



**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.**

**Departamento de Análisis Económico y Economía**

**Política.**

**Grado en Economía.**

**Trabajo Fin de Grado.**

## **TÍTULO**

**Análisis y evolución del consumo y uso de las distintas fuentes de energía en  
Alemania**

Autor:

Luis Hortelano Gutiérrez

Tutora:

María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado

FECHA

**Firmado por**

## ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN. ....	7
2. DATOS Y METODOLOGÍA. ....	8
2.1. Datos. ....	8
2.2. Metodología. ....	9
3. SITUACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALEMANIA. 10	
3.1. Situación general. ....	10
3.2. Intensidad energética y consumo de energía total per cápita. ....	11
3.3. Evolución del consumo según las fuentes energéticas. ....	12
4. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN ALEMANIA. ....	16
4.1. Situación general. ....	16
4.2. Intensidad energética y consumo per cápita. ....	16
5. LA ELECTRICIDAD EN ALEMANIA. ....	18
5.1. Producción y consumo de electricidad en Alemania. ....	18
6. ELECTRICIDAD: ENERGÍA RENOVABLES VS ENERGÍA NO RENOVABLES. ....	21
6.1. Evolución de las energía renovables y no renovables. ....	22
6.2. Participación de las energía renovables y no renovables. ....	23
6.3. Análisis individual de energía renovables. ....	25
7. EVOLUCIÓN DE LOS SECTORES ECONÓMICOS Y LA ELECTRICIDAD. .	29
7.1. Evolución de los diferentes sectores. ....	29
8. CONCLUSIONES. ....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Evolución total del consumo de energía final en Alemania entre 1990-2019. .....	10
Figura 2. Intensidad energética y consumo de energía per cápita en Alemania entre 1990-2019. .....	11
Figura 3. Evolución del consumo total de fuentes de energía entre en Alemania 1990 y 2019. .....	12
Figura 4. Peso de las fuentes energéticas en Alemania para los años 1990, 2010 y 2019. .....	15
Figura 5. Evolución comparada del consumo total de electricidad respecto del total en Alemania desde 1990-2019. .....	16
Figura 6. Comparación de la intensidad energética total y eléctrica en Alemania desde 1990-2019. .....	17
Figura 7. Comparación del consumo per cápita total y eléctrico en Alemania desde 1990-2019. .....	18
Figura 8. Consumo eléctrico en Alemania entre 1990-2019. .....	18
Figura 9. Producción eléctrica en Alemania entre 1990-2019. .....	19
Figura 10. Diferencia entre el consumo y la producción en Alemania para los años 1990-2019 .....	20
Figura 11. Exportaciones netas de electricidad en Alemania entre 1990-2019. .....	20
Figura 12. Evolución de las energías renovables y no renovables en Alemania desde 1990-2019. .....	21
Figura 13. Participación de las energías renovables y no renovables en Alemania en 1990, 2010 y 2019. .....	24
Figura 14. Evolución de las distintas fuentes de energía renovable en Alemania entre 1990 y 2019. .....	26
Figura 15. Participación de las distintas fuentes de energía renovable en su conjunto en Alemania en 1990, 2010 y 2019. .....	27
Figura 16. Evolución en el uso de electricidad para los distintos sectores en Alemania entre 1990-2019. .....	29
Figura 17. Participación de los distintos sectores en el uso de electricidad en Alemania entre 1990-2019. .....	31

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Tasa de crecimiento total, por valor medio anual y tasa de crecimiento por periodos de 10 años de las fuentes de energía en Alemania entre 1990-2019. ....	14
Tabla 2. Tasa de crecimiento total y por periodos de las energías renovables y no renovables. ....	23
Tabla 3. Tasas de crecimiento total y medio en Alemania entre 1990-2019 y por periodos de 10 años. ....	26
Tabla 4. Fuentes de energía renovable y consumo final de electricidad en Alemania entre 1990-2019. ....	28
Tabla 5. Tasas de Crecimiento y Valor Medio de los sectores en Alemania entre 1990-2019. ....	30

## **ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO Y USO DE LAS DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA EN ALEMANIA.**

### **RESUMEN.**

El consumo energético en Alemania ha presentado una tendencia general decreciente en los últimos años. Las fuentes de energía tradicionales tales como el carbón o los derivados del petróleo han sido sustituidas por nuevas fuentes de energía como el gas natural o la energía renovable.

El consumo de electricidad en Alemania ha sido ligeramente creciente en el periodo, situándose entorno al 15 o 20% del total. Su consumo per cápita se ha mostrado creciente con respecto al del total energético. Por último, la diferencia entre el consumo y la producción de electricidad ha estado marcada por el comportamiento de las exportaciones netas del país.

Las fuentes de energía renovable se han presentado como una alternativa cada vez más utilizada, siendo la energía eólica la de mayor trascendencia. Su crecimiento exponencial les ha llevado a representar el 41% del montante total del consumo energético en Alemania.

El consumo de energía de los distintos sectores económicos en Alemania se ha mantenido constante durante todo el periodo siendo la Industria, el Comercio y Servicios Públicos y el sector Residencial, los sectores de mayor uso energético del país.

**Palabras Clave:** Consumo de energía, consumo de electricidad, intensidad energética, energías renovables, energías no renovables y Alemania.

## **ANALYSIS AND EVOLUTION OF THE CONSUMPTION AND USE OF THE DIFFERENT ENERGY SOURCES IN GERMANY.**

### **ABSTRACT.**

Energy consumption in Germany has shown a general downward trend in recent years. Traditional energy sources such as coal or oil derivatives have been replaced by new energy sources such as natural gas or renewable energy.

Electricity consumption in Germany has been slightly increasing over the period, at around 15 to 20% of the total. Its per capita consumption has shown an increase compared to total energy consumption. Finally, the difference between electricity consumption and production has been marked by the performance of the country's net exports.

Renewable energy sources have become an increasingly popular alternative, with wind energy being the most important. Their exponential growth has led them to account for 41% of the total amount of energy consumption in Germany.

The energy consumption of the different economic sectors in Germany has remained more or less constant throughout the period, with Industry, Commerce and Public Services and the Residential sector being the sectors with the highest energy use in the country.

**Keywords:** Energy consumption, electricity consumption, energy intensity, renewable energies, non-renewable energies and Germany.

# **ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO Y USO DE LAS DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA EN ALEMANIA.**

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La evolución del consumo de energía, de las principales fuentes de energía en Alemania en los últimos veintinueve años ha sido decreciente. Las fuentes de energía tradicionales tales como el carbón o los derivados del petróleo han perdido peso en favor de otras fuentes de energía como el gas natural y las fuentes de energía renovable. Aunque el peso de las fuentes de energía tradicionales sigue siendo superior con respecto al resto de fuentes de energía alternativas, las tasas de crecimiento nos indican un claro crecimiento de estas frente a las tradicionales.

Se ha vivido un proceso de electrificación en Alemania. Tanto el consumo final de electricidad como su producción para todo el horizonte temporal de veintinueve años presenta una tendencia general positiva. Este aumento de la electrificación viene acompañado del aumento en el uso de las fuentes de energía renovable, usadas para la generación de electricidad y desbancando a las fuentes de energía tradicional.

Teniendo en cuenta estos precedentes, el objetivo de este estudio es conocer la situación y la evolución del consumo energético en Alemania para los años 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2019 además del análisis del consumo de electricidad y energías renovables que se utilizan para su generación. Para conseguir este objetivo, se han analizado los datos del consumo total final del carbón, petróleo crudo, derivados del petróleo, gas natural, energía nuclear, energía hidráulica, eólica, solar, biocombustibles y residuos, electricidad y calor. Así como su total. Además, se han tratado los datos referentes al consumo y producción final de electricidad y el consumo final de las fuentes de energía renovable.

La estructura que sigue este trabajo a continuación de esta introducción es:

- Sección 2. Datos y metodología: se muestran las fuentes de donde se han extraído los datos, así como el tratamiento que se les ha dado a los mismos.
- Sección 3. Situación y evolución del consumo de energía en Alemania: una primera aproximación a la evolución del consumo final total de las principales fuentes de energía en Alemania, así como su consumo per cápita y la intensidad energética.
- Sección 4 y 5. Evolución del consumo de electricidad en Alemania: análisis de la evolución del consumo eléctrico en Alemania además del consumo per cápita e intensidad energética.
- Sección 6. Energía renovable y no renovable: evolución en el uso de energía renovable en comparativa con la no renovable.
- Sección 7. Evolución del consumo eléctrico por sectores económicos: análisis de la evolución de uso de electricidad de los principales sectores económicos en Alemania.
- Sección 8. Conclusiones.

## **2. DATOS Y METODOLOGÍA.**

### **2.1. Datos.**

En este trabajo se analiza la evolución del consumo de energía y electricidad, así como la generación de electricidad en Alemania. Se empieza con las fuentes de energía más usadas. Luego se comparará con las fuentes de energía renovable. Finalmente se verá su influencia en los distintos sectores económicos. El periodo de tiempo que se estudia comprende un total de veintinueve años, desde 1990 hasta 2019.

Los datos utilizados para este trabajo se han obtenido de dos fuentes de datos: el Banco Mundial (BM) y la Agencia Internacional de la Energía (IEA). El BM está formado por cinco instituciones: el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), la asociación Internacional de Fomento (AIF), la Corporación Financiera Internacional (IFC), el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA) y el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones (CIADI). El IEA es una organización creada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico



(OCDE). Su área de trabajo se centra en garantizar la seguridad energética y recopilar datos y ofrecerlos a todo el mundo como base de datos internacional.

En primer, se han seleccionado de la base de datos del IEA, en la hoja de balances, los datos relativos al consumo total final en Terajulios (TJ) para los años 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2019 de las fuentes de energía: carbón, petróleo crudo, aceites, gas natural, energía nuclear, biocombustibles y residuos, energía hidráulica, solar, eólica y mareomotriz. En el IEA, en la hoja de Electricidad se recogen los datos del consumo total final, para 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2019 de carbón, aceites, gas natural, biocombustibles, residuos, energía nuclear, energía hidráulica, energía geotermal, energía solar PV, energía solar-termal, eólica y mareomotriz. Estos datos están expresados en gigavatios hora (GWh).

A su vez, de la base de datos del BM se han obtenido los datos relativos a la población total (en millones) y al PIB US\$ (2010) (en billones) para el mismo horizonte temporal.

## 2.2. Metodología.

La metodología con la que se tratan los datos nos permite hacer un estudio de la evolución de los mismo a lo largo del horizonte temporal de veintinueve años. Los datos se usan para obtener:

$$Tasa\ de\ crecimiento = \frac{(Periodo_t - Periodo_{t-1})}{Periodo_{t-1}}$$

$$Valor\ medio\ anual = \frac{Tasa\ de\ crecimiento}{N^o\ Años\ del\ periodo}$$

$$Intensidad\ energética = \frac{Consumo\ total\ final}{PIB\ US\$}$$

$$Consumo\ de\ energía\ per\ cápita = \frac{Consumo\ total\ final}{Poblacion\ total}$$

También se agrupan las distintas fuentes de energía en renovables y no renovables:

*Energías Renovables = biocombustibles + energía hidráulica + geotermal + solar pv + solar termal + eólica + resudiuos renovables + energía mareomotriz.*

*Energías No Renovables = carbón + petróleo crudo + aceites + gas natural + energía nuclear*

También se seleccionan los datos relativos de la producción total para obtener:

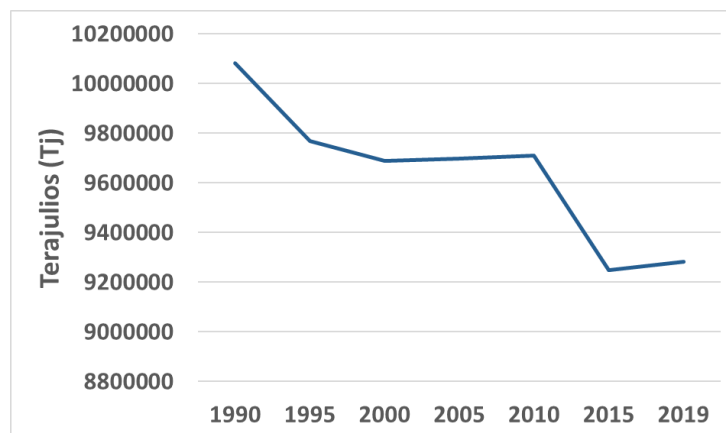
$$\text{Diferencia consumo producción} = \text{consumo final} - \text{producción total}$$

### 3. SITUACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN ALEMANIA.

#### 3.1. Situación general.

En la Figura 1 se representa la evolución del total del consumo de energía en Alemania entre 1990 y 2019. La gráfica se compone de un eje vertical en terajulios y un eje horizontal como línea temporal. Se observa un primer tramo decreciente en el consumo total de energías entre 1990 y el año 2000, seguido de un periodo de estabilización y ligero crecimiento hasta el año 2010. Al comienzo de la nueva década, se observa una nueva caída muy pronunciada del consumo total de energía que empieza a corregirse en el 2015.

**Figura 1. Evolución total del consumo de energía final en Alemania entre 1990-2019.**



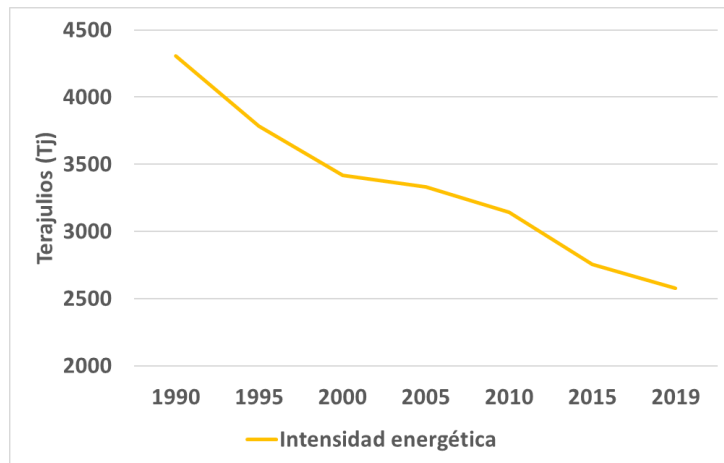
Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

### 3.2. Intensidad energética y consumo de energía total per cápita.

En la Figura 2.1 se representa la intensidad energética total en Alemania entre 1990-2019. La intensidad energética es el resultado del cociente entre el consumo de energía total y el PIB. La Figura 2 nos muestra una pendiente negativa, es decir, una intensidad energética cada vez menor. Esto se debe tanto a un descenso del consumo total de energía como a un aumento del PIB en Alemania para el horizonte temporal.

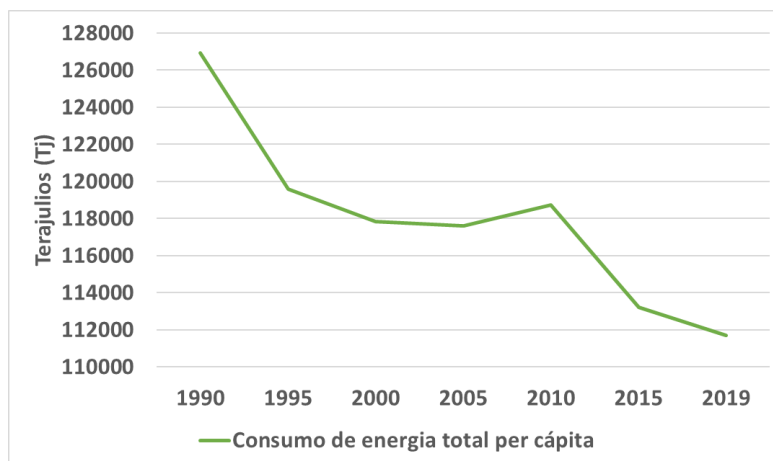
**Figura 2. Intensidad energética y consumo de energía per cápita en Alemania entre 1990-2019.**

**Figura 2.1.**



Fuente: BM (2022), IEA (2022). Elaboración propia.

**Figura 2.2.**



Fuente: BM (2022), IEA (2022). Elaboración propia.

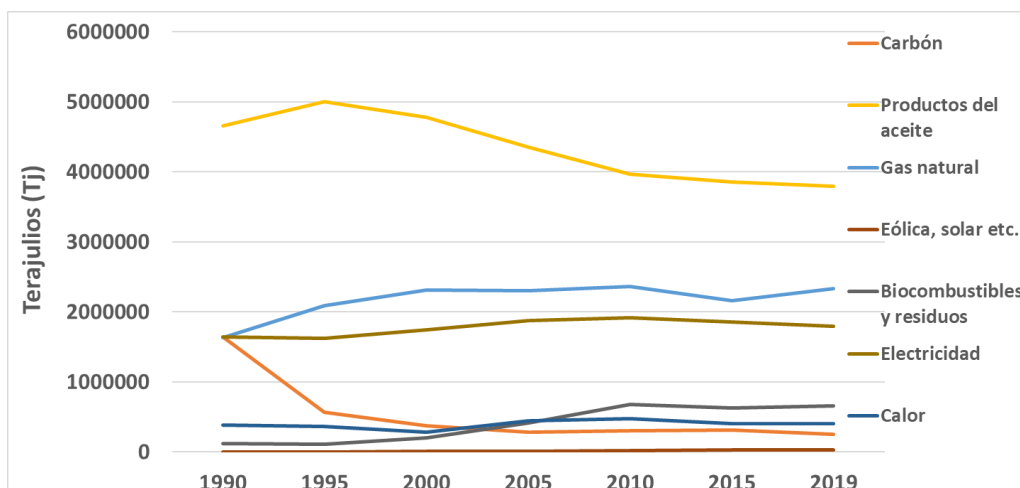
En la Figura 2.2 se representa el consumo de energía total per cápita en Alemania entre 1990-2019. En consumo de energía total per cápita es el resultado del cociente entre el consumo de energía total entre la población total. Se observa una tendencia decreciente del consumo de energía per cápita entre 1990 y 1995, seguido de un periodo más o menos estable que se alarga entre 1995 y el año 2010. A partir de este último, vuelve a apreciarse una caída hasta el 2019.

### 3.3. Evolución del consumo según las fuentes energéticas.

En la Figura 3.1, se representan los valores de las distintas fuentes de energía que conforman el total del consumo final de energía en Alemania. Se observa que en todo el horizonte temporal las fuentes de energía que más presencia tienen en términos cuantitativos son los productos del aceite, el gas natural y la electricidad. En el extremo contrario, aquellas que menos presencia tienen son biocombustibles y residuos, calor, carbón y eólica y solar. Destaca la caída pronunciada del carbón entre 1990 y 1995, de la que no se recupera.

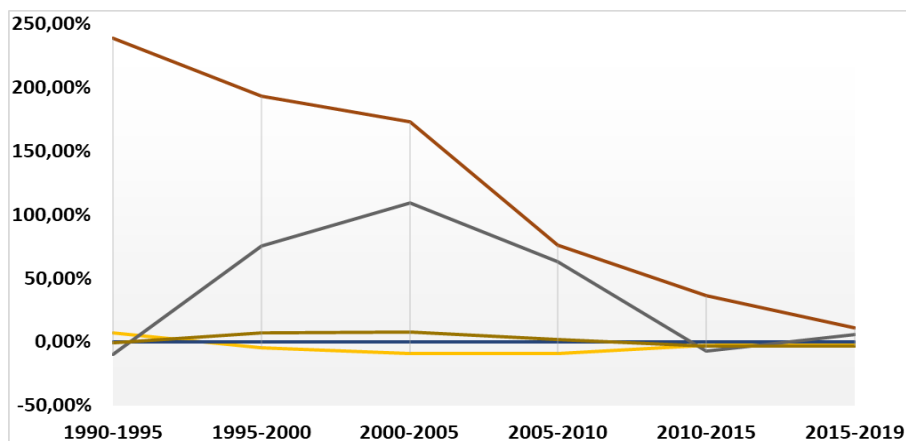
**Figura 3. Evolución del consumo total de fuentes de energía entre en Alemania 1990 y 2019.**

**Figura 3.1. Datos cuantitativos.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

**Figura 3.2. Datos porcentuales.**



*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

En la Figura 3.2 se muestra la tasa de crecimiento para intervalos de cinco años de las fuentes de energía anteriormente mencionadas. Merece la pena destacar el comportamiento de la energía eólica y solar con una senda decreciente, pero con valores más altos que el del resto de fuentes energéticas, especialmente entre los años 1990 y 2005. Esta senda de crecimiento unida con los datos de la Figura 3.1, muestran un incremento en el uso de esta fuente de energía en todo el horizonte temporal.

El caso de los biocombustibles y residuos también es interesante de ver. Se observa en la Figura 3.2 como su tasa de crecimiento tiene una pendiente positiva hasta el año 2005, donde cae hasta presentar un crecimiento negativo en el año 2015. El resto de las fuentes energéticas presentan una tasa de crecimiento más o menos estable con valores que oscilan entre el -10% y el 10%.

**Tabla 1. Tasa de crecimiento total, por valor medio anual y tasa de crecimiento por periodos de 10 años de las fuentes de energía en Alemania entre 1990-2019.**

Fuentes de energía	Tasa Crecimiento Total	Valor Medio Anual	Tasa de Crecimiento por periodos de 10 años		
	1990-2019	1990-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019
Carbón	-84,33	-2,91	-77,17	-19,91	-14,32
Petróleo crudo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Productos del aceite	-18,60	-0,64	2,58	-17,02	-4,37
Gas natural	42,83	1,48	41,13	2,27	-1,05
Nuclear	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hidráulica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Eólica, solar etc.	7146,79	246,44	892,31	382,04	51,50
Biocombustibles y resid	432,12	14,90	58,66	241,83	-1,89
Electricidad	9,76	0,34	6,23	10,04	-6,11
Calor	5,21	0,18	-25,35	64,96	-14,56
Total	-7,94	-0,27	-3,90	0,22	-4,41

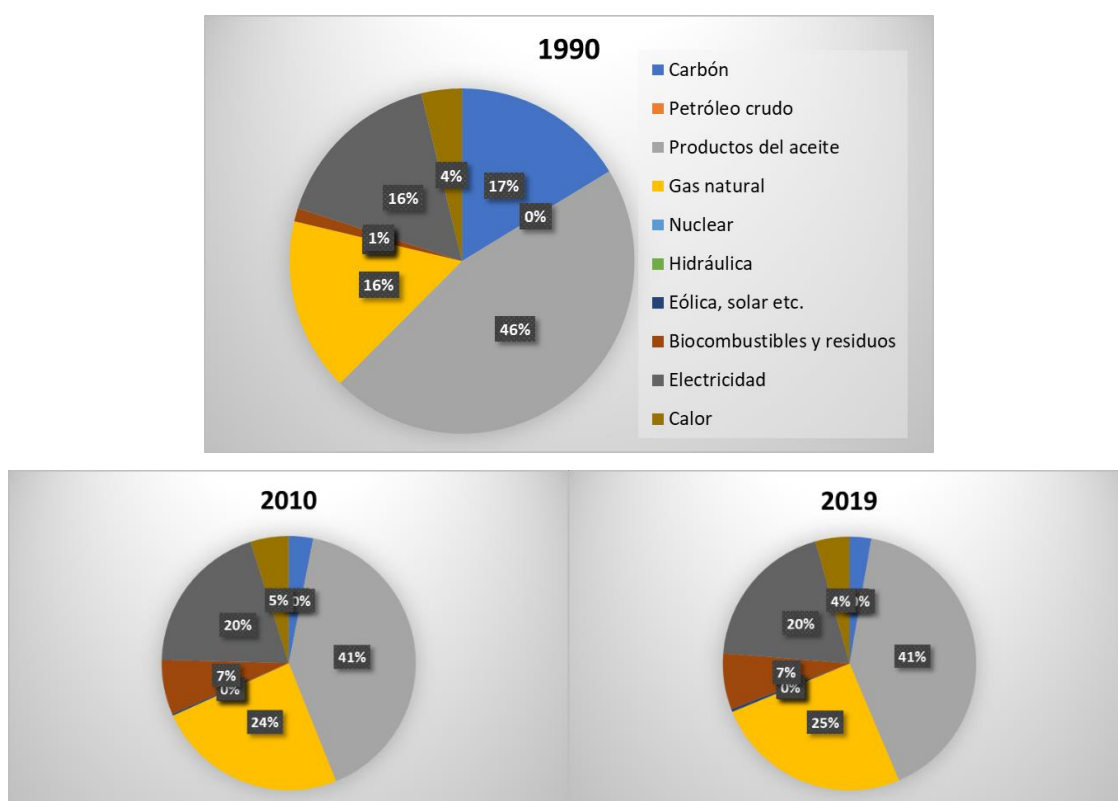
*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

En la Tabla 1 se muestran los datos relativos al crecimiento total, valor medio anual y tasa de crecimiento en periodos de diez años para Alemania entre 1990 y 2019. Todos los valores están en tantos por cien. En la columna relativa al crecimiento total se observa como el carbón y los productos del petróleo son las dos únicas fuentes de energía que presentan un crecimiento negativo. El resto de las fuentes muestran un crecimiento positivo. Cabe mencionar el crecimiento de la energía eólica y solar, muy por encima del resto. También son destacables los biocombustibles y residuos y el gas natural.

En la segunda columna de la Tabla 1 se muestra el valor medio anual, obtenido de dividir la tasa de crecimiento total entre los veintinueve años del horizonte temporal. Nuevamente, los comportamientos a destacar son similares a los de la tasa de crecimiento total: negativa en el caso del carbón y los productos del petróleo y positiva para la energía eólica y solar, biocombustibles y residuos y gas natural.

En las tres últimas columnas de la Tabla 1 relativas a la tasa de crecimiento total en periodos de diez años, vemos como la caída del carbón es más acusada entre 1990 y 2000 que en las décadas posteriores. Con los productos del petróleo en cambio, se muestra un ligero crecimiento en esta primera década, para luego si decrecer en las dos siguientes. En los casos del gas natural y la energía eólica y solar, presentan su mayor crecimiento entre 1990 y el año 2000, para luego crecer a un menor ritmo en las décadas posteriores, llegando incluso a un crecimiento negativo en el caso del gas natural entre los años 2010 y 2019. En el caso de los biocombustibles y residuos y la electricidad, presentan su mayor crecimiento entre el año 2000 y 2010, para luego experimentar un crecimiento negativo hasta 2019.

**Figura 4. Peso de las fuentes energéticas en Alemania para los años 1990, 2010 y 2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

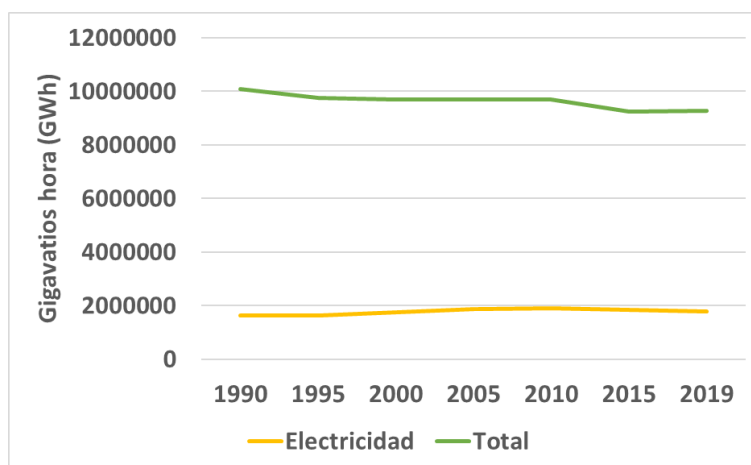
En la Figura 4 se representan tres gráficos en forma de queso para facilitar la comprensión del peso de cada una de las fuentes de energía sobre el total y su evolución a lo largo del tiempo. En los tres gráficos, quien representa una mayor parte del consumo total de energías son los productos del aceite, con un 46% en 1990 y un 41% en 2010 y 2019. Es bastante significativa la pérdida de peso del carbón que en 1990 representaba un 17%, mientras que tanto en el año 2010 como 2019 un 3%. Tanto el gas natural como la electricidad han aumentado su peso en el total. Ambas en 1990 representaban un 16%. La electricidad ha aumentado en 4 puntos porcentuales. El gas natural aumentó 8 puntos porcentuales en 2010, para luego crecer un punto porcentual más en 2019.

## 4. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN ALEMANIA.

### 4.1. Situación general.

En la Figura 5, se realiza una comparativa de la evolución del consumo total final del total de las fuentes de energía, con respecto de la electricidad. En la Figura se encuentran expresados, tanto los datos totales como los eléctricos en TJ. Se observa como para todo el horizonte temporal, la electricidad representa en torno a un 15 y 20 por ciento del total de las fuentes de energía. Su porcentaje más bajo se aprecia en la década de 1990, mientras que sus valores más altos se extienden desde el año 2005 en adelante.

**Figura 5. Evolución comparada del consumo total de electricidad respecto del total en Alemania desde 1990-2019.**



*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

### 4.2. Intensidad energética y consumo per cápita.

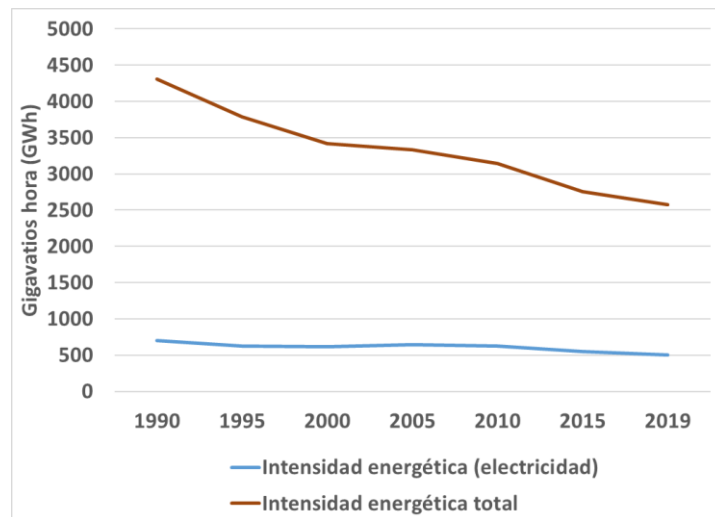
Se realizan ahora dos comparativas, entre el total y la electricidad: intensidad energética y consumo per cápita.

- En la Figura 6 está representada la comparativa entre el total y la electricidad de la intensidad energética entre 1990 y 2019. Vemos como la intensidad energética total tiene un decrecimiento constante y sostenido en el tiempo, alcanzando su nivel más alto en 1990 y el más bajo en el 2019. La electricidad sufre un proceso



más o menos similar, una caída sostenida en el tiempo con su valor más alto en 1990 y el más bajo en el 2019. Aun así, la intensidad energética de la electricidad sí presenta un ligero repunte entre los años 2005 y 2010.

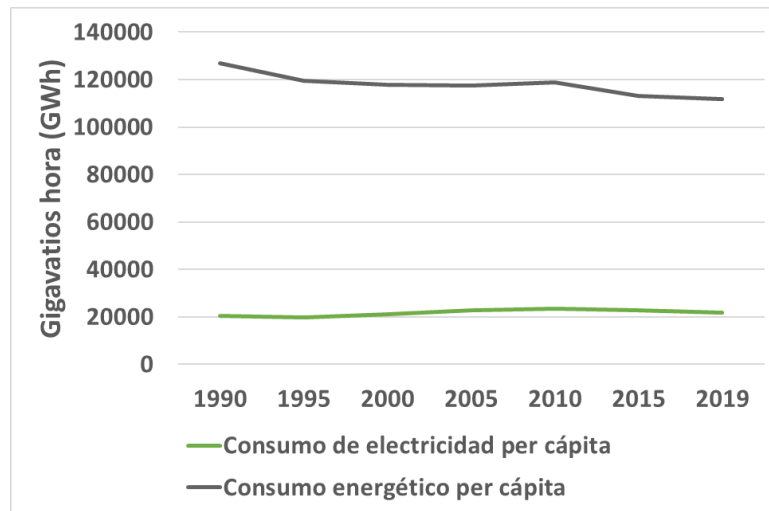
**Figura 6. Comparación de la intensidad energética total y eléctrica en Alemania desde 1990-2019.**



*Fuente: BM (2022), IEA (2022). Elaboración propia.*

- En la Figura 7, se vuelve a comparar el total energético y el eléctrico, esta vez en función del consumo per cápita. El consumo energético total per cápita vuelve a tener una tendencia decreciente. Si bien es cierto que entre los años 1995 y 2010, los valores son bastante estables. Los momentos en los que más se aprecia la pendiente negativa de la función son entre 1990-1995 y 2010-2019. Por su parte, el consumo per cápita de electricidad presenta un ligero incremento en casi todo el horizonte temporal. Los únicos descensos se producen entre 1990-1995 y 2015-2019, entre esos años los valores del consumo per cápita eléctrico suben a un ritmo modesto, pero sostenido en el tiempo, reflejando un claro aumento en el uso de la electricidad como fuente de energía entre la población alemana.

**Figura 7. Comparación del consumo per cápita total y eléctrico en Alemania desde 1990-2019.**



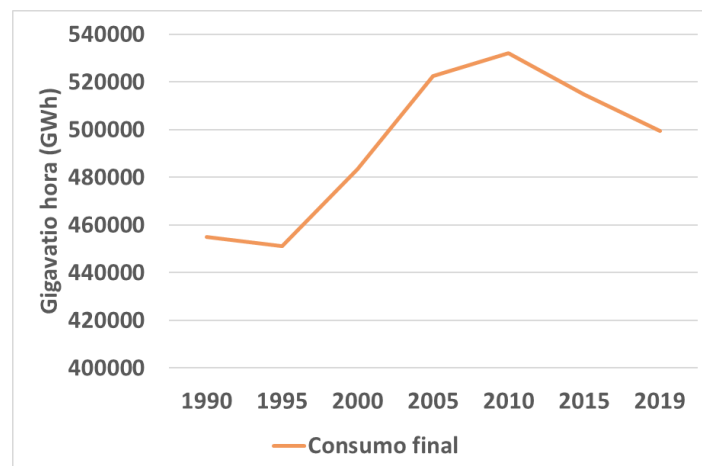
Fuente: BM (2022), IEA (2022). Elaboración propia.

## 5. LA ELECTRICIDAD EN ALEMANIA.

### 5.1. Producción y consumo de electricidad en Alemania.

En la Figura 8 se observa el consumo eléctrico en Alemania entre 1990 y 2019. En la primera mitad de la década de los 90s el consumo eléctrico caía sutilmente para luego crecer de manera muy pronunciada hasta el año 2010. Desde este último año hasta el 2019, el consumo eléctrico ha caído de forma pronunciada y constante.

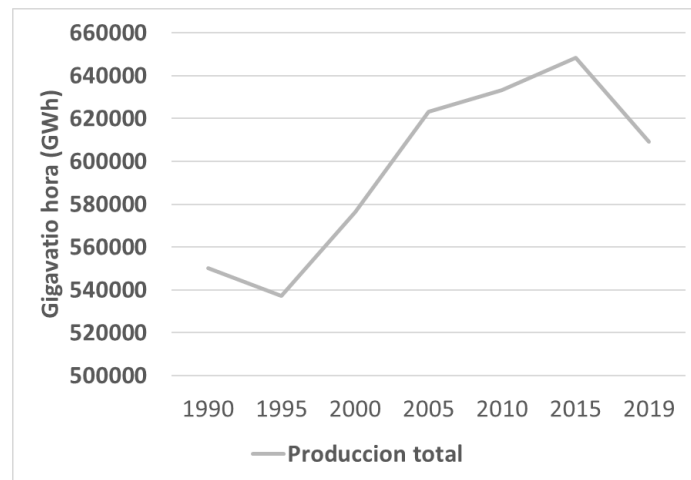
**Figura 8. Consumo eléctrico en Alemania entre 1990-2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

En la Figura 9 se muestra la producción eléctrica en Alemania para los años 1990 y 2019. Al igual que el consumo, la producción eléctrica también muestra una caída entre 1990 y 1995, para posteriormente crecer de forma acusada. Este crecimiento se estabiliza ligeramente en el año 2005, mostrando una pendiente de crecimiento menor hasta el año 2015. A partir de este año la producción de electricidad en Alemania cae de forma pronunciada.

**Figura 9. Producción eléctrica en Alemania entre 1990-2019.**

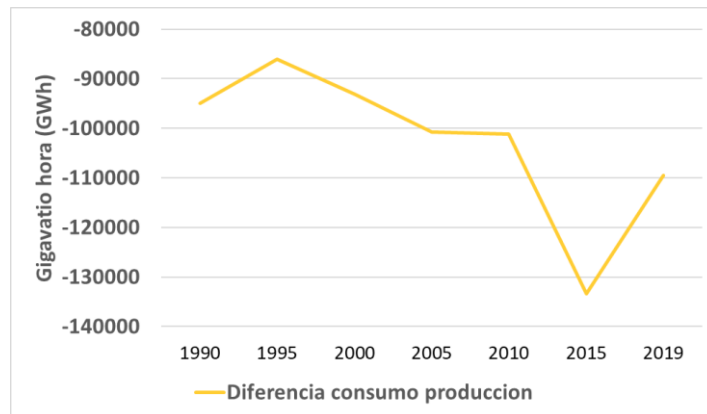


*Fuente: BM (2022), IEA (2022). Elaboración propia.*

En la Figura 10 se representa la diferencia entre el consumo y la producción de electricidad en Alemania. Para todo el horizonte temporal se observan valores negativos puesto que el consumo es siempre menor que la producción de electricidad. Esto se debe principalmente a tres factores: las exportaciones netas, las pérdidas y el uso propio de la energía.

Analizando esta diferencia vemos como entre 1990 y 1995 la distancia entre consumo y producción era menor que en los años siguientes. Entre 1995 y 2005 se observa una pendiente negativa, señal de un mayor distanciamiento entre el consumo y la producción. Esta diferencia se estabiliza durante los siguientes cinco años, hasta el 2010, para luego presentar una brecha aun mayor hasta el año 2015. Desde este año y hasta el último año de nuestro horizonte temporal, la diferencia entre el consumo y la producción se ha reducido.

**Figura 10. Diferencia entre el consumo y la producción en Alemania para los años 1990-2019.**

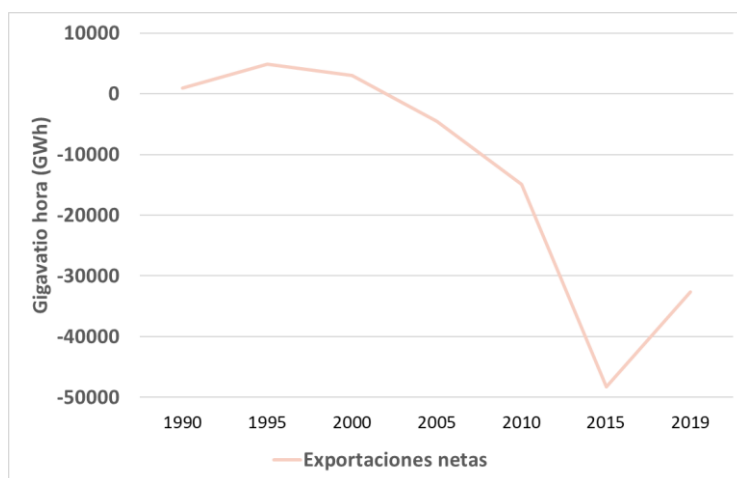


*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

Estas subidas y bajadas en la diferencia de consumo y producción se corresponden con las subidas y bajadas también presentes en las exportaciones netas alemanas del periodo estudiado. Los periodos de crecimiento se corresponden con una Alemania exportadora de electricidad, mientras que los periodos de decrecimiento se corresponden con una Alemania importadora de electricidad. La Figura 12 muestra claramente como Alemania era un país exportador de electricidad entre 1990 y 1995, pasando a ser importador de la misma hasta el año 2015 cuando recupera su condición de exportadora.

La similitud entre la Figura 10 y 11 hace evidente como han afectado las exportaciones netas de electricidad a la diferencia entre el consumo y producción de la misma.

**Figura 11. Exportaciones netas de electricidad en Alemania entre 1990-2019.**



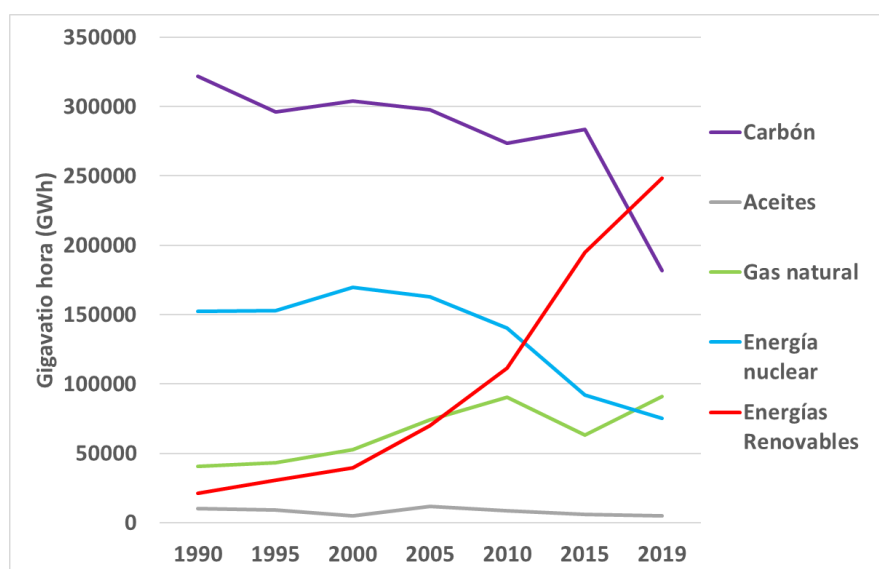
*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

## 6. ELECTRICIDAD: ENERGÍA RENOVABLES VS ENERGÍA NO RENOVABLES.

Las distintas fuentes de energía pueden clasificarse en dos grandes grupos: las energías renovables y las no renovables. Dentro las renovables se encuentran: los biocombustibles, hidráulica, geotermal, solar PV, solar termal, eólica, mareomotriz y residuos renovables. En el grupo de las no renovables tenemos: carbón, derivados del aceite, gas natural y energía nuclear.

En la Figura 12 se hace una comparación de energía renovables y no renovables. Para ello, se han englobado todas las energías renovables en una misma variable, mientras que las no renovables si se encuentran individuales.

**Figura 12. Evolución de energía renovables y no renovables en Alemania desde 1990-2019.**



*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

Las energías renovables tienen un claro crecimiento a lo largo del horizonte temporal. Entre 1990 y el año 2000 el crecimiento era más modesto. Desde el comienzo del nuevo milenio y hasta el año 2010, el crecimiento fue más exponencial, llegando a alcanzar su máximo crecimiento entre el 2010 y el 2015. A partir de este último año y hasta el 2019, baja un poco el ritmo de crecimiento, aunque sigue siendo muy elevado.

En cuanto a energía no renovables:

- El carbón es la fuente de energía más usada en Alemania hasta el año 2015, donde sufre una caída en picado y es superada por las energías renovables. El carbón parte de una posición elevada, pero su tendencia es decreciente en prácticamente todo el periodo, a excepción de un ligero repunte en el año 2010.
- La energía nuclear era la segunda fuente de energía con peso en Alemania hasta la primera mitad de la década de 2010, cuando es superada por las energías renovables. La energía nuclear presenta una tendencia creciente entre 1990 y el año 2000. A partir de este año presenta una tendencia decreciente hasta el final del periodo.
- El gas natural es una de las fuentes de energía que más peso tiene en Alemania. Su tendencia es creciente en casi todo el periodo, a excepción de la primera mitad del 2010. El gas natural presenta su mayor crecimiento en la década de los 00s, sufriendo un bache en el 2010 hasta el 2015 para luego continuar creciendo hasta el final del periodo.

### **6.1. Evolución de las energía renovables y no renovables.**

En la Tabla 2 se recoge la tasa de crecimiento total del periodo y las tasas de crecimiento por intervalos de cinco años. Los datos se encuentran expresados en porcentajes.

Las energías renovables muestran un crecimiento total espectacular, de un 1057%. Este dato podría parecer exagerado si no hubiéramos visto con anterioridad el crecimiento exponencial que se reflejaba en la Figura 13. En el periodo que más crecieron las energías renovables fue en el 2000-2005, con un 77%, seguido del lustro 2010-2015 con un 74%. Por el contrario, los periodos de 1995-2000 (31%) y 2015-2019 (28%) son los que tienen un ritmo de crecimiento más lento.

En cuanto a las fuentes de energía no renovable:

- Carbón. Su tasa de crecimiento, como hemos visto en la Figura 13, es negativa (-43%). Desde 1990 hasta 2015, el ritmo de decrecimiento se ha encontrado entre el 2 y el 8%. Entrando en la segunda mitad de la década de los 10s, el carbón experimenta su mayor decrecimiento (-36%).
- Petróleo. Su tasa de crecimiento total para el periodo también es negativa (-56%). Durante 1990 y el año 2000, el petróleo mostró un decrecimiento acentuado, con

un -14% en la primera mitad y un -47% en la segundo. Sin embargo, entre el año 2000 y el 2005, experimento un crecimiento muy notable (151%). Este crecimiento solo duró esos años ya que a partir del 2005 y hasta el 2019, volvió a decrecer entorno al 23 y 29%.

- Gas natural. Es la única fuente de energía no renovable que presenta una tasa de crecimiento total positiva (124%). Su crecimiento fue gradual entre 1990 y 2005 (7%; 22%; 41%). A partir de ese momento el ritmo de crecimiento bajó (22%) llegando a ser incluso negativo entre 2010 y 2015 (-30%). Sin embargo, en los siguientes años volvió a recuperar el crecimiento, siendo este último periodo el periodo de mayor crecimiento (44%).
- Energía nuclear. La tasa de crecimiento total de la energía nuclear también es negativa para todo el periodo (-51%). Entre 1990 y 1995 apenas hubo variaciones en el uso de la energía nuclear, por eso la tasa de ese periodo es de cero. En el siguiente periodo, 1995-2000, se encuentra el único periodo de crecimiento de esta energía, de un 11%. A partir de entonces, ha ido experimentado un decrecimiento cada vez más acusado (-4%; -14%; -35%). En el último periodo, 2015-2019, el decrecimiento pasa a ser un poco menos acusado (-18%).

**Tabla 2. Tasa de crecimiento total y por periodos de las energía renovables y no renovables.**

Fuentes de energía	Tasa de crecimiento total	Tasas de crecimiento por periodos					
	1990-2019	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2019
Carbón	-43%	-8%	3%	-2%	-8%	4%	-36%
Aceites	-54%	-14%	-47%	151%	-27%	-29%	-23%
Gas natural	124%	7%	22%	41%	22%	-30%	44%
Energía nuclear	-51%	0%	11%	-4%	-14%	-35%	-18%
Energías Renovables	1057%	42%	31%	77%	59%	74%	28%

*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

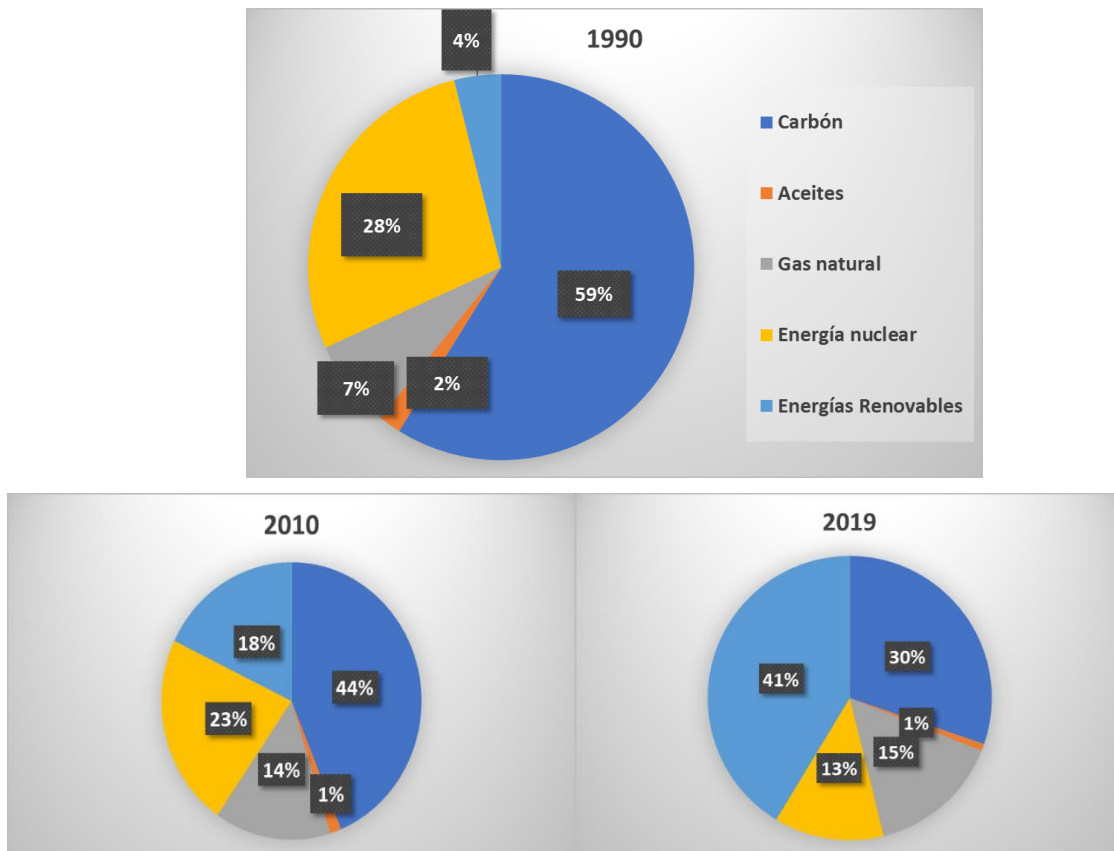
## 6.2. Participación de las energía renovables y no renovables.

En el gráfico de 1990, la fuente de energía con más peso era el carbón, seguida por la energía nuclear (59% y 28% respectivamente). El resto de las energías no renovables presenta un peso más residual: Gas natural 7% y aceites 2%. Lo mismo ocurre con las energías renovables, presentan un porcentaje muy bajo de tan solo el 4%.

En el gráfico de 2010, el carbón sigue siendo la fuente de energía más representativa, aunque su porcentaje de participación cae hasta el 44%. Lo mismo le ocurre a la energía nuclear, pasa de representar un 28% a un 23%. Por el contrario, el gas natural empieza a ganar peso, representando en este año un 14%. Los aceites siguen teniendo un peso residual de un 1%. En cuanto a las energías renovables, presentan una subida muy notable, pasando de un 4% a un 18% del total.

Por último, en el año 2019, se observa como las energías renovables han pasado a representar la porción más grande del pastel, con un 41% del total. El carbón sigue representando una parte importante, 30%, aunque es la mitad de proporción que ocupaba en 1990. Por su parte la energía nuclear también vuelve a perder peso, situándose en un 13%. El gas natural pasa en este año a representar la tercera porción más fuerte del total, con un 15%. En último lugar, siguen estando los aceites con el 1% de representación.

**Figura 13. Participación de las energía renovables y no renovables en Alemania en 1990, 2010 y 2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

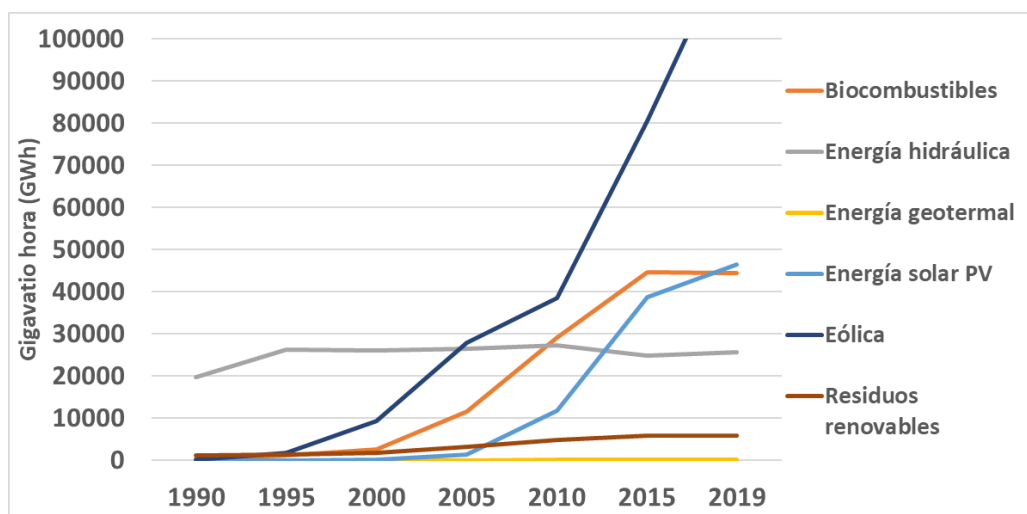


### 6.3. Análisis individual de energía renovables.

La Figura 14 muestra una evolución en el consumo de las distintas fuentes de energía renovable en gigavatios-hora (GWh):

- La energía eólica es la que más GWh ha ganado en el periodo. En la década de 1990 apenas presentaba unos valores significativos. Sin embargo, en la década de los 00s y muy especialmente en la de 2010, tuvo un crecimiento exponencial, situándose como la fuente de energía renovable con más GWh.
- Los biocombustibles tampoco tenían mucha presencia en la década de los 90s. Es entre el año 2000 y 2015 cuando se aprecia el crecimiento exponencial en GWh de esta fuente de energía renovable. Aunque a partir de este último año y hasta 2019, su crecimiento se estanca llegando a ser ligeramente negativo.
- La energía solar PV presenta unos valores muy residuales desde 1990 hasta el año 2005. Es en ese año cuando su consumo de GWh explota. Tiene su periodo de mayor crecimiento entre el año 2010 y 2015, llegando a situarse en el 2019 como la segunda fuente de energía renovable del país.
- La energía hidráulica es la fuente de energía renovable que más estable se mantiene en todo el periodo. Desde 1990 hasta el año 2005, fue la fuente de energía renovable más con más consumo de GWh. Su evolución es prácticamente creciente y horizontal en todo el periodo, mostrando una ligera pendiente. Aun así, entre los años 2010 y 2015 sufrió una pequeña caída.
- Los residuos renovables son la penúltima fuente de energía renovable. Aunque presenta un crecimiento en el tiempo, este es muy lento y leve. Al comienzo del periodo muestra valores de 1.219 GWh, mientras que en el último año 2019 de 5.806 GWh.
- Por último, la energía geotermal, apenas tiene peso dentro de las energías renovables. Desde 1990 hasta el año 2005 su valor es de cero. En 2010, 2015, 2019 presenta valores de: 28, 133 y 197 GWh, valores muy residuales.

**Figura 14. Evolución de las distintas fuentes de energía renovable en Alemania entre 1990 y 2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

En la Tabla 3 se ve con más detalle el porcentaje de crecimiento total y medio de las distintas fuentes de energía renovable, así como su conjunto.

**Tabla 3. Tasas de crecimiento total y medio en Alemania entre 1990-2019 y por periodos de 10 años.**

Fuentes de Energía	Tasa de Crecimiento Total	Valor Medio Anual	Tasas de Crecimiento por Periodos			Valor Medio por Periodos		
	1990-2019	1990-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019
Biocombustibles	11713%	404%	561%	1073%	52%	56%	107%	6%
Energía hidráulica	30%	1%	31%	5%	-6%	3%	1%	-1%
Energía geotermal	0%	0%	0%	0%	604%	0%	0%	67%
Energía solar PV	4639100%	159969%	5900%	19448%	296%	590%	1945%	33%
Solar termal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Eólica	177215%	6111%	13072%	312%	227%	1307%	31%	25%
Residuos renovables	376%	13%	51%	157%	22%	5%	16%	2%
Energía mareomotriz	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total Energías renovables	1057%	36%	85%	181%	123%	9%	18%	14%

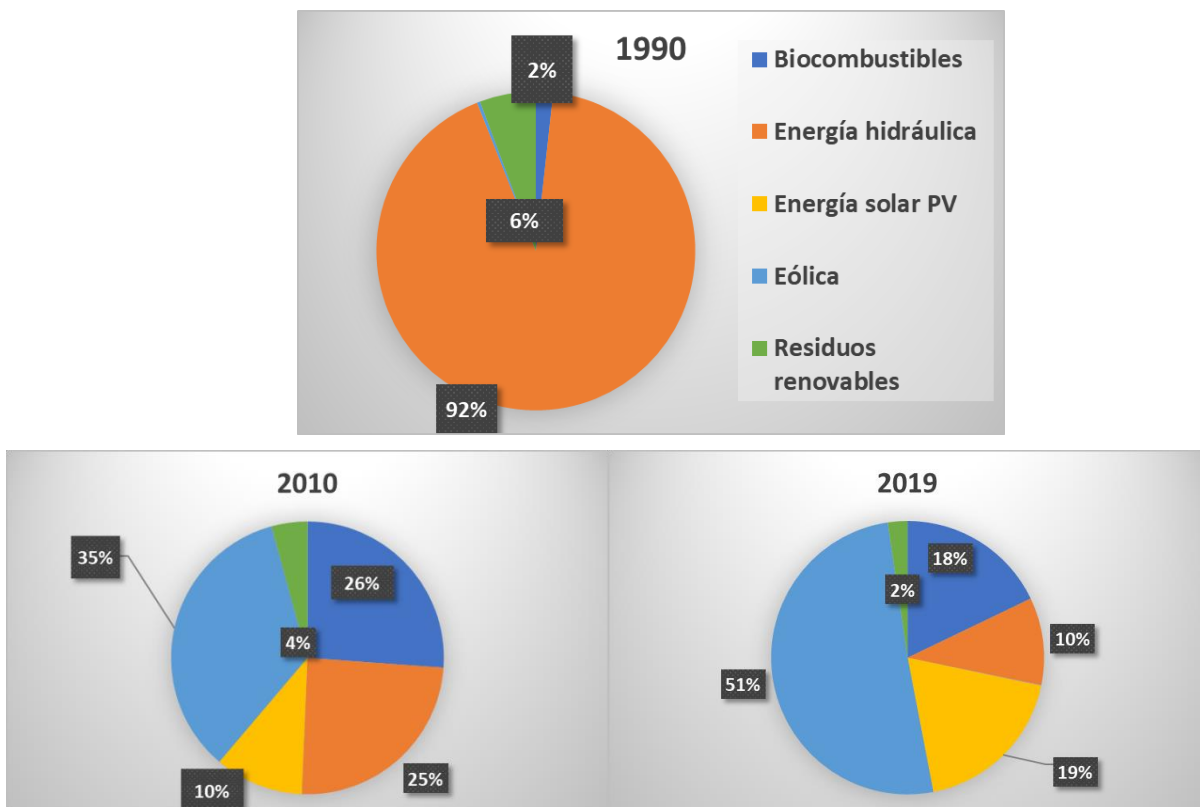
Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

El crecimiento total del conjunto de las energías renovables es de un 1057%. Este dato lo que refleja es el crecimiento exponencial que han vivido el uso y fomento de las energías renovables en los últimos treinta años. El periodo de mayor crecimiento fue en la década 2000-2010, con un crecimiento del 181%. Casi el doble que la década de los 90s, con un 85%. Entre los años 2010 y 2019 el ritmo de crecimiento disminuyó hasta el 123%. Las tres fuentes de energía renovable que más han crecido en todo el periodo son los biocombustibles, la energía solar PV, y la energía eólica. Los biocombustibles y la energía

solar PV tienen en común que su periodo de mayor crecimiento es la década de los años 2000, seguida de los años 90s y mostrando su tasa de menor crecimiento en la última década de 2010. Por el contrario, la energía eólica tiene su periodo de mayor crecimiento en la década de los 90s, mostrando una progresiva pérdida de fuerza en las dos décadas siguientes.

En cuanto a las fuentes de energía menos usadas, nos encontramos con: energía geotermal, solar térmica y mareomotriz. Estas dos últimas, no presentan datos para Alemania. En el caso de la energía geotermal, solo se recogen datos para el último periodo, entre 2010 y 2019, donde se muestran un crecimiento del 604%.

**Figura 15. Participación de las distintas fuentes de energía renovable en su conjunto en Alemania en 1990, 2010 y 2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

En la Figura 15 se ve el peso de cada fuente de energía renovable sobre el total. Para ello representamos en tres gráficos tipo queso tres años diferentes:

- En el año 1990 la fuente de energía renovable con más peso era la energía hidráulica, representando un 92% del total, seguida muy de lejos por los residuos renovables (6%) y los biocombustibles (2%).

- En el año 2010 las tres fuentes de energía renovable que más destacan son la eólica (35%), los biocombustibles (26%) y la energía hidráulica (25%). Completan el gráfico la energía solar PV (10%) y los residuos renovables (4%).
- En el año 2019 la energía eólica ocupa el 51% del total, seguida de la energía solar PV (19%) y los biocombustibles (18%). Por su parte la energía hidráulica sigue perdiendo peso (10%), al igual que los residuos renovables (2%).

**Tabla 4. Fuentes de energía renovable y consumo final de electricidad en Alemania entre 1990-2019.**

Fuentes de energía	Electricidad						
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Biocombustibles	376	1085	2487	11456	29176	44558	44415
Energía hidráulica	19791	26250	25962	26417	27353	24898	25671
Energía geotermal	0	0	0	0	28	133	197
Energía solar PV	1	7	60	1282	11729	38726	46392
Eólica	71	1712	9352	27774	38547	80624	125894
Residuos renovables	1219	1348	1844	3252	4747	5768	5806
<b>Consumo final</b>	<b>455079</b>	<b>451209</b>	<b>483453</b>	<b>522402</b>	<b>532006</b>	<b>514948</b>	<b>499514</b>
Fuentes de energía	Porcentajes según consumo						
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019
Biocombustibles	0,08%	0,24%	0,51%	2,19%	5,48%	8,65%	8,89%
Energía hidráulica	4,35%	5,82%	5,37%	5,06%	5,14%	4,84%	5,14%
Energía geotermal	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,03%	0,04%
Energía solar PV	0,00%	0,00%	0,01%	0,25%	2,20%	7,52%	9,29%
Eólica	0,02%	0,38%	1,93%	5,32%	7,25%	15,66%	25,20%
Residuos renovables	0,27%	0,30%	0,38%	0,62%	0,89%	1,12%	1,16%
<b>Consumo final</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

En la Tabla 4 se ve la evolución de los datos en GWh (a la derecha) y su peso en porcentaje según el consumo final (a la izquierda):

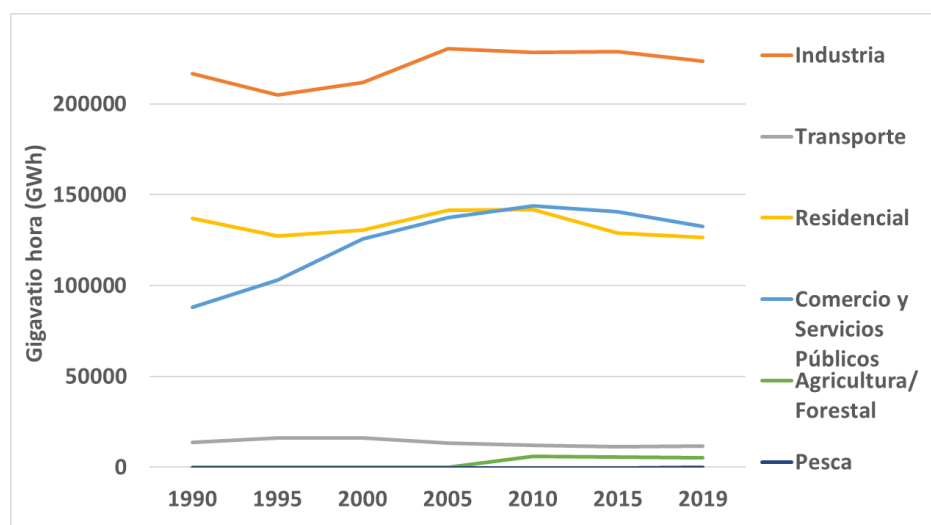
- Los biocombustibles han ido representando un mayor porcentaje en el consumo de energías renovables a lo largo de todo el periodo, comenzando con un 0.08% y llegando a un 8.89% en 2019.
- La energía hidráulica se ha mantenido constante, entorno al 4% y el 5% durante todos los años estudiados, alcanzando su máximo en el año 2000 (5.37%).
- La energía solar PV, como hemos visto anteriormente, no tiene peso durante buena parte del periodo, alcanzando el 0.01%, 0.03% y 0.04% en los años 2010, 2015 y 2019 respectivamente.

- La energía solar PV tampoco tiene peso durante la primera década de estudio, sin embargo, se observa un salto pronunciado entre los años 2010 y 2015 (2.2% y 7.52% respectivamente), para alcanzar un 9.29% en 2019.
- La energía eólica es la fuente de energía que más porcentaje acumula al final del periodo (25.2%). Esta energía sufre un crecimiento exponencial a partir del año 2005, donde pasa de un 1.93% a un 5.32%. Posteriormente entre el 2010 y 2015, duplica su porcentaje (7.25% a un 15.66%).
- Por último, los residuos renovables se mantienen durante todo el periodo entre el 0% y el 2%, siendo el año de mayor importancia el 2019 con un 1.16%.

## 7. EVOLUCIÓN DE LOS SECTORES ECONÓMICOS Y LA ELECTRICIDAD.

### 7.1. Evolución de los diferentes sectores.

**Figura 16. Evolución en el uso de electricidad para los distintos sectores en Alemania entre 1990-2019.**



*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

En la Figura 16 se representa la evolución de los diferentes sectores en Alemania en su consumo en electricidad. El sector más destacado es el Industrial, con más de 200.000 GWh. Los dos sectores que le siguen más de cerca son el Comercio y Servicios Públicos y el Residencial, entorno a los 100.000 y 150.000 GWh, aunque este último sufre una caída hasta cero entre los años 2015 y 2019. Los dos sectores que se quedan a la cola en el uso de electricidad para sus tareas son el Transporte y la Agricultura. Se presenta un

valor de cero para este último durante casi todo el periodo, pero empieza a usarse electricidad en la década de 2010 y se mantiene hasta el final del periodo.

**Tabla 5. Tasas de Crecimiento y Valor Medio de los sectores en Alemania entre 1990-2019.**

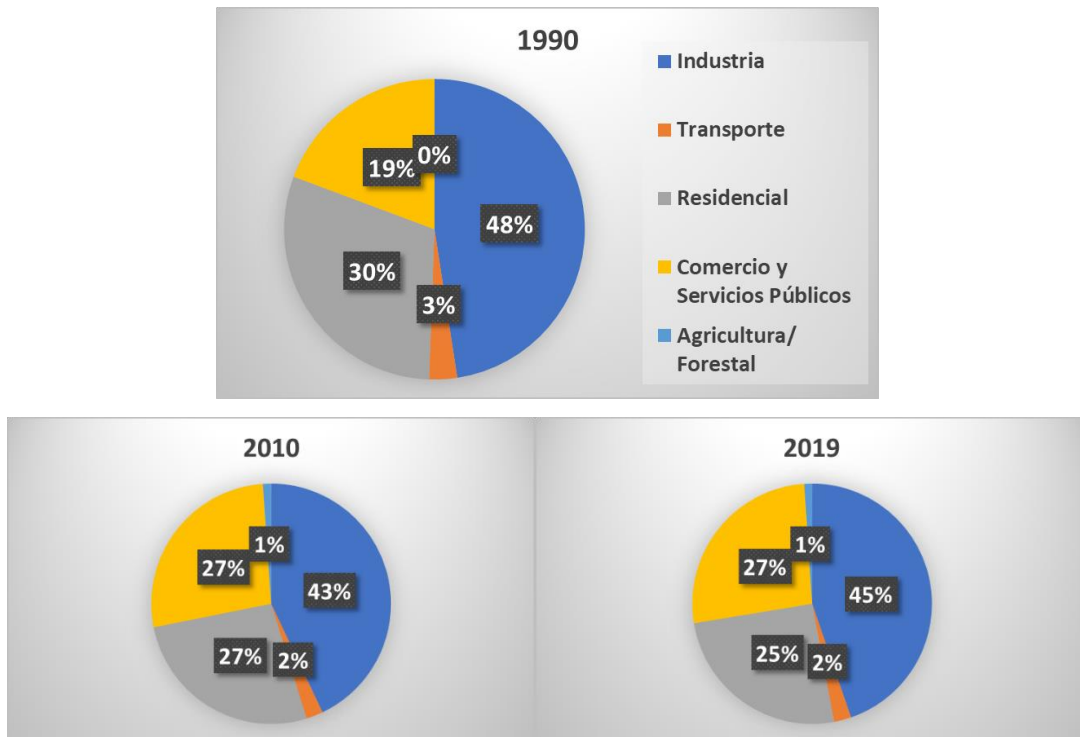
Fuentes de Energía	Tasa de Crecimiento Total	Valor Medio Anual	Tasas de Crecimiento por Periodos			Valor Medio por Periodos		
	1990-2019	1990-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019	1990-2000	2000-2010	2010-2019
Industria	3,22%	0,11%	-2,26%	7,99%	-2,21%	-0,23%	0,80%	-0,22%
Transporte	-15,09%	-0,52%	16,40%	-24,07%	-3,93%	1,64%	-2,41%	-0,39%
Residencial	-7,67%	-0,26%	-4,78%	8,58%	-10,70%	-0,48%	0,86%	-1,07%
Comercio y Servicios Públicos	50,85%	1,75%	42,76%	14,66%	-7,84%	4,28%	1,47%	-0,78%
Agricultura/ Forestal	0%	0%	0%	0%	-10,48%	0%	0%	-1,05%
Pesca	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

*Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.*

En la Tabla 5 se observa que la tasa de crecimiento total más elevada la presenta el Comercio y Servicios Públicos, con un 50,85%. La Industria es el otro sector que también se presenta con una tasa de crecimiento total positiva, del 3,22%. El Transporte y el sector Residencial arrojan resultados negativos de un -15,09% y -7,67% respectivamente.

En cuanto a las tasas de crecimiento por periodos se observa que la industria solo tiene un periodo de crecimiento, entre los años 2000 y 2010 (7,99%), y dos periodos de crecimiento negativo, entre 1990-2000 (-2,26%) y 2010-2019 (-2,21%). Los Transportes presentan una tasa de crecimiento entre 1990 y 2000 del 16,40%, sin embargo, las dos décadas siguientes su tasa de crecimiento es negativa (-24,07% y -3,93%). En el ámbito residencial ocurre algo parecido al industrial, su único periodo de crecimiento es entre 2000 y 2010 (8,58%), pero se observan crecimientos negativos más acusados entre 1990-2000 (-4,78%) y 2010-2019 (-10,70%). Por último, mencionar que la Agricultura/Forestal solo se observa una única tasa de crecimiento negativa en el periodo 2010-2019. Esto se debe a la falta de datos hasta el año 2010 y su ligera pendiente negativa en el uso de electricidad para este sector.

**Figura 17. Participación de los distintos sectores en el uso de electricidad en Alemania entre 1990-2019.**



Fuente: IEA (2022). Elaboración propia.

En la Figura 17 apenas se producen cambios en la participación de los distintos sectores en el uso de electricidad como fuente de energía. En los tres años que se muestran (1990, 2010 y 2019) la Industria ocupa la mayor parte del gráfico, 48%, 43% y 45% respectivamente. El segundo puesto se rellena entre el Comercio y los Servicios Público y el sector Residencial. En 1990 el Comercio y los Servicios Público representaba el 19% mientras que el Residencial el 30%. En 2010 ambos representan un 27%. Por último, en 2019, el Comercio y los Servicios Público se mantiene en un 27% mientras que el sector Residencial pasa a un 25%. De manera residual el transporte presenta un 3% en 1990 y un 2% tanto en 2010 como en 2019. La Agricultura/Forestal solo representa un 1% en 2010 y 2019.

## 8. CONCLUSIONES.

Este trabajo analiza cómo ha evolucionado el consumo de energía en Alemania desde 1990 hasta el año 2019. Para ello, se ha estudiado en el tiempo el consumo de las distintas fuentes de energía, la electrificación y el papel de la energía renovable en el proceso.

El consumo de energía, en general, en Alemania ha seguido una tendencia decreciente a lo largo del horizonte temporal. De igual manera, tanto la intensidad energética como el consumo per cápita de la sociedad alemana dibujan una tendencia similar. Las principales fuentes de energía han mostrado unas tasas de crecimiento negativo en todo el periodo, exceptuando el gas natural, la energía eólica, solar y los biocombustibles y residuos. A pesar de todo, los derivados del petróleo siguen siendo la variable de más peso en el conjunto energético.

La electricidad se ha mantenido en torno al 20% del consumo final total del conjunto energético, con una pendiente ligeramente creciente desde 1990. Sin embargo, si hacemos la misma comparativa, pero a la intensidad energética, se observa un pendiente más o menos constante en el tiempo para la electricidad mientras que para el global energético es claramente decreciente.

La evolución del consumo eléctrico en Alemania en general ha presentado una senda de crecimiento positiva en todo el periodo, alcanzando su máximo en el año 2010. Una senda de crecimiento muy similar se observa para la producción de electricidad en el periodo, también positiva en aspectos generales y alcanzando su máximo en el año 2015. Los principales desajustes que se han observado entre el consumo y la producción de electricidad se han debido a desajustes entre las importaciones y exportaciones de electricidad.

Las fuentes de energía renovable han experimentado un crecimiento muy acusado a lo largo del periodo. Junto con el gas natural, es la única fuente de energía en Alemania con una tendencia creciente en todo el periodo. El consumo de la energía renovable ha presentado sus máximos de crecimiento entre los años 2000 y 2005 con un 77% y 2010 y 2015 con un 74%. La energía renovable ha pasado de representar un 4% en 1990 del montante total del consumo energético, a ser la fuente de energía con más peso en el año 2019, representando un 41%



Dentro de las fuentes de energía renovable, aquella que más ha destacado en Alemania ha sido la energía eólica, con un crecimiento exponencial en todo el periodo. Seguidamente se encuentra la energía solar PV cuya tasa de crecimiento ha sido superior a la eólica, pero sin llegar a la alcanzar niveles tan altos. Como tercera fuerza, los biocombustibles han alcanzado niveles muy parejos a los de la energía solar PV.

En cuanto al consumo energético de los distintos sectores económicos de Alemania, el Comercio y Servicios Públicos ha sido el que mayor tasa de crecimiento ha presentado en el total del periodo, siendo los Transportes el sector que mayor decrecimiento ha sufrido. En general, los sectores económicos en Alemania se han mantenido bastante estables en el consumo de energía durante todo el periodo, experimentando ligeros cambios como los antes citados.

## REFERENCIAS.

IEA (2022). Data and statistics. International Energy Agency. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD&energy=Balances&year=2018>

Banco Mundial (2022). Databank. Banco Mundial. <https://databank.bancomundial.org/source/world-development-indicators>