



Trabajo Fin de Grado

**EFFECTOS ECONÓMICOS EN PIB Y EMPLEO EN ARAGÓN DE LA
INVERSIÓN EN ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA.**

Autor

María Laplana Garuz

Director

Blanca Simón Fernández

Facultad de Economía y Empresa
Curso 2021-2022

Autor del trabajo: María Laplana Garuz

Director del trabajo: Blanca Simón Fernández

Título: Efectos económicos en PIB y empleo en Aragón de la inversión en energía eólica y fotovoltaica.

Title: Economic effects on GDP and employment in Aragon of investment in wind and photovoltaic energy.

Titulación: Grado en Administración y Dirección de Empresas.

Resumen:

El objeto del análisis llevado a cabo en este trabajo es analizar el contexto energético actual desde el panorama energético internacional hasta el contexto energético aragonés. Se examinará tanto las políticas y objetivos desarrollados por la Unión Europea como la evolución en los últimos años del mix energético español señalando los notables cambios de tendencia que se han producido con el fin de acercarnos a una sociedad cada vez más consciente del cambio hacia un modelo energético sostenible.

A continuación, el estudio se centra esencialmente en el sector energético en Aragón evaluando el impacto socioeconómico que tendrá en el territorio la inversión del 30% del total estimado en empresas aragonesas, bajo las directrices del marco PNIEC a través de la metodología de modelos multisectoriales input-output.

En el conjunto del estudio se observa una tendencia creciente con un prometedor futuro en cuanto a la presencia de renovables. Hemos podido analizar qué sectores serán los más beneficiados en su conjunto al hacer la inversión, determinando que el efecto de arrastre que generaría dicha inversión sería del 35% para la eólica y del 34.8% para la fotovoltaica. En términos de PIB, el conjunto de la inversión directa e indirecta supondría una aportación al PIB de entre un 0,5% y un 0,75% entre los años 2021-2030, mientras que, en términos de empleo, se estima un incremento de entre 0,41% a 0,58% en el mismo periodo.

Palabras clave: energías renovables, solar, fotovoltaica, economía aragonesa, modelos input-output, PNIEC (2021-2030).

Summary:

The aim of the analysis carried out in this work is to analyse the current energy context from the international energy panorama to the Aragonese energy context. It will examine both the policies and objectives developed by the European Union and the evolution of the Spanish energy mix in recent years, pointing out the significant changes in trends that have taken place in order to bring us closer to a society that is increasingly aware of the change towards a sustainable energy model.

The study then focuses essentially on the energy sector in Aragon, assessing the socio-economic impact that the estimated 30% investment in Aragonese companies will have on the territory, under the guidelines of the PNIEC framework through the methodology of multisectoral input-output models.

The study as a whole shows a growing trend with a promising future in terms of the presence of renewables. We have been able to analyse which sectors will benefit the most from the investment as a whole, determining that the knock-on effect generated by this investment would be 35% for wind and 34.8% for photovoltaic. In terms of GDP, the total direct and indirect investment would represent a contribution to GDP of between 0.5% and 0.75% between 2021-2030, while in terms of employment, an increase of between 0.41% and 0.58% is estimated for the same period.

Keywords: renewable energies, solar, photovoltaic, Aragonese economy, input-output models, PNIEC (2021-2030).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO	6
2.1. LA SITUACIÓN DE LA ENERGÍA A ESCALA MUNDIAL	6
2.2. LA ENERGÍA EN LA UE: CONTEXTO Y OBJETIVOS	8
2.3. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MIX ENERGÉTICO	9
3. EL SECTOR ENERGÉTICO EN ARAGÓN: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS	15
3.1. ACTUALIDAD	15
3.2. PREVISIONES.....	18
4. ENERGÍAS RENOVABLES EN ARAGÓN	19
4.1. ENERGÍA EÓLICA	20
4.2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA	21
4.3. ENERGÍA HIDRÁULICA	22
4.4. BIOMASA.....	23
5. ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES	24
5.1. SUPUESTOS DE LA ESTIMACIÓN PARA ARAGÓN	24
5.2. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA A INSTALAR	25
5.3. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SUS EFECTOS PARA LA EÓLICA	27
5.3.1. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SU REPARTO POR RAMAS DE ACTIVIDAD.....	27
5.3.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INDUCIDA Y EL EFECTO DE ARRASTRE	30
5.3.3. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO	31
5.4. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SUS EFECTOS PARA LA FOTOVOLTÁICA	32
5.4.1. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SU REPARTO POR RAMAS DE ACTIVIDAD.....	32
5.4.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INDUCIDA Y EL EFECTO DE ARRASTRE	35
5.4.3. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO	36
5.5. EFECTO CONJUNTO DE LA INVERSIÓN	36
6.CONCLUSIONES.....	39
7.BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAGÍA	41
ANEXO I: Anexo estadístico.....	43
ANEXO II: Anexo Input-Output.....	50

1. INTRODUCCIÓN.

Las energías renovables han estado presentes en gran parte de la historia de la humanidad, aunque se ha incrementado su uso después de la Revolución Industrial y en mayor medida en las últimas décadas. El uso excesivo de los combustibles fósiles está provocando que se sobrepasen muchos de los límites de la Tierra por lo que el modelo económico actual no es sostenible, además de ser muy perjudicial para la salud de nuestro planeta y en consecuencia para nosotros.

En las últimas décadas, la preocupación por el medio ambiente ha crecido considerablemente. Actualmente se desarrollan por parte de instituciones de todo ámbito geográfico diversidad de planes, objetivos y protocolos. Entre ellos, la Agenda 2030 de la Unión Europea, con el fin de frenar el cambio climático a través de la reducción de emisiones de CO₂ y de Gases de efecto invernadero, consiguiendo así un modelo de crecimiento sostenible y en armonía con el planeta.

Aragón es una región con un gran potencial para el desarrollo de las energías renovables, esencialmente de energías eólica y fotovoltaica, además tiene una amplia infraestructura de redes eléctricas que permiten reducir costes al implantar estas tecnologías. En este estudio se analizará la evolución de las energías renovables, así como el impacto socioeconómico que la transición energética puede generar en Aragón, siempre en el contexto del desarrollo y la sostenibilidad.

En primer lugar, analizaremos el panorama energético a nivel mundial, así como su evolución en los últimos años y perspectivas futuras en este ámbito. Posteriormente, observaremos el contexto europeo en cuestión de política energética y a su vez examinaremos el compromiso de la Unión Europea en transición energética con proyectos como los ODS. Seguidamente, realizaremos un análisis de dicha transición en nuestro país. Finalmente, se abordará la situación del sector energético en Aragón abarcando tanto el peso actual de las energías renovables en nuestra comunidad como su futuro potencial.

El objeto principal de este estudio es, a través de la metodología de tablas input-output, analizar el impacto económico que puede generar en el territorio aragonés la inversión en los sectores tanto eólico como fotovoltaico, con el fin de comprobar el potencial que puede tener en Aragón para convertirse en una región comprometida con el medio ambiente y la transición energética señalada por parte de la UE.

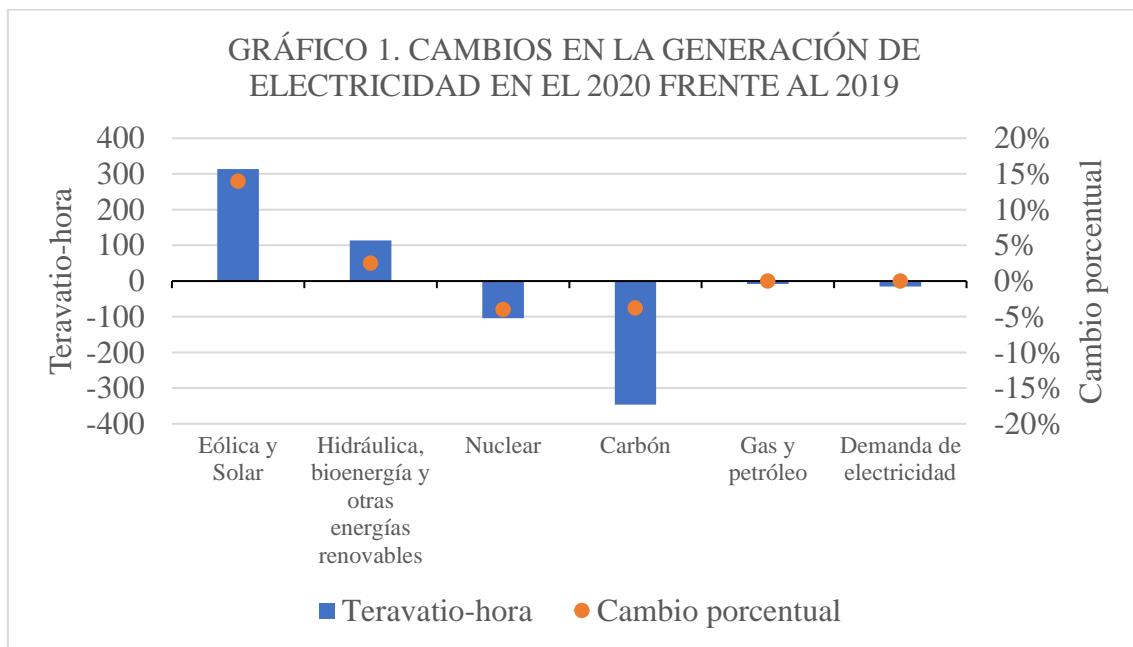
2. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR ENERGÉTICO

En el siguiente apartado, contextualizaremos el sector energético internacional y europeo, siempre resaltando con mayor relevancia el papel de las energías renovables y la transición energética. Seguidamente, comentaremos el panorama energético nacional y su composición hasta llegar al aragonés, objeto de nuestro estudio.

2.1. LA SITUACIÓN DE LA ENERGÍA A ESCALA MUNDIAL

La transición energética global es insuficiente para alcanzar los objetivos climáticos, ya que la tasa actual de producción de electricidad limpia no es lo suficientemente rápida como para mantenerse al día con la creciente demanda de electricidad. La energía eólica y la energía solar son las fuentes de energía limpia renovables de más rápido crecimiento, por lo que la producción de energía hidroeléctrica y nuclear prácticamente se ha detenido.

En el gráfico 1 se observa como la generación eólica y solar ha aumentado un 15% (+315 TWh) en 2020 en comparación con 2019, contribuyendo a la caída del carbón un 4% (-346 TWh). Esto eclipsó todos los demás cambios en la electricidad en 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de Global Electricity de Ember, marzo de 2021.

La generación nuclear cayó un 4%, mientras que la generación hidroeléctrica aumentó un 3% debido a las condiciones de lluvia en China, Europa y Rusia. Finalmente, la generación a partir de gas y petróleo registró una minúscula caída del 0,2% (-0,9% gas, +3,5% otros fósiles), siendo el segundo año en el que disminuyó la generación de gas en este siglo. La demanda de electricidad se mantuvo prácticamente sin cambios

interanuales, cayendo un 0,1%, también fue la segunda vez que cayó la demanda de electricidad siendo la primera en 2009, con una caída del 0,3% debido a la recesión mundial.

De acuerdo con el informe de Global Electricity Review (2021) de Ember, en los últimos 5 años, la cuota de mercado combinada de la energía eólica y solar aumentó 4,8 puntos porcentuales (del 4,6 % al 9,4 %), mientras que la intervención del carbón en el mercado disminuyó 3,9 puntos porcentuales (del 37,8 % al 33,8 %). La cuota de mercado global de la mayoría de los otros tipos de combustibles no ha cambiado significativamente, por lo que el carbón sigue siendo la fuente de energía más grande del mundo generando el 33,8% de la electricidad mundial en 2020.

A medida que los gobiernos de todo el mundo instituyeron bloqueos en 2020, con el objetivo de frenar a propagación de la COVID-19 y responder a la crisis de salud global resultante, las economías se estancaron y la demanda de energía se desplomó. Según el informe de Renewables Global Status (2021), REN21, la demanda mundial de energía primaria cayó alrededor de un 4% durante el año, lo que resultó en una caída del 5,8% en las emisiones globales de dióxido de carbono relacionadas con la energía, la mayor caída porcentual desde la Segunda Guerra Mundial. En 2020, el coste promedio ponderado de la energía solar a gran escala a nivel mundial se redujo en un 85% en comparación con 2010, mientras que los costes de la energía eólica terrestre se redujeron en un 56% año tras año. Estas disminuciones significan que la nueva producción de energía renovable es más rentable que las nuevas centrales eléctricas de carbón para gran parte de la población mundial.

Las fuentes de energía renovable también tienen costes competitivos con las nuevas plantas de gas natural en muchos lugares y son la fuente más barata de generación de electricidad en todos los continentes principales. A principios de 2021, más de 300 de las principales empresas del mundo se han unido a la iniciativa RE100 para comprometerse con electricidad 100% renovable, frente a las 167 empresas del año anterior. Además, se tienen en cuenta otros elementos como optimizar la salud pública a través de descensos en los costes de energía, contaminación, mayor confiabilidad y resiliencia, acceso a servicios de energía modernos y creación de empleo.

2.2. LA ENERGÍA EN LA UE: CONTEXTO Y OBJETIVOS

Actualmente vivimos en una Europa, donde, a pesar de hechos importantes como el Brexit, el conflicto entre Ucrania y Rusia o la pandemia de la COVID-19, seguimos intentando permanecer unidos y cada vez más integrados. El desarrollo sostenible ha estado en el centro de la política europea durante mucho tiempo, firmemente anclado en los Tratados europeos.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, han logrado dar un impulso a los esfuerzos globales para lograr el desarrollo sostenible, siendo el 7º el foco de nuestra investigación sobre “Energía asequible y no contaminante”. Con el fin de auditar el cumplimiento del ODS 7, se ha desarrollado el informe “Tracking SDG7, The energy progress report 2022”.

En este sentido, Stefan Schweinfest, de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, subraya que en dicho informe se han producido avances para que toda la sociedad se pueda beneficiar de una energía asequible, confiable, sostenible y moderna. Sin embargo, estos avances no se han producido a un ritmo suficientemente adecuado como para poder cumplir con los objetivos para 2030. Además, señala que estos últimos años de pandemia han tenido un impacto negativo en los flujos de inversión internacionales que estaban destinados a promover en los países en vías de desarrollo, siendo estos los que más necesitan el impulso económico para poder alcanzar el ODS 7.

Los países deben facilitar el acceso a la investigación y la tecnología en materia de energías limpias promoviendo la inversión en soluciones eficientes desde el punto de vista de los recursos e infraestructuras de energía con bajas emisiones de carbono. Este objetivo está vinculado a la Iniciativa de Energía Sostenible para Todos de Naciones Unidas lanzada en 2011 y establece tres metas para 2030:

1. Garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos.
2. Duplicar el porcentaje de la energía renovable en la matriz energética mundial.
3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.

A continuación, se citan algunos de los planes y mecanismos más destacables en materia de renovables por parte de la UE:

1. [El Plan de Recuperación para Europa llamado Next Generation EU](#)
2. [Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español](#)
3. [Mecanismo Europeo de Recuperación y Resiliencia \(MRR\)](#)

España ha cumplido los objetivos europeos de renovables y de eficiencia energética en 2020, alcanzando el 21,2% de renovables en la demanda final de energía, superando la meta fijada del 20%. Por otro lado, ha alcanzado con creces el 20% de eficiencia, ya que en nuestro país ha llegado hasta el 35,4%. En la tabla 1 se puede observar los valores sectoriales de energías renovables y eficiencia energética alcanzados en 2020, además de los objetivos establecidos por la Unión Europea correspondientes en cada caso:

		2020	
TABLA 1. CUMPLIMIENTO OBJETIVOS 20/20		Objetivo	Valores reales
Eficiencia Energética			
Energía primaria minorando usos no energéticos		20,00%	35,40%
Renovables			
RES(%) consumo final renovables		20,00%	21,22%
RES-T (%) consumo en transporte		10,00%	9,54%
RES-E (%) generación eléctrica		-	42,94%
RES-H&C (%) producción calor y frío		-	17,97%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de MITECO.

En el gráfico 2 del Anexo I, se puede observar cómo durante la década anterior España ha superado la senda de penetración prevista por la normativa comunitaria en el ámbito de las energías renovables.

Los objetivos de eficiencia energética comprometidos por España con la UE establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, así como en energía primaria (PEC) como en energía final (FEC), han minorado los usos no energéticos.

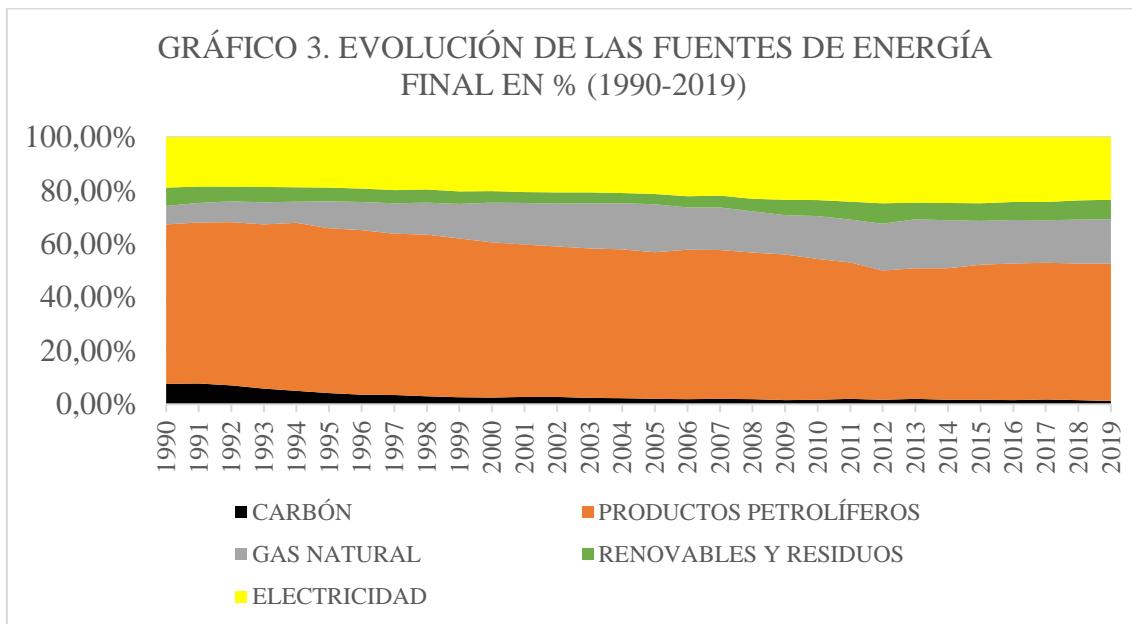
En el año 2020, el PEC alcanzó los 35,4% superando destacablemente el 20% que había establecido la comunidad europea, sobre todo por la menor actividad económica derivada de la pandemia. El consumo de la energía primaria en España a lo largo del año 2020 fue de 110.847 ktep, lo que representó una reducción del 12% respecto al año anterior. El consumo de energía final, por otro lado, soportó un declive del 13,4% con respecto a 2019, hasta un total de 79.436 ktep, así como indica el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

2.3. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MIX ENERGÉTICO

Como hemos comentado en el punto anterior, en materia de renovables, España se sitúa ligeramente por encima de la media europea. España está sufriendo una gran transición energética ayudada por la Unión Europea, en derivación, el mix energético de nuestro país se ha ido transformando en mayor medida a lo largo de los últimos años. Aunque el

camino hacia las renovables esté encauzado, las actuales noticias respecto a la problemática por el Sahara Occidental entre Marruecos y Argelia con el Gobierno Español en relación con el suministro de Gas Natural, puede acercar más a la sociedad de la gran importancia de ser un país autosuficiente en materia energética, teniendo en cuenta que España está dotada de grandes ventajas orográficas y climáticas para su desarrollo. A continuación, procederemos a analizar la energía consumida finalmente por empresas y hogares, es decir, la energía final lo que puede observarse en el gráfico 3.

La energía final se define como la energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil, es decir es la energía que llega finalmente al consumidor y de cuyo consumo se tienen datos a través de los contadores o suministradores y disponibles en el mercado en forma de combustible, calor y electricidad.

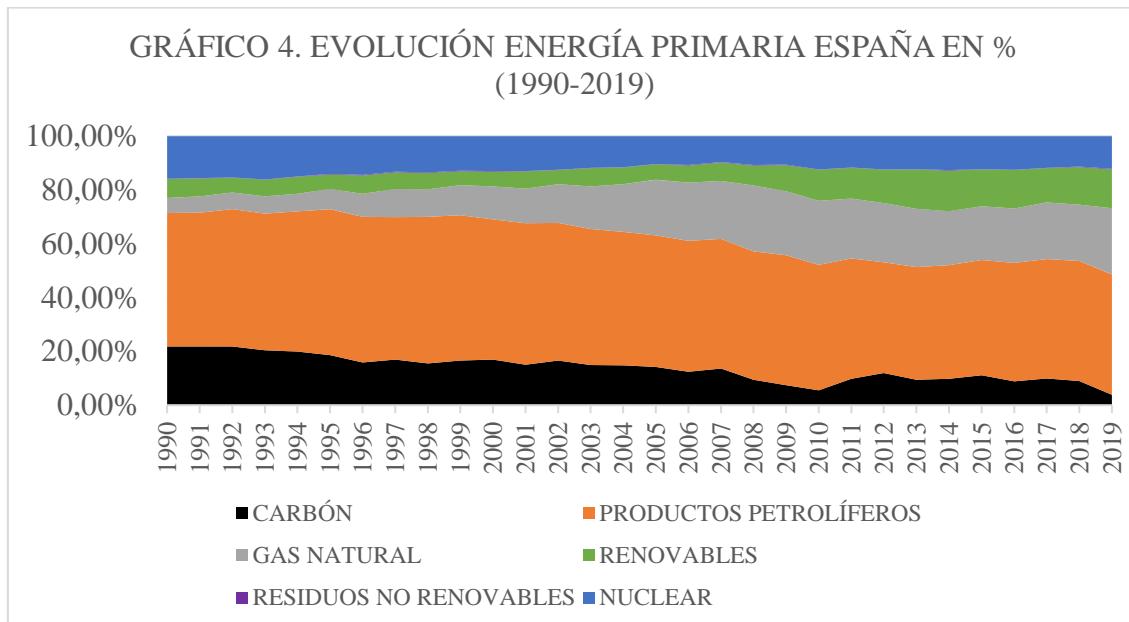


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Libros de Energía elaborados por MITECO

La presencia de energías no renovables como son el petróleo y el carbón dentro del marco energético español se ha degradado con el paso de los años, en el caso del carbón llegando casi a desaparecer, puesto que en 1990 tenía un peso del 7,63% y en el año 2019 únicamente un 1,23%. Sin embargo, los productos petrolíferos siguen ocupando un gran porcentaje en la composición del mix energético español, pasando de un 59,71% en 1990 a un 51,50% en 2020. Las fuentes que mayor incremento han experimentado han sido en mayor medida el gas natural con un aumento de 9,6 puntos porcentuales y consecutivamente, la electricidad que aumenta 4,52 puntos porcentuales con respecto a 1990. Con relación a las energías renovables y a los residuos, cabe disertar que se produjo

ente los años 1990 y 2005 una disminución en el peso de estas dentro del mix energético, aunque en la actualidad va aumentando gradualmente su uso en nuestro país.

Una fuente de energía primaria es toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada, de ésta se extrae la energía final. Las fuentes más perniciosas para el medio ambiente como son el carbón y los productos petrolíferos, como señala el gráfico 4, se redujeron en 17,89 y 4,92 puntos porcentuales, respectivamente de 1990 a 2019.



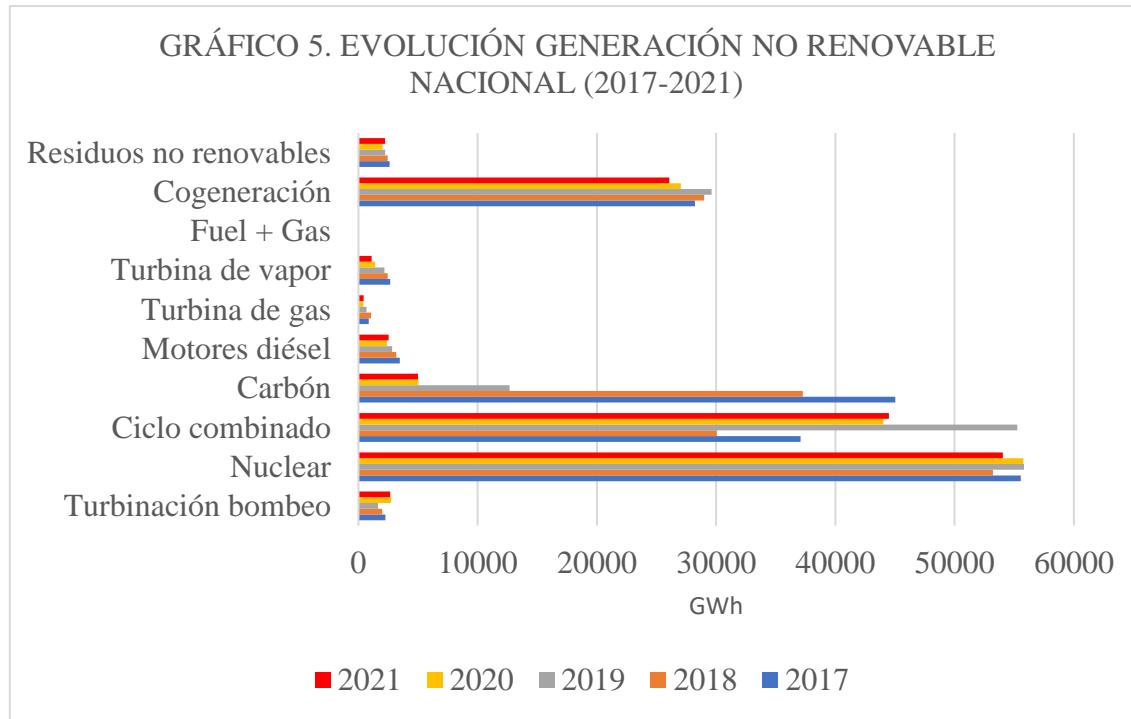
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Libros de Energía elaborados por MITECO

El carbón ha descendido paulatinamente con el paso de los años, aunque no se ha acentuado tanto hasta estos últimos, ya que se han cerrado varias centrales térmicas de carbón en todo el territorio español y se prolonga esta tendencia para los próximos años, siendo indicador que España es un país comprometido con la transición energética y con el medio ambiente. Por otro lado, se puede observar que el gas natural es la energía que más auge experimenta, pasando de 7,03% en 1990 a 24,62% en 2019. La energía nuclear en España ha reducido su peso en 3,7 puntos porcentuales respecto con el año 1990, esto se debe a que en nuestro país se han ido cerrando centrales nucleares importantes como son la de Santa María de Garoña y la central José Cabrera (Zorita).

Además, está previsto que en un futuro próximo se produzca el cierre de más centrales nucleares en nuestro país, ya que la hoja de ruta acordada entre las eléctricas y Enresa, el reactor Almaraz I se cerrará como mínimo en 2027, mientras que el segundo reactor se cerrará un año después. De esta forma, los reactores de Almaraz, Ascó I y Cofrentes

estarán cerrados entre 2025 y 2030, por lo que en el periodo de 2030 a 2035, únicamente estarán conectadas las centrales de Ascó II, Vandellós y Trillo.

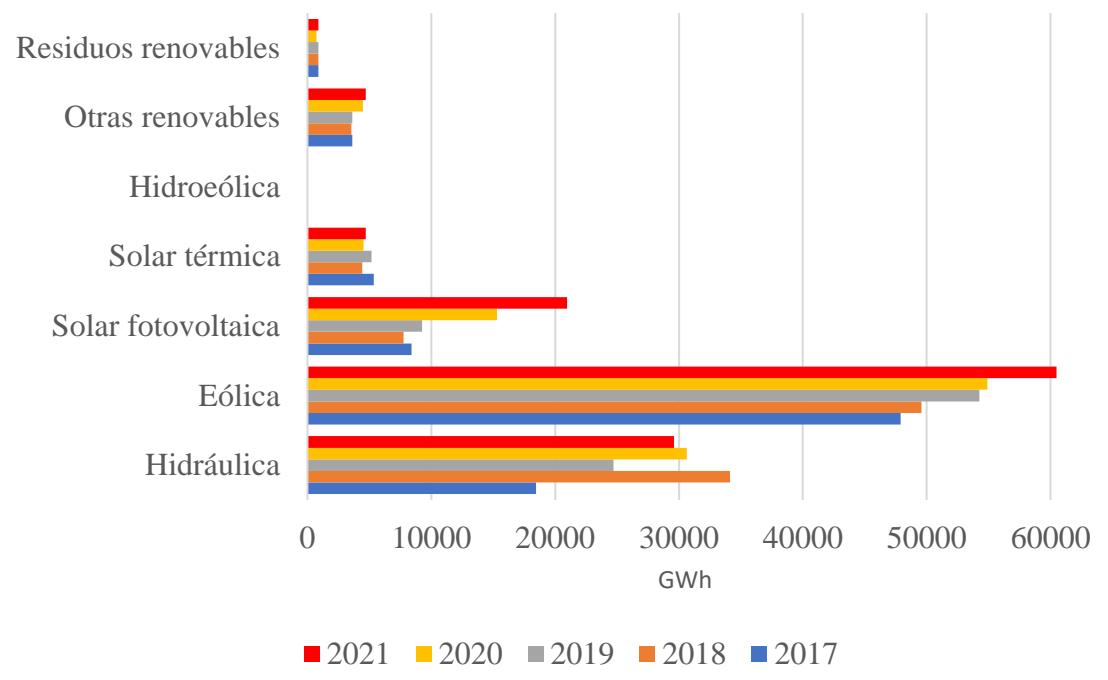
En el gráfico 5 podemos observar cual ha sido la evolución de la generación no renovable en España en el periodo 2017-2021, donde se empiezan a notar los efectos de la transición energética, destacando la descarbonización y aunque en menor medida la desnuclearización. Sin embargo, la fuente de generación no renovable en nuestro país mayoritaria sigue siendo la nuclear, seguida del ciclo combinado. El Fuel + gas no se aprecia en el gráfico anterior ya que su generación es prácticamente nula en todos los años del periodo.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Red Eléctrica Española (REE)

Por otro lado, en el gráfico 6 se puede observar la evolución de la generación renovable en nuestro país en el periodo 2017-2021. Se aprecia el aumento de generación de energía eólica en los últimos años, liderando así el mix energético renovable español. La solar fotovoltaica también ha aumentado considerablemente, especialmente en el año 2021. La hidráulica ha disminuido con respecto al año anterior, pero sigue ocupando un papel importante, sin embargo, la hidroeléctrica genera alrededor de 25 GWh en cada uno de los años del periodo por lo que su importancia en el mix energético es insignificante.

GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN GENERACIÓN RENOVABLE NACIONAL (2017-2021)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Red Eléctrica Española (REE)

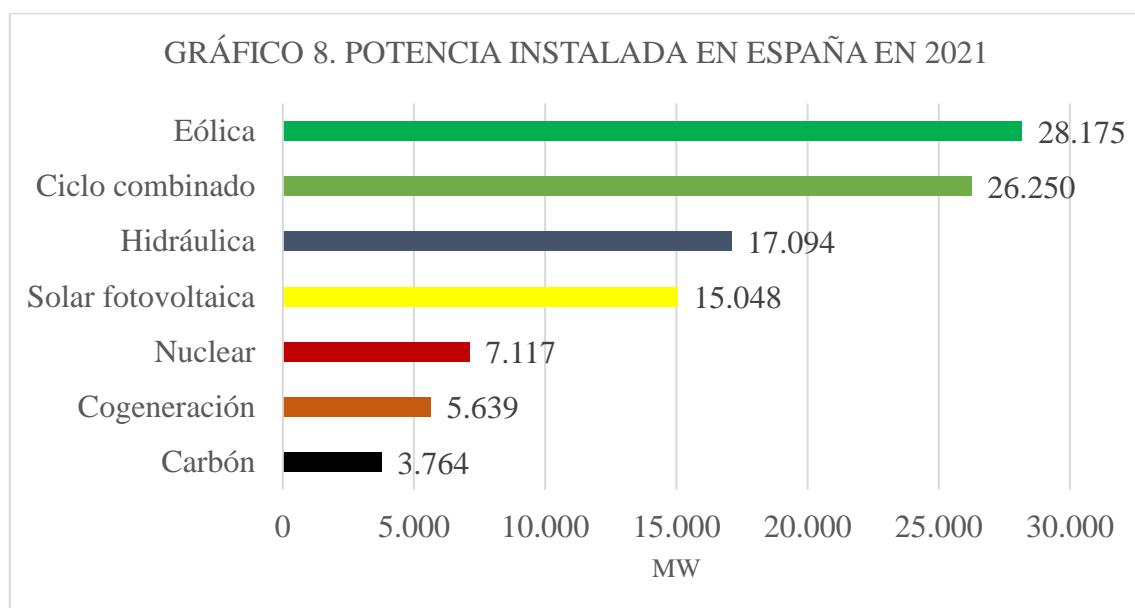
Esta modificación del mix energético español se ha producido gracias a la elaboración de diferentes Planes Energéticos Nacionales, siendo el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 uno de los más relevantes. Este plan define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. En este estudio se trabajará con la metodología input-output bajo el marco PNIEC, que, a pesar de ser un plan muy bien estructurado, puede sufrir retrasos debido a la pandemia ya que tiene metas muy exigentes.

Por un lado, dicho plan únicamente propone en unidades de potencia (MW) las magnitudes de los sistemas de almacenamiento, por lo que debería de tener en cuenta las correspondientes unidades de energía (MWh), para calcular si el almacenamiento es suficiente. Además, tampoco recoge ni el tipo ni la magnitud de cada técnica de almacenaje que se emplea en cada caso. En relación con el cierre de los reactores nucleares en el periodo 2026-2030, cabe comentar que todavía no está resuelto el problema de los desechos nucleares que contribuyen al aumento de las emisiones de CO₂. De acuerdo con Martínez-Duart y Gómez-Calvet (2020), uno de los aspectos más factibles del PNIEC, es la total eliminación de la generación mediante plantas de carbón.

Por otro lado, una gran parte de la energía nuclear está programada para ser desmantelada en 2030, mientras que, en relación con el carbón, alrededor del 68% se ha eliminado en 2019, lo que tiene un claro impacto en las emisiones.

Según el Informe de las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020 de la REE, cabe comentar algunos datos destacables en este año a pesar de la pandemia. La capacidad instalada de energías renovables en España aumenta un 8,7% respecto a 2019, un incremento de 4.782 MW, representando el 54% de las instalaciones de energías renovables, por lo que la generación en energía renovable en España es de 110.566 GWh en 2020. Este aumento se debe principalmente a la incorporación de la energía solar, que supone el 61,3% del nuevo suministro eléctrico. Las comunidades autónomas con mayor número de instalaciones de energías renovables son Castilla León, Andalucía, Galicia y Castilla-La Mancha, que concentran el 57,6% del total de instalaciones de energías renovables del país, como se puede observar en el gráfico 7 del Anexo I.

Finalmente, los últimos datos publicados de la potencia instalada en España corresponden al ejercicio del año 2021 y son recogidos en el gráfico 8. El mayor descenso del año corresponde al carbón en aproximadamente 2.000 MW de potencia instalada, reduciendo su capacidad un 34,3% respecto al 2020. Tras la eólica, que es la tecnología con mayor potencia instalada del país, se sitúan el ciclo combinado, con 26.250 MW (23,3% del total), la hidráulica, con 17.094 MW (15,1%) y la solar fotovoltaica (13,3%).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Eléctrica Española

3. EL SECTOR ENERGÉTICO EN ARAGÓN: ACTUALIDAD Y PERSPECTIVAS

En el siguiente epígrafe se analizará tanto la situación actual del sector energético en Aragón como sus perspectivas futuras.

3.1. ACTUALIDAD

Según Boletín de Coyuntura Energética de 2020, el consumo de energía primaria en Aragón, es decir, la energía procedente de fuentes naturales más las pérdidas por transporte y acondicionamiento, ha disminuido un 5,6%. En contraste con esta caída, el consumo de energías renovables (eólica y solar) continuó aumentando un 35%, frente al 33,6% del gas natural, alrededor del 30% de los derivados del petróleo y sólo el 1,4% del carbón.

Cabe señalar que una de las características del consumo de energía primaria es la alta proporción de energía renovable, hasta el 35,2%. Este porcentaje pone de manifiesto el esfuerzo de las instituciones aragonesas por la eliminación del carbón como fuente de energía primaria.

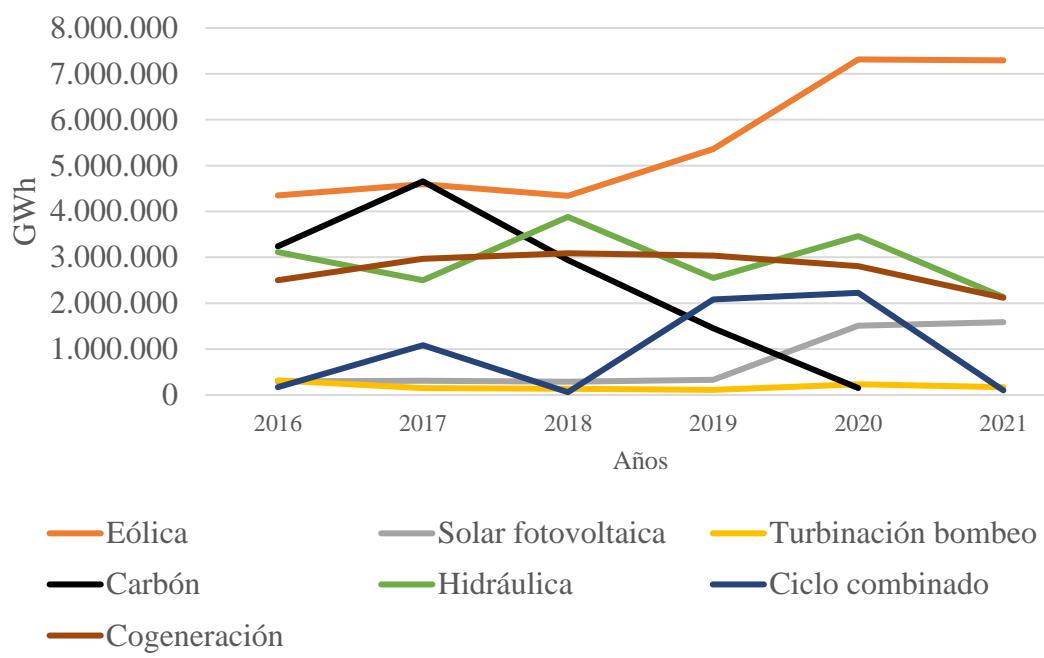
A continuación, vamos a analizar estas cifras de una forma más detallada.

En el gráfico 9 se puede observar la evolución de las principales fuentes de energía en el territorio aragonés durante el periodo 2016-2021.

Destaca el mayúsculo aumento de la generación de eólica, pasando de 4.352.047 MWh en 2016 a 7.291.508 MWh en 2021, también aparece reflejado el cierre de la central térmica de Andorra en 2020 haciendo que el carbón ya no forme parte del mix energético aragonés a partir del año 2021.

La energía solar fotovoltaica aumentó considerablemente del año 2019 al 2020, situándose en 2021 con 1.585.992 MWh. El ciclo combinado va sufriendo altibajos lo largo del periodo, del mismo modo, aunque no tan acentuados los sufre la hidráulica.

GRÁFICO 9. ENERGÍA GENERADA EN ARAGÓN (2016-2021)

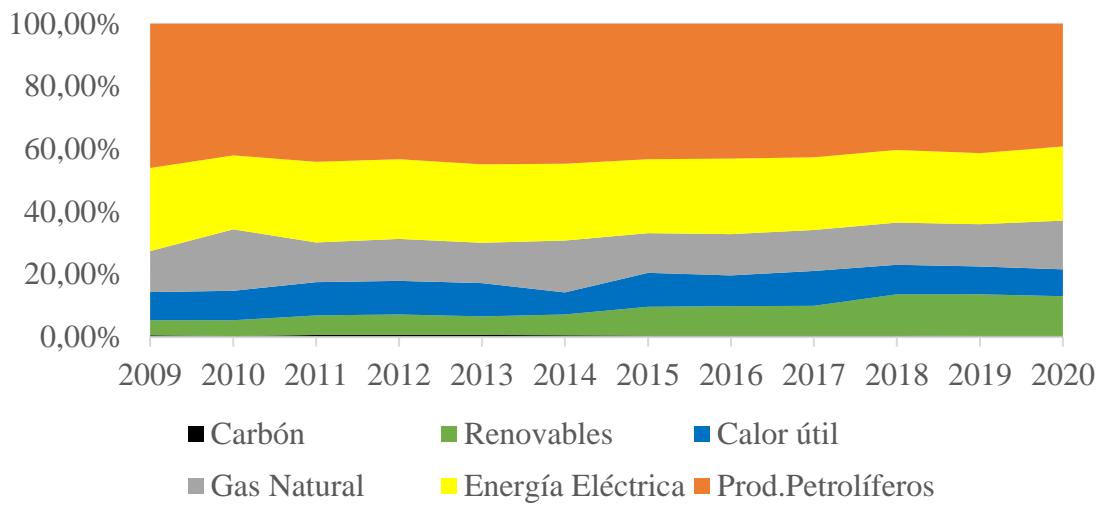


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Eléctrica Española

Analizando la evolución de la energía final en Aragón en el periodo 2009-2020 (gráfico 10) podemos señalar lo siguiente. Las energías renovables han experimentado un aumento considerable en términos generales especialmente en los últimos años, en 2009 tenía un peso de 4,84% y en el año 2019 era de un 13,26%. Sin embargo, en 2020 fue de un 12,65%, aunque la tendencia es que aumente su uso con el paso de los años, 2020 fue un año marcado por la pandemia de la COVID-19, lo que significó un parón en todos los sectores incluido el energético.

Gran parte de energía final en territorio aragonés proviene de productos petrolíferos, representando en 2020 el 39,14% del total energético. Por otro lado, la presencia de la energía final del carbón en nuestra comunidad es prácticamente nula, puesto que en ninguno de los años entre 2009 y 2020 supera el 1% del peso energético y además desaparece completamente en el año 2021 como hemos señalado.

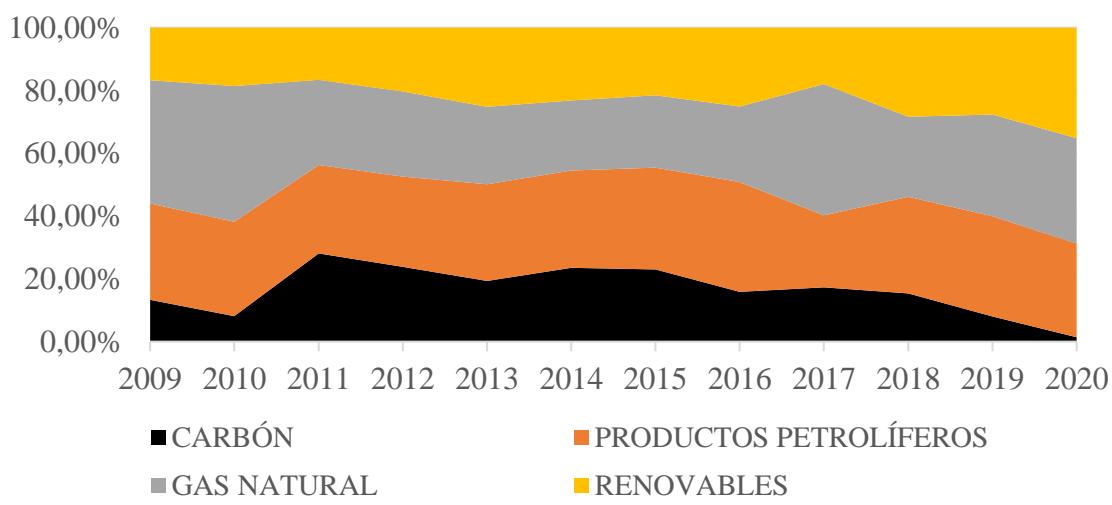
GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DE ENERGÍA FINAL EN ARAGÓN
EN % (2009-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

Las fuentes de las cuales se obtiene dicha energía final son a partir de la energía primaria. Destaca en el gráfico 11 que la energía primaria obtenida a partir del carbón tiene un peso de 1,42% en 2020, mientras que en 2011 llegó hasta los 28,09 puntos porcentuales, esto es debido a que en 2020 como ya hemos comentado se cierra la central térmica de Andorra. Las energías renovables continúan acentuando su presencia en Aragón y quitando espacio a energías contaminantes, en 2020 tienen un peso del 35,21%, haciendo de nuestra comunidad una de las más desarrolladas de España en materia de energía renovable.

GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA EN ARAGÓN EN % (2009-2020)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

3.2. PREVISIONES

El futuro de las energías renovables de Aragón vendrá marcado en gran medida por el programa CREA, ya que aumentará los proyectos comerciales y el empleo mediante la inversión en energías renovables en el Aragón rural. Para llevar el proyecto a cabo, CEOE Aragón, Forestalia y el Clúster de la Energía de Aragón se unen con el objetivo principal de impulsar proyectos de emprendimiento empresarial, generación de empleo y mejora de las condiciones de vida en los municipios en los que se implantan instalaciones de energías renovables a través de los ingresos derivados de estas inversiones. El objetivo de este programa es maximizar los beneficios y el impulso económico del desarrollo urbano en las zonas rurales.

En cuanto a las previsiones en el campo de energías renovables en Aragón, el Informe CLENAR (2021) titulado “Impacto ambiental, social y económico de los proyectos de energías renovables eólicos y fotovoltaicos de Aragón”, presentado por el Clúster de la Energía de Aragón (CLENAR) y elaborado por la Universidad de Zaragoza y la empresa Ibersyd analiza la situación actual y futura del sector.

De acuerdo con dicho informe, una vez que entren en funcionamiento dichos proyectos que se encuentran en fase de trámite o que ya han sido admitidos, la previsión es que la producción eólica casi se vaya a cuadruplicar, pasando de 4.249,5 MWh de potencia actual a 16.301 MWh, sin embargo, la energía fotovoltaica multiplicará por nueve su potencia, pasando de los 1.261 MWh actuales, hasta los 11.365MWh.

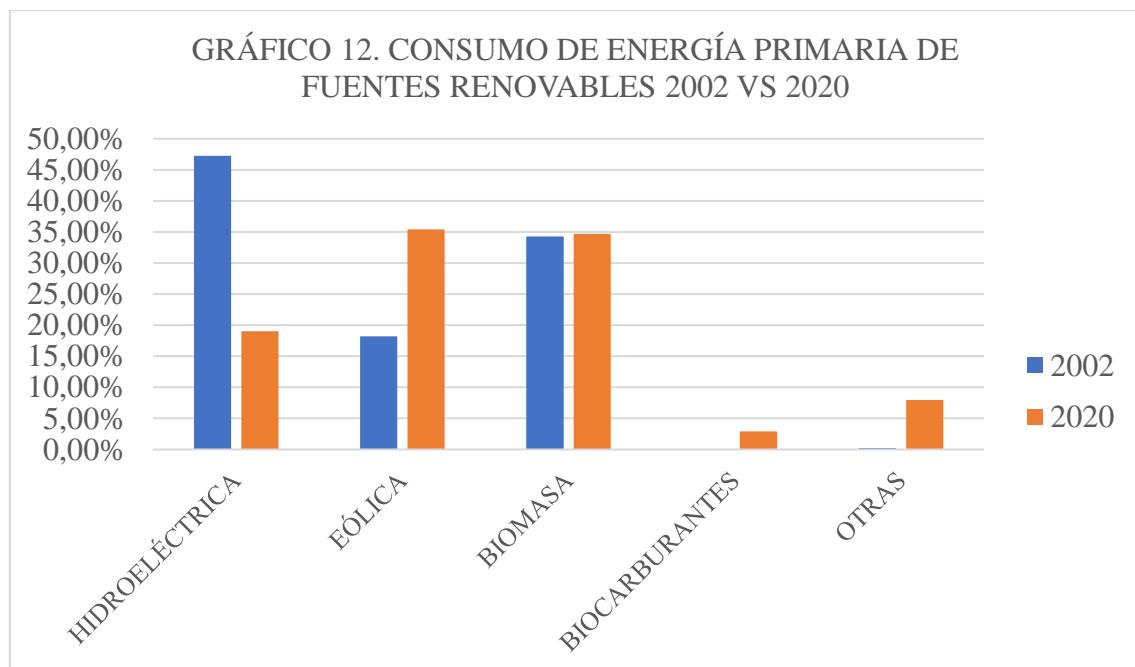
En definitiva, la suma de estas tecnologías multiplicará por 5 la producción, ya que pasará de los 55.510 MWh actuales a más de 27.667 MWh gracias a proyectos desarrollados en la región. Así, la suma de todas estas fuerzas energéticas ascendería a una superficie de 29.662,43 hectáreas, que representa el 0,622% de la superficie de Aragón. Las comarcas con mayor capacidad renovable instalada son Campo de Belchite, Comarca Central de Zaragoza, Campo de Borja, Valdejalón y Ribera Baja del Ebro, mientras que las comarcas con mayor potencia en proyectos previstos son Cinco Villas, Campo de Belchite, Comarca Central de Zaragoza, Bajo Martín y Campo de Borja.

Las estimaciones de la investigación reflejadas en el informe muestran que por cada 100 MWh de energía eólica se requiere una inversión de 115 millones, equivalentes a 207 GWh de generación eléctrica, creando así 1.052 puestos de trabajo en Aragón, evitando la emisión de 100.000 toneladas de carbono. Evita importar 18.000 toneladas de petróleo y recauda 3,65 millones de euros de impuestos como ICIO, IAE e IBICES, esto corresponde a 1.850.000 euros al año para mantenimiento.

La energía fotovoltaica, por su parte, requiere una inversión de 80 millones de euros cada 100 MWh y generará 150 GWh, creando así 737 puestos de trabajo para la comunidad aragonesa, de los que 710 son inversiones, 14 operaciones y 13 recursos principales. Puede reducir 70.000 toneladas de CO₂, evitar 13.000 toneladas de petróleo, 2,6 millones en impuestos, pero unos costes de mantenimiento de 950.000 euros al año.

4. ENERGÍAS RENOVABLES EN ARAGÓN

La constitución del mix de las energías renovables en Aragón se ha visto alterado en los últimos años, esto se debe a la aparición de nuevas tecnologías de generación. Como se puede observar en el gráfico 12 siguiente, en el año 2002 un 47,26% de la energía procedente de renovables en Aragón provenía de energía hidroeléctrica, en contraposición en el año 2020 apenas llega a un 19,04%. Sin embargo, lo contrario ocurre con la energía eólica, ya que es mucho más superior en el año 2020. Finalmente, la energía procedente de la biomasa es muy similar en ambos años.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética¹

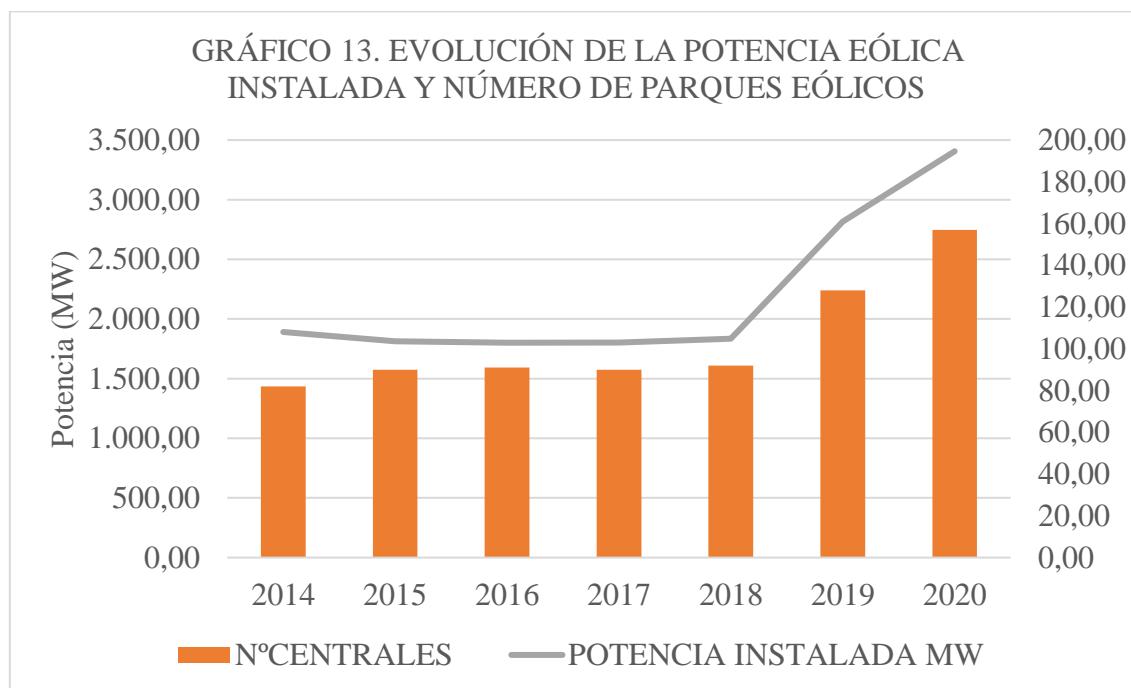
Seguidamente, se procederá a la realización de un breve análisis de la situación de las principales tecnologías de generación energética renovables de la comunidad autónoma

¹ Nota: El apartado de OTRAS incluye la energía solar térmica, solar fotovoltaica, geotérmica e hidrógeno. En BIOMASA se han incluido todas las fuentes de energía primaria establecidas en la categoría c del art. 2.1 del RD 661/2007, 25 de mayo.

de Aragón, así como sus perspectivas de futuro. En el análisis serán objeto de estudio todas aquellas energías que ejerzan más peso en el panorama actual energético aragonés, por ello se analizará la energía eólica, la solar fotovoltaica, ya que se trata de una tecnología que presenta gran crecimiento en los últimos años, seguido de la energía hidroeléctrica y la biomasa.

4.1. ENERGÍA EÓLICA

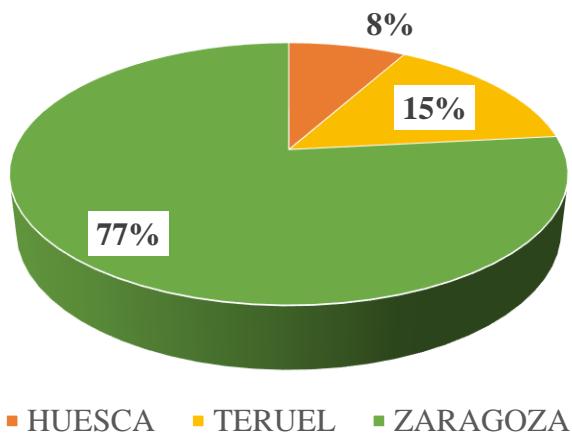
La energía eólica se ha convertido en los últimos años la principal fuente de energía renovable en nuestra comunidad con un peso de 35,39% a lo que a energías renovables se refiere, junto con la biomasa que tiene un peso del 34,68%. En 1986 se instaló el primer parque eólico en Aragón, y el segundo en España, compuesto únicamente por aerogeneradores con una potencia de 30kw. Posteriormente se ha experimentado un gran crecimiento como se puede observar en el gráfico 13 adjunto a continuación.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

Desde el año 2018 se ha producido un gran aumento tanto en la potencia eólica instalada como en el número de centrales. En el año 2018 la potencia eólica instalada en Aragón era de 1.834 MW, en el 2019 se produjo un gran aumento ligado a mayor número de centrales llegando hasta los 2.816 MW y finalmente en el año 2020 la potencia eólica instalada fue de 3.406 MW con un total de 157 centrales eólicas en el territorio aragonés.

GRÁFICO 14. PORCENTAJE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PROVINCIAS EN ARAGÓN EN 2020



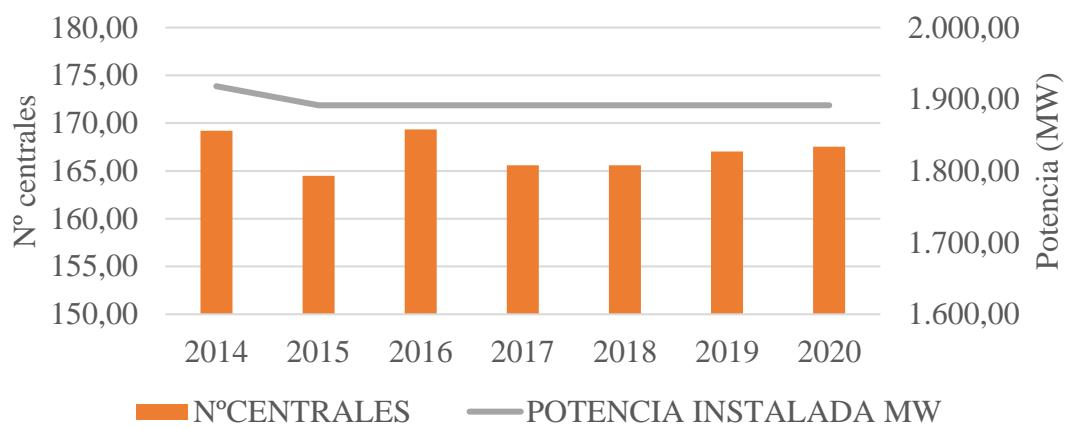
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

La gran mayoría de generación de energía eólica en Aragón en el año 2020 se produce en la provincia de Zaragoza (77%) como se puede observar en el gráfico 14, esto se debe a que dicha provincia tiene 128 centrales eólicas siendo el total en territorio aragonés 157 centrales. Las condiciones atmosféricas en esta provincia son más favorables que en el resto, esencialmente por “El Cierzo”, también es favorable que el terreno sea plano para la instalación de los aerogeneradores.

4.2. ENERGÍA FOTOVOLTAICA

En relación con la energía fotovoltaica en nuestra comunidad, se puede observar en el gráfico 15 que ha sido muy lineal en estos últimos años. Aragón tiene un gran potencial para la implantación de paneles fotovoltaicos esencialmente en la provincia de Zaragoza. Esta provincia es la que más horas de sol posee, además de tener una gran infraestructura de red eléctrica instalada que provoca una mengua en los costes además de facilitar su puesta en circulación. Aunque, en la comunidad aragonesa después de la energía eólica es la más relevante, se espera que en los próximos años cambie su tendencia lineal a una más ascendente.

**GRÁFICO 15. EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA
FOTOVOLTÁICA INSTALADA Y NÚMERO DE CENTRALES
FOTOVOLTÁICAS**



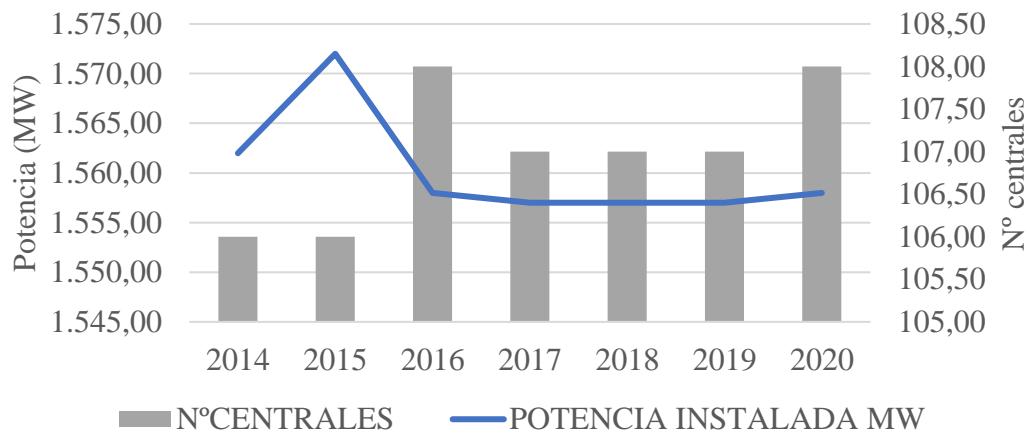
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

4.3. ENERGÍA HIDRÁULICA

Dentro de nuestra comunidad autónoma, la gran mayoría de centrales hidroeléctricas se encuentran en la provincia de Huesca, principalmente porque la localización idónea para estas centrales son las cabeceras de los ríos pirenaicos.

Como podemos observar en el siguiente gráfico 16, la potencia instalada dio un gran repunte en 2015 y se mantiene constante hasta la actualidad, esto es debido a que esta fuente de energía utiliza ya casi todo el potencial que puede obtener en el territorio aragonés, por lo que, su crecimiento se encuentra limitado.

**GRÁFICO 16. EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA HIDRÁULICA
INSTALADA Y NÚMERO DE CENTRALES
HIDROELÉCTRICAS**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

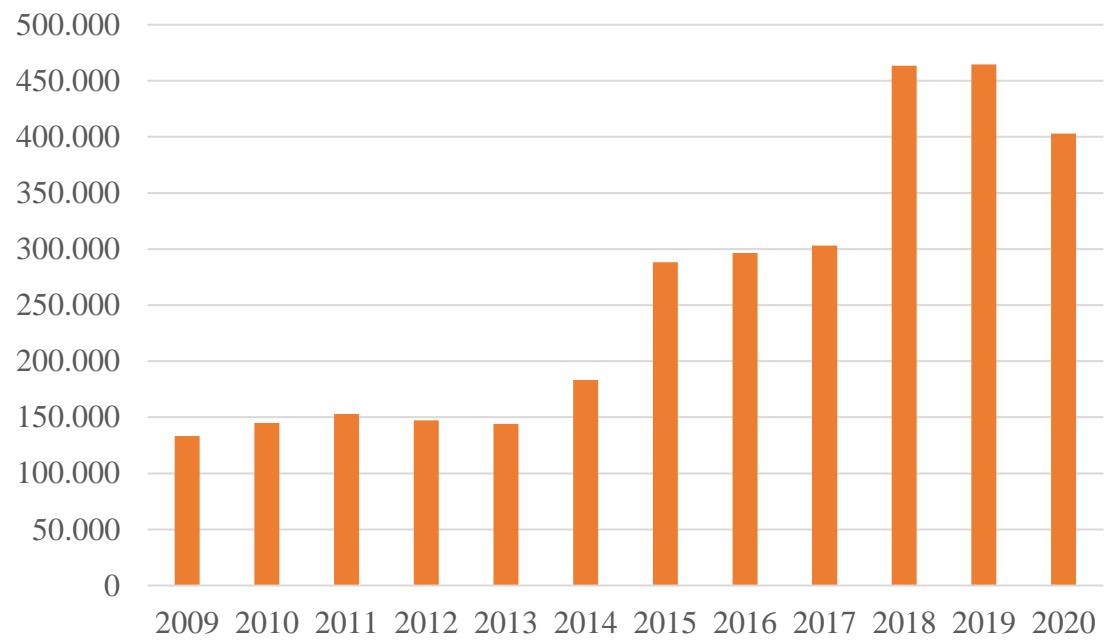
4.4. BIOMASA

Aragón es una de las principales comunidades autónomas con mejor punto de partida en el ámbito de la biomasa. La biomasa consiste en aprovechar recursos forestales, tanto residuos de explotaciones como ramas o pellets con el fin de generar energía por combustión o por transformación en otro tipo de combustible sustitutivo de los fósiles habituales.

Destaca el cierre en 2017 de la planta de Ansó, una de las más significativas del territorio por falta de demanda. Esto no ha evitado que la biomasa haya conseguido ganarse un peso relativamente sustancial en Aragón, esencialmente entre industrias como la papelera o agroindustria que han instalado sus propios sistemas, más que en consumidores particulares que siguen eligiendo otras alternativas a la biomasa.

Como se puede observar en el gráfico, a partir de 2014 el consumo de biomasa aumenta considerablemente y se mantiene estable entre los años 2015 y 2017, y es en 2018 cuando se produce un aumento destacable que continua en 2019, sin embargo, en 2020 cae, pero nunca a los niveles de años anteriores a 2018.

GRÁFICO 17. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE BIOMASA
(2009-2020) EN Ktep



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

5. ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES

Después de haber contextualizado la situación de las energías renovables a nivel mundial, europeo, nacional y aragonés, seguidamente, se va a determinar el impacto real de la inversión de energía renovable en el territorio aragonés, tanto directo como indirecto, a través de la metodología input-output que se desarrollará en el Anexo II. I.

5.1. SUPUESTOS DE LA ESTIMACIÓN PARA ARAGÓN

El objeto del estudio consiste en calcular los efectos que producirá el aumento de la demanda de algunos sectores derivados de las futuras inversiones a partir del conocimiento de los procesos productivos de cada sector a través de las TIO. Para ello se trabajará sobre la hipótesis de que la estructura productiva en Aragón se ha mantenido constante desde 2005 hasta la actualidad.

Seguidamente, se analizará el impacto de la inversión en energía eólica y energía fotovoltaica bajo la hipótesis del siguiente escenario. El escenario plantea la idea de que el 30% del gasto se realizará en la comunidad autónoma aragonesa bajo el marco PNIEC, este escenario recibe el nombre de escenario 2, ya que el escenario 1 será el contenido en el estudio “Impacto ambiental, social y económico de los proyectos de energías renovables eólicos y fotovoltaicos en Aragón. (2022), Universidad de Zaragoza”, ya citado. Para aplicar el modelo objeto de este estudio, se seguirá la metodología de los siguientes apartados:

- a) Estimación de la potencia a instalar para cada tecnología

En este apartado, el objetivo es calcular la cuantía total de la posterior inversión partiendo de la base del total de potencia a instalar de cada una de las dos tecnologías que vamos a analizar.

- b) Determinación de la inversión y distribución por ramas del MIO

Al obtener la cuantía total de la inversión posteriormente, podemos determinar la inversión por tecnología y poder seguir la metodología input-output desgranándolas en ramas de actividad y así inducir la demanda directa de los sectores en las TIO, determinando tanto la demanda inducida como el efecto arrastre. El principal objetivo de este paso es la determinación de la inversión por parte de las empresas y de su correspondiente distribución por las ramas del MIO. De esta forma, se genera un circuito económico de flujos de bienes,

servicios y producción dando lugar a un efecto de arrastre en el resto de los sectores.

c) Estimación de la demanda inducida y el efecto de arrastre

Tras haber cumplido los objetivos anteriores, se ha obtenido la inversión y se ha repartido por cada una de las diferentes ramas de las tablas input-output de Aragón. A continuación, esta tercera fase de la metodología se centra en la estimación del efecto inducido de la demanda del gasto de la actividad correspondiente, así como su peso en la economía aragonesa.

d) Estimación del empleo creado

La estimación del empleo creado se obtiene a partir del producto de la inversa de la matriz unidad menos la matriz de coeficientes de distribución multiplicada por la demanda final total, que recoge tanto la directa como la inducida. Tras conocer la demanda total, se procede a derivar el número de trabajadores que es necesario para satisfacer dicha demanda. La estimación requiere de la utilización de los coeficientes de empleo implícitos de las TIO a partir de la ratio² para cada sector y número de ocupados entre la producción. Bajo esta hipótesis se supone que los puestos de trabajo son a tiempo completo.³

5.2. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA A INSTALAR

Nos basaremos en el marco PNIEC (aprobado el 16 de marzo del 2022) para estimar la futura potencia a instalar de ambas tecnologías (eólica y fotovoltaica). Los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 están alineados con las directrices del Consejo Europeo, en el que se acordó una reducción de emisiones de la UE de al menos un 5% respecto a los niveles de 1990, continuando la senda de reducción de emisiones para alcanzar la neutralidad climática en la UE en 2050, armonizado con los Acuerdos de París.

El PNIEC establece un 42% en la penetración de renovables en energía final y un 39.5% de eficiencia energética para 2030. El Plan prevé una potencia total instalada en el sector eléctrico de 161 GW en el año 2030, de los cuales 50GW serán de energía eólica y 39

² La ratio es la inversa de la productividad aparente del factor trabajo.

³ La productividad del factor trabajo se mantiene constante en todos los sectores. Si se supone que la productividad varía, las cifras de empleo estimadas se alterarán de forma proporcional a las modificaciones correspondientes.

GW de solar fotovoltaica. Aunque la distribución por tecnologías renovables que se lleve a cabo cada año entre 2021 y 2030 dependerá de la evolución de los costes relativos de las mismas, así como en otros factores relevantes como son la viabilidad y flexibilidad de su implantación. Los datos de REE (2021) en relación con la potencia instalada a finales de 2020 reflejan 4.284 MW para la energía eólica y 1.098 MW para la fotovoltaica. Dentro del marco PNIEC con los escenarios planteados en este estudio se obtendrían los siguientes resultados recogidos en la tabla 3.

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS MEGAVATIOS A INSTALAR POR AÑOS Y TECNOLOGÍA.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
EÓLICA	352	377	408	441	477	277	289	302	315	329	3.568
FOTOVOLTAICA	148	164	185	209	237	256	288	324	364	410	2.585
TOTAL	500	541	593	650	714	533	577	626	680	739	6.153

Fuente: Informe CLENAR (2021).

Comenzaremos con la energía eólica, ya que tiene mayor impacto en la comunidad aragonesa, ascendería a 352 MW, 377 MW, 408 MW, 441 MW, 477 MW para 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, respectivamente, aunque desciende el resto de los años a valores en torno a los 300 MW como se puede observar en la tabla 3 cercanos a 300 MW, sumando así un total de 3.568 MW a instalar en el periodo 2021-2030 dentro del marco PNIEC.

En cuanto a la fotovoltaica, de 148 MW en 2021, de 164 MW en 2022, de 185 MW en 2023 y de 209 MW en 2024. Esta energía ascendería paulatinamente cada año hasta alcanzar en 2030 los 410MW, siendo mayor que la eólica por lo que podríamos estar ante un cambio de tendencia en lo que a energías renovables se refiere en nuestra comunidad. Por lo que el periodo 2021-2030 dentro del PNIEC recogería 2.585 MW y el resto de los años como se puede observar en la tabla 3 cercanos a 300 MW, sumando así un total de 3.568 MW. Finalmente, sumando ambas tecnologías, la potencia total a instalar en Aragón según el marco PNIEC dentro del periodo 2021-2030 sería de 6.153 MW.

5.3. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SUS EFECTOS PARA LA EÓLICA

En este epígrafe se va a proceder a la determinación de la inversión y a su correspondiente reparto por ramas de actividad de las TIO para la energía eólica. Seguidamente, se procederá a la estimación de la demanda inducida y su efecto de arrastre. Finalmente, se estimará el empleo creado dentro de los supuestos contemplados en los escenarios 1 y 2 bajo el marco PNIEC.

5.3.1. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SU REPARTO POR RAMAS DE ACTIVIDAD

Los costes de inversión en lo que a energía eólica se refiere se desarrollan en los siguientes componentes, así como determina el PER 2011-2020. Por tanto, el 75% del coste total se dedica a los aerogeneradores, el 8% a obra civil e ingeniería requerida para su instalación, a la instalación eléctrica le corresponde un 5%, 10% a la subestación y conexión eléctrica y finalmente el 2 % restante a la promoción. En total, se estima que el coste necesario para la inversión de 1 MW de energía eólica es de 1,15 millones de euros, como se puede observar en la tabla 4.

TABLA 4. ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN DE LA EÓLICA.

Componentes	%	Estimación del coste por MW (millones de euros)
AEROGENERADOR	75%	0,8621
OBRA CIVIL E INGENIERIA	8%	0,0920
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	5%	0,0575
SUBESTACIÓN Y CONEXIÓN ELÉCTRICA	10%	0,1150
PROMOCIÓN	2%	0,0230
TOTAL	100%	1,15

Fuente: Informe CLENAR (2021).

En el marco PNIEC, se estima que en 2021 se instalen 352 MW como hemos podido observar en la tabla 3, por lo que se requiere una inversión de 405 millones de euros repartidos en los diferentes componentes como se señala la siguiente tabla 5. La inversión prevista para el año 2022 es de 433 millones de euros para instalar 377 MW. En el año 2025, la inversión asciende a 548 millones de euros, siendo el valor más alto dentro del periodo 2021-2030 para instalar 477MW. A partir de este año, la inversión necesaria para satisfacer los MW a instalar es aproximadamente 350 millones de euros.

TABLA 5. DISTRIBUCIÓN ANUAL DEL GASTO EN EÓLICA.

Componentes	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
AEROGENERADOR	304	325	352	380	411	239	250	260	272	284
OBRA CIVIL E INGENIERIA	32	35	37	41	44	25	27	28	29	30
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	20	22	23	25	27	16	17	17	18	19
SUBESTACIÓN Y CONEXIÓN ELÉCTRICA	41	43	47	51	55	32	33	35	36	38
PROMOCIÓN	8	9	9	10	11	6	7	7	7	8
TOTAL	405	433	469	507	548	319	333	347	362	378

Fuente: Informe CLENAR (2021). Nota: cifras en millones de euros.

A continuación, procederemos a desglosar la inversión total necesaria para la instalación de los MW dentro del marco PNIEC en las ramas de actividad de las TIO, como podemos observar en la tabla 6.

TABLA 6. DISTRIBUCIÓN DEL COSTE DE LA EÓLICA POR RAMAS DE ACTIVIDAD.

Rama de actividad	%
Productos metalúrgicos	32
Maquinaria y aparatos mecánicos	25
Maquinaria y material eléctrico	33
Productos de la construcción	8
Servicios de comercio al por mayor	2
TOTAL	100

Fuente: Informe CLENAR (2021).

El escenario que sostiene la inversión al 100% en empresas aragonesas, dista mucho de la realidad. Puesto que Aragón se dota de turbinas eólicas de los principales productores mundiales de las mismas. El principal productor de aerogeneradores mundial en el año 2021 fue Vestas, recuperando el primer puesto del ranking establecido por BloombergNEF con un 15,20 %, seguido de Goldwind con un 12,04%, Siemens Gamesa con un 8,64%, Envision con un 8,46% y GE cayendo hasta el 5º puesto con un 8,30% respecto al 13,5% con el que lideraba en el año 2020. Las empresas aragonesas se proveen de turbinas eólicas de estas empresas en el mercado mundial con GE Renewable Energy y también en el mercado nacional con Siemens Gamesa. Seguidamente, distribuimos el coste de la eólica por ramas de actividad bajo el supuesto del escenario 2.

TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DEL COSTE DE LA EÓLICA POR RAMAS DE ACTIVIDAD PARA EL ESCENARIO 2.

Rama de actividad	%
Productos metalúrgicos	7
Maquinaria y aparatos mecánicos	6
Maquinaria y material eléctrico	7
Productos de la construcción	8
Servicios de comercio al por mayor	2
TOTAL	30

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que el escenario del 30% de la inversión en empresas aragonesas se acerca más a la realidad, siendo un escenario muy conservador ya que la comunidad aragonesa no tiene la suficiente capacidad industrial para el desarrollo del escenario 1 que contempla el 100% de la inversión. Se estima la siguiente distribución del coste total, 7% en productos metalúrgicos, 6% en maquinaria y aparatos mecánicos y 7% en maquinaria y material eléctrico. El resto se distribuye igual que el escenario de la inversión al 100% en empresas aragonesas, es decir, 8% en productos de la construcción y 2% en servicios de comercio al por mayor.

TABLA 8. DISTRIBUCIÓN ANUAL DEL GASTO EN EÓLICA PARA EL ESCENARIO 2.

Rama de actividad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Productos metalúrgicos	28	30	33	35	38	22	23	24	25	26
Maquinaria y aparatos mecánicos	24	26	28	30	33	19	20	21	22	23
Maquinaria y material eléctrico	28	30	33	35	38	22	23	24	25	26
Productos de la construcción	32	35	37	41	44	25	27	28	29	30
Servicios de comercio al por mayor	8	9	9	10	11	6	7	7	7	8
TOTAL	122	130	141	152	164	96	100	104	109	113

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO. Nota: cifras en millones de euros.

En este escenario, la inversión total necesaria para instalar los MW estimados se desglosa de nuevo por ramas de actividad de las tablas input-output para el periodo contemplado dentro del marco PNIEC 2021-2030. En la tabla 8 se observa la distribución del gasto bajo el supuesto del 30% en cada uno de los años comprendidos en el periodo objeto de estudio.

5.3.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INDUCIDA Y EL EFECTO DE ARRASTRE

Tras haber introducido los datos de la demanda en las ramas de actividad especificadas con anterioridad, podemos señalar que el efecto de arrastre para la energía eólica es del 35%, dentro del escenario planteado donde el 30% de la inversión se realiza en empresas de la Comunidad de Aragón bajo el marco PNIEC. Es decir, por cada euro que se invierta, se generarán 0,35 euros en conjunto de la economía aragonesa.

En lo que a los términos monetarios se refiere, el efecto total que tendrá la inversión citada, es decir, sumando el efecto directo más el indirecto como podemos observar en la tabla 9 ascenderá a un intervalo entre 5.330 y 1.661 millones de euros. Se distribuirá por años de la siguiente forma, la cuantía ascenderá a un intervalo entre 527 y 164 millones de euros para el año 2021, de 563 y 175 millones de euros en 2022, como se puede observar en la siguiente tabla. En el año 2025 se produce el mayor intervalo siendo de 712 a 222 millones de euros.

TABLA 9. SUMA DE EFECTO DIRECTO E INDIRECTO PARA LA EÓLICA.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
ESCENARIO 1 (100%)	527	563	609	659	712	414	432	451	471	492	5.330
ESCENARIO 2 (30%)	164	175	190	205	222	129	135	141	147	153	1.661

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO. Nota: cifras en millones de euros.

Por ramas de actividad, es destacable dentro del marco PNIEC que el efecto generado se concentra en 17 ramas de las 68 que contienen las TIO de Aragón, reflejado en la tabla 10.

TABLA 10. DISTRIBUCIÓN POR RAMAS DE ACTIVIDAD DE LA DEMANDA INDUCIDA POR LA INVERSIÓN EN EÓLICA.

Ramas de actividad	Efectos indirectos %
Productos de la construcción	13,32%
Otros servicios empresariales	13,15%
Productos metálicos	7,41%
Servicios de transporte por carretera	7,38%
Maquinaria y material eléctrico	6,82%
Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos	6,23%
Servicios de intermediación financiera	5,78%
Otros servicios de comercio al por menor	4,94%
Energía eléctrica	4,45%
Servicios de comercio al por mayor	4,24%
Otros productos minerales no metálicos	4,20%
Servicios postales y telecomunicaciones	2,41%
Productos metalúrgicos	2,39%
Comercio de vehículos y carburantes; reparaciones	2,30%
Otros servicios relacionados con el transporte	2,26%
Servicios inmobiliarios	1,73%
Alquiler de bienes muebles	1,33%

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO.

5.3.3. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO

El empleo total generado derivado de la demanda directa más la inducida de la inversión en energía eólica en el marco PNIEC asciende en el escenario 2, se sitúa en un intervalo de 56.740 y 19.165 puestos de trabajo. Se distribuyen por años como refleja la tabla 11.

TABLA 11. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO POR EL EFECTO DE LA EÓLICA.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
ESCENARIO 1 (100%)	5.604	5.996	6.484	7.011	7.581	4.410	4.603	4.804	5.014	5.233	56.740
ESCENARIO 2 (30%)	1.941	2.077	2.246	2.429	2.626	1.528	1.594	1.664	1.737	1.813	19.166

Fuente: Informe CLENAR (2021) para el escenario 1 y Elaboración propia para el escenario 2 a partir de las TIO.

Nota: cifras en miles de euros.

Estas cifras muestran que por cada 1 millón de euros invertidos se generan 12 empleos totales (directos más indirectos). En términos de megavatios, por cada 1 MW se crearán 6 puestos de trabajo o por cada 100 MW, 600 puestos de trabajo.

5.4. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SUS EFECTOS PARA LA FOTOVOLTÁICA

En este epígrafe se va a proceder a la determinación de la inversión y a su correspondiente reparto por ramas de actividad de las TIO para la energía fotovoltaica. Seguidamente, se procederá a la estimación de la demanda inducida y su efecto de arrastre. Finalmente, se estimará el empleo creado dentro de los supuestos contemplados en los escenarios 1 y 2 bajo el marco PNIEC.

5.4.1. DETERMINACIÓN DE LA INVERSIÓN Y SU REPARTO POR RAMAS DE ACTIVIDAD

En este apartado se va a detallar la inversión necesaria para poner en funcionamiento los MW estimados de la energía fotovoltaica dentro del marco PNIEC. Además, analizaremos la demanda inducida, el efecto arrastre y finalmente el empleo generado, así como hemos analizado en la tecnología anterior. Del mismo modo que la inversión estimada de la eólica, la inversión en fotovoltaica se desagrega de acuerdo con la composición recogida en el PER 2011-2020, con el cometido de descomponer posteriormente la inversión en las distintas ramas de actividad. En la segunda columna de la tabla 12, se observa la estimación del coste medio de cada componente por MW.

TABLA 12. ESTIMACIÓN DEL DISTRIBUCIÓN DEL COSTE DE LA FOTOVOLTAICA POR RAMAS DE ACTIVIDAD.

Componentes	% DEL COSTE TOTAL	ESTIMACIÓN DEL COSTE POR MW
		(mill. Euros)
MODULO	62	0,50
RESTO DE EQUIPO	16	0,13
OBRA CIVIL E INGENIERIA	5	0,04
OTROS COSTES	11	0,09
MARGEN CONTRATISTA	6	0,05
TOTAL	100	0,80

Fuente: Informe CLENAR (2021).

El principal coste es el módulo fotovoltaico (62% del total), a lo que se añade el resto del equipo (16%), la obra civil e ingeniería (5%), otros costes (11%) y finalmente el margen contratista (6%). En total, se estima que el coste necesario para la inversión de 1 MW de energía fotovoltaica es de 0,80 millones de euros, como se puede observar en la tabla 12.

TABLA 13. ESTIMACIÓN DEL COSTE TOTAL DE FOTOVOLTAICA

Componentes	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
MODULO	73	81	92	104	118	127	143	161	181	203
RESTO DE EQUIPO	19	21	24	27	30	33	37	41	47	52
OBRA CIVIL E INGENIERIA	6	7	7	8	9	10	12	13	15	16
OTROS COSTES	13	14	16	18	21	23	25	29	32	36
MARGEN CONTRATISTA	7	8	9	10	11	12	14	16	17	20
TOTAL	118	131	148	168	190	205	230	259	292	328

Fuente: Informe CLENAR (2021). Nota: cifras en millones de euros.

Como hemos observado en la tabla 3, bajo el marco PNIEC se estima que en 2021 se instalen 148 MW implicando una inversión de 118 millones de euros repartidos entre sus componentes como señala la tabla anterior. En 2022, la inversión estimada es de 131 millones de euros para 164 MW. Para el año 2023, la inversión sería de 148 millones de euros para 185 MW. Para los siguientes años se precisaría una inversión mayor a medida que aumentan los MW a instalar con el paso de los años, siendo el último año del periodo, es decir, el año 2030 el máximo que se alcanza con 328 millones de euros para la instalación de 410 MW previstos.

Sin embargo, no es factible realizar el 100% del gasto de la instalación fotovoltaica en empresas de Aragón, ya que gran parte de los módulos son comprados a empresas de fuera de la región a nivel tanto nacional como mundial. El último ranking de los principales productores de módulos fotovoltaicos según InfoLink, señala que en el primer puesto se sitúa Longi, seguido de Trina, JA Solar, Jinko, Canadian Solar, siendo este el TOP 5. A continuación, procedemos a distribuir el coste de la energía fotovoltaica por ramas de actividad en ambos escenarios, recogido en las tablas 14 y 15.

TABLA 14. DISTRIBUCIÓN DEL COSTE DE LA FOTOVOLTAICA POR RAMAS DE ACTIVIDAD ESCENARIO 1

Rama de actividad	%
Minerales no energéticos	20
Productos metalúrgicos	42
Maquinaria y material eléctrico	27
Productos de la construcción	5
Servicios de comercio al por mayor	6
TOTAL	100

Fuente: Informe CLENAR (2021).

TABLA 15. DISTRIBUCIÓN DEL COSTE DE LA FOTOVOLTAICA POR RAMAS DE ACTIVIDAD ESCENARIO 2

Rama de actividad	%
Minerales no energéticos	3
Productos metalúrgicos	6
Maquinaria y material eléctrico	10
Productos de la construcción	5
Servicios de comercio al por mayor	6
TOTAL	30

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el reparto de las inversiones anuales por rama de actividad de las TIO bajo el escenario más conservador se distribuye de la siguiente manera. El 3% del coste total se debe a los minerales no energéticos esencialmente al silicio, principal material con el que se elaboran las células de los módulos fotovoltaicos. En nuestra región no tenemos grandes reservas de silicio, por lo que el 20% del escenario 1 no es realista. El resto del módulo corresponde a 6% de productos metalúrgicos, 10% de maquinaria y material eléctrico, 5% de productos de la construcción y finalmente 6% de servicios al por mayor, siendo estos dos últimos idénticos al otro escenario. La inversión total que se necesita para la instalación de los MW estimados dentro del marco de análisis PNIEC se desglosa en las diferentes ramas de actividad de las TIO dentro del periodo señalado en las tablas. En la tabla 16 se observa la distribución del gasto bajo el supuesto del 30% en cada uno de los años comprendidos en el periodo objeto de estudio.

TABLA 16. DISTRIBUCIÓN DEL GASTO EN FOTOVOLTAICA PARA EL ESCENARIO 2

Rama de actividad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Minerales no energéticos	4	4	4	5	6	6	7	8	9	10
Productos metalúrgicos	7	8	9	10	11	12	14	16	17	20
Maquinaria y material eléctrico	12	13	15	17	19	20	23	26	29	33
Productos de la construcción	6	7	7	8	9	10	12	13	15	16

Servicios de comercio al por mayor	7	8	9	10	11	12	14	16	17	20
TOTAL	35	39	44	50	57	61	69	78	87	98

Fuente: Elaboración propia. Nota: cifras en millones de euros.

5.4.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA INDUCIDA Y EL EFECTO DE ARRASTRE

Seguidamente, después de introducir los datos de la demanda en las ramas de actividad anteriores, observamos que el efecto de arrastre para la energía fotovoltaica es del 34.8% dentro del escenario objeto de estudio. Lo que significa que por cada euro que se invierta, se generarán 0.348 euros en el conjunto de la economía aragonesa.

En lo que a los términos monetarios se refiere, el efecto total que tendrá la inversión citada, es decir, sumando el efecto directo más el indirecto como podemos observar en la tabla 9 ascenderá a un intervalo entre 2.737 y 836 millones de euros. Se distribuirá por años de la siguiente forma, de acuerdo con la tabla 17.

TABLA 17. SUMA DE EFECTO DIRECTO E INDIRECTO PARA LA FOTOVOLTAICA.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
ESCENARIO 1 (100%)	156	173	196	222	251	271	305	343	386	434	2.737
ESCENARIO 2 (30%)	48	53	60	68	77	83	93	105	118	133	836

Fuente: Informe CLENAR (2021) para el escenario 1 y Elaboración propia para el escenario 2 a partir de las TIO.

Nota: cifras en millones de euros.

Las siguientes ramas de actividad que recogen el efecto indirecto generado son las más destacables, así como refleja la tabla 18.

TABLA 18. DISTRIBUCIÓN POR RAMAS DE ACTIVIDAD DE LA DEMANDA INDUCIDA POR LA INVERSIÓN EN FOTOVOLTAICA.

Ramas de actividad	Efectos indirectos %
Otros servicios empresariales	13,35%
Servicios de transporte por carretera	11,76%
Productos de la construcción	10,53%
Maquinaria y material eléctrico	7,06%
Servicios de intermediación financiera	6,04%
Energía eléctrica	5,43%
Productos metálicos	4,85%
Otros servicios de comercio al por menor	4,44%
Comercio de vehículos y carburantes; reparaciones	3,68%

Servicios de comercio al por mayor	3,51%
Otros servicios relacionados con el transporte	3,31%
Maquinaria, equipo mecánico y aparatos domésticos	3,29%
Servicios postales y telecomunicaciones	2,88%
Otros productos minerales no metálicos	2,77%
Servicios inmobiliarios	2,36%
Productos metalúrgicos	1,89%
Alquiler de bienes muebles	1,85%
Minerales no energéticos	1,71%

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO.

5.4.3. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO

En el caso de la fotovoltaica, la cifra de empleo creado se sitúa dentro del periodo 2021-2030 en un intervalo de entre 27.784 y 10.322 empleos. Distribuidos por años, el intervalo de puestos de trabajo creados se moverá entre 590 y 1.588 empleos para el año 2021, este intervalo irá aumentando con el paso de los años, ya que se prevé que se siga la senda de la transición energética en nuestra región como se puede apreciar en la tabla 19.

TABLA 19. ESTIMACIÓN DEL EMPLEO CREADO POR EL EFECTO DE LA FOTOVOLTAICA.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
ESCENARIO 1 (100%)	1.588	1.759	1.990	2.252	2.547	2.749	3.093	3.481	3.917	4.408	27.784
ESCENARIO 2 (30%)	590	653	739	836	946	1.021	1.149	1.293	1.455	1.638	10.322

Fuente: Informe CLENAR (2021) para el escenario 1 y Elaboración propia para el escenario 2 a partir de las TIO.

Nota: cifras en miles de euros.

Estas cifras muestran que por cada 1 millón de euros invertidos se generan 12 empleos totales (directos más indirectos). En términos de megavatios, por cada 1 MW se crearán 4 puestos de trabajo o por cada 100 MW, 400 puestos de trabajo.

5.5. EFECTO CONJUNTO DE LA INVERSIÓN

Seguidamente, se recoge un resumen del efecto conjunto de la inversión estimada en energía eólica y fotovoltaica según el marco PNIEC (tabla 20). De manera conjunta, la demanda total se sitúa entre 8.068 y 2.497 millones de euros para los años 2021-2030, dependiendo de los supuestos contemplados en cada escenario.

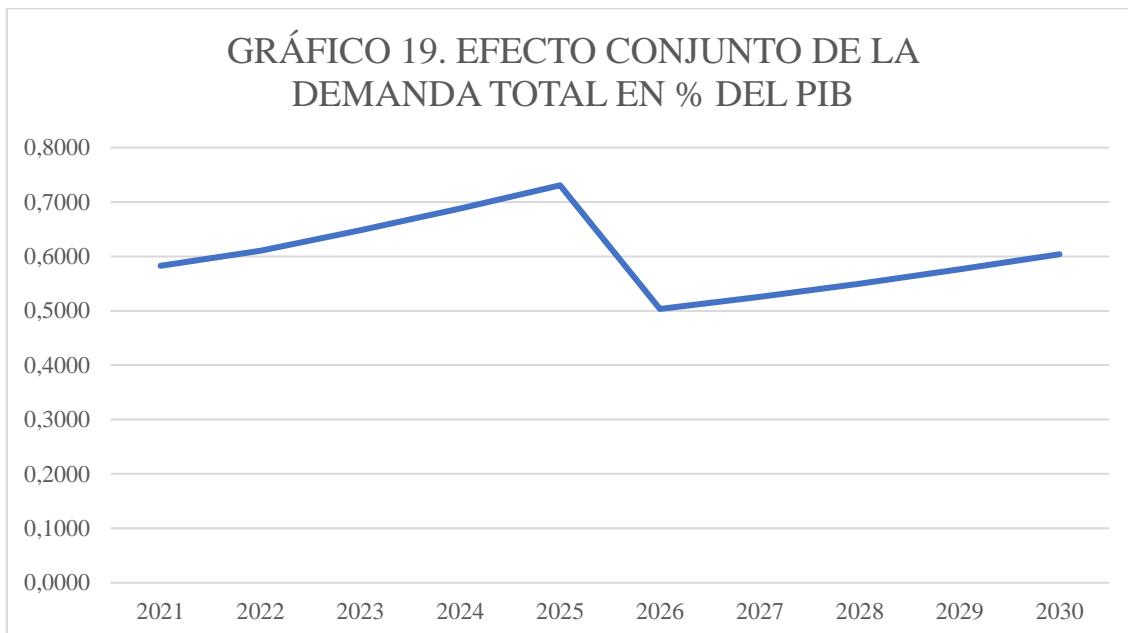
TABLA 20. ESTIMACIÓN DEL EFECTO CONJUNTO DE DEMANDA DE LA INVERSIÓN EÓLICA Y FOTOVOLTAICA.

ESCENARIO 1 (100%)		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Eólica.	Demanda directa	405	433	469	507	548	319	333	347	362	378	4.101
Eólica.	Demanda inducida	121	130	141	152	164	96	100	104	109	113	1.230
Eólica.	Demanda total	527	563	609	659	712	414	432	451	471	492	5.332
Fotovoltaica.	Demanda directa	118	131	148	168	190	205	230	259	292	328	2.068
Fotovoltaica.	Demanda inducida	38	42	48	54	61	66	74	84	94	106	669
Fotovoltaica.	Demanda total	156	173	196	222	251	271	305	343	386	434	2.737
EFECTO CONJUNTO DEMANDA		683	736	805	881	963	685	737	795	857	926	8.068
TOTAL												
ESCENARIO 2 (30%)		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Eólica.	Demanda directa	122	130	141	152	164	96	100	104	109	113	1.230
Eólica.	Demanda inducida	42	45	49	53	57	33	35	36	38	40	430
Eólica.	Demanda total	164	175	190	205	222	129	135	141	147	153	1.661
Fotovoltaica.	Demanda directa	35	39	44	50	57	61	69	78	87	98	620
Fotovoltaica.	Demanda inducida	12	14	15	17	20	21	24	27	30	34	216
Fotovoltaica.	Demanda total	48	53	60	68	77	83	93	105	118	133	836
EFECTO CONJUNTO DEMANDA		212	228	250	273	299	212	228	245	265	286	2.497
TOTAL												

Fuente: Informe CLENAR (2021) para el escenario 1 y Elaboración propia para el escenario 2 a partir de las TIO .

Nota: cifras en millones de euros.

Analizados los datos del PIB en Aragón de los últimos 20 años, se estima que el crecimiento interanual será de 2,98%, como indica el Anexo II. IV. En términos de PIB, el conjunto de la inversión directa e indirecta supondría una aportación al PIB de entre un 0,5% y un 0,75% entre los años 2021-2030. Como se puede observar en el gráfico 19, el PNIEC estima una caída en el año 2026, pero que de forma progresiva va aumentando en los siguientes años a una escala similar a la de los años posteriores a 2026.



Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO y del INE

Con relación al empleo conjunto del marco PNIEC (tabla 21), la previsión de acuerdo con el modelo es que se generen entre los años del periodo objeto de estudio un total de entre 84.524 y 29.978 puestos de trabajo, respectivamente bajo los escenarios 1 y 2. Analizados los datos del empleo en Aragón de los últimos 20 años, se estima que el crecimiento interanual será de 0,95 %, como indica el Anexo II. V.

De acuerdo con la EPA, el último trimestre de 2021 cuenta con 589.000 ocupados, por lo que se estima un incremento de entre 0,58% a 0,41% en el periodo 2021-2030.

TABLA 21. ESTIMACIÓN DEL EFECTO CONJUNTO DE EMPLEO DERIVADO DE LA INVERSIÓN. EÓLICA Y FOTOVOLTAICA.

ESCENARIO 1 (100%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Eólica	5.604	5.996	6.484	7.011	7.581	4.410	4.603	4.804	5.014	5.233	56.740
Fotovoltaica	1.588	1.759	1.990	2.252	2.547	2.749	3.093	3.481	3.917	4.408	27.784
TOTAL EMPLEO	7.192	7.755	8.474	9.263	10.128	7.159	7.696	8.285	8.931	9.641	84.524

ESCENARIO 2 (30%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	TOTAL
Eólica	1.941	2.077	2.246	2.429	2.626	1.528	1.594	1.664	1.737	1.813	19.656
Fotovoltaica	590	653	739	836	946	1.021	1.149	1.293	1.455	1.638	10.322
TOTAL EMPLEO	2.531	2.731	2.985	3.265	3.573	2.549	2.744	2.957	3.192	3.451	29.978

Fuente: Informe CLENAR (2021) para el escenario 1 y Elaboración propia para el escenario 2 a partir de las TIO

Nota: cifras en miles de euros.

6.CONCLUSIONES

En el contexto mundial, determinamos el avance de la gran mayoría de países hacia una transición energética sostenible. Aunque, países como China, uno de los principales líderes mundiales sigue utilizando en gran cantidad energías no renovables como el carbón.

De acuerdo con el marco europeo, se puede observar una transición energética más acelerada, en una Europa más concienciada con grandes políticas renovables.

España, armonizada con la UE ha cambiado considerablemente su mix energético en las últimas décadas y ha desarrollado importantes planes energéticos, destaca el proceso de desnuclearización. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, muy relevante en este estudio ha sido de los últimos y tiene muy buenas previsiones como hemos podido analizar bajo los escenarios sugeridos.

En el territorio aragonés, la composición del mix energético es muy similar al nacional, aunque hay acontecimientos que los diferencian como es el cierre en 2020 de la central térmica de Andorra, siguiendo el plan de descarbonización. En el campo de las renovables en Aragón se han visto modificados los métodos de generación eléctrica, ya que actualmente es la eólica líder del ranking, a diferencia de 2002 que, en su lugar, fue la hidráulica.

El impacto económico que puede tener el desarrollo de la implantación de proyectos eólicos o fotovoltaicos ha sido el objeto de este estudio. Hemos podido analizar qué sectores serán los más beneficiados en su conjunto al hacer la inversión, determinando que el efecto de arrastre que generaría dicha inversión sería del 35% para la eólica y del 34.8% para la fotovoltaica.

En términos de PIB, el conjunto de la inversión directa e indirecta supondría una aportación al PIB de entre un 0,5% y un 0,75% entre los años 2021-2030, mientras que, en términos de empleo, se estima un incremento de entre 0,41% a 0,58% en mismo periodo.

En datos comparativos, por cada MW de eólica se necesita una inversión de 1,15 millones de euros, mientras que la fotovoltaica requiere por cada MW una inversión de 0,8 millones de euros.

En relación con la creación de empleo, la repercusión por cada millón es de 12 empleos en ambas tecnologías, sin embargo, por cada MW de eólica se generan 6 empleos frente a los 4 de la fotovoltaica.

La tendencia en la eólica evidencia una desaceleración importante en el 2026 retomando en el posterior ejercicio de nuevo la tendencia alcista, pero a un ritmo inferior, bajo el marco PNIEC. En cuanto a la fotovoltaica, la previsión es de incremento consolidado de forma progresiva, acelerando el ritmo a partir del 2026 coincidiendo con la desaceleración de la eólica.

Los datos obtenidos por el modelo podrían resultar muy interesantes para el desarrollo económico y social del territorio aragonés. Sin embargo, como hemos comentado, el territorio tiene gran potencial para la instalación de estas tecnologías, pero hay limitaciones como el terreno para la implantación de los parques.

Por lo que, como última conclusión y aportación personal, tenemos que aprovechar de la manera más eficiente posible los recursos que nos brinda nuestra comunidad, siempre dentro de unos límites, para preservar la sostenibilidad y belleza de nuestros ecosistemas. Finalmente, Aragón es capaz industrialmente de desarrollar los componentes necesarios para la instalación de las tecnologías a mayor escala que la actual. Favoreciendo la inversión en este sector ya que es el futuro de nuestro territorio, en lugar de traer la tecnología de fuera de la región e incluso de fuera de nuestro país. Debemos maximizar la orografía y condiciones climáticas de Aragón, garantizando así un nuevo sector estratégico que avalará un crecimiento sostenible a largo plazo en nuestra comunidad autónoma.

7.BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAGÍA

- BloombergNEF. Published March 23, 2022. “Vestas Leaves Competitors Trailing as Wind Industry Posts Another Record Year of Almost 100 Gigawatts.” <https://about.bnef.com/blog/vestas-leaves-competitors-trailing-as-wind-industry-posts-another-record-year-of-almost-100-gigawatts/>
- CLENAR Informe (2021). Impacto ambiental, social y económico de los proyectos de energías renovables eólicos y fotovoltaicos de Aragón, Universidad de Zaragoza e Ibersyd, Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Comisión Europea (2020). Plan de Recuperación para Europa (Next Generation EU)
- Comisión Europea. Gobierno de España (2021). Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español
- elEconomista.es: publicación 23/02/2019. “Las nucleares de Almaraz, Ascó y Cofrentes cerrarán antes de 2030”. <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/9719305/02/19/Las-nucleares-de-Almaraz-Asco-y-Cofrentes-cerraran-antes-de-2030.html>
- elEconomista.es: publicación 16/09/2021 “El cierre de las nucleares pondría en riesgo el 23% de la luz en España”. <https://www.eleconomista.es/empresasfinanzas/noticias/11393347/09/21/El-cierre-de-las-nucleares-pondria-en-riesgo-el-23-de-la-luz-en-Espana.html>
- elEconomista.es: publicación 07/01/2022” El Plan CREA Aragón impulsará proyectos empresariales y empleo con las inversiones en energías renovables en el medio
- Ember (2021). Global Electricity Review (2021)—Global Trends.
- European Union & Eurostat. (2021). Sustainable development in the European Union: Overview of progress towards the SDGs in an EU context. Publications Office of the European Union.
- Gálvez, F. N. (2021) Modelos multisectoriales input-output en el estudio de los impactos ambientales: Una aplicación a la economía de Cataluña.
- IAEST: Boletines de coyuntura energética en Aragón. (2009-2020).
- INE (2022): Contabilidad de las regiones de España.
- INFOLINK (2021) “2021 module shipment ranking: Longi retains top spot”.

<https://www.infolink-group.com/en/solar/feature-rankings/2021-module-shipment-ranking-Longi-retains-top-spot>

- Martínez-Duart, J. M., & Gómez-Calvet, R. (2020). El papel de las energías renovables en la Transición Energética 2030 en España. Revista Española de Física, 34(2), 29-33.
- Miller, R., & Blair, P. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University.
- MINETAD (2020): Libro de la energía en España 2019
- MITECO: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030
- Naciones Unidas (2011), Energía Sostenible para Todos.
- Naciones Unidas (2015), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Red Eléctrica (2021). Informe “Las energías renovables en el sistema eléctrico español 2020”.
- Renewables Global Status Report (2021). REN21.
<https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- Tracking SDG 7 (2022). Progress Towards Sustainable Energy.
<https://trackingsdg7.esmap.org/>
- United Nations (1999). Handbook Input-Output Table Compilation and Analysis. New York, United Nations.

ANEXO I: Anexo estadístico

AI. I. GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN RES (%) CONSUMO FINAL RENOVABLES (2011-2030)

AI. II. GRÁFICO 7. PARTICIPACIÓN DE LA POTENCIA RENOVABLE DE CADA COMUNIDAD AUTÓNOMA SOBRE EL TOTAL RENOVABLE A 31.12.2020.

AI. III. CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA

AI. IV. CONSUMO ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA

AI. V. CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA EN ARAGÓN

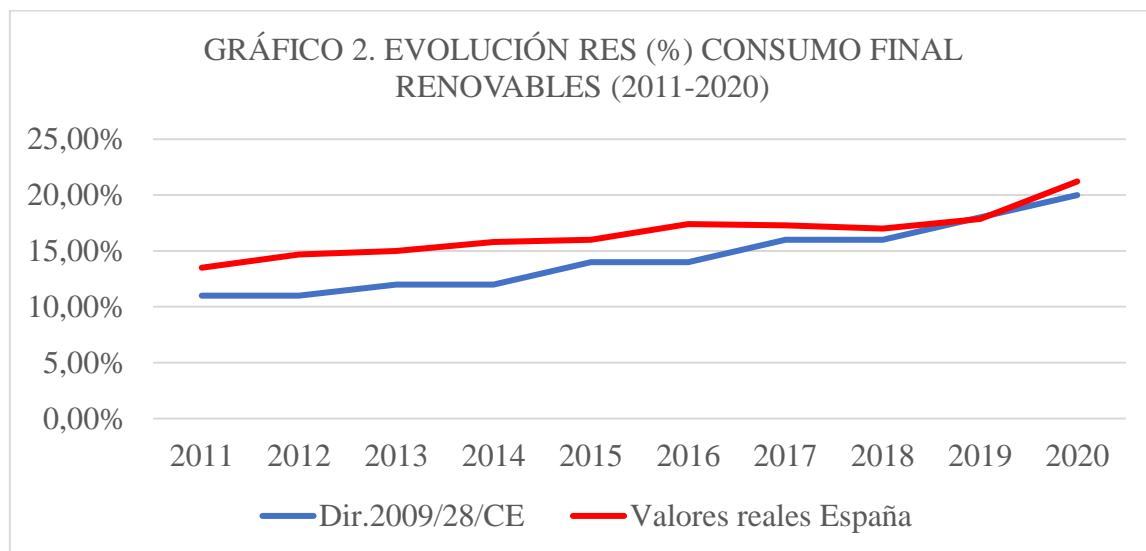
AI. VI. CONSUMO ENERGÍA FINAL EN ARAGÓN

AI. VII. POTENCIA EÓLICA INSTALADA EN ARAGÓN

AI. VIII. POTENCIA FOTOVOLTAICA EN ARAGÓN

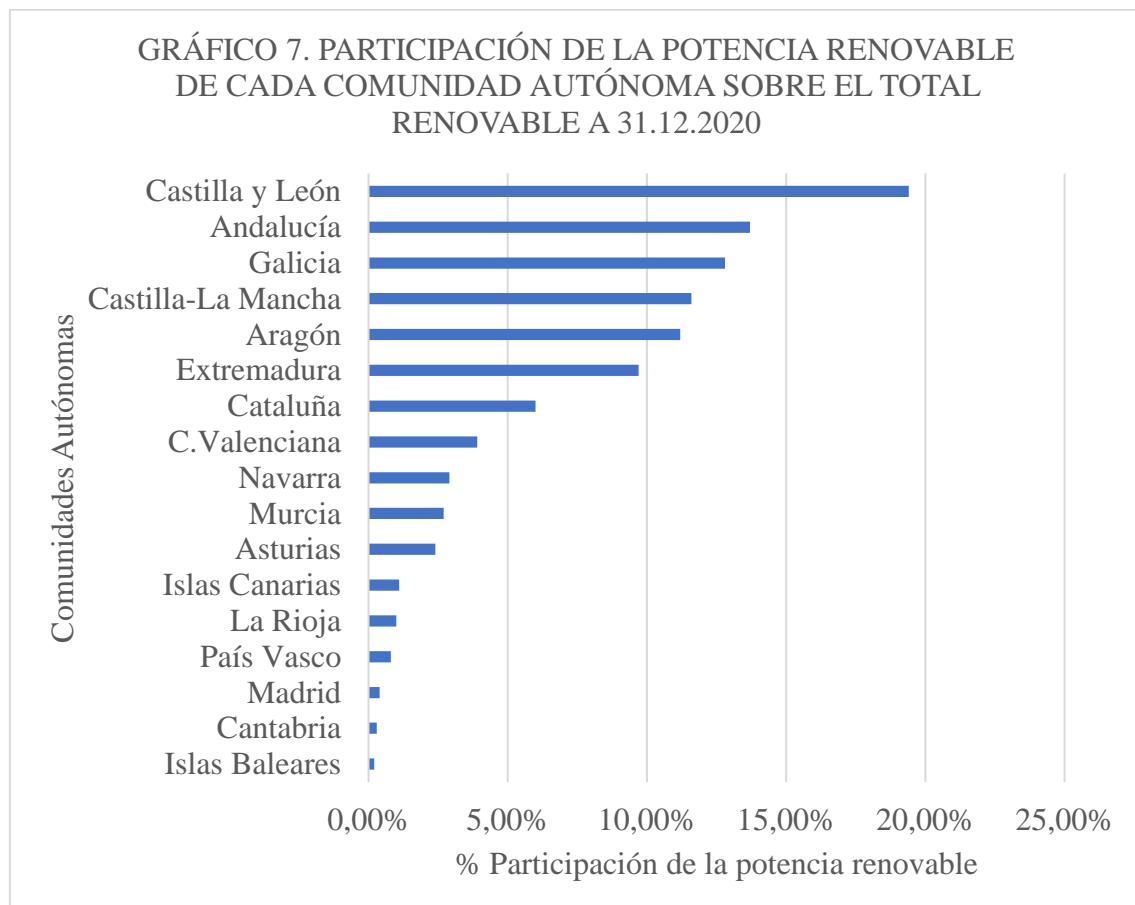
AI. IX. POTENCIA HIDRÁULICA Y BIOMASA EN ARAGÓN

AI. I. GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN RES (%) CONSUMO FINAL RENOVABLES (2011-2030)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del M. para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

AI. II. GRÁFICO 7. PARTICIPACIÓN DE LA POTENCIA RENOVABLE DE CADA COMUNIDAD AUTÓNOMA SOBRE EL TOTAL RENOVABLE A 31.12.2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Red Eléctrica Española

AI. III. CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA⁴

AÑOS	CARBÓN ktep	PROD. PETROLÍFEROS ktep			GAS NATURAL ktep			RENOVABLES ktep			RESIDUOS NO RENOVABLES ktep			NUCLEAR ktep			TOTAL ktep		
		%	%	ktep	%	%	ktep	%	%	ktep	%	%	ktep	%	%	ktep			
1990	19.289	21,80%	43.950	49,67%	4.970	5,62%	6.222	7,03%	61	0,07%	13.999	15,82%	20.282						
1991	20.064	21,82%	45.755	49,76%	5.600	6,09%	6.134	6,67%	61	0,07%	14.337	15,59%	20.532						
1992	20.448	21,82%	47.827	51,05%	5.855	6,25%	5.109	5,45%	64	0,07%	14.389	15,36%	19.562						
1993	18.400	20,44%	45.763	50,83%	5.743	6,38%	5.594	6,21%	72	0,08%	14.461	16,06%	20.127						
1994	18.968	19,94%	49.562	52,09%	6.297	6,62%	5.957	6,26%	94	0,10%	14.268	15,00%	20.319						
1995	19.004	18,58%	55.553	54,30%	7.722	7,55%	5.506	5,38%	214	0,21%	14.305	13,98%	20.025						
1996	16.062	15,83%	54.979	54,20%	8.642	8,52%	6.984	6,89%	236	0,23%	14.531	14,33%	21.751						
1997	18.385	17,01%	57.226	52,95%	11.308	10,46%	6.646	6,15%	253	0,23%	14.264	13,20%	21.163						
1998	17.502	15,50%	61.562	54,52%	11.609	10,28%	6.784	6,01%	250	0,22%	15.217	13,48%	22.251						
1999	19.615	16,60%	63.828	54,00%	13.289	11,24%	6.029	5,10%	256	0,22%	15.181	12,84%	21.466						
2000	20.940	16,94%	64.431	52,11%	15.219	12,31%	6.816	5,51%	190	0,15%	16.046	12,98%	23.052						
2001	19.172	15,10%	66.684	52,51%	16.400	12,91%	8.157	6,42%	139	0,11%	16.434	12,94%	24.730						
2002	21.602	16,56%	66.841	51,24%	18.751	14,38%	6.895	5,29%	97	0,07%	16.255	12,46%	23.247						
2003	20.133	14,87%	68.595	50,68%	21.353	15,78%	9.198	6,80%	114	0,08%	15.961	11,79%	25.273						
2004	21.053	14,84%	70.291	49,55%	25.172	17,74%	8.815	6,21%	122	0,09%	16.407	11,57%	25.344						
2005	20.517	14,19%	70.800	48,97%	29.844	20,64%	8.401	5,81%	189	0,13%	14.842	10,26%	23.432						
2006	17.911	12,39%	70.488	48,76%	31.233	21,61%	9.166	6,34%	252	0,17%	15.510	10,73%	24.928						
2007	20.040	13,60%	71.026	48,19%	31.784	21,57%	10.012	6,79%	309	0,21%	14.214	9,64%	24.535						
2008	13.507	9,47%	68.110	47,75%	34.910	24,48%	10.560	7,40%	328	0,23%	15.212	10,67%	26.100						
2009	9.665	7,39%	63.276	48,36%	31.225	23,86%	12.582	9,62%	319	0,24%	13.783	10,53%	26.684						
2010	7.281	5,57%	60.922	46,61%	31.129	23,82%	15.065	11,53%	174	0,13%	16.135	12,34%	31.374						
2011	12.716	9,79%	58.145	44,77%	28.936	22,28%	14.851	11,43%	195	0,15%	15.045	11,58%	30.091						
2012	15.519	11,95%	53.481	41,17%	28.574	22,00%	16.161	12,44%	176	0,14%	15.991	12,31%	32.328						
2013	11.448	9,45%	50.855	41,96%	26.163	21,59%	17.755	14,65%	200	0,17%	14.785	12,20%	32.740						
2014	11.568	9,79%	49.957	42,29%	23.666	20,04%	17.790	15,06%	204	0,17%	14.931	12,64%	32.925						
2015	13.583	11,10%	52.478	42,88%	24.538	20,05%	16.642	13,60%	252	0,21%	14.903	12,18%	31.797						
2016	10.836	8,81%	54.180	44,03%	25.040	20,35%	17.481	14,21%	235	0,19%	15.273	12,41%	32.989						
2017	12.908	9,98%	57.300	44,30%	27.266	21,08%	16.488	12,75%	260	0,20%	15.131	11,70%	31.879						
2018	11.522	8,94%	57.512	44,63%	27.081	21,02%	17.945	13,93%	325	0,25%	14.479	11,24%	32.749						
2019	4.902	3,91%	56.162	44,74%	30.897	24,62%	18.025	14,36%	313	0,25%	15.218	12,12%	33.556						

⁴ Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MITECO

AI. IV. CONSUMO ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA⁵

AÑOS	CARBÓN ktep	PROD. PETROLÍFEROS ktep		GAS NATURAL ktep	RENOVABLES ktep	ELECTRICIDAD		TOTAL
		%	%			%	%	
1990	4.369	7,63%	34.204	59,71%	3.951	6,90%	3.946	6,89% 10.817 18,88% 57.287
1991	4.647	7,77%	36.051	60,32%	4.306	7,20%	3.704	6,20% 11.061 18,51% 59.769
1992	4.316	7,11%	37.065	61,05%	4.705	7,75%	3.379	5,57% 11.244 18,52% 60.709
1993	3.514	5,85%	36.878	61,43%	5.011	8,35%	3.396	5,66% 11.237 18,72% 60.036
1994	3.183	5,06%	39.481	62,80%	5.015	7,98%	3.410	5,42% 11.777 18,73% 62.866
1995	2.650	4,13%	39.656	61,79%	6.425	10,01%	3.334	5,19% 12.116 18,88% 64.181
1996	2.361	3,59%	40.489	61,58%	6.893	10,48%	3.353	5,10% 12.655 19,25% 65.751
1997	2.396	3,49%	41.478	60,41%	7.743	11,28%	3.372	4,91% 13.674 19,91% 68.663
1998	2.188	3,02%	43.729	60,46%	8.703	12,03%	3.511	4,85% 14.202 19,63% 72.333
1999	1.958	2,61%	44.590	59,49%	9.633	12,85%	3.530	4,71% 15.241 20,33% 74.952
2000	2.045	2,56%	46.499	58,10%	11.819	14,77%	3.471	4,34% 16.205 20,25% 80.039
2001	2.310	2,75%	47.961	57,06%	13.009	15,48%	3.488	4,15% 17.279 20,56% 84.047
2002	2.307	2,70%	48.100	56,34%	13.697	16,04%	3.595	4,21% 17.671 20,70% 85.370
2003	2.141	2,36%	50.737	56,00%	15.322	16,91%	3.659	4,04% 18.736 20,68% 90.595
2004	2.161	2,28%	52.866	55,69%	16.372	17,25%	3.689	3,89% 19.834 20,90% 94.922
2005	2.012	2,05%	53.694	54,80%	17.653	18,02%	3.793	3,87% 20.827 21,26% 97.979
2006	1.854	1,94%	53.500	55,91%	15.158	15,84%	4.007	4,19% 21.163 22,12% 95.682
2007	2.011	2,05%	54.772	55,70%	15.706	15,97%	4.284	4,36% 21.564 21,93% 98.337
2008	1.866	1,97%	51.977	54,79%	14.679	15,47%	4.417	4,66% 21.934 23,12% 94.873
2009	1.332	1,51%	47.975	54,55%	13.003	14,79%	5.017	5,70% 20.617 23,44% 87.944
2010	1.493	1,67%	47.028	52,66%	14.347	16,07%	5.384	6,03% 21.049 23,57% 89.301
2011	1.750	2,02%	44.239	50,99%	14.001	16,14%	5.834	6,72% 20.938 24,13% 86.762
2012	1.345	1,62%	40.290	48,40%	14.634	17,58%	6.323	7,60% 20.658 24,81% 83.250
2013	1.629	2,02%	39.398	48,84%	14.786	18,33%	5.073	6,29% 19.784 24,52% 80.670
2014	1.340	1,69%	38.984	49,19%	14.295	18,04%	5.130	6,47% 19.510 24,62% 79.259
2015	1.355	1,68%	40.677	50,57%	13.139	16,33%	5.317	6,61% 19.952 24,80% 80.440
2016	1.253	1,52%	42.148	51,16%	13.445	16,32%	5.550	6,74% 19.993 24,27% 82.389
2017	1.524	1,80%	43.387	51,19%	13.486	15,91%	5.806	6,85% 20.559 24,25% 84.762
2018	1.394	1,61%	44.315	51,09%	14.271	16,45%	6.254	7,21% 20.504 23,64% 86.738
2019	1.064	1,23%	44.372	51,50%	14.212	16,50%	6.345	7,36% 20.166 23,41% 86.159

⁵ Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MITECO

AI. V. CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA EN ARAGÓN⁶

AÑOS	CARBÓN ktep	PROD. PETROLÍFEROS ktep		GAS NATURAL ktep	RENOVABLES ktep	TOTAL %
		%	%			
2009	741	13,36%	1.700	30,65%	2.173	39,18% 932 16,80% 5.546
2010	458	8,11%	1.700	30,12%	2.435	43,14% 1.051 18,62% 5.644
2011	1.544	28,09%	1.548	28,16%	1.492	27,14% 913 16,61% 5.497
2012	1.234	23,79%	1.494	28,80%	1.403	27,05% 1.056 20,36% 5.187
2013	954	19,30%	1.523	30,82%	1.218	24,65% 1.247 25,23% 4.942
2014	1.168	23,54%	1.538	31,00%	1.104	22,25% 1.152 23,22% 4.962
2015	1.128	23,00%	1.588	32,38%	1.132	23,08% 1.056 21,53% 4.904
2016	764	15,83%	1.687	34,96%	1.163	24,10% 1.212 25,11% 4.826
2017	1.195	17,26%	1.587	22,92%	2.895	41,81% 1.248 18,02% 6.925
2018	780	15,33%	1.570	30,86%	1.295	25,45% 1.443 28,36% 5.088
2019	404	7,99%	1.617	31,97%	1.640	32,42% 1.397 27,62% 5.058
2020	68	1,42%	1.421	29,78%	1.603	33,59% 1.680 35,21% 4.772

⁶ Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MITECO

AI. VI. CONSUMO ENERGÍA FINAL EN ARAGÓN⁷

AÑOS	CARBÓN ktep	%	RENOVABLES ktep	%	CALOR ÚTIL ktep	%	NATURAL ktep	%	GAS ktep	%	ENERGÍA ELÉCTRICA ktep	%	PROD. PETROLÍFEROS ktep	%	TOTAL
2009	20.542	0,56%	177.467	4,84%	330.884	9,02%	477.771	13,02%	974.735	26,56%	1.688.802	46,01%	3.670.201		
2010	13.784	0,34%	203.300	5,05%	378.278	9,39%	790.047	19,61%	952.526	23,65%	1.690.137	41,95%	4.028.072		
2011	23.645	0,68%	219.384	6,27%	369.650	10,57%	445.377	12,73%	899.238	25,71%	1.540.777	44,05%	3.498.071		
2012	22.574	0,66%	228.015	6,62%	369.037	10,72%	458.680	13,32%	875.163	25,42%	1.489.040	43,25%	3.442.509		
2013	22.628	0,67%	201.102	5,94%	360.471	10,64%	435.905	12,87%	848.184	25,04%	1.519.058	44,85%	3.387.348		
2014	19.389	0,56%	228.835	6,65%	241.627	7,02%	570.102	16,57%	843.819	24,53%	1.536.414	44,66%	3.440.186		
2015	19.627	0,54%	335.776	9,17%	393.931	10,76%	466.640	12,74%	862.858	23,56%	1.582.974	43,23%	3.661.806		
2016	19.219	0,52%	342.357	9,35%	361.595	9,87%	482.459	13,17%	880.890	24,05%	1.576.921	43,04%	3.663.441		
2017	17.566	0,47%	353.138	9,53%	411.470	11,10%	483.795	13,06%	858.754	23,18%	1.580.583	42,66%	3.705.306		
2018	17.515	0,45%	514.566	13,24%	365.450	9,40%	521.995	13,43%	900.173	23,16%	1.566.422	40,31%	3.886.121		
2019	15.469	0,40%	518.755	13,26%	349.234	8,92%	526.001	13,44%	890.390	22,75%	1.613.781	41,23%	3.913.630		
2020	15.352	0,42%	458.444	12,65%	310.497	8,57%	563.810	15,56%	856.809	23,65%	1.418.149	39,14%	3.623.061		

⁷ Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MITECO

AI. VII. POTENCIA EÓLICA INSTALADA EN ARAGÓN

EÓLICA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NºCENTRALES	82,00	90,00	91,00	90,00	92,00	128,00	157,00
POTENCIA INSTALADA MW	1.891,00	1.812,00	1.801,00	1.803,00	1.834,00	2.816,00	3.406,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

AI. VIII. POTENCIA FOTOVOLTAICA EN ARAGÓN

FOTOVOLTAICA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NºCENTRALES	1.856,00	1.793,00	1.858,00	1.808,00	1.808,00	1.827,00	1.834,00
POTENCIA INSTALADA MW	173,87	171,87	171,87	171,87	171,87	171,87	171,87

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

AI. IX. POTENCIA HIDRÁULICA Y BIOMASA EN ARAGÓN

HIDRÁULICA/HIDROELÉCTRICA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NºCENTRALES	106,00	106,00	108,00	107,00	107,00	107,00	108,00
POTENCIA INSTALADA MW	1.562,00	1.572,00	1.558,00	1.557,00	1.557,00	1.557,00	1.558,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

AÑO BIOMASA ktep	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	133.386	144.844	153.078	147.174	144.201	183.330	288.329	296.620	303.212	463.569	464.574	402.954

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los Boletines de Coyuntura Energética

ANEXO II: Anexo Input-Output

AII. I. METODOLOGÍA INPUT-OUTPUT

AII. II. TABLA TIO.1. TABLA INPUT-OUTPUT EÓLICA

AII. III. TABLA TIO.2. TABLA INPUT-OUTPUT FOTOVOLTAICA

AII. IV. TABLA PREVISIÓN IMPACTO PIB EN ARAGÓN

AII. V. TABLA PREVISIÓN IMPACTO EMPLEO EN ARAGÓN

AII. I. METODOLOGÍA INPUT-OUTPUT

En este apartado, se procederá a realizar el estudio sobre el impacto socioeconómico de la inversión en energías renovables (eólica y fotovoltaica) en el territorio aragonés, a través de las tablas Input-Output (TIO). Para poder realizar el estudio, focalizaremos en las inversiones que se van a realizar en Aragón en los próximos años en lo que a instalación de potencia se refiere. El estudio se realizará bajo las premisas del marco PNIEC, este recoge la planificación temporal recogida en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, recogido en el BOE (2021).

Debido a que la metodología Input-Output será la utilizada para realizar el estudio, cabe señalar que el marco Input-Output es una operación estadística de síntesis, donde se clasifican el conjunto de operaciones estadísticas que dan lugar a las estadísticas derivadas, a través de las cuales se elaboran cuentas, balances, indicadores, etc. Esta metodología ofrece el mayor detalle contable de las relaciones productivas que se dan entre los diferentes agentes que intervienen en el sistema económico, estos se clasifican como productores en ramas de actividad, y se ofrece detalle de los productos producidos. El modelo IO se constituye a través de la información económica obtenida de una determinada área geográfica para un periodo de tiempo concreto, generalmente un año. Esta información es recogida en la tabla llamada input-output (TIO)⁸. En estas se representan las transacciones asociadas con el proceso productivo de un sistema económico. La tabla 22 muestra la estructura general de una TIO.

En la siguiente tabla, Z es la matriz de transacciones interindustriales o como también es llamada de consumos intermedios, en la que cada fila indica las ventas realizadas por cada rama productiva al resto de sectores. Dicha producción tiene como destino los consumidores finales considerados como exógenos a los sectores productivos, tales como el consumo privado (hogares), el consumo público (gobierno), la formación bruta de capital (la inversión) y finalmente las exportaciones, recogidas en las columnas adicionales (matriz Y) que forma la demanda final. Las filas adicionales que recoge la matriz V registran la cantidad de input primario requerido en la producción de cada sector o producto.

⁸ En los manuales Miller y Blair (2009) y United Nations (1999) se puede encontrar una información mucho más detallada en cuanto a la estructura y construcción de las tablas input-output.

TABLA 22	Productores como consumidores	Demanda final	Output total
Productores	Z (n x n)	Y (n x s)	X (n x 1)
Inputs Primarios	V (k x n)		
Inputs totales	X (1x n)		

Fuente: Elaboración propia

Para concluir, el vector **x** indica el output total de economía por sector. Armonizado con la metodología de la contabilidad nacional junto con el flujo circular de la renta, el total de inputs que se utilizan en dicha economía será igual a la cantidad de output total. Siendo **u** un vector columna unitario, donde el número de filas será idéntico al de columnas de la matriz que postmultiplica, se puede observar en la siguiente ecuación que refleja dicho equilibrio:

$$Z'u + V'u = Zu + Yu = x$$

El modelo y la TIO se relacionan con la información de una economía abierta al exterior, por lo que las exportaciones y las importaciones adquieren gran relevancia en el análisis. En la tabla 22, tanto Z como Y pueden desgranarse entre producción doméstica (**Z^d** e **Y^d**) e importada (**Z^m** e **Y^m**). De esta forma, el vector de importaciones totales de la economía resultará **Z^mu + Y^mu = m**, ahora el output se corresponde con el total de la producción doméstica generada por la economía interior, **Z^du + Y^du = x^d**. La matriz Z es una parte importante del análisis input-output. Esto incluye las conexiones intrasectoriales e intersectoriales que existen en la economía. Esta matriz se puede categorizar por sector productivo o producto, dependiendo de la metodología utilizada para su correspondiente análisis y simetrización.

Z es una matriz cuadrada porque la estructura simétrica de la TIO asume que la actividad productiva de una región económica consta de un determinado número de sectores productivos o productos. El modelo IO asume una producción homogénea, es decir, cada rama productiva produce un producto homogéneo particular, y al mismo tiempo, un solo

sector produce un determinado producto. Además, con un mismo mix de inputs, utilizando tecnología homogénea específica por sector.

El supuesto básico relacionado con el consumo intermedio es la venta de i a j ; z_{ij} ; dependen completamente del output total j ; x_j . La ratio entre estos valores está representada por a_{ij} :

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$$

Estos son los coeficientes técnicos del análisis IO, que forman la matriz A_{ij} . Esta matriz proporciona una descripción tecnológica de la estructura input-output intermedia. El análisis IO asume que la relación de tecnología es fija o constante, por lo que ignora las economías de escala en la producción y asume los rendimientos constantes a escala. El supuesto de coeficientes técnicos fijo, supone que cada sector utiliza y mantiene una combinación de recursos fijos, independientemente de su nivel de producción.

A continuación, el output de cada uno de los sectores vendrá dado por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + y_1 \\ x_2 &= a_{21}x_1 + \dots + a_{2i}x_i + \dots + y_2 \\ &\dots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{ni}x_i + \dots + y_n \end{aligned}$$

La solución del MIO conseguida partiendo de este sistema de ecuaciones, expresada en forma matricial, viene dada por:

$$x = (I - A)^{-1}y$$

Donde x es el vector de output total de cada rama ($n \times 1$), y es la demanda final de cada industria y A es la matriz de los coeficientes técnicos (a_{ij}). Con el objetivo de que la ecuación $x = (I - A)^{-1}y$ tenga sentido económico, es necesario que la solución de esta sea positiva, única y que se produzca un superávit económico. Por otro lado, $(I - A)^{-1} = L$ representa la conocida matriz inversa de Leontief. Su elemento característico l_{ij} representa la cantidad de producto producido por el sector i por cada unidad de incremento en la demanda final del sector j . En otras palabras, se trata del impacto directo e indirecto del aumento de una unidad en la demanda final del sector j en cada sector. El efecto final sobre todos los sectores que resulta de la suma de los elementos de la columna j se denomina efecto multiplicador de producción o coeficiente de arrastre del sector j y mide el denominado efecto de arrastre.

AII. II. TABLA TIO.1. TABLA INPUT-OUTPUT EÓLICA

AII. III. TABLA TIO.2. TABLA INPUT-OUTPUT FOTOVOLTAICA

ESCENARIO C (30% DE INVERSIÓN)		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029				
Ramas de actividad	Empleo E. Directos E. Indirectos																					
Productos agrícolas	0,00	0,00	0,13	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00		
Acuicultura, pesca, silvicultura	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,17	0,00	0,20	0,00	0,23	0,00	0,26	0,00	0,29	0,00		
Minerales no energéticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Productos de refinado de petróleo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Energía eléctrica	0,00	0,00	0,67	0,00	0,24	0,00	0,84	0,00	0,95	0,00	1,07	0,00	1,16	0,00	1,30	0,00	1,47	0,00	1,65	0,00		
Distribución urbana de gas, vapor y agua caliente	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00		
Aqua recogida, depurada y servicios de distribución	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	
Cáne y productos cáne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Conservas vegetales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Alimentos preparados para animales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Otros productos alimenticios	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bebidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Tabaco manufacturado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Productos textiles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Prendas de vestir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cuero, marquinería y calzado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Produtos de madera y corcho	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00
Pasta de papel y cartón	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,13	0,00
Edición, productos imprenta y material gráfico	0,00	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,17	0,00	0,18	0,00
Produtos químicos	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00
Productos de cuero, marquinería y plásticos	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00
Comercio, canje y uso	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00
Vídeo y otros productos de video	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00
Produtos de goma y plásticos	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00
Otros productos minerales no metálicos	0,05	0,09	0,23	0,06	0,26	0,07	0,29	0,07	0,33	0,08	0,37	0,08	0,38	0,09	0,40	0,09	0,45	0,09	0,51	0,12	0,49	0,07
Produtos metálicos	0,01	0,00	0,50	0,01	0,56	0,01	0,75	0,01	0,80	0,01	0,96	0,01	1,08	0,02	1,16	0,02	1,31	0,02	1,47	0,02	1,65	0,00
Maquinaria, equipo medico y otros domésticos	0,00	0,00	0,41	0,00	0,45	0,00	0,51	0,01	0,58	0,01	0,65	0,01	0,70	0,01	0,79	0,01	0,89	0,01	0,98	0,01	1,01	0,00
Maquinaria y material eléctrico	0,00	0,00	0,10	0,00	0,15	0,00	0,20	0,00	0,25	0,00	0,30	0,00	0,35	0,00	0,40	0,00	0,45	0,00	0,50	0,00	0,53	0,00
Material electrónico y aparatos de sonido e imagen	0,14	0,18	0,87	0,15	1,19	0,17	1,48	0,17	1,66	0,20	1,74	0,22	1,86	0,24	2,04	0,27	2,32	0,30	2,59	0,33	2,75	0,33
Equipo de oficina, de precisión, óptica y religiosos	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Otros servicios de profesión, deporte y entretenimiento	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vehículos de motor, remolques y semirremolques	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otro material de transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maletas	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Otros servicios manufac	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Servicios de establecimiento y restauración	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00
Servicios de transporte por carretera	0,03	0,03	1,45	0,03	1,61	0,03	1,82	0,04	2,06	0,04	2,33	0,05	2,50	0,05	2,71	0,06	2,98	0,07	3,24	0,08	3,58	0,08
Servicios de transporte aéreo y marítimo	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Otros servicios relacionados con el transporte	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Servicios postales y de telecomunicaciones	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Servicios de intermediación financiera	0,00	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,17	0,00	0,19	0,00	0,21	0,00	0,22	0,00
Servicios inmobiliarios	0,00	0,00	0,29	0,00	0,32	0,00	0,36	0,00	0,41	0,00	0,47	0,00	0,50	0,00	0,57	0,00	0,64	0,00	0,72	0,00	0,83	0,00
Aquíelos de bienes muebles	0,00	0,00	0,23	0,00	0,26	0,00	0,29	0,00	0,32	0,00	0,37	0,00	0,39	0,00	0,44	0,00	0,46	0,00	0,56	0,00	0,63	0,00
Servicios de informática	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,08	0,00
Servicios de investigación y desarrollo	0,04	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00
Otros servicios empresariales	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00
Servicios de educación y mercadeo	0,00	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,10	0,00	0,11	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	0,19	0,00	0,20	0,00
Servicios de saneamiento público y de mercadeo	0,00	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14	0,00	0,15	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	0,18	0,00	0,19	0,00	0,20	0,00
Servicios recreativos y culturales de mercadeo	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Otros servicios personales	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Servicios de asistencia social y de mercadeo	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Servicios recreativos y culturales de los hogares	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Servicios de administración pública	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0													

AII. IV. TABLA PREVISIÓN IMPACTO PIB EN ARAGÓN

AÑOS	PREVISIÓN	EMPLEO CONJUNTO	APORTACIÓN ARAGÓN % PIB
2021	36.339.828,07	211,80	0,582843283
2022	37.420.937,96	228,43	0,610437495
2023	38.534.210,86	249,66	0,647886487
2024	39.680.603,63	272,96	0,687889597
2025	40.861.101,59	298,55	0,730641705
2026	42.076.719,36	211,80	0,503356676
2027	43.328.501,77	227,81	0,525772142
2028	44.617.524,69	245,37	0,54993749
2029	45.944.896,05	264,65	0,576010614
2030	47.311.756,71	285,84	0,604164
% VA A CRECER EMPLEO CADA AÑO			
2,98%			

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO y del INE

AII. V. TABLA PREVISIÓN IMPACTO EMPLEO EN ARAGÓN

AÑOS	PREVISIÓN	EMPLEO CONJUNTO	APORTACIÓN ARAGÓN % EMPLEO
2022	594.607,28	2.531,23	0,43%
2023	600.267,94	2.730,64	0,45%
2024	605.982,49	2.985,41	0,49%
2025	611.751,44	3.265,20	0,53%
2026	617.575,31	3.572,60	0,58%
2027	623.454,62	2.548,83	0,41%
2028	629.389,91	2.743,62	0,44%
2029	635.381,70	2.957,37	0,47%
2030	641.430,53	3.192,22	0,50%
% VA A CRECER EMPLEO CADA AÑO			
0,95%			

Fuente: Elaboración propia a partir de las TIO y del INE