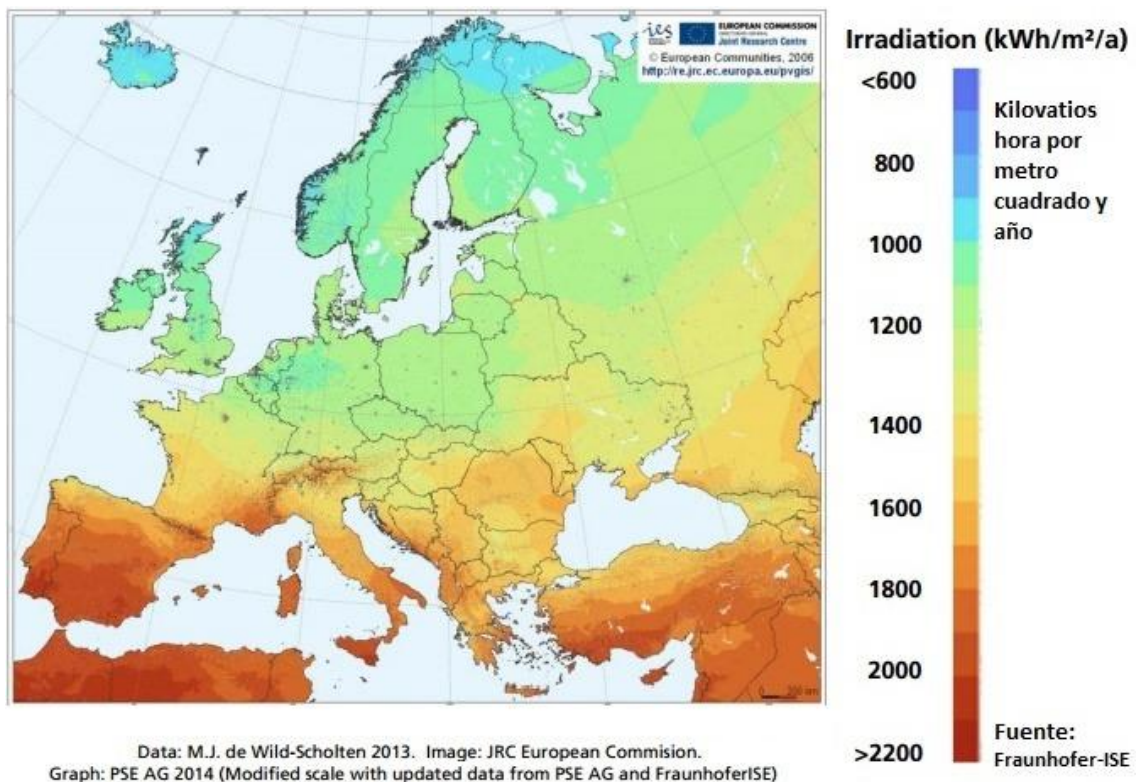
A pesar de que estemos tratando con una crisis única y no tener referencias anteriores relacionadas con pandemias y el sector eléctrico, en este apartado se propondrán medidas que tengan una repercusión positiva en el medio y largo plazo en el sector. Además, veremos que situaciones se podrían dar y las diferentes repercusiones que podrían tener para el futuro. Muchas de las medidas que se propondrán, son difícilmente predecibles en

cuanto a la repercusión que tendrán, pero realizaremos aproximaciones que permitan llegar a la conclusión más acertada.

Una de las medidas más importantes y que más influencia van a tener en el largo plazo es la transición hacia el autoconsumo. El autoconsumo es una manera de producción de energía eléctrica mediante paneles, en el cual parte (o incluso a veces en su totalidad) de la energía consumida por el propietario puede ser adquirida mediante su instalación. En caso de que el consumo sea mayor que lo producido, se adquiriría la energía de la red, como en cualquier casa actualmente. A raíz del RDL del Fomento del Autoconsumo, se pretendía dotar de mayor libertad a los consumidores, así como una mayor protección a los mismos. Este Real Decreto Ley, habilita la figura del autoconsumo colectivo (hasta entonces solo se permitía el autoconsumo individual), además su objetivo es simplificar los trámites administrativos y reducir a una única gestión a los pequeños consumidores. Lo realmente importante es que se plantea el autoconsumo y la venta de los excedentes (caso en el que el consumo es menor que la energía producida por los paneles del propietario), en este caso se podría negociar con la distribuidora, que compraría la energía que se excede a un precio fijado previamente.

La medida que se propone aquí sería el liberalizar la venta de excedentes con la posibilidad de poder inyectarlo a la red como un punto de generación, al precio del periodo en el que se encuentre en el momento de inyectarla. Esta medida favorecería a aquellos propietarios que consumen menos que su producción total, aportándoles una salida a aquella energía sobrante (puesto que el uso masivo de baterías para almacenar el excedente sería imposible debido a su escasa capacidad en comparación con el espacio que supondría). Se estima que se instalarán unos 30 GWp de aquí a 2030, así que sería un acierto por parte del gobierno el liberalizar esta parte del autoconsumo ahora que está en ebullición. Además, en caso de que existiese otra pandemia, mucha menos gente se vería afectada en caso de disponer de paneles solares en sus domicilios (o plantas, recordemos que ya son muchas las industrias, comercios y aeropuertos iniciando proyectos de megavatios en transición del autoconsumo), ya que no dependerían de llegar íntegramente a “fin de mes” teniendo que pagar las facturas de la luz, sino que gracias a una inversión previamente hecha pueden autoabastecerse ellos mismos.

Como se puede comprobar en la figura 3.4, la irradiación en España (entre 1600 y 2200 kWh/m²/a) es muy superior a la que se encuentra en Europa, dotándonos de una ventaja notable en términos de energía solar. Por eso esta medida sería muy interesante en España y sería un disparate en el resto de Europa. Que los propietarios de autoconsumo puedan dotar de una fuente de generación propia e independiente es sin duda una medida eficiente y a largo plazo muy económica para ellos, puesto que, si la irradiación es la esperada, la producción se mantendría constante a lo largo del año y el consumo podría verse cubierto por ello.



19 Figura 3.4: mapa de irradiación en Europa.

Fuente: EUROPEAN COMISSION.

Ahora mismo hay 1.102 MW de potencia de autoconsumo en España y se espera que se instalen alrededor de 500 MW anuales. En la figura 3.5 se puede observar cómo se distribuye a lo largo del país.



20 Figura 3.5: distribución autoconsumo en España.

Fuente: ENERAGEN.

Además, el autoconsumo podría verse como energía verde y así ser “ecofriendly” cumpliendo con la transición ecológica tan presente en estos últimos años.

En cuanto a los paneles solares fotovoltaicos que se utilizan en el autoconsumo, cabe destacar que las características más importantes para tener en cuenta son las condiciones de operación, las características eléctricas, las dimensiones del panel y la eficiencia de este.

En primer lugar, las condiciones de operación determinan el tipo de placa a utilizar en función del ambiente del que se rodee. Se pueden encontrar en función del ambiente dos tipos de placas: las CEM (Condiciones Estándar Media) y las TONC (Temperatura de Operación Nominal de la Célula). Las placas CEM constan de una irradiancia de 1000 W/m² y una temperatura superficial de 25°C. Por otro lado, las placas TONC constan de una irradiancia de 800 W/m² y una temperatura superficial de 45°C. Por irradiancia se entiende la intensidad radiante, la potencia por metro cuadrado que recibe la placa del sol.

En segundo lugar, las características eléctricas son otro de los factores clave a tener en cuenta para elegir los paneles. Estas características son la potencia pico (la potencia máxima que puede dar la placa), la eficiencia, el voltaje e intensidad (valores máximos a tener en cuenta a la hora configurar módulos compatibles con el inversor) y el factor de forma (que relaciona la potencia pico con el voltaje en circuito abierto e intensidad de cortocircuito, que son los máximos que pueden llegar a entregar el panel).

En cuanto a las dimensiones del panel, es interesante analizar el tamaño de este para dimensionar la terraza o fachada a instalar los paneles. Las placas fotovoltaicas policristalinas hoy suelen medir aproximadamente 1 x 1,65 (270 [Wp]) o 1 x 2 metros (320 [Wp]), dependiendo de si son de 60 o 72 células respectivamente, que son los modelos más comunes. En el caso de las monocristalinas, debido a su mayor eficiencia, son capaces de producir bastante más energía en menos espacio, alrededor de 330 [Wp] si la placa es de 60 células (1,65 [m²]) y 400 [Wp] si es de 72 células (2,00 [m²]).

Por último, la eficiencia y degradación del panel es un factor a tener en cuenta para la instalación. Un panel solar tiene una pérdida de eficiencia a lo largo de los años, produciendo alrededor de un 20% menos al final de su vida útil, que se estima en 20-25 años, a pesar de que las placas puedan operar durante mucho más tiempo. Por ello los fabricantes ofrecen dos garantías, una de rendimiento (de 25 años) y otra de producto (en el que el estándar es de 10 años)

En la figura 3.6 se puede observar las características de los paneles CEM y en la figura 3.7 las características de los paneles TONC, aportando datos acerca de los factores clave comentados previamente.

Propiedades eléctricas (STC*)

Modelo		LG360S2W-A5	LG355S2W-A5	LG350S2W-A5
Potencia máxima (P _{máx})	[W]	360	355	350
Voltaje en punto de máxima potencia (V _{mpp})	[V]	37.7	37.4	37.1
Corriente en punto de máxima potencia (I _{mpp})	[A]	9.56	9.50	9.44
Voltaje en circuito abierto (V _{oc})	[V]	46.6	46.4	46.3
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	[A]	10.12	10.07	10.02
Eficiencia del módulo	[%]	17.4	17.1	16.9
Temperatura de funcionamiento	[°C]	-40 ~ +90		
Voltaje máximo del sistema	[V]	1,000(IEC), 1,500(UL)		
Capacidad máxima del fusible previo	[A]	20		
Tolerancia de potencia	[%]	0 ~ +3		

* Condiciones de prueba estándar (STC): irradiación de 1000 W/m²; temperatura de la celda 25 °C; AM de 1,5

* LG Electronics mide y determina la salida de potencia nominal a su entera y absoluta discreción.

* El cambio típico en la eficiencia del módulo de 200 W/m² en relación con 1000 W/m² es de un -2,0 %.

21 Figura 3.6: Propiedades eléctricas CEM.

Fuente: LG electronics.

Propiedades eléctricas (NOCT*)

Modelo		LG360S2W-A5	LG355S2W-A5	LG350S2W-A5
Potencia máxima (P _{máx})	[W]	264	260	257
Voltaje en punto de máxima potencia (V _{mpp})	[V]	34.6	34.3	34.0
Corriente en punto de máxima potencia (I _{mpp})	[A]	7.63	7.58	7.54
Voltaje en circuito abierto (V _{oc})	[V]	43.2	43.0	42.9
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	[A]	8.14	8.10	8.06

22 Figura 3.7: Propiedades eléctricas TONC.

Fuente: LG electronics.

La segunda medida está basada en la mejora de las redes de transporte y distribución, puesto que estas sufren acumulaciones locales de generación distribuida, lo que se traduce en un aumento de riesgos y dificultades en la gestión de la red de distribución. Además, la falta de control se traduce en una operación y mantenimiento de la red de baja tensión de forma no eficiente. Esta medida supondría una inversión en I+D+I cuyo objetivo se centra en optimizar la red de distribución, con atención a la seguridad en el trabajo, los aspectos medioambientales, así como la mejora en la calidad de suministro.

La principal ventaja de fomentar la investigación de las Smart Grids es que, una vez implantado un sistema de redes eficiente, es mucho más fácil lidiar con situaciones complejas como las vividas en este inicio de 2020. Gracias a ellas se pueden adelantar a posibles incidencias y lidiar con ellas más rápidamente y con mayor eficiencia. Además, buscar una mayor digitalización de las redes sería beneficioso para el consumidor, que se le dotaría de mayores herramientas para conocer su situación e incrementar su calidad de servicio y el valor añadido de la electricidad para los consumidores.

Las Smart grids o redes inteligentes, pueden considerarse como una integración dinámica de los proyectos o desarrollos en ingeniería eléctrica dentro de las áreas de generación, transmisión, distribución, almacenamiento y comercialización. En cuanto a la tecnología que emplean se compone principalmente de softwares, divididos en dos grupos: conectores (implementan políticas autonómicas) y componentes convencionales (no implementan políticas autonómicas). La función de los conectores es, entre otros, implementar los gestores autonómicos, en otras palabras, implementar los planes y las políticas de optimización de recursos. Cada elemento de la red (transformadores, baterías, productores, consumidores, etc) tiene su componente software en la arquitectura del proyecto, esto aporta dos ventajas: permite implementar la autonomía en los correspondientes segmentos de la red y además la logística resulta más intuitiva para un ingeniero eléctrico. Por otra parte, están los conectores, que son los gestores de demanda, almacenamiento, puntos de intercambio y centros de seccionamiento de la red. Por último, los gestores autonómicos (incluidos como una pieza software en los conectores), son capaces de monitorizar la red al instante con capacidad de procesamiento a tiempo real, analizar cantidades grandes de información que procede de la red y tomar decisiones en base a esta información y ejecutar planes en función de estas decisiones. Para disponer de

este comportamiento autónomo de los gestores, se emplea una tecnología conocida como MAPE-K (Monitor, Analysis, Plan, Execute – Knowledge), definida por IBM para implementar una computación autónoma. Este modelo proporciona la monitorización de la información recogida por unos sensores implementados en el sistema autónomo, que dan información acerca de su estado a tiempo real. Estos sensores, además, detectan síntomas que necesiten acciones inmediatas de carácter correctivo y planifica la ejecución de dichos planes a través de una serie de efectores.

Este modelo autónomo ayuda a la jerarquía de la composición de los gestores autónomos. Cada gestor autónomo está orquestado por una capa de gestores autónomos de más alto nivel, cada capa tiene distintas capacidades autónomas.

Uno de los mayores objetivos de la investigación de las Smart Grids consiste en Minimizar el impacto durante los incidentes, utilizando la generación para mantener los niveles de tensión y evitar sobrecargas. Esto reduciría el número de clientes afectados durante las obras o averías y aseguraría la fiabilidad del suministro en caso de contingencias. También mantendría a los generadores conectados a la red. Estos objetivos estarían sumados a la digitalización del sector, en el cual el consumidor podría acceder a este tipo de noticias electrónicamente, siguiendo al minuto el estado de su consumo, además de agilizar los procesos administrativos.

Esta digitalización hubiese sido optima en el momento del confinamiento puesto que el 70% de los pagos de la luz se hacen “en mano” y tan solo un 30% se hacen digitalmente. En caso de que hubiésemos aumentado el porcentaje digital, se hubiese conseguido recaudar más durante el confinamiento y por ello hubiese habido menos desajustes entre la demanda y la recaudación.

En cuanto a la tercera medida, sería recuperar la inversión extranjera una vez normalizada la demanda (que recupere los niveles usuales de antes del coronavirus). Como se analizó previamente, el Real Decreto Ley 8/2020, puso restricciones a la inversión extranjera, para evitar especulaciones ahora que el valor se deprecia. Estas restricciones fueron impuestas por las instituciones públicas, que han empezado a implementar distintas medidas regulatorias para no ver limitada su capacidad de influencia y control sobre la

realidad de su economía, entre otras muchas, una mayor vigilancia sobre las inversiones realizadas por empresas y estados extranjeros. Además, el próximo 11 de octubre de 2020 entra en vigor un Reglamento para el control de las inversiones extranjeras directas en la Unión Europea. Este Reglamento impone numerosas limitaciones sobre unas inversiones que venían sujetas únicamente a restricciones en los sectores de defensa y seguridad u objetivados por los principios aceptados del derecho de la competencia y por los mecanismos de defensa comercial de la Organización Mundial del Comercio.

El mensaje por parte de Europa es claro: los Estados miembros deben utilizar los poderes de los que disponen para proteger sus activos estratégicos y las tecnologías de la adquisición por parte de extranjeros durante esta crisis.

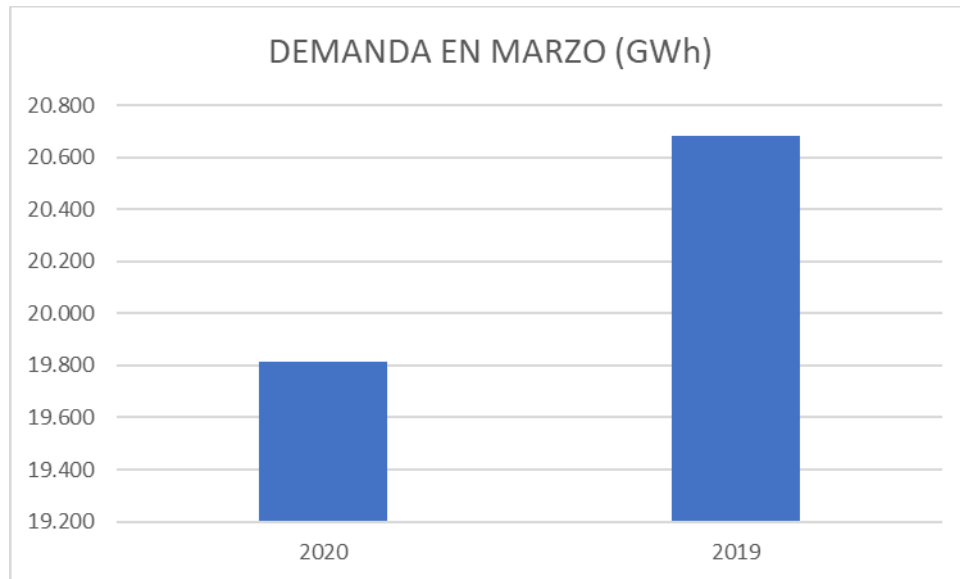
Los sectores que quedan afectados son las infraestructuras críticas de energía, agua, sanidad, comunicaciones, etc. Además, afecta a las tecnologías críticas, terrenos y bienes inmuebles que sean importantes para el uso de infraestructuras, suministro de insumos fundamentales y sectores con acceso a información sensible (como datos personales)

En 2012, la inversión extranjera instalada supuso 1.239.728 empleos, 235.548 relacionados con el suministro de energía, solo superado por la industria manufacturera. Como se puede apreciar, favorecer la inversión extranjera en el país es sinónimo de empleo y de creación de riqueza y sería óptimo establecer un marco atractivo para empresas extranjeras que favorezcan la recuperación de la economía tras la crisis. La inversión extranjera en España cayó en 36.000 millones de dólares de 2018 a 2019, situándose en 12.000 millones de dólares este último año. Si no se impone una baja fiscalidad para las empresas, se prevé una caída total de la inversión extranjera para 2020, suponiendo desempleo y destrucción de la riqueza. El sector energético en España es fundamental para su economía y conservar el tejido productivo del país es en gran parte trabajo de este.

4.4 RESULTADOS QUE SUPONDRÍAN ESTAS MEDIDAS.

En cuanto a las medidas propuestas previamente, cabe destacar que serían tan válidas para haber prevenido el impacto tan grande del coronavirus, como para la posterior recuperación. En este apartado se demostrará de manera empírica la validez de estas mediante gráficas que representen las estimaciones del sector teniendo en cuenta medidas como la implantación del autoconsumo, la mejora de las smartgrids y el apoyo de la inversión extranjera. Más allá de que la caída de la demanda estuvo ligada en su totalidad al confinamiento tan estricto (por ejemplo, en países como Alemania, Dinamarca y Republica Checa llevaron a cabo unas medidas preventivas que evitaron el confinamiento masivo y por tanto la caída tan drástica de la demanda), estas medidas hubiesen amortiguado el impacto, aportando en demanda y por ende en recaudación del importe de la electricidad consumida total.

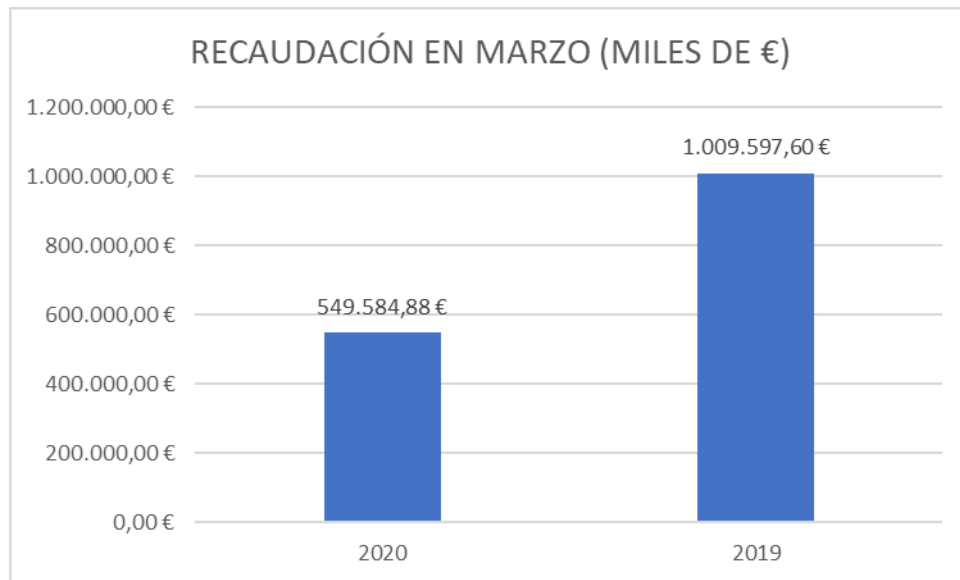
En primer lugar, se estudiará el impacto que podría haber tenido el autoconsumo, en caso de haber realizado una instalación de un millón de paneles solares en tejados. Esta instalación podría abastecer a 7,5 millones de españoles y se hubiesen necesitado unas 17.500 hectáreas. En este caso y como se ha comentado previamente, el autoconsumo hubiese prevenido que un gran número de los llamados consumidores vulnerables hubiesen necesitado ayudas para el pago de facturas de luz, pues muchos de estos estarían abastecidos con la producción de los paneles solares instalados en sus fachadas. Para un cálculo más sencillo supongamos que la inversión se produjo hace entorno a seis años (tiempo en el que se prevería hoy la recuperación total de los 14.000 millones de euros que supondría el total de la instalación), suponiendo que a partir de 2020 termina el periodo de recuperación de la inversión. Como se sabe, el estado asumió los pagos de las facturas de los consumidores vulnerables, perdiendo así la retribución del dinero y suponiendo además de una caída de demanda, una caída en la recaudación. En la figura 3.8 se puede observar la diferencia en la demanda en el mes de marzo.



23 Figura 3.8: demanda en marzo (2019-2020).

Fuente: REE.

En cuanto a la demanda de energía eléctrica, el principal factor fue el confinamiento severo, como se apuntaba previamente, el autoconsumo ayudaría a la parte de la recaudación. En cuanto a ello, en la figura 3.9 se puede apreciar la diferencia entre el dinero recaudado en 2019 y en 2020 (demanda total por precio medio durante ese mes).



24 Figura 3.9: recaudación en marzo (2019-2020).

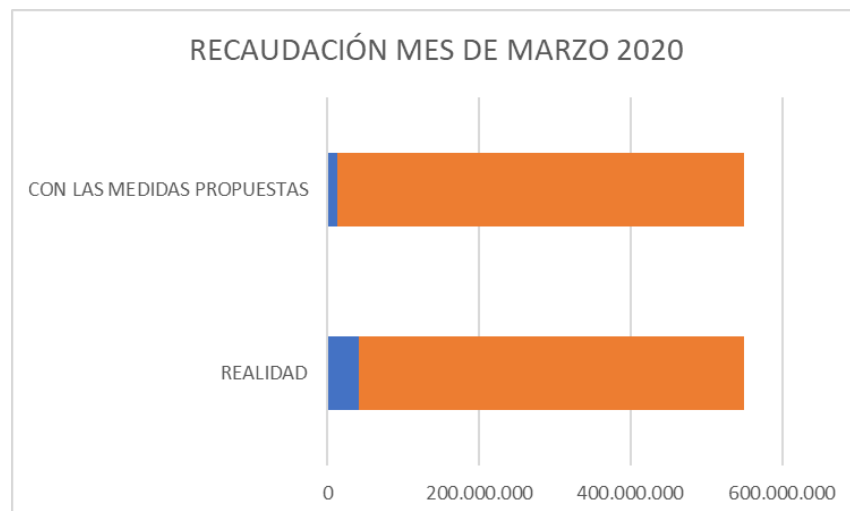
Fuente: REE.

No existe una cifra del total de consumidores vulnerables que hayan sido beneficiarios del bono social, por lo tanto, tendremos que realizar una estimación, basada en el paro durante marzo del año 2020 y su incremento respecto de febrero. El paro fue de 14,2%, un 0,6% más alto que en febrero, consideraremos a la nueva gente que se haya quedado en el paro como consumidor vulnerable y al 50% de los que ya estaban, siendo un total del 7,4% de la población. Si tenemos en cuenta que el estado se ha hecho cargo de la factura del 7,4% de la población, se deduce que el importe total a pagar por el gobierno supuso un total de 40.669.281€.

En el caso de haber tenido en cuenta el autoconsumo (que como comentábamos abastecía a aproximadamente 7,5 millones de personas), teniendo en cuenta que de esos 7,5 millones de personas pueden haberse encontrado consumidores vulnerables (gente que haya realizado una inversión hace seis años y que gracias a ella a día de hoy puede pagar las facturas, pero que si no hubiese realizado esa inversión no podría permitírselo), y que

esas 7,5 millones de personas suponen alrededor del 16,3% de la población española. Para realizar otra estimación tendremos en cuenta el número de personas que podrían haber hecho una inversión del calibre de 10.000€ hace tiempo (lo que cuesta una instalación de autoconsumo media) pero hoy son consumidores vulnerables. Según el INE, tan solo un 21% de la población podría realizar una inversión sin ver afectado su modo de vida. Hemos de estimar también, que numero de gente estaría dispuesta a realizar esa inversión y ahora se considerarían consumidores vulnerables, pongamos alrededor del 5% del total.

Si descontamos el pago de facturas de este 5% de la población, se deduce que el aumento en la recaudación hubiese sido de 27.479.244€. Es decir, el estado se hubiese ahorrado ese dinero y únicamente hubiese tenido que pagar la diferencia, es decir 13.190.037€. Esta diferencia es considerable si la tenemos en cuenta tanto en marzo, como en los meses venideros. En la figura 3.10 se puede observar como la parte azul (que representa la parte a pagar por el gobierno en concepto de bonos sociales) disminuye con las medidas de autoconsumo propuestas, aumentando la recaudación total por parte del gobierno y facilitando así la contabilidad y los desajustes producidos por la emisión de bonos sociales a consumidores vulnerables.



25 Figura 3.10: comparación de la recaudación en marzo (2019-2020).

Fuente: REE y propia.

En segundo lugar, cabría destacar la aportación que hubiesen hecho las Smart Grids a la amortiguación de la caída de la demanda y de la recaudación. Las Smart Grids ayudarían a aprovechar las capacidades de los microgeneradores de energía de los usuarios, a gestionar de manera más eficiente la producción de las fuentes renovables y todo esto gracias a la generación distribuida. Esta tecnología además permitirá detectar errores antes de que se produzcan, realizar un mantenimiento preventivo más eficaz e incluso hacer que los gestores puedan actuar de forma remota sobre algunos de los elementos de la red. Todo esto se verá aplicado en una bajada del precio de las facturas de la luz. Esto hubiese sido beneficioso en estos últimos meses, pues si el precio de la electricidad baja, el poder adquisitivo de la gente sube y en momentos de crisis dispondrían de más capital para hacer frente a este tipo de facturas, esto se traduce en un aumento de la recaudación y una disminución de las emisiones de bonos sociales. El precio de la electricidad descendería entorno al 10-15%. Pongamos un ejemplo para entender mejor la situación. Imaginemos que la inversión de las Smart Grids (que llevan planteadas desde 2015) esta recuperada para el año 2019. El precio de la electricidad sería un 12,5% más barato de lo que realmente fue. El precio medio de la electricidad fue de 47,71€/MWh. Una casa consume al año una media de 9922 KWh, que serían 473,38€ en todo el año. Suponiendo que hubiese Smart Grids, el precio se reduciría hasta llegar a los 414,20€, ahorrándose 59,17€, de los que dispondría para hacer frente a los meses de marzo, abril y mayo. En los cuales no solo tendría que pagar un 12,5% menos, sino que además dispondría de más capital para hacer frente a esos gastos.

En definitiva, todas estas medidas propuestas, no supondrían un gran impacto por si solas, pero si las tenemos en cuenta de manera conjunta, puede ayudar enormemente a la recuperación económica y en caso de haberse aplicado hace años hubiera supuesto que la crisis en la que nos encontramos actualmente hubiese tenido efectos menores en términos de caída de demanda y recaudación. A pesar de ello, y como se ha podido comprobar en las reseñas históricas, España siempre va a la cola de la innovación y de la inversión, por ello siempre nos han afectado tanto las crisis a nivel económico. Debería de haber un cambio de paradigma en la sociedad actual y que se fomentaran proyectos de autoconsumo, Smart grids y crear un ambiente óptimo para la atracción de la inversión

extranjera, que ayudaría a las dos anteriores. Todo esto podría situar a España a la cabeza de una nueva manera de entender el consumo energético y que este modelo se pudiese aplicar a más países con un consumo e irradiación similares.

5. CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar, la crisis que está sufriendo la población española no tiene precedentes en el mundo. Como a lo largo de la historia, una vez más, España no ha estado a la altura para tomar las medidas necesarias para evitar la destrucción de la economía ni paliar los efectos de la tan brusca caída de la demanda que tanto daño ha hecho al sector energético en el país. Se han propuesto medidas que nada tienen que ver con una reconstrucción del sector eléctrico, que ha tenido que hacer uso del superávit generado durante los años previos. Además, estas medidas propuestas carecen de la voluntad de frenar la caída de la demanda, simplemente son medidas sociales con el fin de ayudar a los consumidores vulnerables que debido a la situación a la que nos llevó el gobierno, no han podido hacer frente a todas las facturas de la luz que les correspondían. En este proyecto se ha analizado como se podría haber evitado llegar a tomar medidas sociales, tomando previamente medidas de carácter técnico que hubiesen supuesto una caída de la demanda mucho menor de la que se produjo, evitando así que cayese el precio de la electricidad y, por ende, se recaudará más de lo que se ha recaudado con las medidas sociales.

El principal problema que afectó a la caída de la demanda fue el llevar a cabo el confinamiento más duro de todo Europa (que no fue necesariamente óptimo para frenar la curva del coronavirus a largo plazo, pues España sigue a la cabeza de contagiados, de muertos por millón de habitantes y de caída del PIB). Este confinamiento tan estricto fue contraproducente, pues al cerrar comercios e industrias durante meses, la caída de la demanda fue inevitable, por eso la única medida realmente eficiente para haber frenado la curva de la caída de la demanda habría sido el confinamiento selectivo de la población con síntomas y un posterior sistema para rastrear a la población por comunidades para evitar repuntes de infectados. De esta manera no hubiese caído la economía y por tanto no hubiese caído la demanda de electricidad, que como se ha comentado en apartados anteriores, la demanda de energía eléctrica esta fuertemente ligada al PIB de un país. En

España en concreto ha caído un 18,5%, aproximadamente, lo que nos permite analizar la situación del sector eléctrico durante los meses que estuvo parcialmente limitado.

Por ello, en este proyecto se hace referencia a las ventajas que podría adoptar la industria energética en el país simplemente por motivos de localización geográfica. España se encuentra en una región del planeta en el que la irradiación es mucho mayor que en la mayoría de los países de Europa, es decir, tiene una gran capacidad para generar energía eléctrica a través del sol. De hacer un uso masivo de placas solares, España podría aprovechar la ventaja de su posición geográfica a su favor a través del autoconsumo. El autoconsumo es una tecnología que utilizan ya algunos países de Europa (los que tienen suficiente irradiación como para sacarle partido) y que se basa en la implantación de placas solares en tejados o fachadas de casas o industrias para consumo propio de toda la energía producida por las mismas. En España no estuvo regulado hasta el 2019 en el que se decretó un RDL que permitía un uso menos regulado del autoconsumo, haciendo más fácil su regulación tanto para las empresas como para los consumidores. En este proyecto analizamos la hipotética situación en la que se hubiese regulado el autoconsumo hace años y ya se hubiese podido aprovechar en favor de la población. En concreto se menciona un proyecto que podría abastecer a siete millones y medio de habitantes por medio de placas solares, un proyecto con un coste de inversión de catorce mil millones que hubiese sido muy efectivo durante la crisis del covid especialmente en el ámbito de la recaudación, pues el haber realizado esta inversión hubiese supuesto que la población vulnerable hubiese podido hacer uso de la energía generada a partir de una inversión hecha hace años, de tal manera que su consumo no se hubiese visto afectado, y la recaudación por parte del gobierno tampoco, por ello no hubiesen tenido que aprobar la implantación de los bonos sociales en ayuda de ese sector de la población, lo que se traduce en mayor recaudación por parte del gobierno, un menor bache para la economía del país.

Por otro lado, se hace referencia a la implantación de proyectos de Smart Grids, una tecnología muy efectiva para detectar problemas de demanda a tiempo real y así obtener más tiempo para la toma de decisiones que favorezcan al sector en aspectos de demanda o distribución de energía eléctrica.

Además, y como se ha hecho referencia en apartados anteriores, en este proyecto se le da una gran importancia a la inversión extranjera, la cual es fundamental para la economía del país y para desarrollar proyectos de carácter técnico, pues en estos tiempos no existe dinero suficiente para implantar proyectos que marquen una diferencia en la reactivación de la economía, por eso es fundamental permitir que otros agentes económicos aporten valor al país. Para ello es fundamental establecer un ambiente atractivo para los inversores extranjeros, los cuales han sufrido trabas durante estos meses debido a la aprobación de leyes que limitaban la acción de los inversores por la posible acción de especulación de estos.

Como se puede comprobar, España siempre va a la cola de cualquier crisis que ha habido durante los últimos años. Por ello es más necesario que nunca repartir los recursos de la manera más eficiente posible para hacer del país una potencia energética aprovechando los recursos y ventajas que nos diferencian del resto de países.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Boletín oficial REE mes de enero 2020:
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/boletines-mensuales/boletin-mensual-enero-2020>
- 2) Boletín oficial REE mes de febrero 2020:
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/boletines-mensuales/boletin-mensual-febrero-2020>
- 3) Boletín oficial REE mes de marzo 2020:
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/boletines-mensuales/boletin-mensual-marzo-2020>
- 4) Boletín oficial REE mes de abril 2020:
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/boletines-mensuales/boletin-mensual-abril-2020>
- 5) Boletín oficial REE mes de mayo 2020:
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/boletines-mensuales/boletin-mensual-mayo-2020>
- 6) El potencial de España en el autoconsumo:
<https://elperiodicodelaenergia.com/el-gran-potencial-de-espana-en-autoconsumo/>
- 7) Smart Grids ¿qué son?: <https://www.ree.es/es/red21/redes-inteligentes/que-son-las-smartgrid>
- 8) El futuro de las Smart grids: <https://www.futured.es/smart-grids/>
- 9) Crisis del petróleo 1973: <https://economipedia.com/definiciones/crisis-del-petroleo-1973.html>
- 10) Crisis del petróleo – dinero: <https://www.dinero.com/negocios/articulo/historia-crisis-del-petroleo/28163>
- 11) Crisis del petróleo: <https://www.artehistoria.com/es/contexto/la-crisis-del-petr%C3%B3leo-y-sus-consecuencias>

- 12) Producción nacional electricidad España historia:
<http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-2-historia-de-la-electricidad-en-espana/>
- 13) Demanda electricidad en la historia de España:
<https://www.enerclub.es/file/7e3hXUWuSPtn-ZA9X-rQJw;jsessionid=2E1D2A2A20D9F428F8AFA635A76491D3>
- 14) Electricidad en España:
https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_en_Espa%C3%B1a
- 15) Medidas del gobierno en relación con el covid en el sector eléctrico:
<https://www.planificacion-juridica.com/es/2020/04/afectacion-del-covid-19-sector-energetico/>
- 16) Real decreto ley: <https://www.esferaluz.es/blog/energias-renovables/medidas-covid-19-nuevo-real-decreto-ley-11-2020-al-sector-electrico/>
- 17) Áreas de impacto, medidas aprobadas por el gobierno:
<https://www.herbertsmithfreehills.com/lang-es/latest-thinking/covid-19-%C3%A1reas-de-impacto-medidas-adoptadas-por-el-gobierno-esp%C3%B1ol-en-relaci%C3%B3n-con>
- 18)