

El papel estratégico de Andalucía en la seguridad energética europea en tiempos de crisis global

102

Guillermo López-Rodríguez
José Carlos Hernández-Gutiérrez

El papel estratégico
de Andalucía en la
seguridad energética
europea en tiempos
de crisis global



ACTUALIDAD

CENTRA
Ciencias Sociales

Colección Actualidad, segunda época, número 102

López-Rodríguez, Guillermo y Hernández-Gutiérrez, José Carlos

El papel estratégico de Andalucía en la seguridad energética europea en tiempos de crisis global
/ Guillermo López-Rodríguez y José Carlos Hernández-Gutiérrez. - Sevilla : Fundación Centro de
Estudios Andaluces, 2025 (Actualidad; 102)

144 páginas; 21 cm

ISBN: 978-84-10064-21-8. - ISSN: 1699-8294. - DOI: <https://doi.org/10.54790/actualidad.0102>

1. Seguridad energética — Andalucía. 2. Recursos energéticos — Andalucía. 3. Geopolítica — Unión
Europea.

620.91(460.35)

Edita

Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces
Consejería de la Presidencia, Interior, Diálogo Social y Simplificación Administrativa, Junta de Andalucía

© Del texto: Guillermo López-Rodríguez y José Carlos Hernández-Gutiérrez, 2025

© De la edición:

Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces

Avda. Blas Infante s/n — Coria del Río. 41100 Sevilla

Tel.: 955 055 210 - Fax: 955 055 211

www.centrodeestudiosandaluces.es

Primera edición, julio de 2025

ISBN: 978-84-10064-21-8

ISSN: 1699-8294

DL: SE 1688-05

DOI: <https://doi.org/10.54790/actualidad.0102>

El papel estratégico de Andalucía en la seguridad energética europea en tiempos de crisis global

Guillermo López-Rodríguez y
José Carlos Hernández-Gutiérrez
Universidad de Granada



ACTUALIDAD
CENTRA
Ciencias Sociales

102

 **Junta
de Andalucía**

Consejería de la Presidencia,
Interior, Diálogo Social y
Simplificación Administrativa

Centro de Estudios
Andaluces

CENTRA

Ciencias Sociales

Consejo Editorial

Presidente: *Tristán Pertíñez Blasco*
Director-Gerente
Fundación Centro de Estudios Andaluces (CENTRA)

Director: *Félix Requena Santos*
Catedrático de sociología
Universidad de Málaga y Patrono CENTRA

Editor: *Luis Ayuso Sánchez*
Catedrático de sociología
Universidad de Málaga

Coordinador: *Cristóbal Torres Albero*
Catedrático de sociología
Universidad Autónoma de Madrid

Inmaculada Aznar Díaz
Profesora titular de didáctica y
organización escolar
Universidad de Granada

Marialva Carlos Barbosa
Profesora titular de periodismo
Universidade Federal do Rio de
Janeiro (Brasil)

Carin Björngren Cuadra
Catedrática de trabajo social
Malmö University (Suecia)

Carmen Espejo Cala
Catedrática de periodismo
Universidad de Sevilla

Manuel Fernández Esquinas
Científico titular de sociología
Instituto de Estudios Sociales
Avanzados (IESA-CSIC)

**Juan Sebastián Fernández
Prados**
Catedrático de sociología
Universidad de Almería

Yolanda García Calvente
Catedrática de derecho financiero
y tributario
Universidad de Granada

José Manuel García Moreno
Profesor titular de sociología
Universidad de Málaga

Estrella Gualda Caballero
Catedrática de sociología
Universidad de Huelva

Flor M^a Guerrero Casas
Catedrática de mét. cuantitativos
en economía y empresa
Universidad Pablo de Olavide

**Gonzalo Vicente Herranz de
Rafael**
Catedrático de sociología
Universidad de Málaga

Celeste Jiménez de Madariaga
Catedrática de
antropología social
Universidad de Huelva

Francisco José Llera Ramos
Catedrático emérito de ciencia
política y de la administración
Universidad del País Vasco

M^a Dolores Martín-Lagos López
Profesora titular de sociología
Universidad de Granada

Natascia Mattuci
Profesora titular de ciencia política
Università de Macerata (Italia)

Felipe Morente Mejías
Catedrático emérito de sociología
Universidad de Jaén

José Antonio Peña Ramos
Profesor titular de CC.PP. y de la
administración
Universidad de Granada

Alejandro Portes
Catedrático emérito de sociología
Princeton University (EE.UU.)

María Soledad Ramírez Montoya
Profesora titular de educación
Instituto Tecnológico de
Monterrey (México)

Manuel Ricardo Torres Soriano
Catedrático de ciencia política y
de la administración
Universidad Pablo de Olavide

Karina Villalba
Profesora de salud pública
University of Central
Florida (EE.UU.)

ÍNDICE

1.	Introducción.....	9
1.1.	Contextualización del problema.....	12
1.2.	Interés de la investigación	13
1.3.	Estructura	15
2.	Revisión de la literatura.....	17
2.1.	Una conceptualización de la seguridad energética	20
2.2.	Geopolítica y crisis energéticas en el sistema internacional.....	28
2.3.	La dependencia de Europa en el suministro energético.....	34
2.4.	Seguridad en el suministro y transición energética en España	37
2.5.	Iniciativas en Andalucía para afrontar los retos energéticos	40
3.	Métodos y técnicas de investigación	45
3.1.	Fuentes de datos.....	47
3.2.	Prospectiva y análisis estratégico.....	48
4.	Potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa.....	51
4.1.	Infraestructuras energéticas en Andalucía	53
4.2.	Una visión comparativa del consumo de energía en Andalucía	65
4.3.	Balance eléctrico en Andalucía.....	66
4.4.	Hacia un futuro más sostenible: el incremento del consumo de energía renovable.....	80
4.5.	Estado de las instalaciones de energías renovables	84
4.6.	Indicadores energéticos en Andalucía	90
5.	Crisis geopolíticas y su impacto energético.....	99
5.1.	Factores clave en los escenarios futuros.....	101
5.2.	Riesgos y desafíos para Andalucía.....	105
6.	Sinergias y soluciones.....	115
6.1.	Potenciales alianzas y colaboraciones.....	118
6.2.	Innovaciones tecnológicas para mejorar la seguridad energética	119
7.	Conclusiones.....	121
8.	Bibliografía.....	127
9.	Índices de tablas y gráficos.....	139

1. Introducción

1. Introducción

El abastecimiento¹ energético ha sido una preocupación constante en las sociedades contemporáneas, cuya importancia ha ido aumentando de manera progresiva. El actual modelo de producción económica, junto con el consumo individual y la creciente digitalización, han incrementado significativamente la demanda de energía, dotando a esta cuestión de una relevancia aún mayor. Los países europeos son particularmente vulnerables debido a su alta dependencia del suministro externo, ya que la región carece de grandes reservas de recursos naturales, lo que convierte a las importaciones en su principal fuente de energía. Además, el papel político de la Unión Europea en el escenario internacional se ve condicionado en gran medida por consideraciones energéticas, lo que influye en muchas de sus alianzas políticas.

/ 11 /

A la dimensión geopolítica se suma el creciente desafío del calentamiento global, provocado por las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que ha obligado a reconsiderar el modelo energético y productivo de los países miembros. Según lo expresado por los diversos gobiernos europeos como

¹ Esta investigación forma parte del proyecto «Las potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa ante la crisis del orden internacional» (PRY080/22), financiado por la Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces en el marco de la XII Convocatoria de Proyectos de Investigación (2022). Su IP es José Antonio Peña-Ramos.

Francia o Alemania, existe un consenso en la promoción de las energías renovables, ya que no solo facilitarían una transición ecológica hacia un modelo más sostenible, sino que también contribuirían a garantizar el suministro energético y a reforzar los niveles de seguridad, tanto a nivel nacional como comunitario. Asimismo, aunque los Estados continúan siendo los principales actores en materia energética a nivel internacional, es necesario considerar el papel de las regiones autónomas y las potencialidades que estas pueden ofrecer en el ámbito global.

Esta investigación examina en detalle la crisis del orden internacional en el ámbito energético, explorando sus antecedentes y posibles consecuencias. En particular, analiza las potencialidades de Andalucía para fortalecer la seguridad energética de Europa en un contexto de crisis internacional. Se investiga el papel estratégico de la región como punto de interconexión entre Europa y África, así como su capacidad para contribuir a la diversificación del mix energético. Además, se estudia la función de Andalucía como ruta de tránsito para productos energéticos, identificando diversas alternativas para aprovechar estas oportunidades y enfrentar los desafíos futuros. Para abordar estos temas, se lleva a cabo una exhaustiva revisión de fuentes secundarias, que incluye literatura especializada, informes de diversas organizaciones y datos cuantitativos. Esta revisión sienta las bases para un análisis prospectivo destinado a mitigar la incertidumbre sobre el futuro.

/ 12 /

1.1. Contextualización del problema

El sistema energético resulta esencial para la subsistencia del tejido social y económico en la actualidad. Debido a su importancia, se enfrenta a una dualidad de crisis que tienen impactos tanto inmediatos como a largo plazo. Por una parte, se observa un progresivo agotamiento de recursos con la llegada del punto máximo de producción de gas y petróleo convencional.

Esta circunstancia marca el inicio de una fase global en la que la extracción de estos recursos específicos podrá experimentar un declive sustancial. Simultáneamente, en el ámbito de la gestión de residuos, el empleo de combustibles fósiles conllevará un incremento en los niveles de emisión de gases de efecto invernadero, instando a la necesidad de hacer efectiva una transición energética de escala mundial sin precedentes (Kincaid y Smith, 2021; Ruban y Yashalova, 2021).

El concepto de seguridad energética ha sido ampliamente investigado por diversos autores, aunque aún no se ha alcanzado un consenso sobre su definición. No obstante, Ang *et al.* (2015) destacan su gran relevancia

para la sociedad en su conjunto. En los últimos años, numerosos estudios han abordado este concepto, ofreciendo definiciones complementarias (Andriosopoulos, 2016; Cherp y Jewell, 2014; Winzer, 2012). Sin embargo, todos coinciden en señalar los desafíos que plantea la vaguedad inherente al término, ya que su significado e importancia pueden variar según quién lo defina y el contexto en el que se utilice (Isbell, 2007; Kruyt *et al.*, 2009).

La seguridad energética se ve influida por aspectos clave como la globalización, la inseguridad energética y la volatilidad de los precios. Löschel *et al.* (2010) inciden en la multiplicidad de factores y sus posibles implicaciones. En este contexto, es fundamental considerar la interrelación entre la economía y la política, así como la conexión entre la energía y el cambio climático al definir la seguridad energética (Checchi *et al.*, 2009). Todo esto ocurre en un escenario marcado por una creciente preocupación global sobre las repercusiones medioambientales derivadas del consumo y la producción de energía, especialmente en relación con los combustibles fósiles, que son factores clave en la actual transición energética (Abraham-Dukuma, 2021). Cabe destacar que la relación entre la seguridad energética y el cambio climático, ambos objetivos centrales de la política energética contemporánea, se ha convertido en una de las principales preocupaciones para los responsables políticos (IEA, 2014).

/ 13 /

Como se mencionaba anteriormente, la UE ha consagrado la seguridad energética como uno de los pilares fundamentales de su política energética (Rodríguez-Fernández *et al.*, 2022). No obstante, la creciente dependencia de la UE del gas natural, con Rusia como su principal proveedor, plantea un desafío significativo para la seguridad en el suministro de gas. Las recientes tensiones entre Rusia y Ucrania, conocidas como las «crisis del gas», han elevado la seguridad energética del gas al centro de la agenda europea (Flouri *et al.*, 2015). Entre 2006 y 2014 se suscitaron varios conflictos entre Rusia y Ucrania que afectaron el suministro de gas y tuvieron repercusiones negativas en la UE (Goncharuk y Cirella, 2018; Henderson, 2016). En efecto, el debate en torno a estos enfrentamientos aún persiste (Rodríguez-Fernández *et al.*, 2020).

1.2. Interés de la investigación

La presente investigación supone una oportunidad para explorar el rol de la región de Andalucía en un contexto internacional cada vez más incierto. Retos como el cambio climático, el estrés hídrico y la transición energética, sumados a cuestiones como el replanteamiento de un modelo económico postindustrial, contribuyen a justificar el interés de este documento. En el

caso de los Estados miembros (EEMM) de la UE, entre los que se encuentra España, se puede apreciar un alto grado de dependencia en el suministro y abastecimiento energético que puede tener consecuencias políticas y económicas que condicionen a las generaciones futuras.

La UE se encuentra en una situación vulnerable en cuanto a la importación de energía, siendo un actor dependiente del exterior, especialmente en aquellos EEMM que no diversifican su producción o tienen una baja interconexión (DSN, 2015). Según Sánchez-Ortega (2014), mejorar la eficiencia y el ahorro energético podría incrementar la competitividad económica de la UE. Actualmente, el 60% de las importaciones de petróleo provienen de Rusia, Irán, Noruega y Arabia Saudí, mientras que el 84% del gas importado procede de Rusia, Noruega, Argelia y Catar. Este alto nivel de dependencia podría comprometer la seguridad energética y acarrear consecuencias especialmente negativas a nivel político y social (Sánchez-Ortega, 2016).

Diversos informes prospectivos publicados en la última década han subrayado la creciente preocupación por la dimensión energética, tanto para Europa como a nivel global. Informes como *Global Europe 2050*, elaborado por la Comisión Europea en 2012, y *Global Strategic Trends—Out to 2045*, editado por el Ministerio de Defensa del Reino Unido en 2018, reflejan los posibles impactos de la dimensión energética tanto a nivel nacional como en las relaciones internacionales. Además, en 2017, la consultora privada PricewaterhouseCoopers publicó *The Long View: How Will the Global Economic Order Change by 2050?*, que destaca la importancia del cambio climático y la transición energética como dimensiones clave. Por su parte, el informe *Global Trends to 2035: Geopolitics and International Politics*, del Parlamento Europeo, también de 2017, identifica el cambio climático y la competencia por los recursos como tendencias fundamentales, así como la posibilidad de generar inestabilidad en países del entorno europeo.

Los estudios prospectivos reflejan una tendencia futura en el horizonte 2040-2050 hacia un incremento de la multipolaridad geopolítica, así como a una pugna internacional por el abastecimiento y el suministro de recursos energéticos. La preocupación ha sido compartida entre agencias nacionales, entidades supranacionales y organizaciones del sector privado, haciendo de la energía una dimensión de especial relevancia que contribuye a la justificación de la pertinencia de esta investigación. En este sentido, Andalucía es una de las regiones europeas consciente de sus retos y desafíos que desarrolla políticas que promueven una transición hacia fuentes energéticas más sostenibles.

1.3. Estructura

Con el objetivo de resaltar las capacidades de Andalucía para fortalecer la seguridad energética de Europa en un contexto de crisis del orden internacional, este informe se centra en explorar las oportunidades que ofrece la región. Se realiza una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre seguridad energética, enfocándose en los aspectos que destacan la contribución de Andalucía a la diversificación del mix energético, su papel crucial como punto de interconexión entre Europa y África, y su relevancia como ruta de tránsito para productos energéticos.

Este apartado sobre la seguridad energética se complementa con un análisis detallado de las diversas crisis internacionales que revelan la interrelación entre energía y geopolítica, identificando tanto sus causas como sus consecuencias. Ambos apartados facilitan un análisis sobre el contexto energético en Andalucía, así como las relaciones que existen entre Europa y otras regiones. Este informe busca identificar las potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa, estudiando tanto la crisis energética en el orden internacional como sus diferentes impactos. A partir del análisis de ambas cuestiones, diseñamos un apartado orientado a plantear sinergias y soluciones, elaborando propuestas mediante la aplicación de técnicas prospectivas.

2. Revisión de la literatura

2. Revisión de la literatura

La investigación se encuentra sostenida por una revisión de la literatura que permite establecer una contextualización conceptual a partir de la cual se construirán los escenarios de futuro para analizar los retos a los que se enfrentará Andalucía. Este capítulo cuenta con una conceptualización de la seguridad energética, dimensión compleja y ambigua que se aborda desde diferentes perspectivas, recalcando su relevancia tanto para la UE como para España. Una vez expuesta la conceptualización, el segundo epígrafe establece un recorrido histórico sobre aquellas crisis energéticas que han sido fruto de conflictos geopolíticos a lo largo del último medio siglo. Esta revisión histórica en perspectiva de tramos temporales permite comprender las diversas implicaciones existentes como consecuencia de la dependencia energética y las potencialidades de las energías renovables para el autoabastecimiento.

Una vez planteado este marco conceptual e histórico general, el capítulo continúa con una revisión de la situación actual de dependencia de la UE. A partir de la misma, los siguientes epígrafes analizan aspectos normativos y contextuales en el nivel nacional y autonómico. Para ello, se continúa con una revisión de la seguridad en el suministro en España, así como las iniciativas políticas y normativas en materia de transición energética. El último epígrafe se centra en las diversas iniciativas de la Junta de Andalucía para hacer frente a la transición energética, así como su implicación con la búsqueda de un futuro más sostenible y basado en una economía circular.

2.1. Una conceptualización de la seguridad energética

La seguridad energética constituye el sustrato teórico sobre el que se articula esta investigación, siendo conceptualizado en esta sección, identificando el estado del arte en la literatura científica actual, destacando los principales enfoques, elementos y los riesgos asociados a la seguridad energética, tanto aquellos inmediatos como a largo plazo.

2.1.1. Concepto

La conceptualización de «seguridad energética» se incorporó en un periodo relativamente reciente, según testimonian varios expertos (Chester, 2010; Jones y Doods, 2017; Yergin, 2006), ganando notoriedad tras la imposición de un embargo petrolero por parte de los países miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) en 1973. Este conflicto desencadenó una prolongada crisis energética a nivel global, que a su vez motivó al menos tres decisiones estratégicas en el ámbito de la seguridad energética: la creación de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la formulación de recomendaciones transnacionales sobre la disponibilidad de reservas estratégicas de los principales vectores energéticos y la implementación de rigurosas medidas de eficiencia energética en los sectores industrial, comercial y residencial (Gitelman *et al.*, 2023).

El término «seguridad energética» surge como un concepto ambiguo aplicable a diversos ámbitos, como el político, económico, medioambiental, social y técnico (Cherp y Jewell, 2011; Månsson *et al.*, 2014; Winzer, 2012). La interpretación de este término ha sido objeto de un extenso y prolongado debate en la comunidad internacional, sin que hasta ahora se haya logrado alcanzar una definición unificada. Baldwin (2018) señala que ni científicos, ni profesionales, ni instituciones internacionales han conseguido formular una definición exhaustiva de seguridad energética, lo que refleja la marcada interdisciplinariedad del problema y la dificultad de abordar simultáneamente sus múltiples dimensiones desde diversas perspectivas. Así, cada autor aborda las cuestiones de seguridad energética desde una perspectiva que se considera prioritaria en su comunidad profesional específica o en función de un discurso relevante en el contexto actual.

La energía, como fundamento esencial para el desarrollo humano y el crecimiento económico, se convierte en un aspecto crucial en la agenda de desarrollo sostenible de todas las naciones. La seguridad energética adopta distintas connotaciones en función de los variados desafíos energéticos

que enfrentan diversas regiones del mundo y en diferentes períodos temporales (Cherp y Jewell, 2014; Le et al., 2019; Winzer, 2012). A pesar de la ausencia de una interpretación universal para este constructo, los estudios contemporáneos sobre seguridad energética concuerdan ampliamente en que esta no se limita únicamente a la disponibilidad física o existencia de recursos energéticos, ni a la asequibilidad de las fuentes de energía nacionales e importadas (regulada por los precios). En su lugar, el concepto ha evolucionado para incluir la accesibilidad a las fuentes de energía, afectada por obstáculos geopolíticos y problemas de transporte, así como los impactos medioambientales del consumo energético y la sostenibilidad del sistema energético en su conjunto (Le y Nguyen, 2019; Le y Park, 2021).

La seguridad energética se describe como la constante disponibilidad de energía en diversas formas, en cantidades suficientes y a precios asequibles. En consonancia con esta perspectiva, Speight (2019) sostiene que la seguridad energética implica la disponibilidad constante e ininterrumpida de energía, específicamente para un país o región determinados. Miller (2011) identifica dos dimensiones fundamentales de la seguridad energética, a largo y a corto plazo. En el contexto de un horizonte temporal breve, la atención se centra en la resistencia del sistema energético ante cambios imprevistos en el equilibrio entre la oferta y la demanda. Además, la seguridad energética a largo plazo se fundamenta primordialmente en las inversiones destinadas al suministro de energía, las cuales deben estar alineadas con el desarrollo económico y los imperativos medioambientales (Joița et al., 2023).

La seguridad energética se posiciona como un medio para alcanzar metas más amplias, como el desarrollo económico y la seguridad nacional de una nación, más que como un objetivo independiente. En este contexto, la sostenibilidad y las preocupaciones ambientales han ampliado la concepción de la seguridad energética, abarcando dimensiones técnicas, económicas, sociales, ambientales y geopolíticas (Chester, 2010). La Comisión Europea, por ejemplo, categoriza los riesgos energéticos en dimensiones físicas, económicas, sociales (relacionadas con la estabilidad política y social, calidad institucional, violencia política y social, poder de mercado, diversidad y desigualdad social) y ambientales (European Commission, 2010).

Al abordar analíticamente la seguridad energética, se hace esencial considerar dos aspectos clave interrelacionados. Por una parte, destaca la seguridad del suministro, mientras que por otro lado se debe tener en cuenta la seguridad de las vías de tránsito y las instalaciones. La fortaleza energética de un Estado queda determinada por su capacidad de autoabastecimiento, la capacidad de su gobierno para garantizar acceso a mercados que cubran

las necesidades restantes y absorban los excedentes, así como su capacidad para garantizar un acceso sin obstáculos a rutas logísticas claves para el transporte.

En línea con esta definición, la diversificación de fuentes energéticas (conocidas como mix energético), la procedencia geográfica de los suministradores y las rutas de tránsito (tanto aquellas terrestres como marítimas para productos energéticos) se presentan como elementos clave para que los países desarrollados puedan mantener unos adecuados niveles de seguridad energética. Es importante tener en cuenta que la seguridad energética debe abordarse de forma diferenciada según la fuente de energía de la que se trate.

Las perspectivas tradicionales sobre la seguridad energética incluyen la disponibilidad relativa, la asequibilidad y la seguridad de las fuentes y suministros energéticos. En línea con estas nociones, el Grupo del Banco Mundial ha definido el concepto de seguridad energética en torno a tres pilares fundamentales: eficiencia energética, diversificación de proveedores y minimización de la volatilidad de los precios (Gillesen *et al.*, 2019).

/ 22 /

2.1.2. Estado del arte

Revelando la naturaleza intrínsecamente multidimensional de este fenómeno, diversos autores exploran aspectos que abarcan desde la eficiencia económica, el componente medioambiental, la aceptabilidad social, hasta los aspectos culturales y políticos de la seguridad energética (Gracceva y Zeniewski, 2014; Le Coq y Paltseva, 2009; Månsson *et al.*, 2014; Tziogas y Georgídas, 2015; Sovacool *et al.*, 2013). La consideración del concepto de seguridad energética a través del prisma de la identificación y control de riesgos se aborda en las investigaciones de Jansen y Seebregts (2010), Levêfre (2010) y Winzer (2012),

La propuesta de una solución al problema de seguridad energética a través de la creación de un mercado común de electricidad se refleja en las obras de Шафиев (2016) y Цедрик (2020), entre otros. Asimismo, resultan pertinentes los estudios de Bohi *et al.* (1996), que amplían el concepto de seguridad energética y lo vinculan con la noción de desarrollo sostenible.

2.1.2.1. Enfoques

Al examinar la literatura especializada sobre seguridad energética, se identifican tres perspectivas teóricas fundamentales: a) una orientación desde la ciencia política que se enfoca en cuestiones de soberanía y geopolítica, b) una perspectiva enmarcada en las disciplinas de ingeniería y ciencias

naturales, que reconoce los límites tanto naturales como tecnológicos a escala global, y c) la consideración de la vulnerabilidad inherente a sistemas complejos, como las redes eléctricas y los reactores nucleares (Flores *et al.*, 2023).

La primera perspectiva adquiere especial relevancia en contextos de guerra y en situaciones de posguerra que involucran conflictos internacionales, particularmente en relación con la disponibilidad de combustibles y las fluctuaciones en los precios del petróleo. La segunda perspectiva aborda el reconocimiento de los límites inherentes de los recursos naturales, estableciendo así una conexión entre la seguridad energética y las problemáticas asociadas al cambio climático. Esta perspectiva también abarca elementos técnicos que resaltan el análisis de la vulnerabilidad técnica de los sistemas energéticos. Por último, la tercera perspectiva se centra exclusivamente en la vulnerabilidad de los sistemas energéticos desde un punto de vista técnico.

También se puede distinguir un cuarto enfoque desde la economía política internacional. La seguridad energética, vista desde esta perspectiva, ha sido objeto de diversos enfoques teóricos. Algunos académicos argumentan que el término es ambiguo desde la óptica económica, sosteniendo que los asuntos energéticos están mayormente regulados por las fuerzas del mercado, abogando por la intervención gubernamental solo en casos de fallos del mercado (Checchi, 2008). Otros, por el contrario, sostienen que las naciones han convertido el debate sobre seguridad energética en un tema centrado en la seguridad del Estado (Checchi *et al.*, 2009). No obstante, se subraya la interdependencia de ambas dimensiones, tanto económicas como políticas (Dunham y Schlosser, 2016).

La crisis del gas, que en un principio fue considerada como un problema político, también posee un componente económico al causar perjuicios económicos a otras naciones (Kuzemko *et al.*, 2019). Por lo tanto, las dimensiones económicas y políticas son esenciales para comprender y abordar la seguridad energética (Löschel *et al.*, 2010). Esta problemática se sitúa en un marco geopolítico y en el contexto económico internacional, caracterizado por las interrelaciones entre las políticas gubernamentales y los mercados. En consecuencia, se puede considerar una cuestión de naturaleza político-económica internacional.

La formulación de la política energética se encuadra en la economía política internacional, un marco analítico que fusiona el escrutinio político con los conceptos económicos, abordando las interacciones entre empresas, Estados, mercados e instituciones. Desde la perspectiva de la economía

política internacional, la seguridad de suministro se conceptualiza como la estabilidad del sistema energético en términos de flujos constantes y suficientes de energía para garantizar el desarrollo económico y el bienestar social (Muñoz, 2012).

En términos de enfoques teóricos, la economía política internacional liberal, preferida por la UE, aboga por la consecución de la seguridad de suministro a través del fomento de los mercados y la colaboración de instituciones supranacionales (Rodríguez-Fernández *et al.*, 2022). En contraste, el enfoque realista sostiene que esta seguridad se deriva de relaciones bilaterales, considerando los mercados como subsidiarios de la política exterior de los Estados (Escribano, 2008). Se destaca la importancia crucial que la seguridad energética ha adquirido en las teorías realistas, dado que las reservas mundiales de petróleo (y gas) han transformado este recurso en una fuente de gran poder e influencia para los Estados (Cohn, 2012).

2.1.2.2. Elementos de la seguridad energética

En las últimas décadas, diversas investigaciones han focalizado su atención en el ámbito de la seguridad energética. En este contexto, Chang y Yong (2007) proponen un enfoque analítico que contempla tres elementos fundamentales para evaluar la seguridad energética nacional: la disponibilidad de recursos, la aplicabilidad de la tecnología y el nivel de aceptación por parte de la sociedad. Por otro lado, Chester (2008) examina la seguridad energética en Australia a través de cuatro dimensiones clave: disponibilidad, capacidad adecuada, asequibilidad y sostenibilidad. Kruyt *et al.* (2009) abordan el futuro de la seguridad energética en Europa Occidental, considerando cuatro dimensiones esenciales: disponibilidad, accesibilidad, asequibilidad y aceptabilidad. En un enfoque distinto, Von Hippel *et al.* (2011) analizan la seguridad energética en el Noreste Asiático, incorporando seis dimensiones: suministro energético, económica, tecnológica, medioambiental, social/cultural y militar/seguridad. Cabe destacar el análisis de Sovacool y Mukherjee (2011), que propone una evaluación integral de la seguridad energética mediante la consideración de cinco dimensiones: disponibilidad, asequibilidad, desarrollo tecnológico, sostenibilidad y regulación, ampliando significativamente el espectro de indicadores pertinentes para el estudio de este fenómeno.

Knox-Hayes *et al.* (2013) han identificado ocho dimensiones de la seguridad energética, que amplían el espectro tradicionalmente establecido. Estas dimensiones son las siguientes: 1) disponibilidad, que abarca la estabilidad del suministro y la asequibilidad; 2) bienestar, que incorpora la justicia energética y la salud de los ecosistemas; 3) eficiencia, que implica la capacidad

energética marginal y guarda cierta similitud con la dimensión de bienestar; 4) asequibilidad, que incluye la asequibilidad de los costos y la producción modesta de energía, y comparte similitudes con otras dimensiones; 5) medio ambiente, que aborda la equidad y la calidad medioambiental; 6) transparencia, que implica justicia energética, claridad y concienciación; 7) clima, que se relaciona con el bienestar y el medio ambiente, y está vinculado al cambio climático global; y 8) equidad, una dimensión que se solapa con otras dentro del contexto de la seguridad energética.

A pesar de la ausencia de una interpretación universal, ciertos elementos específicos son recurrentes en la mayoría de las definiciones, entre ellos, la disponibilidad física y los precios (Checchi *et al.*, 2009). En lo que respecta a las dimensiones de la seguridad energética, la literatura académica incorpora diversas clasificaciones. Una taxonomía comúnmente empleada se relaciona con las cuatro «aes»: disponibilidad (vinculada a cuestiones geológicas), asequibilidad (vinculada a cuestiones geopolíticas), accesibilidad (vinculada a cuestiones económicas) y aceptabilidad (vinculada a cuestiones medioambientales y sociales) (Cherp y Jewell, 2014).

2.1.2.3. Riesgos de la seguridad energética

La seguridad energética plantea una serie de riesgos que pueden impactar en diverso grado sobre las sociedades. La literatura señala que son variados, diversificados en su naturaleza y con efectos que difieren en su alcance temporal. Según lo señalado por Sánchez-Ortega (2013), se puede distinguir entre aquellos riesgos imprevistos y los que son producto de una estrategia deliberada con la intención de influir en la disponibilidad de energía para terceros.

/ 25 /

A) Riesgos en el corto plazo

Los riesgos a corto plazo pueden implicar una pérdida abrupta, ya sea total o parcial, de los recursos. Entre ellos se pueden distinguir en función de la presencia o ausencia de la intencionalidad del origen de la amenaza.

1) Riesgos fortuitos

Los riesgos fortuitos engloban una amplia diversidad de eventualidades no previstas. Entre ellas destacan los accidentes, fallos técnicos o desastres naturales que inciden sobre la totalidad de la infraestructura de producción, transporte o distribución de los recursos. En este sentido, la alta concentración en la producción de gas y petróleo amplifica los perjuicios que este tipo de riesgos

pueden ocasionar. De forma adicional, tanto el transporte como la distribución pueden ser vulnerables al atravesar áreas geográficas críticas, como estrechos marítimos y zonas con alta densidad de tráfico. Esta tipología de riesgos es intrínsecamente difícil de prever y evitar, especialmente aquellos relativos a desastres naturales, cuyos resultados han podido ocasionar una notable disminución en la disponibilidad de energía.

2) Riesgos intencionados: amenazas

Al contrario que los riesgos fortuitos, aquellos que son intencionados se fundamentan en la capacidad de terceros actores para amenazar la disponibilidad energética de los Estados. Aunque pueden abarcar diversas acciones y objetivos, una de las prácticas históricamente habituales ha sido el recorte en la producción del petróleo con el fin de elevar su precio y disminuir la disponibilidad de energía desde que los Estados de la OPEP tomaron el control de los recursos (Atkinson, 2024). Por otro lado, otros Estados tienen la capacidad de obstruir o bloquear rutas de aprovisionamiento de otros Estados, especialmente en el caso de rutas que atraviesen tanto su territorio como sus áreas de influencia.

En este sentido, el embargo de energía destaca con mayor énfasis debido a sus implicaciones para la seguridad de los Estados. Este enfoque es definido por la literatura como el «arma de abastecimiento», que abarca acciones que van desde la amenaza de corte de suministros hasta una interrupción parcial o total. Sin embargo, en un mercado globalizado como el actual, estas medidas resultan menos efectivas y tienden a propagar la escasez de energía entre todos los Estados.

Adicionalmente, los ataques contra infraestructuras energéticas constituyen una amenaza para la seguridad energética. Estas iniciativas pueden tener lugar tanto en contextos de conflicto bélico, con el objetivo de afectar las capacidades del adversario, como mediante acciones de actores no estatales dirigidas a causar un daño significativo, cobrando especial relevancia la dimensión cibernética. Otras formas de acción similares, pero de naturaleza diferente, deben también estar presentes. Entre ellas destacan las huelgas y disturbios internos en Estados productores, que pueden suponer un riesgo al paralizar la actividad, aunque no afecten directamente la infraestructura energética. A diferencia de algunos de los riesgos fortuitos, estos eventos premeditados pueden tener

un impacto más prolongado y grave, lo que puede resultar en una pérdida sustancial de recursos energéticos a nivel mundial, así como su incapacidad para acceder a ellos.

B) Riesgos en el largo plazo

Los riesgos a largo plazo representan una serie de incertidumbres que pueden divisarse en el horizonte energético. A diferencia de algunos de los riesgos previamente analizados, estos no implican una pérdida total de suministros, sino que están más relacionados con la incapacidad de satisfacer la demanda. Es importante tener en cuenta que estos riesgos no reemplazan a los mencionados anteriormente, sino que más bien pueden complementarlos o intensificarlos. La proyección futura de sus consecuencias y el nivel de gravedad que puedan alcanzar se basan en las dinámicas actuales y pueden ser influenciados por diversos actores implicados.

1) Mayor concentración de los recursos

La elevada concentración de combustibles fósiles como el gas y el petróleo en una serie de áreas específicas del planeta representa un riesgo significativo al incrementar las vulnerabilidades asociadas a la seguridad de estos recursos. De forma adicional, amplifica los riesgos a corto plazo, limitando la capacidad de los actores implicados para ejercer su influencia sobre la disponibilidad y los precios de mercados de esos recursos. El alto grado de concentración facilita el empleo del «Arma de abastecimiento», lo que introduce la energía como un instrumento más en las dinámicas geopolíticas. A medida que se incrementa la centralización de la producción, aumentan las probabilidades de que tanto aquellos riesgos calificados como fortuitos como los intencionados puedan tener un impacto mucho más significativo en la disponibilidad de energía, extendiéndose consiguientemente a las rutas de transporte. Adicionalmente, debe señalarse que la concentración mina una gran parte de las estrategias de los Estados para preservar su seguridad energética, basada tradicionalmente en la diversificación tanto de recursos como de las vías de transporte.

/ 27 /

2) Falta de inversión

Las previsiones indican que tanto la demanda de gas como de petróleo podrán experimentar un crecimiento a largo plazo. Este elemento implicará la necesidad de inversiones significativas en los diversos sectores involucrados en la cadena de suministro de

estos para hacer frente a la demanda. Sin embargo, existen dudas considerables sobre la posibilidad de que estas inversiones puedan materializarse en su totalidad, lo que podría tener un impacto altamente negativo en la disponibilidad de energía.

3) Agotamiento de los recursos

El agotamiento de los recursos es un problema que suele surgir de manera periódica, amenazando especialmente con una eventual interrupción de la producción de gas y petróleo. Aunque los informes indican que las reservas siguen siendo sustanciales, debido a su carácter finito y no renovable, inevitablemente deberán afrontar un agotamiento en el tiempo. A medida que las tasas de consumo se ven incrementadas, se plantea una disminución en la esperanza de vida de las reservas, lo que intensificará la necesidad de explorar alternativas renovables y gestionar eficientemente una transición energética hacia fuentes de producción más sostenibles.

La seguridad energética enfrentará riesgos inmediatos, así como desafíos a largo plazo que requerirán estrategias anticipadas y cooperación internacional para garantizar un suministro de energía estable y sostenible. La diversificación, la inversión y la gestión eficiente de crisis son elementos esenciales en este contexto, debiendo existir una coordinación global para afrontar riesgos colectivos que afectarán en diversa medida a todos los actores implicados.

/ 28 /

2.2. Geopolítica y crisis energéticas en el sistema internacional

La relación entre crisis geopolíticas y el empleo de la energía como un instrumento de presión entre las partes implicadas ha sido un fenómeno continuo durante el último siglo. Además de mantener esferas de influencia, garantizar conexiones externas y controlar las fronteras externas, el acceso a los recursos es un elemento condicionante del comportamiento geopolítico de los Estados (Jordán, 2017b). Entre los diferentes tipos de recursos, la producción y la distribución energéticas se han convertido en activos clave para la construcción de las relaciones internacionales (Yergin, 2006). La geopolítica de la energía se define como la forma en que unos Estados pueden influir sobre otros mediante el control del suministro y la demanda (Paltsey, 2016), siendo un elemento determinante el control y acceso a los hidrocarburos y sus corredores energéticos (Escribano, 2011).

El empleo de la energía como medio de poder se ve condicionado por factores como la voluntad de emplearla como instrumento, su relevancia como abastecedor de recursos y la vulnerabilidad de aquellos que dependen de su suministro (Sánchez-Ortega, 2016). Entre los condicionantes destacan la necesidad de una relación directa entre las partes y la presencia de condiciones de abastecimiento restringidas. Los objetivos de la instrumentalización política de la energía pueden estar guiados por motivaciones económicas, de poder relativo o por cuestiones de seguridad nacional (Sánchez-Ortega, 2012). El poder energético puede manifestarse a través de medidas coercitivas (como el impacto psicológico de los cortes, el aumento de precios o el nacionalismo económico), así como mediante medidas cooperativas (como acuerdos de suministro o marcos jurídicos que fomentan la inversión) que facilitan su aplicación (*ibid.*).

2.2.1. Geopolítica y energía en Oriente Próximo

Las crisis energéticas desencadenadas por conflictos políticos han estado estrechamente ligadas a los acontecimientos que han tenido lugar en Oriente Próximo. Esta región se distingue por ser una de las principales productoras de hidrocarburos y goza de una posición privilegiada al ser uno de los principales exportadores de energía al mundo occidental. Investigaciones previas reflejan esta continuidad, iniciada durante la guerra de 1948, cuando se cierra el oleoducto que conectaba Irak y la ciudad de Haifa, implicando a su vez un retraso en la construcción del oleoducto desde Arabia Saudí hacia el Mediterráneo cruzando Jordania, Siria y Líbano, perjudicando sustancialmente la exportación de petróleo desde Irak (Issawi, 1978).

Ante la injerencia angloamericana en el mercado petrolero y el éxito de proyectos políticos nacionalistas durante la descolonización, se aprecia una tendencia a la nacionalización progresiva de empresas petroleras en potencias emergentes como India, Brasil o Irán (Tapia-Ramírez, 2017). Este último país era en ese momento uno de los mayores productores de crudo de la región, en un contexto caracterizado por los cortes de suministro y una demanda incremental derivada de la guerra de Corea. La iniciativa del doctor Mossadegh de nacionalizar la industria petrolera entre 1951 y 1953 no solo implica un cambio internacional en el mercado petrolero, sino que también finaliza con un golpe de Estado promovido por Inglaterra y Estados Unidos para recuperar el control de este mercado. Las consecuencias de este periodo y su recuperación posterior facilitaron la expansión de Arabia Saudí, Kuwait e Irak como actores centrales en el mercado internacional (Issawi, 1978).

Coincidiendo con otros dos conflictos armados, vuelven a sucederse crisis en el mercado internacional derivadas de la dependencia en el suministro de petróleo. Destacarían la crisis de 1956, cuando se produce el bloqueo del canal de Suez y las tropas sirias vuelan los oleoductos iraquíes. Igualmente, cabe señalar la crisis de 1967, cuando se vuelve a producir otro bloqueo del canal de Suez y un embargo de petróleo por parte de los países árabes ante la posición occidental con respecto a Israel. En este último caso, la crisis se ve compensada por un incremento de la producción de Venezuela, Libia, Estados Unidos e Irán (*ibid.*). En esta década se aprecia un declive de la hegemonía angloamericana, debido a la retirada de los poderes coloniales de Oriente Próximo y a la toma del poder por parte de regímenes revolucionarios en Egipto, Siria e Irak (*ibid.*).

Las fluctuaciones del mercado petrolero, sumadas a la búsqueda de un incremento de la hegemonía por parte de algunos países productores, llevan a la configuración de la OPEP en 1962 como un actor clave. Si bien durante la crisis de 1967 habían tratado de ejercer una presión que se vio amortiguada por otros Estados, sí que cambiarían la dinámica del mercado. En este sentido, establecen una cartelización de la producción, con una restricción de la oferta y la configuración de Arabia Saudí como un productor central, implicando determinadas consecuencias en la dimensión financiera (Tapia-Ramírez, 2017).

/ 30 /

2.2.2. Crisis del petróleo de 1973

Durante la guerra del Yom Kippur en 1973, los países árabes exportadores de petróleo restringieron la producción como una forma de presión política (Schramm, 2024). Esta crisis debe ser contextualizada en el marco de la Guerra Fría, donde los países exportadores de petróleo desempeñaban un rol geoestratégico entre la influencia de la URSS y los Estados Unidos (Tapia-Ramírez, 2017). En aquel contexto, se evidenciaban dificultades en las relaciones entre Estados Unidos y los países árabes por la cuestión del conflicto árabe-israelí, existiendo la posibilidad de un viraje de los países árabes hacia la URSS (Akins, 1973). A pesar del posicionamiento del rey Faisal de Arabia Saudí en contra del uso del petróleo como arma política, otros países árabes habían amenazado antes de 1973 con emplear el flujo de petróleo contra los enemigos occidentales (*ibid.*).

La crisis de 1973 también evidencia los efectos de la cartelización mencionada anteriormente, ya que el apoyo de la Administración Nixon al gobierno israelí conduce a un incremento del precio del petróleo un 70% y una reducción del 5% de la producción agregada (Tapia-Ramírez, 2017). La limitación en la producción y suministro por parte de los países árabes desencadenó

la peor recesión económica desde la Segunda Guerra Mundial (Schramm, 2024). Esta medida de presión fue posible dado que el 90% de las reservas del momento estaban representadas por países de la OPEP, quienes tenían un gran poder sobre la producción y exportación (Akins, 1973).

Esta crisis tuvo un impacto directo sobre los miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), teniendo efectos indirectos que buscaban reducir la dependencia de fuentes de energía externas (Tapia-Ramírez, 2017). Entre otras medidas, surge la creación de la AIE (Türk, 2014), orientada a coordinar acciones de países consumidores de petróleo para establecer reservas estratégicas. A partir de 1976, esta organización también ha promovido propuestas para reducir el consumo energético y fomentar el desarrollo de fuentes alternativas (Tapia-Ramírez, 2017). Otro de los efectos indirectos de la crisis fue el posicionamiento central de Arabia Saudí en el contexto internacional, incrementado tras la Revolución islámica de 1979. Además de retirar a Irán de la órbita norteamericana, implicó una reducción de la producción de 3-4 millones de barriles anuales, equivalentes al 7% de la producción global del momento (*ibid.*).

Análisis de la época reflejaban no solo la posibilidad de un corte de suministro, sino también la reacción de los afectados, al señalar la posibilidad de bloqueos bancarios a países árabes o corte de suministros esenciales (Akins, 1973). Aunque los efectos de esta crisis fueron significativos, el poder del cartel de la OPEP durante la década de los años ochenta del pasado siglo se vio limitado y compensado por las grandes compañías petroleras. Además, su influencia se vio reducida por hechos como el descubrimiento de petróleo en Alaska y el Mar del Norte, así como por la política unilateral de Libia de vender con descuento para evitar las sanciones estadounidenses y la estrategia de precios de Arabia Saudí para mantener su cuota de mercado (Tapia-Ramírez, 2017).

/ 31 /

2.2.3. La guerra del Golfo y sus consecuencias

La guerra del Golfo ha sido considerada como un hito que marca la transición desde el modelo geopolítico bipolar de la Guerra Fría hacia un mundo donde Estados Unidos se consolidó como una potencia hegemónica a nivel internacional. El petróleo ha sido el pilar de la política estadounidense en Oriente Próximo, lo que le ha permitido mantener su hegemonía global (Kubursi y Mansur, 1993).

La respuesta estadounidense a la invasión de Kuwait por parte de Saddam Hussein, motivada por el control de los recursos petrolíferos, condujo a situaciones como las mencionadas anteriormente. A principios de los noven-

ta, el régimen de Sadam Huseín controlaba tanto la producción iraquí como la de Kuwait, estando en posición de dominar cerca del 56% de las reservas probadas. Dado que las operaciones militares implicaron una destrucción de las instalaciones petrolíferas en Arabia Saudí, afectaron también a la producción internacional de petróleo (Lieber, 1992).

Después de la invasión de Kuwait en 1990, la OPEP acordó aumentar las cuotas de producción para compensar la pérdida de los 5 millones de barriles diarios combinados de Irak y Kuwait, con el objetivo de mantener la estabilidad en los mercados internacionales. Este acuerdo, de manera no oficial, reconoció el aumento de la capacidad de producción de los principales productores como Arabia Saudí, Venezuela y Nigeria (Tapia-Ramírez, 2017). El corte de petróleo de Kuwait e Irak hacia los mercados internacionales se gestionó, pero a costa de la volatilidad en los precios globales. Arabia Saudí incrementó su propia producción cubriendo el abastecimiento iraquí y de otros países causado por el corte de la producción de Kuwait (Lieber, 1992).

Durante la década de los noventa, se aprecia un incremento y descenso progresivo de los precios de la energía (Tombe, 2023). Esta situación se vio acentuada a partir de 1998 por la guerra de precios establecida entre Arabia Saudí y Venezuela, actores principales involucrados en la guerra comercial por los precios del petróleo, ya que el primero se vio afectado negativamente por la guerra del Golfo, mientras que Venezuela había incrementado su producción desde los ochenta debido a una apertura a la inversión extranjera (Tapia-Ramírez, 2017).

Otro punto de crisis relevante se sitúa entre el inicio de la guerra de Irak (segunda guerra del Golfo) (2003) y la crisis económica (2008), periodo en el que los precios del petróleo experimentaron un aumento progresivo. Este incremento fue gradual, a excepción del repunte brusco entre 2007 y 2008, momento en el que se desencadenó una de las mayores crisis energéticas. Según lo señalado por Tombe (2023), las causas de este fenómeno se atribuyen al aumento de la demanda energética de China y a la disminución del suministro. La crisis económica subsiguiente provocó una disminución tanto en la demanda como en los precios del petróleo. Asimismo, en 2014 los precios descendieron debido al aumento en el suministro global tras el incremento de la producción por parte de Rusia y los países de la OPEP.

2.2.4. La invasión de Ucrania y la guerra del gas

La crisis energética actual tiene sus causas directas en el uso geopolítico del suministro de recursos energéticos por parte de Rusia. Del mismo modo que durante la crisis de 1973 fracasó la coordinación de los países europeos, durante la crisis actual se han apreciado patrones similares (Schramm, 2024). Uno de los elementos clave es la asimetría en términos de dependencia energética, ya que algunos Estados miembros en Europa Oriental como Letonia o la República Checa recibían todas sus importaciones de gas desde Rusia, mientras que otros países en Europa Occidental como Alemania o Italia tenían unos porcentajes menores de importación, a pesar de que en términos absolutos fuesen los que más toneladas importaban (Redeker, 2022).

La invasión de Ucrania por parte de Rusia en febrero de 2022 agudizó una crisis energética que había tenido algunos repuntes en la década anterior. La invasión de Ucrania cambió las relaciones de la UE con los EEMM respecto a la seguridad del suministro. Esto se debe a que Putin cortó suministros y manipuló mercados de la energía para ejercer presión sobre los Gobiernos nacionales (Schramm, 2024). Durante los meses posteriores a la invasión, los precios de la energía aumentaron sustancialmente tanto en Europa como a nivel global. La invasión de Ucrania conllevó sanciones económicas, cortes de suministro y reducción en la producción de Rusia (Tombe, 2023). Entre febrero y abril de 2022, los precios del gas se triplicaron en Europa (AIE, 2022), mientras que a nivel mundial el índice de precios de energía del Fondo Monetario Internacional (FMI) se incrementó en un 50%, así como a finales de 2022 los precios de la energía se incrementaron en un 81% en comparación con el mismo tramo temporal durante 2021 (Tombe, 2023). Sin embargo, los precios de la energía mejoraron en Europa durante 2023, volviendo a los niveles previos a la invasión rusa (Reed, 2023).

Desde el inicio de las operaciones en Ucrania, la Federación Rusa ha empleado continuamente la alta dependencia energética de la UE como instrumento con el que ejercer presión sobre la opinión pública europea para quebrar el apoyo a Ucrania (Ahedo-Cordón, 2023). Los recursos energéticos de Rusia no constituyen únicamente una fuente de ingreso, sino un instrumento geopolítico extremadamente efectivo (Sánchez-Tapia, 2023). A pesar de las sanciones impuestas, Rusia se ha adaptado al nuevo contexto, dirigiendo sus suministros hacia otros mercados como Turquía, China o la India, tratando de recuperar a finales de 2022 las pérdidas experimentadas por su conflicto con la UE (*ibid.*).

Esta situación puso en evidencia la necesidad de la UE de diversificar sus fuentes para garantizar su seguridad energética, identificando alternativas como el Cáucaso o el Caspio para sustituir el abastecimiento ruso (*ibid.*). Las condiciones políticas también influyeron en la disminución de la aversión al riesgo, ya que, al percibir una amenaza inmediata, los *policy-makers* pudieron favorecer una decisión rápida. Además, el origen exógeno del problema pudo fomentar la solidaridad entre las partes con relación al conflicto ucraniano (Schramm, 2024). La situación de crisis energética supone un desafío para el diseño energético de la UE, para evitar incrementos en los precios y reducciones en el suministro como los que sufrieron durante 2022 (Ahedo-Cordón, 2023).

2.3. La dependencia de Europa en el suministro energético

La interdependencia global ha generado asimetrías entre países productores y consumidores, pero que no afectan por igual a todas las regiones del mundo. Según lo indicado en la Estrategia de Seguridad Energética Nacional (2015), América del Norte ha reducido su dependencia de fuentes externas gracias a la implementación de nuevos métodos de extracción. Por otro lado, se ha destacado la necesidad de Europa de diversificar sus fuentes de abastecimiento para disminuir su vulnerabilidad frente a factores externos. Analizando otras áreas regionales, el Departamento de Seguridad Nacional incidía en la relevancia de la estabilidad en Magreb y Oriente Próximo para el abastecimiento de los países consumidores. La inestabilidad política, la radicalización o el terrorismo son fenómenos que podrían afectar a la distribución de hidrocarburos y generar un impacto tanto en la oferta como en el precio.

La Estrategia de Seguridad Energética Nacional (2015) identifica patrones similares con respecto a África. Sumado a la inestabilidad política y de seguridad, se trata de un área geográfica que produce el doble de energía que consume, existiendo amplias desigualdades entre demanda y suministro. Al mismo tiempo, resultan claves las limitaciones de conectividad interna, así como la continua dependencia de la inversión y tecnología extranjera. Esta situación ha sido explotada por potencias como Rusia o China en los últimos años, que han incrementado sus inversiones en África tanto en materia de energías fósiles como de extracción de minerales empleados en Europa para la producción de energía renovable (Moral, 2019). La expansión de China en África responde a los niveles de crecimiento continuos de la

región Asia-Pacífico, así como a la pugna por la primacía internacional entre China y Estados Unidos.

El aumento del consumo y la creciente importación de energía en Europa plantean un desafío significativo, considerando la finitud de los recursos energéticos fósiles. La vulnerabilidad energética de los países de la UE es evidente, ya que más del 50% de la energía que consumen se importa del extranjero. Esta dependencia energética europea se manifiesta en dos dimensiones clave: la relativa al gas y la relacionada con el petróleo. Para abordar esta situación, es crucial priorizar la eficiencia energética y fomentar la generación de energía a través de fuentes autóctonas, como las energías renovables (Morán, 2015).

A pesar de que la UE representa aproximadamente una quinta parte del consumo global de energía, posee unas reservas especialmente limitadas. Con la excepción de Dinamarca, todos los países de la UE dependen en gran medida de las importaciones para satisfacer sus necesidades energéticas. Este hecho convierte la seguridad en el suministro en un objetivo estratégico tanto individual como colectivo. La composición del mix energético diverge entre los países de la Unión, aunque ha experimentado cambios en las últimas dos décadas. El petróleo, junto con el gas natural, destaca como uno de los recursos energéticos más cruciales, aunque ambos son escasamente producidos dentro de la UE, lo que implica una alta dependencia de las importaciones (*ibid.*).

/ 35 /

Analizando datos posteriores de 2020, casi un 75% de las importaciones de crudo desde el exterior de la UE tenían su origen en Rusia, Estados Unidos, Noruega, Arabia Saudí y Kazajistán o Nigeria. Respecto al gas natural, se aprecia también que más del 75% de las importaciones de gas natural eran originarias de Rusia, Noruega, Argelia y Catar, así como también sucedía con el carbón, originario mayoritariamente de Rusia, Estados Unidos y Australia (Ahedo-Cordón, 2023). Esto nos permite apreciar el alto grado de dependencia energética del exterior, al mismo tiempo que la vulnerabilidad de la posición de la UE con respecto a la dependencia de un actor como Rusia. Es notable la fuerte dependencia de varios Estados europeos del gas natural ruso, llegando a ser prácticamente total en casos como Finlandia, Letonia, Lituania, Eslovaquia, Estonia, Rumanía y Bulgaria. Otros países recurren a Noruega y Argelia como proveedores de gas (Rodríguez Fernández, 2012). Similar es la situación en cuanto al suministro de petróleo, donde Rusia y Noruega representan alrededor del 50% de las importaciones de la UE, mientras que, en el Magreb y Oriente Medio, Arabia Saudí, Irak, Siria, Libia y Argelia se destacan como proveedores. Esta información se sintetiza en la tabla 1.

Tabla 1
Principales importadores de energía a la UE (2020) (%)

	Rusia	EE. UU.	Noruega	Arabia Saudi	Kazajistán	Nigeria	Argelia	Catar	Australia
Petróleo	29	9	8	7	6	6	-	-	-
Gas	43		21	-	-	-	8	5	-
Carbón	54	16	-	-	-	-	-	-	14

Fuente: elaboración propia a partir de Ahedo-Cordón (2023).

Esta situación no es nueva, ya que la UE lleva décadas trabajando para transformarse en un mercado energético único, integrando a todos sus miembros con el objetivo de lograr la autosuficiencia. La política europea de energía se fundamenta en el artículo 194 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE), que se construye sobre los objetivos de garantizar el funcionamiento del mercado de energía y el abastecimiento, así como fomentar la eficiencia energética y desarrollar energías renovables. Según lo reflejado en la literatura, se trataría la Unión de la Energía, establecida en el Reglamento 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y la Acción por el Clima, lo que define parámetros generales y objetivos comunes para todos los EEMM (EEA, 2022).

Debido a la interrelación política y a la relevancia de la interconexión de los actores implicados, la UE ha establecido un marco sobre Clima y Energía 2030. Se trata de un conjunto de medidas legislativas orientadas a garantizar la consecución de los objetivos relativos al clima y la energía en el horizonte 2030. Para ello, las estrategias nacionales y regionales se articularán a partir de tres directivas europeas que marcan pautas generales como objetivos finales. La principal preocupación queda reflejada en la Directiva 2018/410, que busca reducir las emisiones de efecto invernadero en un 40%. Para poder afrontar esta situación, la Directiva 2018/2001 promueve el fomento de energía renovable, estableciendo que en 2030 se pueda alcanzar un 32% del consumo final bruto y que un 14% se encuentre presente en el sector de los transportes. Al contrario que ambas directivas, la Directiva 2018/2002 plantea como objetivo no vinculante una reducción en la demanda energética primaria con respecto a la tendencia de al menos un 32,5% buscando una mejora en la eficiencia energética.

2.4. Seguridad en el suministro y transición energética en España

Al igual que otros países europeos, España se verá afectada por el cambio climático y una progresiva degradación ambiental. Esta situación planteará desafíos que implicarán una gestión adecuada de las reservas energéticas, así como la necesidad de desarrollar una cultura de seguridad energética. Según lo reflejado en la Estrategia Nacional de Seguridad Energética (2015), España se puede ver afectada por riesgos y amenazas de carácter económico, geoestratégico, técnico, ambiental o deliberado. El análisis identificó una insuficiente actualización e inversiones en las infraestructuras, así como el riesgo que suponían las actividades fraudulentas en el sector energético. A nivel geoestratégico, resultan cruciales la inestabilidad en los países productores, las amenazas a países y rutas de aprovisionamiento, así como los conflictos políticos entre países suministradores, consumidores y de tránsito.

2.4.1. La dependencia española en el suministro

España se posiciona entre los EEMM altamente dependientes en términos energéticos. Esto resulta especialmente relevante en lo que respecta a los hidrocarburos convencionales, como el petróleo o el gas. La práctica totalidad de los hidrocarburos consumidos por el país son importados, ya que cuenta con escasos recursos de carácter autóctono en este ámbito. Esta dependencia energética conlleva un elevado número de implicaciones significativas para la seguridad nacional. Cualquier interrupción sustancial en el suministro podría tener repercusiones críticas en sectores estratégicos. Además del riesgo de desabastecimiento, se suman amenazas potenciales a las infraestructuras y redes de transporte del sistema energético derivadas de eventos como desastres naturales, actos terroristas o ciberataques (DSN, 2013).

A nivel técnico, los analistas del Departamento de Seguridad Nacional identificaron amenazas como la insuficiencia de una red de interconexiones técnicas o los accidentes industriales graves, así como la vulnerabilidad del sistema energético a catástrofes naturales, ciberataques o ataques físicos a las infraestructuras. Los riesgos identificados ponen énfasis no solo en la importancia de reforzar la seguridad contra amenazas externas, sino también en la necesidad de construir un sistema energético nacional sostenible, con baja dependencia de la importación de fuentes externas de energía y capaz de garantizar el abastecimiento a la sociedad. Una vulneración de

la seguridad energética afectaría tanto a España como país como a sus ciudadanos, que podrían ver afectada negativamente su calidad de vida.

Ante esta situación, España podría contribuir a fortalecer la seguridad energética en el conjunto de la UE, garantizando una diversificación y seguridad en el abastecimiento energético nacional. De acuerdo con lo indicado por el Departamento de Seguridad Nacional, sería necesario el fomento de fuentes autóctonas, lo que disminuiría la dependencia exterior al mismo tiempo que favorecería la sostenibilidad tanto económica como ambiental. A nivel de infraestructuras, establecían recomendaciones para garantizar la seguridad frente a amenazas provocadas o accidentales, así como facilitar una seguridad del transporte para la provisión de recursos necesarios.

A pesar de ello, en comparación con otros EEMM de la UE, España destaca por su perfil de abastecimiento singular y un mix energético altamente diversificado en términos de orígenes geográficos y fuentes primarias (Escribano, 2014). Aunque la estabilidad geopolítica de sus importaciones sea reducida, España ha tenido éxito en la diversificación de su matriz energética, siendo un líder mundial en energía eólica y solar desde principios del siglo XXI (Rodríguez Fernández, 2012). Con el objetivo de ampliar sus fuentes de energía, España ha realizado una apuesta estratégica por las energías de origen renovable. Con el fin de garantizar la seguridad del abastecimiento, el país ha implementado el uso de plantas de regasificación en diversos puertos, diversificando los puntos de origen de los combustibles fósiles y estableciendo límites en la cuota máxima de gas natural procedente de un mismo país abastecedor.

Del mismo modo, España cuenta con un sólido sistema nacional de redes de transporte de energía, una gestión eficiente de las reservas estratégicas de petróleo y planes que posibilitan canalizar la demanda en aquellas situaciones de interrupción o escasez en el suministro (Morán, 2015). Debido a la importancia del transporte marítimo del suministro de recursos energéticos, garantizar y, en su caso, reforzar el control del espacio marítimo se presenta como una prioridad. La seguridad del suministro energético también requiere asegurar el correcto funcionamiento de las infraestructuras energéticas críticas. La elevada dependencia energética de la economía española la vuelve vulnerable a las fluctuaciones en los precios, así como a los impactos negativos derivados de crisis y la volatilidad en los precios de los combustibles fósiles (Bordoff y O'Sullivan, 2022).

2.4.2. Estrategias y medidas para afrontar la transición energética

Buscando afrontar los retos derivados de la dependencia de los combustibles fósiles, la normativa nacional ha experimentado un incremento exponencial en los últimos años, a pesar de haber contado con antecedentes legales en las últimas décadas. El proceso ha sido constante, destacando regulaciones como la Ley 34/1998 del sector de hidrocarburos, la Ley 2/2011 de Economía Sostenible, la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico y la Ley 18/2014 de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia. Sin embargo, en los últimos años la preocupación por el cambio climático y sus efectos sobre la economía nacional y los colectivos más vulnerables han implicado una mayor producción normativa en cuestiones mucho más específicas. Esto ha llevado a la promulgación del Real Decreto Ley 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. A nivel más específico, destacan el Real Decreto Ley 23/2020, que aprobó medidas tanto energéticas como de reactivación económica, así como el Real Decreto 736/2020, que regula la contabilización de consumos individuales en instalaciones térmicas de edificios o el Real Decreto 1183/2020 de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

/ 39 /

A partir de las directivas europeas, España ha desarrollado un marco estratégico y normativo con el fin de alcanzar los objetivos planteados. A nivel estratégico, destaca principalmente la Estrategia de energía y clima, que según lo reflejado en los informes supone una oportunidad para modernizar la economía y promover la creación de empleo. Su implementación permitiría posicionar geopolíticamente a España como un productor y promotor de energías y tecnologías renovables, lo que beneficiaría sustancialmente a la sociedad y economía nacional. Una mejora de las condiciones climáticas derivada del seguimiento de la estrategia incrementaría la calidad de vida, las condiciones sociosanitarias y la justicia social. Del mismo modo, España ha planteado la estrategia de descarbonización a largo plazo 2050, para reducir las emisiones de efecto invernadero un 90%, en concordancia con la Directiva 2018/410.

A nivel legislativo, España aprobó recientemente la Ley 7/2021 de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. La aprobación de esta norma tiene efecto vinculante orientado a plasmar en la práctica los objetivos de las estrategias. Teniendo como meta el Horizonte 2030, la ley marca como objetivos reducir un 23% de las emisiones respecto a 1990, alcanzar el 42% de energías renovables sobre el uso final de la energía y desarrollar un sistema eléctrico cuyo 74% proceda de energías de origen renovable. De

forma complementaria y con carácter de urgencia, el Gobierno aprobó el Real Decreto Ley 29/2021 que permite adoptar medidas en el ámbito energético para fomentar la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables. Del mismo modo, dado el impacto de la guerra en Ucrania a nivel energético y económico, el Real Decreto Ley 6/2022 adopta medidas urgentes enmarcadas en el Plan Nacional de respuesta a las consecuencias socioeconómicas de la guerra, entre las que incluyen paquetes de medidas para paliar la pobreza energética.

2.5. Iniciativas en Andalucía para afrontar los retos energéticos

En el contexto de Andalucía, resulta fundamental evaluar su papel en aspectos como el mix energético, los suministradores y las vías de tránsito. ¿De qué manera contribuye la región a la diversificación de fuentes energéticas españolas? ¿Cuál es su relación con los proveedores de energía? ¿Qué relevancia tienen las rutas de tránsito para la seguridad energética de España?

/ 40 /

La Junta de Andalucía ha desarrollado una estrategia energética para la región en el Horizonte 2030. El objetivo principal es conseguir establecer un sistema de energía con más eficiencia en el consumo, buscando al mismo tiempo incrementar la seguridad del suministro y reducir la dependencia de la importación de energía fósil. Según lo reflejado en el documento, la estrategia energética de Andalucía se encuadra en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, desagregados en el Pacto Verde Europeo que es aplicado en España mediante la implementación del Plan nacional integrado de energía y clima. A partir de los mismos, el Gobierno autonómico ha desarrollado una estrategia específica para afrontar los retos concretos que afectarán a la región en la próxima década.

Las tendencias indican un escenario en 2030 en el que los transportes serán el sector que mayor volumen de energía consumirá dentro de los sectores finales de consumo. Según lo estimado, la demanda se incrementará, aunque se aprecia que el transporte colectivo como el autobús o las motocicletas aumentarán en mayor medida que los turismos. Del mismo modo, la recuperación del sector industrial implicará un aumento en el consumo de energía al estar condicionado por la actividad económica y el consumo de bienes y servicios, los que han recuperado desde 2015 niveles previos a la crisis.

2.5.1. Normativa

De acuerdo con lo reflejado en las directivas europeas y la legislación española, Andalucía cuenta con un marco normativo y estratégico en consonancia con los ámbitos nacional y supranacional. A nivel legislativo, esto queda patente con la Ley 2/2007 de fomento de energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía. Al igual que sucedía en la normativa nacional, en 2018 Andalucía aprobó la Ley 8/2018 de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético. Lo mismo puede apreciarse durante 2021, cuando se promulgan la Ley 7/2021 de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía y la Ley 10/2021 de tasas y precios públicos de la Comunidad Autónoma de Andalucía. El contenido de la normativa relativa a materia energética queda reflejado tanto en la Estrategia Energética (2022) como en el Plan Andaluz de Acción por el Clima 2030 (2021), que adapta los objetivos de la Ley 7/2021 a las circunstancias específicas de la comunidad autónoma. Según lo reflejado en el documento, Andalucía busca reducir las emisiones un 39% con respecto a 2005, así como el consumo tendencial de energía primaria en un mínimo del 39,5% y alcanzar un 42% de consumo final de energía bruta procedente de fuentes renovables.

/ 41 /

2.5.2. Misión y visión

El rol de Andalucía es impulsar la transición energética hacia un modelo sin emisiones, democrático y descentralizado. La misión buscaría dar respuesta a las necesidades energéticas de la sociedad andaluza de forma segura y asequible, lo que debería llevarse a cabo mediante el fomento del consumo de energías renovables que incrementen tanto el ahorro como la eficiencia energética. Según lo reflejado en la Estrategia Energética de Andalucía (2022), la Junta de Andalucía busca constituirse como una organización de referencia en el ámbito energético, al contribuir a la eficiencia y a la promoción del desarrollo tecnológico. La materialización de esta visión contribuiría a reducir los niveles de contaminación, paliando los efectos del cambio climático e impactando positivamente en el empleo y la economía regional.

2.5.3. Infraestructuras energéticas

Según la estrategia energética de Andalucía (2022), la región cuenta con una red de infraestructura energética integrada en el sistema nacional español, que posee interconexiones con Portugal y Marruecos. Andalucía es el punto de acceso de las conexiones gasísticas con África, que cuentan con una

red de oleoductos de 1.100 km y una red gasista de 2.384 km de transporte y 7.152 km de distribución, proporcionando gas al 77% de la población. De forma adicional, cuenta con 71 distribuidoras de energía eléctrica y dos refineras de petróleo, La Rábida y Gibraltar-San Roque. La mayor parte de la generación de electricidad procede de fuentes renovables no gestionables, por lo que la producción de electricidad se encuentra condicionada por el recurso eólico o solar fotovoltaico existente en cada momento. Los datos relativos a la infraestructura coinciden con la potencia eléctrica de generación, que en 2019 procedía en un 43% de fuentes renovables y un 36% de gas importado. De forma complementaria, se identificaba un 12% procedente de centrales térmicas de carbón, 6% de cogeneración y residuos y un 3% de dos centrales de bombeo.

2.5.4. Sistema energético andaluz

El sistema energético de Andalucía posee un gran potencial en recursos renovables, respaldado por un tejido energético con una amplia experiencia en la utilización de energías solar y eólica. Además, la región cuenta con un sector empresarial experimentado en el desarrollo de proyectos energéticos a nivel nacional e internacional, así como con grupos y centros de investigación especializados que pueden desempeñar un papel crucial en la transición energética. Del mismo modo, las características de la comunidad autónoma, estructurada mediante pequeños y medianos núcleos de población, facilitaría la implementación de mejoras en la movilidad y el urbanismo sostenible. Estas fortalezas podrían ser aprovechadas mediante la gestión eficiente de Administraciones locales y autonómicas con experiencia en el proceso de transición energética.

A pesar de contar con estas características, Andalucía posee una elevada dependencia de fuentes de energía fósil, especialmente en el sector de transporte, contando a su vez con un suministro de renovables para uso térmico sustancialmente inferior a la media de España y de la propia UE. Si bien el tejido empresarial posee experiencia en materia energética, la mayoría son pequeñas y medianas empresas que, además, tienen carencias en algunos sectores específicos de formación para la transición energética. Asimismo, tanto el desarrollo desigual de la red eléctrica como la falta de conexión con el resto de España obstaculizan la plena utilización del potencial renovable. Además, la desconexión entre los núcleos urbanos continúa promoviendo el uso predominante del vehículo privado como medio de transporte, lo que sigue siendo un obstáculo para fomentar una movilidad sostenible.

La dependencia de fuentes de energía exteriores expone a Andalucía a la volatilidad del mercado internacional de recursos energéticos, mientras que la interdependencia económica puede perjudicar su economía en caso de crisis económica. Asimismo, factores ambientales como el aumento de las temperaturas y la sequía, atribuibles al cambio climático, podrían aumentar la demanda energética. A nivel empresarial, se espera una fuerte competencia externa por la financiación, dado el alto número de proyectos relacionados con las energías renovables. Además, los conglomerados empresariales nacionales y europeos representarán un desafío para el sector empresarial andaluz.

Sin embargo, esta situación puede verse amortiguada por los marcos regulatorios europeos que potencian nuevos instrumentos de gestión que facilitan el cumplimiento de objetivos energéticos. Del mismo modo, el desarrollo tecnológico de eficiencia energética y de las renovables, junto con un sector empresarial de energía y construcción sostenible, puede facilitar el proceso de transición energética. A nivel empresarial, existen modelos de negocio probados en la UE para la mejora energética que pueden ser implementados en el sector energético andaluz. Resultaría necesario que el sector empresarial abordase expansiones hacia los mercados internacionales para incrementar no solo el tejido empresarial andaluz, sino también para abordar la transición energética de forma más eficiente.

/ 43 /

De acuerdo con la estrategia de energía (2022), Andalucía necesita una mayor electrificación de la demanda de energía, reclamando soluciones tecnológicas que permitan la integración de las energías renovables no gestionables. Al mismo tiempo, se requiere de un uso más eficiente de la energía en todos los sectores económicos, Administraciones y hogares. Para ello, sería necesario desarrollar infraestructuras energéticas para el suministro de combustibles de bajas emisiones, así como desarrollar redes de energía inteligentes que estén orientadas a promover la sostenibilidad y potenciar el equilibrio territorial. Para lograrlo, apuntan a la necesidad de incrementar la dotación de recursos económicos, así como actualizar el conocimiento del personal técnico de la Administración pública. Del mismo modo, el sector empresarial requeriría un personal más cualificado, lo que apunta a una necesidad de mejorar los planes de formación profesional para abordar la transición energética desde una perspectiva laboral.

2.5.5. Objetivos de Andalucía y líneas estratégicas en materia energética

Según lo reflejado en la estrategia andaluza de energía, se pretende avanzar en la descarbonización, así como en la reducción del consumo tendencial

de energía. Con respecto a la producción de energía, se pretende reducir la dependencia de los derivados del petróleo en el transporte, siendo necesario disponer de las infraestructuras para aprovechar recursos renovables que proporcionen un suministro de calidad. La implementación de la estrategia tendría como fin también mejorar la eficiencia y eficacia de la Administración como agente facilitador de la transición energética, así como fortalecer el tejido empresarial e industrial energético andaluz. El cumplimiento de los objetivos propuestos permitiría mejorar el suministro energético de la ciudadanía y empresas en un 22%, así como implementar mejoras energéticas en la tercera parte del parque inmobiliario de la Junta de Andalucía. En la dimensión empresarial, el cumplimiento de los objetivos permitiría incrementar cerca de un 15% el empleo directo asociado a la transición energética.

Para cumplir con los objetivos propuestos, la Junta de Andalucía ha reflejado en la estrategia energética una serie de líneas estratégicas que articularán los programas implementados. Prestando atención a los colectivos más vulnerables, se busca rehabilitar energéticamente las sedes empresariales, hogares y entorno urbano. Del mismo modo, buscando la mejora de la sostenibilidad de la industria y del sector servicios, fomentarán tanto la eficiencia energética como el uso de renovables. Entre las líneas identificadas, destaca también la promoción de un sistema de transporte eficiente con bajas emisiones, lo que implicaría involucrar a los agentes económicos, sociales y ciudadanos para facilitar el proceso de transición energética.

La Junta de Andalucía se centra también a nivel económico en un proceso de intensificación de la industrialización energética, potenciando las oportunidades profesionales derivadas de la transición energética. Esto sería posible impulsando nuevos sistemas de financiación sostenibles, nuevos modelos de negocio vinculados a la bioeconomía y la economía circular. El desarrollo de un sólido sector empresarial también facilitaría propiciar un suministro de calidad mediante un modelo energético sostenible, que potencie el aprovechamiento de las renovables y las redes energéticas. De esta forma, la Junta de Andalucía apoyaría la gestión energética y descarbonizada en entidades y servicios públicos, impulsando el papel de la Administración autonómica como un facilitador de la transición energética.

3. Métodos y técnicas de investigación

3. Métodos y técnicas de investigación

El análisis presentado en el informe «Las potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa ante la crisis del orden internacional» establece una combinación entre el análisis descriptivo de datos disponibles en la Agencia Andaluza de la Energía y el análisis de prospectiva aplicado al caso seleccionado. La combinación de ambas dimensiones, sumadas a la perspectiva politológica de esta investigación, dota de solidez a las recomendaciones de mejora para la política pública que se incluyen en los siguientes capítulos.

/ 47 /

3.1. Fuentes de datos

La investigación cuenta con una diversidad de fuentes documentales y de datos numéricos de especial relevancia para la elaboración de los análisis de prospectiva. El equipo investigador ha contextualizado el estudio tanto conceptual como históricamente, basándose en literatura especializada académica y técnica, además de recopilar datos cuantitativos de fuentes oficiales. La principal fuente de datos ha sido la Agencia Andaluza de la Energía, cuyas bases de datos han proporcionado información especialmente relevante en materia de consumo, producción, diversas fuentes de energía e indicadores energéticos. Los datos proporcionados son de carác-

ter descriptivo, que permiten complementar de forma pormenorizada la información documental recopilada para la investigación.

3.2. Prospectiva y análisis estratégico

El análisis se realiza a partir de los datos recopilados y las fuentes secundarias consultadas, siguiendo un proceso sistemático de análisis prospectivo. Esta sección metodológica resalta las potencialidades de los estudios de futuro, reflejando el modo en que se identifican las tendencias clave y cómo se construyen los escenarios de futuro para contribuir a los procesos de toma de decisiones.

3.2.1. Análisis de prospectiva

El análisis estratégico constituye una herramienta que busca reducir la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones políticas. A pesar de su carácter no científico, contribuye a evitar aquellas fórmulas predefinidas e implica un elevado componente de intuición para incrementar la identificación de un mayor número de elementos clave (Jordán, 2013). La prospectiva se emplea como un instrumento para elaborar estudios de futuro, identificando tendencias clave que podrán condicionar o influir procesos de planificación y ejecución de políticas. La prospectiva es resultado de un sólido trabajo colectivo, basándose en la aplicación de técnicas participativas para reducir sesgos cognitivos (Heuer, 1999) e incrementando la presencia de planteamientos no convencionales para hacer frente a las lógicas predominantes (Godet, 2006).

A pesar de lo que pueda pensarse inicialmente, la aplicación de estas técnicas no pretende establecer predicciones certeras sobre futuros alternativos, sino determinar cuáles serán las principales tendencias clave y cómo estimaría el equipo investigador su nivel de influencia en un contexto determinado (Godet, 1991; Jordán, 2017a). Entre las técnicas empleadas por los equipos prospectivos, destacan las técnicas analíticas estructuradas para análisis de inteligencia (Heuer y Pherson, 2015) que facilitan la construcción de hipótesis y determinan sus niveles de plausibilidad cuando se trazan los escenarios de futuro (Navarro Bonilla, 2014). La aplicación de la prospectiva no excluye métodos propios de la investigación científica como la recopilación bibliográfica o la metodología comparada (Szmolka, 2011).

3.2.2. Elementos principales

El elemento central de la metodología de esta investigación son las «megatendencias» o «drivers», entendidas como una agrupación de variables y tendencias micro que pueden ser relevantes en el horizonte temporal seleccionado (Jordán, 2016). La importancia de clasificar elementos propios del nivel micro no solo facilita la construcción de escenarios futuros, sino también la definición de aquellos que serán clave en el análisis posterior. A partir de esta clasificación, los analistas pueden crear escenarios futuros, configurando narrativas coherentes sobre posibles situaciones hipotéticas que reflejan la interacción de las megatendencias en circunstancias específicas (Schoemaker, 1995; Van Notten, 1995).

La construcción de los escenarios responde a un proceso en el que se define su alcance temporal, el espacio geográfico y los actores participantes, diferenciando entre tendencias firmes e incertidumbres clave. El grado de estabilidad de los escenarios será comprobado mediante una validación de su consistencia y coherencia narrativa, claves para la extracción de conclusiones y lecciones aprendidas (Heuer y Pherson, 2015; Schoemaker, 1995). De forma adicional a los escenarios principales, los estudios prospectivos deben tener en cuenta hechos de muy baja probabilidad y alto impacto, definidos como «cisnes negros» (Taleb, 2007). La inclusión de estos es complementaria y periférica, pero su identificación permite incrementar la capacidad de adaptación de las organizaciones (Taleb, 2012), así como aumentar sustancialmente la riqueza final de los análisis.

/ 49 /

3.2.3. Construcción de escenarios

La construcción de los escenarios responde a un proceso sistemático que será aplicado en esta investigación para determinar las potencialidades de Andalucía en el entorno energético internacional. El equipo de investigación empleó para la elaboración de escenarios una secuencia ya utilizada en investigaciones anteriores (Jordán, 2016), que facilita tanto la elaboración como la corrección de errores identificados. Los pasos a seguir se registran en la tabla 2.

Tabla 2
Pasos en la elaboración de escenarios

Delimitar parámetros básicos del análisis	Objeto de estudio
	Ámbito geográfico
	Horizonte temporal
Identificar necesidades de la investigación	Vacíos de información
Identificar los principales actores involucrados	Actores internos
	Actores externos
Identificar megatendencias	<i>Brainstorming</i> estructurado
	Agrupación de variables
	Construcción de megatendencias
Construir escenarios iniciales	Presencia de la megatendencia
	Ausencia de la megatendencia
Comprobación de consistencia interna	Preguntas sistemáticas
	Sesión grupal
Establecer conjunto final de escenarios	Narrativa hipotética
Analizar sus implicaciones	Lecciones aprendidas
	Perspectivas de futuro

Fuente: elaboración propia a partir de Jordán (2016).

4. Potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa

4. Potencialidades de Andalucía para la seguridad energética de Europa

Este capítulo presenta un análisis descriptivo de las diversas dimensiones que afectan a las potencialidades de Andalucía. La información recopilada procede de la Agencia Andaluza de la Energía, reflejando el primer epígrafe el estado de las infraestructuras energéticas en Andalucía, para posteriormente analizar de forma comparativa el consumo de energía en Andalucía y el balance eléctrico en la comunidad autónoma. A partir de los mismos, los siguientes epígrafes abordan el incremento del consumo de energía renovable, identificando posteriormente el estado de las instalaciones y los principales indicadores energéticos. Este capítulo proporciona un enfoque estático en tramos temporales, realizando una radiografía del estado actual, sirviendo de base para los siguientes capítulos, centrados en las implicaciones futuras.

/ 53 /

4.1. Infraestructuras energéticas en Andalucía

En la última década, Andalucía ha centrado sus esfuerzos en impulsar el desarrollo de un sistema energético sostenible. Este enfoque se fundamenta en la adopción de una nueva mentalidad energética, la implementación de políticas activas orientadas al ahorro y la eficiencia energética, así como un compromiso inquebrantable con las fuentes de energía renovable. Estos

principios fundamentales continúan siendo pilares clave en la Estrategia Energética de Andalucía 2030, la herramienta de planificación actual. Su objetivo principal es avanzar hacia un modelo energético de baja emisión de carbono para la región, en armonía con los objetivos establecidos por la política energética europea.

4.1.1. Infraestructura de redes eléctricas

La infraestructura andaluza para el transporte de energía eléctrica se divide entre la red de transporte primario y la red de transporte secundario. La primera de ellas abarca aquellas líneas y componentes eléctricos que poseen tensiones nominales iguales o superiores a 380 kV. Por su parte, la segunda comprende todos aquellos que tienen una tensión nominal igual o superior a 220 kV que se encuentren excluidos de la categoría anterior, así como aquellos con menor voltaje pero que desempeñen funciones de transporte. Analizando Andalucía en términos de transporte eléctrico, la comunidad autónoma cuenta con una red con un alto grado de interconexión. Entre las diversas conexiones destacan aquellas orientadas al norte hacia las comunidades de Extremadura y Castilla-La Mancha, así como las que recorren toda la costa mediterránea hasta Murcia. Las conexiones de Andalucía con el exterior del país se orientan tanto hacia el sur, donde existen dos conexiones con Marruecos, como una hacia el oeste hasta Portugal.

La red de transporte se organiza de forma interna en cinco ejes de 400 kV en diversas direcciones. Existen dos ejes verticales que atraviesan la región desde el oeste (Sevilla) y el centro (Antequera), dos horizontales que establecen una conexión entre Algeciras y Almería, pasando por áreas cercanas a Granada, y otro desde Sevilla hasta Portugal. El quinto eje se encontraría posicionado en diagonal, vinculando las subestaciones de Arcos, La Roda, Cabra y Guadame, poseyendo un ramal que actualmente se encuentra en funcionamiento hacia Huelva. A lo largo de los ejes indicados, se pueden identificar las 24 subestaciones destinadas principalmente a inyectar energía en el territorio, así como en algunos casos a ejercer como receptores de energía procedente de generadores de gran escala o conjuntos de menor potencia.

Además de lo indicado anteriormente, podemos identificar cómo la red de 220 kV tiene un despliegue de mucha más densidad, encontrándose respaldada actualmente por 73 subestaciones. Entre ellas, destacan aquellas que poseen la función exclusiva de evacuar la generación y suministrar a determinados consumidores en alta tensión. Según lo identificado, la red abastece directamente a los grandes centros de consumo, así como realiza funciones de transporte hasta la transformación, tanto a tensiones de dis-

tribución en Andalucía en las clasificaciones de 132 kV, 66 kV como a media tensión. En algunas áreas geográficas, especialmente en aquellas ubicadas en Andalucía Oriental, la red de 132 kV se extiende a lo largo de cientos de kilómetros sin respaldo en subestaciones de tensiones superiores. Uno de los ejemplos más reseñables es el eje de 132 kV Carboneras-Vera-Baza-Quesada-Úbeda-Linares-Andújar, que conectado a la red de transporte solo en sus extremos recorrería más de 300 km de distancia. Este eje resulta clave para apoyar la distribución en subestaciones de 132 kV y recoger la generación procedente de varias centrales hidroeléctricas.

4.1.1.1. Redes de distribución y transporte

1) Red de distribución eléctrica

La información recopilada en este apartado detalla la evolución de la red de distribución eléctrica entre los años 2012-2022. Los datos seleccionados incluyen aspectos clave como la longitud de las líneas de alta tensión (AT) y media tensión (MT), así como el número de subestaciones, centros de distribución e incluyendo la capacidad de los transformadores. Las observaciones clave se pueden examinar en la tabla 3.

/ 55 /

Tabla 3

Red de distribución eléctrica de Andalucía, 2012-2022

Año	Líneas AT	Líneas MT	Subestaciones	AT/AT		AT/MT		Centros de distribución	
	km	km	n.º	MVA	n.º	MVA	n.º	MVA	n.º
2012	9.497,2	53.284,0	408	15.105	167,0	16.914,0	711,0	22.807,0	55.022,0
2013	9.506,7	51.322,5	410	15.345	169,0	17.098,0	716,0	23.067,9	54.574,0
2014	9.533,8	51.474,3	411	15.730	174,0	17.335,0	723,0	23.158,1	54.556,0
2015	9.597,6	49.434,3	423	15.605	162,0	18.025,5	748,0	24.202,7	58.093,0
2016	9.643,5	49.489,3	427	15.760	162,0	18.087,0	750,0	24.214,5	58.949,0
2017	9.650,5	49.862,9	427	15.810	162,0	18.101,0	750,0	24.343,9	59.805,0
2018	9.667,6	50.255,2	429	15.810	162,0	18.192,5	753,0	24.452,2	60.662,0
2019	9.667,6	50.399,6	429	15.810	162,0	18.327,5	757,0	24.556,2	61.517,0
2020	9.672,6	50.654,1	432	15.810	162,0	18.533,5	763,0	24.569,3	61.824,0
2021	9.699,7	50.824,6	437	16.105	164,0	18.716,5	768,0	24.581,6	62.134,0
2022	9.699,9	51.203,5	440	16.355	166,0	18.918,5	774,0	24.687,3	62.444,8

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Según los datos recopilados por la Agencia Andaluza de la Energía, se aprecia un incremento en la extensión de las líneas de AT ya que han pasado de 9.497,2 km en 2012 a 9.699,9 km en 2022, lo que mostraría una expansión continua de la infraestructura energética. Asimismo, se puede identificar también un aumento en el número de subestaciones, que han pasado de 408 en 2012 a 440 en 2022, lo que evidencia un esfuerzo para fortalecer y descentralizar la red de distribución energética. El aumento también se aprecia respecto al número de centros de distribución que han crecido de 711 en 2012 a 774 en 2022, reflejando tanto una mayor segmentación como proximidad a los puntos de consumo existentes.

La capacidad total de los transformadores ha experimentado un aumento constante, ya que ha pasado de 22.807,0 MVA en 2012 a 24.687,3 MVA en 2022. Esto indica una capacidad de transformación mucho más robusta que puede satisfacer mejor la demanda eléctrica. Se aprecia un crecimiento general en la longitud de las líneas de distribución, el número de subestaciones y los centros que distribuyen la energía, así como en la propia capacidad de los transformadores. Estos datos evidencian una notable expansión de la infraestructura de distribución energética en Andalucía, además de reflejar un compromiso constante y continuado con el desarrollo y la mejora de la red de distribución eléctrica en la comunidad autónoma. Todos estos elementos posibilitan la creación de una infraestructura mucho más robusta y adaptable a las demandas cambiantes del suministro y consumo de electricidad en un contexto global cada vez más volátil.

2) Red de transporte eléctrica

Del mismo modo que se apreciaba una evolución en la red de distribución eléctrica, la red de transporte ha mejorado sustancialmente en Andalucía a lo largo de los años. Algunos de los aspectos abarcados, reflejados en la tabla 4, son la longitud de las líneas, el número de subestaciones con las que se cuenta y la capacidad que poseen los transformadores.

Los datos evidencian un crecimiento constante de la longitud de las líneas de 220 kV y 400 kV desde 2012 hasta 2022. Diferenciando entre ambos tipos de líneas, se puede identificar cómo la extensión de las líneas de 220 kV se ha incrementado de 3.379,9 km en 2012 a 3.424,5 km en 2022. Por otro lado, las líneas de 400 kV han experimentado un aumento significativo, pasando de 2.300,5 km en 2012 a 2.889 km en 2022. Este aumento progresivo también se refleja en el número de subestaciones de 220 kV, que ha pasado de 58 en 2012 a 73 en 2022. Sin embargo, a diferencia de estas subestaciones, las de 400 kV han mantenido su cantidad, pasando únicamente de 22 en 2012 a 24 en 2022. Este incremento tanto en la exten-

Tabla 4

Red de transporte eléctrica de Andalucía, 2012-2022

	Línea 220 kV	Línea 400 kV	Subestacio- nes 220 kV	Subestacio- nes 400 kV	Transformadores 400/220 kV
Año	km	km	n.º	n.º	MVA
2012	3.379,9	2.300,5	58	22	13.250
2013	3.438,9	2.300,5	58	23	13.850
2014	3.264,4	2.645,0	59	23	13.850
2015	3.296,7	2.645,0	61	23	13.850
2016	3.324,5	2.645,0	61	23	13.850
2017	3.324,5	2.645,0	61	23	13.850
2018	3.340,6	2.645,0	62	23	13.850
2019	3.349,4	2.645,0	65	23	14.450
2020	3.368,8	2.645,0	68	23	14.450
2021	3.421,9	2.645,0	72	23	14.450
2022	3.424,5	2.889,0	73	24	14.450

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 57 /

sión de las líneas como en el número de subestaciones indica un esfuerzo continuo para reforzar y expandir la infraestructura de la red de transporte eléctrico en la región.

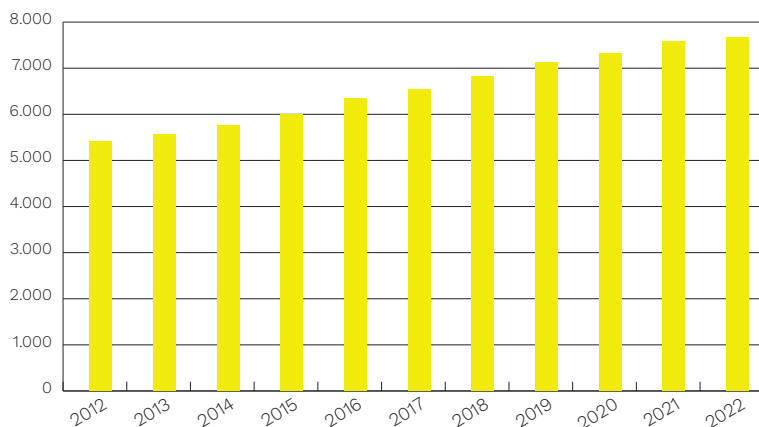
3) Red de distribución de gas

La figura 1 muestra una evolución de la red de distribución de gas en Andalucía durante el periodo comprendido entre 2012 y 2022. La medida se encuentra expresada en kilómetros, apreciándose un crecimiento constante de la red de distribución de gas en la comunidad autónoma. El incremento podría encontrarse asociado principalmente con la expansión de la infraestructura de gas natural para atender una demanda creciente que se encuentra presente tanto a nivel residencial como industrial.

Esta expansión incremental de la red de gas puede ser interpretada como un indicador clave del desarrollo económico, así como de un aumento del consumo de gas en la región seleccionada. El crecimiento puede verse relacionado también con la preferencia por el gas como una fuente de energía principal en diversas aplicaciones, entre las que podrían diferenciarse entre calefacción, cocina o procesos industriales. A pesar de que el aumento en la red de distribución de gas pudiera indicar un crecimiento económico

Figura 1

Red de distribución de gas de Andalucía, 2012-2022



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 58 /

asociado, resulta especialmente relevante evaluar también tanto la sostenibilidad ambiental como la eficiencia ambiental de la infraestructura.

La transición hacia tecnologías más limpias y renovables podría ser un aspecto crucial a tener en cuenta para el futuro desarrollo de la red de distribución. Un crecimiento constante podría verse también relacionado con políticas energéticas que promuevan el empleo del gas como una fuente mucho más limpia en comparación con otras fuentes de energía más tradicionales y contaminantes. A modo de conclusión sobre el gráfico, el aumento en la red de distribución de gas en Andalucía puede sugerir un crecimiento continuado en la infraestructura energética de la comunidad autónoma. Debido a ello, resulta esencial que se realice una evaluación de este desarrollo en el contexto de la sostenibilidad, buscando considerar posibles estrategias para poder avanzar hacia fuentes de energía más limpias en el futuro.

4) Red de transporte de gas

Un elemento clave para la infraestructura energética es la red de transporte de gas en Andalucía. Según los datos recopilados de la Agencia Andaluza de Energía, la información se encuentra específicamente desglosada entre las secciones primarias que poseen presiones iguales o superiores a 60 bar, y las secciones secundarias que poseen presiones entre los 16 y 60 bar,

Tabla 5

Red de transporte de gas de Andalucía, 2012-2022

Año	Primario ($P \geq 60$ bar) km	Secundario ($16 < P < 60$ bar) km
2012	1.967,6	253,6
2013	1.967,6	253,6
2014	2.101,6	253,6
2015	2.101,6	253,6
2016	2.101,6	271,0
2017	2.101,6	282,5
2018	2.101,6	282,5
2019	2.101,6	282,5
2020	2.101,6	282,5
2021	2.101,6	282,5
2022	2.101,6	282,5

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 59 /

habiendo seleccionado el mismo marco temporal entre 2012 y 2022. Estos datos se recogen en la tabla 5.

Según los datos recopilados en la tabla 5, se aprecia que la longitud de la red primaria ($P \geq 60$ bar) se mantiene constante en 2.101,6 km durante prácticamente todo el periodo analizado. A pesar de que la red primaria se mantiene constante, la longitud de la red secundaria ($16 < P < 60$ bar) sí que experimentaría un aumento de 253,6 km en 2012 a 282,5 km a partir de 2016 hasta 2022. El incremento experimentado en la red de transporte puede sugerir tanto una expansión como una inversión en la infraestructura de transporte de gas a niveles de presión más bajos.

4.1.2. Instalaciones de generación eléctrica y transformación energética

1) Potencia eléctrica no renovable por tecnologías

La tabla 6 detalla la potencia eléctrica no renovable por diversas tecnologías durante el periodo comprendido entre los años 2013 y 2023, encontrándose expresada en megavatios (MW) y siendo elaborada a partir de los datos disponibles en la Agencia Andaluza de Energía.

Tabla 6
Potencia eléctrica no renovable por tecnologías en Andalucía, 2013-2023

Año	Cogeneración	Bombeo	C.T. Carbón	C.T. Ciclo combinado gas natural	C.T. Biocombustible	Residuos	Total
2013	929,9	570	2.072	6.037	0	68,7	9.677,6
2014	908,8	570	2.072	6.037	0	68,7	9.656,4
2015	893,8	570	2.072	6.037	0	68,7	9.641,4
2016	894,4	570	2.072	6.037	0	68,7	9.642,1
2017	894,5	570	1.990	5.953	0	68,7	9.476,1
2018	894,7	570	1.990	5.953	0	51,3	9.459,0
2019	894,7	570	1.990	5.953	0	51,3	9.459,0
2020	894,9	570	1.990	5.953	0	51,3	9.459,2
2021	893,3	570	870,0	5.953	0	51,3	8.337,6
2022	893,3	570	570,0	5.953	0	51,3	8.037,6
2023	880,7	570	570,0	5.953	0	51,3	8.025,0

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Según los datos seleccionados, se aprecia que la potencia de generación y bombeo se mantiene en unos niveles relativamente constantes a lo largo de los años reseñados, indicando una estabilidad en estas tecnologías. La tabla muestra una tendencia a la baja respecto a la potencia derivada de las centrales térmicas de carbón, lo que puede reflejar posiblemente una transición hacia fuentes de producción energética mucho más limpias y sostenibles. Coincidiendo con los datos relativos al gas natural de los apartados anteriores, la potencia de centrales térmicas de ciclo combinado de gas natural se mantiene como la principal fuente de generación energética no renovable, lo que destacaría su importancia para la matriz energética en Andalucía.

Sin embargo, los datos evidencian que la potencia de generación energética a partir de residuos experimenta una disminución, lo que puede encontrarse relacionado principalmente tanto con cambios en la gestión de residuos como en el desarrollo de tecnologías más eficientes. La información recopilada por la Agencia Andaluza de Energía refleja un panorama de transición en las tecnologías de generación eléctrica no renovable en la comunidad autónoma. En este sentido, la reducción en la potencia de carbón sugiere un enfoque hacia fuentes mucho más limpias, al mismo tiempo que la

estabilidad tanto en cogeneración como en bombeo indica una continuidad en aquellas prácticas ya establecidas. La predominancia de ciclos combinados de gas natural destacaría la importancia de este tipo de tecnología en la generación de energía en Andalucía.

2) Potencia eléctrica renovable por tecnologías

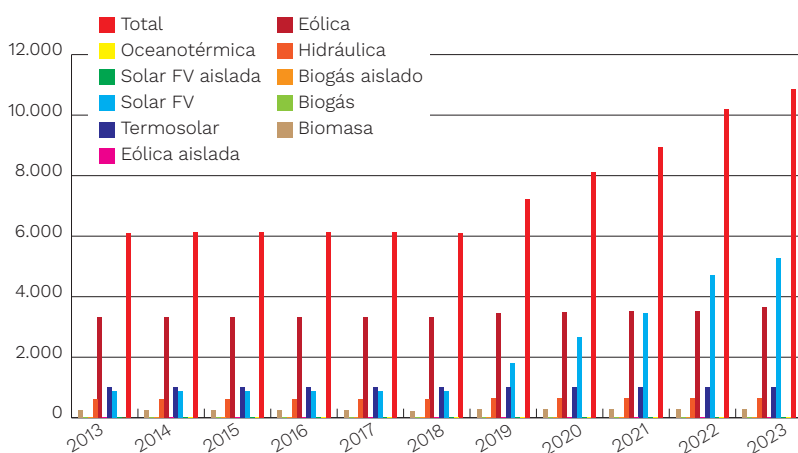
La figura 2 refleja una visión detallada de la potencia eléctrica renovable en Andalucía durante el periodo 2013-2023. La potencia se encuentra desglosada por diversas tecnologías y, al igual que en el apartado anterior, se encuentra expresada en MW.

Según lo reflejado en la figura 2, las tecnologías tanto de generación eólica como solar fotovoltaica han podido experimentar un crecimiento continuado y sustancial a lo largo de los años del periodo seleccionado. Este hecho indicaría un fuerte impulso hacia fuentes de energía renovable, que resultan claves en el proceso de transición energética, implicando el paso desde fuentes no renovables hacia fuentes de producción más sostenibles. Resulta relevante destacar que tanto la potencia de biomasa como el biogás se mantiene relativamente constante, lo que permite identificar una estabilidad en la contribución de estas tecnologías a la matriz energética. En el marco de las energías renovables, la energía hidráulica jugaría un

/ 61 /

Figura 2

Potencia eléctrica renovable por tecnologías en Andalucía, 2013-2023



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

rol especialmente significativo en la generación eléctrica renovable, que se mantendría estable a lo largo del periodo seleccionado.

De forma adicional a los datos analizados, también se puede identificar un crecimiento constante en la potencia de sistemas fotovoltaicos aislados, que continúan experimentando un crecimiento constante, lo que sugiere un interés continuado en el desarrollo y la promoción de soluciones centralizadas. Este dato, así como los mencionados con anterioridad, refleja un claro compromiso de Andalucía con la diversificación y expansión de su capacidad de generación eléctrica renovable. El crecimiento significativo que han experimentado tanto las tecnologías eólicas como la solar fotovoltaica demuestra la presencia tanto de un enfoque sostenible como de un compromiso claro en la transición hacia fuentes más limpias en la matriz energética de la región.

3) *Capacidad de refino*

Andalucía alberga dos refinerías cuya evolución en capacidad operativa se detalla en la tabla 7. Se analiza el periodo comprendido entre 2012 y 2022, diferenciando los datos entre la refinería de Gibraltar y la de La Rábida. Todos los datos se expresan en toneladas métricas (MTm).

Los datos seleccionados revelan que la capacidad de refino en Andalucía se mantiene constante durante el período 2012-2022. El análisis efectuado no

Tabla 7
Capacidad de refino de Andalucía, 2012-2022

Año	Refinería de Gibraltar	Refinería de La Rábida	Andalucía
2012	12	10	22
2013	12	10	22
2014	12	10	22
2016	12	10,5	22,5
2017	12	10	22
2018	12	10,5	22,5
2019	12	10,5	22,5
2020	12	10,5	22,5
2021	12	10,5	22,5
2022	12	10,5	22,5

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

muestra cambios significativos en esta capacidad durante el período examinado. La consistencia de esta tendencia podría atribuirse a la ausencia de eventos o cambios relevantes en la industria energética que hubieran exigido adaptaciones significativas en la capacidad de producción de las refinerías de la región.

4) Capacidad de producción de biocarburantes

En la figura 3 se presentan los datos relativos a la capacidad de producción de biocarburantes en Andalucía en el periodo 2012-2022, siendo la medida utilizada las kilotoneladas equivalentes de petróleo (ktep).

Los datos reflejan una trayectoria variable en la capacidad existente para la producción de biocarburantes en Andalucía durante el periodo temporal analizado. La reducción abrupta experimentada en 2015 podría encontrarse influida por diversos factores. Entre los más plausibles destacan los cambios en las políticas energéticas, los ajustes en la demanda del mercado o los desafíos específicos en la industria, siendo Almería la provincia en la que solo se produjo ese año. Posteriormente, la estabilidad en la capacidad de producción sugiere una adaptación y consolidación en la producción de biocarburantes en la región.

/ 63 /

Figura 3

Capacidad de producción de biocarburantes de Andalucía, 2012-2022



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

5) *Potencia total*

La potencia total en Andalucía se encuentra representada en la tabla 8, detallando tanto las fuentes renovables como las no renovables, para el período 2013-2023. Los valores están expresados en MW.

Según los datos recopilados, se aprecia cómo la potencia renovable ha experimentado un crecimiento de carácter sostenido a lo largo de los años. La tabla evidencia que ha pasado de 6.106,1 MW en 2013 a 10.867,7 MW en 2023. Sin embargo, la potencia no renovable se ha mantenido relativamente estable, experimentando fluctuaciones mínimas a lo largo del periodo seleccionado. El aumento ha sido constante en la potencia total de Andalucía, pasando de 15.783,7 MW en 2013 a 18.892,7 MW en 2023. La proporción de potencia renovable con respecto a la no renovable ha aumentado de forma significativa, indicando un cambio positivo hacia fuentes más limpias y sostenibles en la matriz energética. Los datos recopilados reflejan un claro impulso hacia una diversificación y sostenibilidad en la matriz energética de la comunidad autónoma. Este crecimiento constante y continuado en la potencia renovable, junto con la estabilidad de la potencia no renovable, pueden ser claros indicadores de una transición energética exitosa hacia fuentes de energías más limpias y renovables en la región.

Tabla 8
Potencia total de Andalucía, 2013-2023

Año	No renovable	Renovable	Total
2013	9.677,6	6.106,1	15.783,7
2014	9.656,4	6.114,6	15.771,0
2015	9.641,4	6.119,3	15.760,8
2016	9.642,1	6.123,4	15.765,5
2017	9.476,1	6.124,6	15.600,8
2018	9.459,0	6.103,8	15.562,8
2019	9.459,0	7.215,8	16.674,8
2020	9.459,2	8.103,4	17.562,6
2021	8.337,6	8.940,8	17.278,4
2022	8.037,6	10.197,8	18.235,4
2023	8.025,0	10.867,7	18.892,7

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

4.2. Una visión comparativa del consumo de energía en Andalucía

El consumo de energía representa un factor crucial en el proceso de transición energética, ya que un uso racional combinado con fuentes renovables puede aumentar la eficiencia energética (Cabello-Calvo, 2023). La predominancia de combustibles no renovables, especialmente los de origen fósil, conlleva efectos adversos tanto en el suministro como en la contaminación, lo que subraya la importancia de reflexionar sobre el papel de las energías renovables como fuentes de consumo (López, 2023). Dentro de estas alternativas renovables, existen diversas tecnologías en diferentes estados de desarrollo que, cuando se combinan, pueden mejorar aún más la eficiencia energética (Cabello-Calvo, 2023). Según lo reflejado en diversas investigaciones, las energías renovables implican menores consecuencias negativas en comparación con el uso de combustibles fósiles. Entre ellas destaca la intermitencia que produce desajustes entre la generación de energía y el consumo, lo que provoca la necesidad de contar con una fuente energética adicional para cubrir parcialmente sus irregularidades (López, 2023).

La calidad del suministro es una dimensión fundamental para garantizar la continuidad y fiabilidad en la provisión de energía. Dos indicadores clave

/ 65 /

Tabla 9
Calidad de suministro de Andalucía, 2011-2021

Año	NIEPI		TIEPI	
	Andalucía	España	Andalucía	España
2011	2,22	1,47	1,54	1,12
2012	2,10	4,53	1,46	1,05
2013	2,37	1,34	1,66	1,62
2014	1,81	1,20	1,32	1,06
2015	1,92	1,30	1,48	1,15
2016	1,22	1,00	1,35	1,14
2017	1,52	1,18	1,72	1,35
2018	1,45	1,03	1,59	1,14
2019	1,34	1,04	1,48	1,20
2020	1,29	1,03	1,26	1,13
2021	1,47	No disponible	1,43	1,12

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

para evaluar esta calidad son el número de interrupciones equivalentes por punto de suministro (NIEPI) y el tiempo de interrupción equivalente por punto de suministro (TIEPI). Estos indicadores ofrecen una visión integral de la situación del suministro eléctrico en Andalucía, permitiendo además comparar los datos con el conjunto de España. En la tabla 9 se presentan los datos de NIEPI y TIEPI tanto para Andalucía como para España, desde 2011 hasta 2021.

Los datos reflejados con anterioridad revelan una tendencia altamente positiva en la calidad del suministro eléctrico en Andalucía a lo largo de la última década, presentando mejoras consistentes en ambos indicadores. La comparación de los datos de Andalucía con los obtenidos a nivel nacional resalta en este sentido el compromiso de la comunidad autónoma de mantener estándares elevados de continuidad y fiabilidad en el suministro eléctrico.

4.3. Balance eléctrico en Andalucía

Esta sección presenta un análisis del balance eléctrico en Andalucía, utilizando datos proporcionados por la Agencia Andaluza de Energía. Se examinan aspectos como la producción energética en la región, los patrones de consumo y las puntas de demanda. Tras estudiar estos aspectos, se realizan observaciones sobre los indicadores eléctricos y la tasa de auto-generación eléctrica.

4.3.1. Producción

4.3.1.1. Producción brutal total

La producción bruta total en Andalucía se encuentra desglosada entre aquella energía de origen renovable y no renovable. Los datos que refleja la tabla 10 han sido expresados en GWh y permiten apreciar las diversas variaciones que ha experimentado la producción durante el periodo 2012-2022.

Los datos obtenidos reflejan la evolución de la dinámica de la producción bruta total en Andalucía durante el marco temporal seleccionado. La principal observación es la marcada variación en la producción que presenta ciertos niveles de fluctuación en la participación de energías renovables y no renovables. La comunidad autónoma ha demostrado un compromiso constante con la expansión de la capacidad de generación renovable. Este hecho quedaría reflejado en el incremento progresivo de la producción de energía limpia en el marco de la matriz energética regional.

Tabla 10

Producción bruta total de Andalucía, 2012-2022

Año	No renovable	Renovable	Total
2012	28.074,1	11.664,2	39.738,2
2013	22.240,5	14.063,5	36.304,1
2014	20.439,2	12.937,1	33.376,4
2015	24.887,9	12.354,4	37.242,2
2016	21.114,3	13.232,7	34.347,0
2017	25.249,5	13.473,4	38.722,9
2018	23.882,8	12.199,8	36.082,6
2019	22.245,4	13.419,7	35.665,1
2020	14.377,6	15.018,0	29.395,6
2021	14.255,1	17.126,8	31.381,9
2022	20.545,0	17.543,8	38.088,8

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

4.3.1.2. Producción bruta no renovable por tecnologías

/ 67 /

La producción bruta no renovable en Andalucía se puede analizar de forma desagregada por tecnologías. Al igual que en la tabla anterior, los datos se encuentran medidos en GWh, apreciándose diversas variaciones durante los años 2012 y 2022.

Los datos reflejan la contribución de diversas tecnologías no renovables a la producción bruta en la comunidad autónoma durante el periodo temporal seleccionado. Las fluctuaciones existentes en la producción desagregada por tecnologías evidencian posiblemente cambios en la infraestructura energética, así como en las políticas de generación de energía en la región. La introducción de tecnologías más eficientes y sostenibles podría llegar a influir en la composición de la producción bruta no renovable en el futuro, facilitando el proceso de transición energética.

Tabla 11
Producción bruta no renovable por tecnologías de Andalucía, 2012-2022

Año	Bombeo	C.T. Biocombustible	C.T. Carbón	C.T. Ciclo combinado gas natural	Cogeneración	Total
2012	311,2	0	11.528,8	10.000,9	6.233,1	28.074,1
2013	334,5	0	9.774,7	5.991,2	6.140,1	22.240,5
2014	340,9	0	10.069,4	4.539,0	5.489,9	20.439,3
2015	289,4	0	13.412,9	5.780,7	5.404,9	24.887,9
2016	254,8	0	8.833,3	6.349,6	5.676,6	21.114,3
2017	159,5	0	11.267,0	7.953,1	5.869,9	25.249,5
2018	107,4	0	11.622,8	6.494,7	5.658,0	23.882,8
2019	107,9	0	3.187,4	13.228,2	5.721,9	22.245,4
2020	225,4	0	287,8	8.403,3	5.461,0	14.377,6
2021	198,4	0	241,6	8.643,9	5.171,3	14.255,1
2022	250,9	0	1.851,3	15.123,0	3.319,7	20.545,0

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 68 /

4.3.1.3. Producción bruta renovable por tecnologías

Al igual que en el apartado anterior, el análisis se encuentra desglosado por tecnologías, midiéndose en GWh y abarcando el mismo periodo temporal de 2012 a 2022. La producción bruta renovable en Andalucía se encuentra representada en la tabla 12 por tecnologías para cada uno de los años analizados.

Los datos recopilados reflejan una diversificación sustancial de las tecnologías renovables empleadas en la generación de energía en Andalucía durante el periodo analizado. Según se puede apreciar en la tabla, se observa un crecimiento en la producción bruta renovable, destacando entre las fuentes un aumento significativo en la contribución de la energía solar fotovoltaica entre los años 2020 y 2022.

4.3.2. Consumo

4.3.2.1. Consumo de energía primaria

De acuerdo con la información disponible en los registros de la Agencia Andaluza de Energía, el consumo de energía primaria en Andalucía experimentó un ligero aumento entre los años 2021 y 2022. Según los datos re-

Tabla 12

Producción bruta renovable por tecnologías, 2012-2022

Año	Biomasa	Eólica	Hidráulica	Oceano-térmica	Solar FV	Termo-solar	Total solar	Total
2012	1.620,3	5.765,1	719,1	0,0	1.538,2	2.021,4	3.559,6	11.664,2
2013	1.960,0	7.021,9	1.300,9	0,0	1.594,1	2.186,6	3.780,7	14.063,5
2014	1.577,8	6.482,4	948,5	0,1	1.591,9	2.336,4	3.928,3	12.937,1
2015	1.464,1	6.391,0	585,1	4,8	1.588,4	2.321,0	3.909,4	12.354,4
2016	1.484,8	7.071,0	729,9	0,0	1.507,6	2.439,4	3.947,1	13.232,7
2017	1.542,7	7.225,8	522,2	0,0	1.605,1	2.577,6	4.182,7	13.473,4
2018	1.480,9	6.286,4	778,7	0,0	1.500,9	2.152,9	3.653,8	12.199,8
2019	1.569,2	6.882,4	626,0	18,6	1.834,6	2.488,9	4.323,5	13.419,7
2020	1.837,4	6.758,6	560,8	25,4	3.637,5	2.198,3	5.835,9	15.018,0
2021	1.776,2	7.266,7	507,3	18,4	5.318,3	2.239,9	7.558,2	17.126,8
2022	1.878,6	7.014,3	294,1	22,1	6.276,4	2.058,2	8.334,7	17.543,8

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

copilados, el consumo de energía primaria en la comunidad autónoma fue de 17.336,2 ktep registrados en 2021, mientras que en 2022 se consumieron 17.369,2 ktep. A nivel nacional, se aprecia cómo España experimentó un crecimiento sustancial en el consumo de energía primaria, alcanzando durante el año 2022 los 118.232 ktep, mientras que durante 2021 se registraron los 116.853 ktep. A nivel europeo se aprecia una tendencia inversa, ya que el consumo de energía primaria experimentó una disminución, pasando de 1.311,2 ktep en el año 2021 a los 1.257,1 ktep en 2022.

/ 69 /

4.3.2.2. Estructura del consumo de energía primaria por fuentes

El consumo de energía primaria por fuentes en Andalucía evidencia un aumento significativo de los combustibles no renovables en comparación entre el año 2021 y 2022. Según los datos obtenidos, durante el año 2022 el consumo de carbón fue de un total de 483,3 ktep, que contrasta con los 94,4 ktep de 2021. A su vez, se experimentó un incremento del consumo de gas natural, alcanzando los 4.723,5 ktep en 2022, una cifra superior a los 4.524,8 ktep de 2021. También el consumo de petróleo creció en 2022, alcanzando los 8.191,9 ktep en comparación con los 7.965,8 ktep de 2021. Por su parte, el consumo de energía primaria procedente de fuentes renovables experimentó una disminución muy leve, siendo una parte importante al pasar de 3.838,5 ktep en el año 2022 a los 3.859,2 ktep del 2021. Resulta importante tener en cuenta que también se produjo una disminución en

el saldo eléctrico, registrando 132,0 ktep en 2022 en comparación con los 892,0 ktep en 2021.

El análisis comparativo con los datos de España en su conjunto nos muestra que el consumo de carbón también aumentó de 3.097 ktep en 2021 a 3.593 ktep en 2022. Al mismo tiempo, se registra un crecimiento en los productos petrolíferos desde los 50.271 ktep en 2021 hasta alcanzar los 53.836 ktep en 2022. Sin embargo, resulta interesante señalar que el gas natural experimentó una disminución, al pasar de los 29.417 ktep registrados en 2021 a los 28.337 ktep en 2022. Al igual que sucedía con los datos relativos a Andalucía, se aprecia cómo las fuentes renovables experimentaron una ligera disminución, alcanzando los 18.401 ktep en 2022, cifra notablemente inferior comparada con la de 2021, 18.753 ktep. El consumo de residuos no renovables también experimentó una ligera reducción, pasando desde los 517 ktep en 2021 a los 515 ktep en 2022. El consumo de energía nuclear experimentó un aumento en 2022, alcanzando los 15.252 ktep en comparación con los 14.725 ktep en 2021. Al igual que sucedió en Andalucía durante el periodo seleccionado, el saldo eléctrico también experimentó un descenso significativo, ya que se registraron -1.703 ktep en 2022, en contraste con los 73 ktep en 2021.

/ 70 /

Durante el periodo transcurrido entre los años 2021 y 2022, Andalucía experimentó cambios notables en su matriz energética. En este sentido, se aprecia un marcado aumento en el consumo de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el petróleo. A pesar de la ligera disminución que sufrieron las energías renovables, se aprecia que las fuentes de energía renovables continuaron siendo una parte significativa en la estructura energética. En el caso de España, se observó también un incremento en el consumo de carbón y productos petrolíferos, pero el de gas natural experimentó una leve disminución. Al igual que en Andalucía, se puede apreciar cómo las fuentes renovables también mostraron una ligera reducción, así como el saldo eléctrico experimentó una disminución significativa.

4.3.2.3. Consumo de energía final (y por fuentes)

Analizando aquellos datos relativos al consumo final de energía en Andalucía, según la Agencia Andaluza de Energía se aprecia un ligero descenso entre los años 2021 y 2022. El consumo de energía final durante el año 2022 fue de 12.390,6 ktep, inferior a los 12.879,0 ktep registrados en 2021. A nivel nacional se aprecia cómo España experimentó también un crecimiento en el consumo de energía final, llegando a alcanzar los 81.086 ktep en 2022, en comparación con los 80.205 ktep registrados en 2021. A pesar de la diferencia tendencial con España, se aprecia una concordancia con los niveles

supranacionales, concretamente con la Unión Europea, donde la tendencia fue de una disminución en el consumo de energía final. Se registraron 902.309,729 ktep en 2022, en comparación con los 939.209,4 ktep de 2021.

Las tendencias en el consumo de energía final por fuentes nos permiten apreciar un incremento en Andalucía de combustibles fósiles como el carbón y los productos petrolíferos. Los datos procedentes de la Agencia Andaluza de Energía indican que el consumo de carbón en Andalucía experimentó un ligero aumento en 2022, alcanzando 42,4 ktep, frente a los 37,9 ktep de 2021. A su vez, los productos petrolíferos experimentaron un incremento en el consumo, pasando de 7.064,4 ktep en 2021 a 7.104,4 ktep en 2022. Sin embargo, el uso del gas natural experimentó un descenso, pasando de 1.911,5 ktep en 2021 a 1.450,2 ktep en 2022. En este sentido, aunque las renovables disminuyeron ligeramente, se mantuvieron como una parte importante, registrando 1.008,9 ktep en 2022 y 1.014,4 en 2021. El consumo de electricidad también experimentó una leve disminución, pasando de 2.850,9 ktep en 2021 a 2.784,7 en 2022.

A nivel nacional se aprecia cómo el uso de carbón en España mostró estabilidad, con 1.252 ktep en 2022, similar a los 1.258 ktep de 2021. El consumo de productos petrolíferos experimentó un crecimiento, alcanzando 42.193 ktep en 2022, frente a los 38.632 de 2021. Al igual que en Andalucía, también se produjo una disminución en el uso de gas natural, descendiendo de 14.938 ktep en 2021 a 12.479 ktep en 2022. Del mismo modo que a nivel autonómico, en España las fuentes renovables y residuos experimentaron una ligera baja, pasando de 5.783 ktep en 2021 a 5.658 ktep en 2022. La misma disminución moderada se aprecia en el consumo de electricidad, pasando de 19.594 ktep en 2021 a 19.292 ktep en 2022.

Debido a la diversidad de fuentes de producción energéticas de los EEMM, la UE cuenta con diversas fuentes que se muestran en este apartado. Durante el año 2021 el consumo de combustibles fósiles sólidos en la UE alcanzó las 18.807,307 ktep, disminuyendo ligeramente a 16.294,287 ktep en 2022. Entre ellos se incluyen recursos como el carbón y el lignito, cuya reducción señala posibles cambios en la matriz energética hacia fuentes más sostenibles. La disminución también estuvo presente en el consumo de turba y sus derivados¹, pasando de 357,686 ktep en 2021 a 304,884 ktep en 2022. El gas natural experimentó una disminución, pero a pesar de ello continúa siendo una fuente significativa, descendiendo de 213.370,783 ktep

¹ La terminología anglosajona se refiere a la turba como *peat* y a sus derivados como *peat products*. Se genera a partir de la descomposición de materiales vegetales y es empleado como fertilizante o fuente de energía.

en 2021 a 185.005,288 ktep en 2022. Este dato puede reflejar esfuerzos para diversificar las fuentes de energía en el marco de la crisis geopolítica derivada de la guerra de Ucrania.

Al igual que sucedió en Andalucía y en España, a nivel europeo el consumo de petróleo y sus derivados, excluyendo la porción de biocombustibles, aumentó ligeramente de 324.763,658 ktep en 2021 a 331.699,437 ktep en 2022, mostrando una dependencia continua de esta fuente energética. De forma adicional, cabe señalar que la utilización de gases manufacturados se mantuvo estable, registrando 4.443,810 ktep en 2021 y 4.391,266 ktep en 2022. La misma estabilidad se puede apreciar respecto al consumo de residuos no renovables, que se mantiene constante entre los 5.005,464 ktep en 2021 y los 5.040,018 ktep en 2022. La gestión adecuada de estos residuos resulta esencial para poder minimizar los posibles impactos medioambientales.

La Agencia Andaluza de Energía señala que tanto las fuentes renovables como los biocombustibles representaron 111.084,360 ktep en 2021, reduciéndose marginalmente a 110.272,986 ktep en 2022. El sector de las energías renovables resulta crucial para avanzar hacia una matriz energética más sostenible, ámbito en el que Andalucía tiene relevantes potencialidades. Según los datos recopilados a nivel europeo, también se aprecia una reducción significativa del consumo, pasando de los 214.187,502 ktep en 2021 a los 207.314,645 ktep en 2022, lo que también se apreció en Andalucía y España y pudiera verse relacionado con las políticas de ahorro energético implementadas durante 2022. Lo mismo puede apreciarse en el consumo de calor, ya que a nivel europeo descendió de 47.188,822 ktep en 2021 a 41.986,927 ktep en 2022, señalando posibles cambios en las prácticas de calefacción y procesos industriales.

4.3.2.4. Consumo de energía primaria para generación eléctrica por fuentes

El siguiente conjunto de datos proporciona información sobre el consumo de energía primaria para la generación eléctrica en Andalucía durante el periodo que abarca desde 2012 a 2022, encontrándose medido en ktep. Al final de este periodo se aprecia cómo el consumo de energía primaria destinada a la generación eléctrica en Andalucía alcanzó un total de 6.454,3 ktep, encontrándose distribuido como se recoge en la tabla 13.

Los datos relativos al consumo total de energía primaria para la generación eléctrica permiten apreciar una cierta variabilidad a lo largo del periodo seleccionado, existiendo diversas fluctuaciones tanto en las fuentes convencionales como en las renovables. A nivel general los datos indican una tendencia positiva hacia la diversificación y la sostenibilidad de la matriz energética de Andalucía. Según la información obtenida se puede apreciar

Tabla 13

Consumo de energía primaria para generación eléctrica por fuentes, 2012-2022

Año	Carbón	Petróleo	Gas natural	Renovables	Total
2012	2.635,7	92,0	2.427,6	2.228,0	7.383,3
2013	2.193,0	58,2	1.754,6	2.675,1	6.680,8
2014	2.284,1	87,8	1.430,8	2.564,4	6.367,1
2015	2.984,6	110,0	1.624,3	2.409,0	7.127,8
2016	2.039,1	108,6	1.707,5	2.551,9	6.407,0
2017	2.505,8	129,8	1.950,9	2.648,3	7.234,7
2018	2.584,7	120,8	1.674,4	2.396,1	6.776,0
2019	745,7	92,9	2.765,9	2.653,5	6.257,9
2020	80,8	60,5	2.185,1	2.738,3	5.064,7
2021	56,5	32,8	2.065,7	2.844,8	4.999,9
2022	440,9	75,3	3.108,6	2.829,6	6.454,3

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

una disminución progresiva en el uso de fuentes no renovables como el carbón y el petróleo, así como un aumento en el empleo de fuentes más limpias y menos contaminantes como el gas natural y las renovables. A pesar de que las fuentes de energía renovable han sufrido una cierta variabilidad, han mantenido una contribución significativa, experimentando un crecimiento constante que refleja posiblemente una transición hacia fuentes de energía más sostenibles.

/ 73 /

4.3.2.5. Demanda bruta de energía eléctrica

En este apartado se analiza gráficamente la demanda bruta de energía eléctrica en Andalucía durante el periodo 2012-2022 y se encuentran expresados en gigavatios por hora (GWh). A lo largo de este periodo, se puede apreciar cómo la demanda bruta de energía eléctrica en Andalucía ha experimentado una cierta variabilidad con cambios sustanciales en los niveles de consumo, tal y como muestra la figura 4.

La evolución de la demanda bruta de energía eléctrica en Andalucía durante el periodo seleccionado permite apreciar ciertas tendencias y variaciones entre 2012 y 2022. Considerando diversos periodos temporales, se puede apreciar cómo en el periodo 2012-2015 la demanda bruta experimentó fluctuaciones relativamente reducidas, con un aumento en 2015 que alcanzó el valor máximo de 40.829,4 GWh. En el año 2017 se puede observar un crecimiento significativo, en el que la demanda bruta alcanzó su punto máximo

Figura 4

Demanda bruta de energía eléctrica, 2012-2022



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

en los 42.142,9 GWh. La variación experimentada puede atribuirse tanto al crecimiento económico como a cambios en la población o condiciones climáticas. La demanda bruta mostró un aumento en 2018 y 2019, a pesar de experimentar una ligera disminución en 2019 en comparación con los niveles alcanzados en el año anterior.

La demanda bruta experimenta un descenso notable en 2020, que puede deberse probablemente a la pandemia generada por el COVID-19 y a todos los paquetes de medidas de confinamiento que afectaron especialmente a la actividad económica. A pesar del ligero repunte en 2021, la demanda bruta vuelve a descender en 2022, alcanzando el valor más bajo del periodo seleccionado, 39.623,7 GWh. La disminución experimentada puede responder a diversas explicaciones, como son los cambios en la eficiencia energética, los avances en investigación y desarrollo o a los propios cambios en estructuras industriales. Como se puede apreciar en la figura 4, la evolución de la demanda bruta de energía eléctrica en Andalucía muestra una cierta variabilidad a lo largo de los años, presentando momentos tanto de crecimiento como de estabilidad o disminución. Los factores explicativos que pueden haber influido en esas tendencias pueden ser tanto sociales como económicos o ambientales, destacando la importancia de analizar múltiples variables para comprender completamente los cambios en el consumo de energía eléctrica.

Tabla 14

Consumo final de electricidad por sectores, 2012-2022

Año	Industria	Transporte	Primario	Servicios	Residencial	Total
2012	643,1	21,4	128,3	966,4	1.195,0	2.954,2
2013	628,2	20,1	111,7	913,2	1.128,8	2.802,1
2014	610,6	20,2	118,3	891,9	1.097,9	2.739,0
2015	603,4	19,3	129,6	911,0	1.138,3	2.801,7
2016	643,1	18,2	134,3	915,5	1.134,5	2.836,5
2017	667,1	19,7	136,4	939,5	1.159,5	2.922,3
2018	698,8	20,1	121,4	938,9	1.199,9	2.979,0
2019	736,8	21,0	132,9	955,1	1.115,0	2.960,7
2020	707,3	10,4	130,4	884,6	1.183,3	2.917,9
2021	710,8	21,1	109,9	923,5	1.085,4	2.850,9
2022	715,3	17,1	96,6	863,1	1.092,5	2.784,7

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

4.3.2.6. Consumo final de electricidad por sectores

/ 75 /

Analizando los datos relativos al consumo final por sectores, la tabla 14 muestra fluctuaciones a lo largo del periodo relativo a los años 2012-2022, mostrando cambios notables en las contribuciones de cada sector. Al igual que en el apartado anterior, se puede apreciar una disminución en el consumo total de 2020, influido y condicionado por reducciones en la actividad industrial y de transporte como una consecuencia directa de las restricciones desplegadas en el marco de la pandemia del COVID-19. Otra disminución relevante es la identificada en 2022, cuando también se da una disminución general en el consumo, especialmente en la industria y el sector primario.

4.3.3. Puntas en la demanda

Las puntas de demanda eléctrica constituyen una serie de momentos críticos en los que se experimenta una mayor necesidad de suministro eléctrico. Realizar un análisis de los mismos resulta esencial para comprender patrones estacionales, tendencias de consumo y la capacidad de respuesta del sistema eléctrico ante estas situaciones. Los datos recopilados ofrecen información valiosa para la planificación y gestión de la infraestructura eléctrica, así como para el correcto diseño de políticas y estrategias energéticas.

A continuación se muestran de forma detallada las puntas de demanda tanto para Andalucía como para España, encontrándose desglosadas por estación y expresadas en MWh. La tabla 15 presenta aquellas puntas de demanda eléctrica durante los periodos correspondientes a invierno y verano desde 2012 hasta 2022. Los datos recopilados reflejan los máximos niveles de consumo eléctrico registrados en cada estación anual, proporcionando una visión detallada de la demanda energética en diferentes puntos temporales.

En general, se observa que la demanda de energía tiende a ser mayor durante los meses de invierno en comparación con los meses de verano. Esto es consistente con el patrón común en muchas regiones donde la necesi-

Tabla 15
Puntas en la demanda, 2012-2022

Año	Estación	Andalucía (MWh)	España (MWh)
2012	Invierno	7.465	43.010
2012	Verano	6.988	39.273
2013	Invierno	6.630	39.963
2013	Verano	6.613	37.399
2014	Invierno	6.410	39.424
2014	Verano	6.314	37.020
2015	Invierno	6.792	40.324
2015	Verano	6.942	39.928
2016	Invierno	6.404	38.239
2016	Verano	7.128	40.144
2017	Invierno	7.134	41.015
2017	Verano	7.128	39.286
2018	Invierno	7.226	40.947
2018	Verano	7.166	39.996
2019	Invierno	6.962	40.455
2019	Verano	6.847	40.021
2020	Invierno	6.956	40.423
2020	Verano	7.149	38.972
2021	Invierno	7.614	42.225
2021	Verano	6.854	37.385
2022	Invierno	6.620	37.926
2022	Verano	7.224	38.284

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

dad de calefacción durante los meses más fríos conduce a un aumento en el consumo de energía. También cabe destacar que, a lo largo de los años, las puntas de demanda en ambas estaciones parecen mantenerse relativamente estables en Andalucía y en toda España, con fluctuaciones menores.

Aunque hay fluctuaciones menores, hay un ligero aumento en las puntas de demanda a lo largo del tiempo, lo cual puede ser indicativo de un crecimiento económico continuo, un aumento en la población o cambios en los patrones de consumo energético. Por último, destaca que las puntas de demanda en Andalucía están en línea con las de toda España, lo que sugiere una tendencia similar en todo el país en términos de necesidades energéticas estacionales.

4.3.4. Indicadores eléctricos

4.3.4.1. Producción bruta con renovables frente a producción bruta total

La tabla 16 presenta la producción bruta de energía con fuentes renovables en comparación con la producción bruta total en diferentes años, abarcando el periodo 2012-2022. Estos datos reflejan la contribución de las fuentes de energía renovable al panorama energético, destacando la proporción de generación sostenible en relación con la producción total. La producción bruta obtenida de fuentes renovables resulta esencial para poder evaluar

/ 77 /

Tabla 16

Producción bruta con renovables frente a producción bruta total, 2012-2022

Año	Producción renovable	Producción total	%
2012	11.664,2	39.738,2	29,4
2013	14.063,5	36.304,1	38,7
2014	12.937,1	33.376,4	38,8
2015	12.354,4	37.242,3	33,2
2016	13.232,7	34.347,0	38,5
2017	13.473,4	38.722,9	34,8
2018	12.199,8	36.082,6	33,8
2019	13.419,7	35.665,1	37,6
2020	15.018,0	29.395,6	51,1
2021	17.126,8	31.381,9	54,6
2022	17.543,8	38.088,8	46,1

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

el progreso hacia una matriz energética mucho más limpia y sostenible. La comparación establecida con la producción total proporciona información relevante sobre la dependencia de fuentes renovables en la generación de electricidad y el rol con el que cuentan en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los datos recopilados en la tabla son relativos a la producción bruta con renovables y la producción bruta total para cada año, encontrándose expresados en ktep, junto con el porcentaje correspondiente de la producción total que representa la producción renovable.

Según lo reflejado en la tabla seleccionada, la producción bruta de energía con fuentes renovables ha experimentado un crecimiento constante en términos absolutos a lo largo de los años, apreciándose una evolución de 11.664,2 ktep en 2012 a 17.543,8 en 2022. El porcentaje de la producción bruta con renovables en comparación con la producción bruta total ha evidenciado un aumento general. Este dato indicaría una mayor contribución de las fuentes renovables en la matriz energética, mostrando un incremento progresivo a lo largo de la década analizada (desde un 29,4% en 2012 a un 46,1% en 2022).

4.3.4.2. Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica

/ 78 / La relación existente entre la producción bruta con renovables y el consumo final de energía eléctrica es fundamental para poder evaluar la ca-

Tabla 17
Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica, 2012-2022

Año	Producción renovable	Consumo final	%
2012	11.664,2	34.350,6	34,0
2013	14.063,5	32.582,3	43,2
2014	12.937,1	31.848,4	40,6
2015	12.354,4	32.577,9	37,9
2016	13.232,7	32.982,6	40,1
2017	13.473,4	33.979,7	39,7
2018	12.199,8	34.639,7	35,2
2019	13.419,7	34.427,0	39,0
2020	15.018,0	33.929,6	44,3
2021	17.126,8	33.149,6	51,7
2022	17.543,8	32.380,0	54,2

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

pacidad real del sistema eléctrico para abastecer la demanda empleando fuentes sostenibles. Además de este factor, los datos ofrecen una visión clara de cómo las fuentes renovables contribuyen al suministro energético y pueden afectar sustancialmente a la independencia energética. La tabla 17 refleja la producción bruta de energía con fuentes renovables en comparación con el consumo final de energía eléctrica en diferentes años del periodo 2012-2022. Los datos recopilados muestran la contribución específica de las fuentes de energía renovable en relación con la demanda total de energía eléctrica. Esta información proporciona una perspectiva clave acerca de la sostenibilidad y la autosuficiencia energética. Los datos recopilados para cada uno de los años seleccionados están expresados en ktep, siendo acompañados del porcentaje correspondiente de la producción renovable en relación con el consumo final de energía eléctrica.

Según los datos recopilados, la producción bruta de energía con fuentes renovables ha experimentado un crecimiento constante desde los 11.664,2 ktep en 2012 a los 17.543,8 en 2022. La contribución de la producción bruta con renovables con respecto al consumo final de energía eléctrica ha aumentado de forma significativa. Como se puede apreciar en la tabla 17, el periodo se inicia con un porcentaje del 34% en 2014 que se va incrementando a lo largo de los años hasta alcanzar el 54,2% en 2022. A medida que la producción con renovables va aumentando, el porcentaje de esta producción con respecto al consumo final de energía eléctrica ha terminado por mostrar una convergencia hacia porcentajes más altos. Este último dato supondría un indicio clave respecto a un mayor nivel de autosuficiencia con energía procedente de fuentes renovables.

/ 79 /

4.3.5. Tasa de autogeneración eléctrica

La tasa de autogeneración eléctrica representa el porcentaje de la producción bruta total de energía eléctrica en relación con la demanda bruta total. Este indicador proporciona información que resulta esencial tener en cuenta para analizar la capacidad de la comunidad autónoma para poder generar internamente la energía que consume. La tabla 18 presenta la evolución de la tasa de autogeneración eléctrica en Andalucía durante el periodo 2012-2022. Los datos presentados en la tabla detallan la evolución tanto de la producción bruta total y la demanda bruta total como el porcentaje correspondiente de la tasa de autogeneración eléctrica para cada uno de los años, encontrándose expresados en GWh.

Durante los primeros años del periodo seleccionado se aprecia cómo la tasa de autogeneración experimenta una cierta variabilidad, evidenciada por una marcada caída durante los años 2014 y 2016. Sin embargo, es a

Tabla 18
Tasa de autogeneración eléctrica, 2012-2022

Año	Producción bruta total (GWh)	Demanda bruta total (GWh)	%
2012	39.738,2	40.405,6	98,3
2013	36.304,1	40.385,0	89,9
2014	33.376,4	39.866,6	83,7
2015	37.242,3	40.829,4	91,2
2016	34.347,0	41.222,1	83,3
2017	38.722,9	42.142,9	91,9
2018	36.082,6	42.134,2	85,6
2019	35.665,1	41.632,1	85,7
2020	29.395,6	40.789,6	72,1
2021	31.381,9	41.753,3	75,2
2022	38.088,8	39.623,7	96,1

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 80 /

partir de 2017 cuando la tasa de autogeneración muestra una clara tendencia de recuperación y estabilidad, que se encuentra expresada con valores que superan el 90% en varios años. El punto máximo de la tasa de autogeneración es alcanzado en 2022, como queda reflejado en la tabla con el impresionante 96,1%, lo que indica una fuerte capacidad de generación interna frente a la demanda eléctrica. Las tendencias identificadas en la tabla sugieren un aumento en la capacidad que posee Andalucía para la autogeneración eléctrica a lo largo de los años, lo que permite destacar la capacidad de la región para satisfacer su demanda internamente.

4.4. Hacia un futuro más sostenible: el incremento del consumo de energía renovable

La información recopilada a partir de las bases de datos de la Agencia Andaluza de la Energía permite identificar una tendencia al alza en cuanto al consumo de energía de origen renovable. El presente apartado analiza dicho consumo, tanto el consumo de energía primaria como final, que se encuentra desagregado por tecnologías y usos, así como por los principales sectores que la han empleado.

4.4.1. Consumo de energía primaria renovable por tecnologías y usos

Este epígrafe examina el consumo de energía primaria renovable en Andalucía durante el periodo temporal 2012-2022, encontrándose los datos expresados en ktep. Los datos se encuentran desagregados por tecnologías y usos. Según se puede apreciar en la tabla 19, destacan las contribuciones de biomasa y biogás, biocarburantes y solar térmica en el ámbito térmico. Por otro lado, con respecto al ámbito de la generación eléctrica, se analizan además de la biomasa y el biogás otras tecnologías como la hidráulica, eólica, solar fotovoltaica y termosolar en el ámbito de la generación eléctrica.

Como puede apreciarse en la tabla 19, el consumo de energía primaria renovable en Andalucía muestra una tendencia general al alza durante el periodo temporal analizado. Este hecho indica un creciente compromiso con fuentes de energía sostenibles en la región. En cuanto al uso térmico, se identifican la biomasa y el biogás como principales fuentes en el ámbito térmico. Si bien es cierto que experimentan variaciones anuales, mantienen una presencia constante a lo largo del periodo seleccionado. Los datos nos permiten apreciar como hecho destacable la disminución experimentada

Tabla 19

Consumo de energía primaria renovable por tecnologías y usos, 2012-2022

/ 81 /

Año	Uso térmico				Generación eléctrica						
	Bio-masa y bio-gás	Bio-carbu-rantes	Solar tér-mica	Total	Bio-masa y bio-gás	Hi-dráu-lica	Eólica	Solar foto-voltai-ca	Termo-solar	Total	Total
2012	643,0	364,0	61,0	1.068,1	640,8	61,8	495,8	133,1	896,4	2.228,0	3.296,1
2013	514,5	135,2	67,1	716,8	737,4	111,9	603,9	137,9	1.084,0	2.675,1	3.391,9
2014	875,1	155,9	72,7	1.103,7	598,4	81,6	557,5	137,8	1.189,2	2.564,4	3.668,1
2015	518,2	167,9	77,5	763,6	490,4	50,3	549,6	137,5	1.181,1	2.409,0	3.172,5
2016	685,8	180,8	79,4	946,1	510,8	62,8	608,1	130,6	1.239,6	2.551,9	3.497,9
2017	665,0	215,1	80,7	960,7	516,7	44,9	621,4	139,0	1.326,2	2.648,3	3.609,1
2018	567,4	270,4	82,0	919,7	557,5	67,0	540,6	130,1	1.100,9	2.396,1	3.315,8
2019	716,2	275,3	84,4	1.075,9	576,2	53,8	591,9	158,8	1.272,8	2.653,5	3.729,3
2020	488,9	247,7	86,1	822,7	670,8	48,2	581,2	313,9	1.124,2	2.738,3	3.561,0
2021	711,7	215,0	87,7	1.014,4	572,4	43,6	624,9	458,4	1.145,4	2.844,8	3.859,2
2022	688,7	230,9	89,4	1.008,9	587,4	25,3	603,2	540,9	1.072,8	2.829,6	3.838,5

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

en 2020, seguida de una recuperación sustancial en 2021 y 2022. A pesar de que las contribuciones de biocarburantes y solar térmica resultan inferiores en comparación con la biomasa y el biogás, su presencia continúa siendo significativa, así como se observa una tendencia al aumento en los últimos años.

Por otra parte, con respecto a la generación eléctrica, la producción hidráulica y eólica destacan como fuentes principales en la generación eléctrica. Los datos nos permiten apreciar una participación consistente a lo largo de todos los años analizados. Algunas de ellas, como la energía eólica, muestran un crecimiento progresivo incentivado por el aumento en la instalación de fuentes de producción. Por su parte, las tecnologías solares, tanto la fotovoltaica como la termosolar, se encuentran en un aumento constante, lo que permite evidenciar un compromiso con la captura de energía solar para la generación eléctrica. El conjunto de datos analizados sugiere que Andalucía ha experimentado un avance significativo en el impulso de fuentes de energía. Este hecho se encontraría alineado con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones. Al mismo tiempo, la combinación de tecnologías térmicas y de generación eléctrica refleja un enfoque integral para abordar demandas energéticas con métodos que sean respetuosos con el medio ambiente.

/ 82 /

4.4.2. Consumo de energía final renovable por tecnologías

Tabla 20
Consumo de energía final renovable por tecnologías, 2012-2022

Año	Biomasa y biogás	Biocarburantes	Solar térmica	Total
2012	643,0	364,0	61,0	1.068,1
2013	514,5	135,2	67,1	716,8
2014	875,1	155,9	72,7	1.103,7
2015	518,2	167,9	77,5	763,6
2016	685,8	180,8	79,4	946,1
2017	665,0	215,1	80,7	960,7
2018	567,4	270,4	82,0	919,7
2019	716,2	275,3	84,4	1.075,9
2020	488,9	247,7	86,1	822,7
2021	711,7	215,0	87,7	1.014,4
2022	688,7	230,9	89,4	1.008,9

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

A diferencia del análisis previo, este apartado se centra en el consumo de energía final renovable por tecnologías en Andalucía. Los datos corresponden al mismo período temporal, de 2012 a 2022, y están expresados en ktep, como se detalla en la tabla 20.

A lo largo del periodo seleccionado, se puede apreciar cómo Andalucía ha experimentado una clara tendencia al aumento en el consumo de energía final renovable. Este hecho evidencia un compromiso continuado con las fuentes de energía sostenibles. De las diversas fuentes, se puede apreciar que tanto la biomasa como el biogás representan la mayoría del consumo de energía final renovable. Al igual que sucedía en el apartado anterior respecto a la energía primaria, se puede apreciar una presencia constante.

Aunque las contribuciones de biocarburantes y solar térmicas sean menores en comparación con la biomasa y el biogás, su participación sigue siendo significativa, lo que queda patente en el aumento experimentado en los últimos años. Andalucía demuestra en este sentido una diversificación en las tecnologías utilizadas para el consumo final de energía renovable. El hecho de que el consumo de energía final renovable continúe con su crecimiento constante, refleja el compromiso a largo plazo de Andalucía con las fuentes de energía sostenible. La aplicación de este enfoque puede contribuir positivamente a la reducción de emisiones y a la transición hacia un modelo más verde. Los datos proporcionados permiten apreciar que Andalucía ha mantenido una trayectoria positiva en el consumo de energía final renovable, adoptando y diversificando las tecnologías para poder abordar las necesidades energéticas de manera sostenible y alineada con los objetivos de preservación medioambiental.

/ 83 /

4.4.3. Consumo de energía final renovable por sectores

La tabla 21 muestra el consumo de energía final renovable en Andalucía durante el periodo 2012-2022, expresado ktep. Resulta relevante destacar que los datos se articulan a través del consumo por sectores, abarcando industria, transporte, uso primario, servicios y uso residencial.

Según los datos presentados en la tabla 21, el sector industrial ha mantenido un consumo significativo de energía renovable a lo largo del periodo seleccionado. Este hecho puede indicar posiblemente la adopción de tecnologías más limpias o el empleo de prácticas más sostenibles en los procesos industriales. A pesar de ser inicialmente reducido, el consumo en el sector del transporte ha experimentado un aumento, lo que sugiere una progresiva incorporación de soluciones de movilidad que puedan ser más respetuosas con el medio ambiente.

Tabla 21
Consumo de energía final renovable por sectores, 2012-2022

Año	Industria	Transporte	Primario	Servicios	Residencial	Total otros	Total
2012	346,4	364,0	16,3	62,0	279,4	357,7	1.068,1
2013	171,0	135,2	13,2	104,8	292,6	410,6	716,8
2014	520,2	155,9	28,1	88,3	311,2	427,6	1.103,7
2015	197,3	167,9	18,5	77,5	302,5	398,4	763,6
2016	387,8	180,8	24,0	79,4	274,0	377,4	946,1
2017	375,9	215,1	23,3	77,6	268,9	369,7	960,7
2018	291,0	270,4	18,9	85,0	254,4	358,3	919,7
2019	429,0	275,3	15,0	89,6	266,9	371,5	1.075,9
2020	219,0	247,7	12,2	87,5	256,2	356,0	822,7
2021	404,6	215,0	18,0	98,1	278,6	394,8	1.014,4
2022	382,0	230,9	18,8	98,4	278,8	396,0	1.008,9

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 84 /

A pesar de constituir una fracción menor, el uso primario también ha mostrado un crecimiento constante, que posiblemente se vea impulsado por iniciativas de eficiencia energética en este sector. Por último, con respecto a los sectores servicios y residencial, se aprecia un mantenimiento del consumo estable pero relevante, que evidencia un interés continuado en la integración de energías renovables tanto en el suministro de servicios como en la vida cotidiana. Los datos recopilados reflejan que el consumo de energía final renovable en Andalucía ha experimentado un crecimiento positivo a lo largo del periodo temporal seleccionado, lo que indicaría un compromiso continuado con la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles.

4.5. Estado de las instalaciones de energías renovables

La relevancia del consumo y la producción de energías renovables en Andalucía hace necesario conocer el estado en que se encuentran las instalaciones de energías renovables en la comunidad autónoma. Este apartado analiza la situación actual de las capacidades instaladas en Andalucía, así como el aporte energético que realizan a la matriz energética de la región.

Al igual que en apartados anteriores, los datos proceden de la Agencia Andaluza de la Energía.

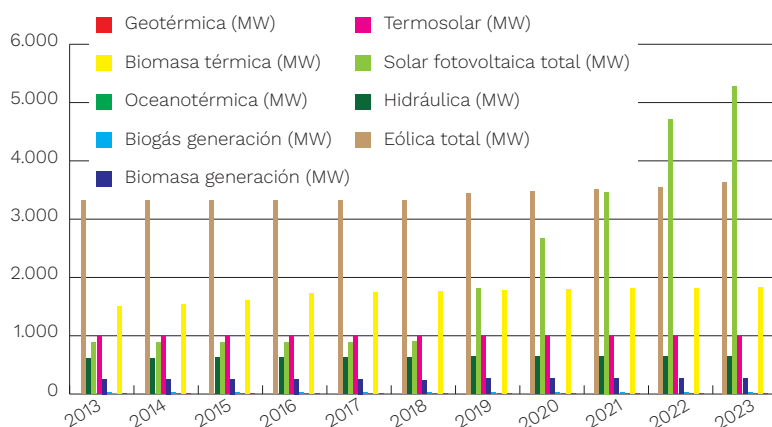
4.5.1. Situación de las tecnologías renovables

Este epígrafe incluye de forma detallada las capacidades que se encuentran instaladas en Andalucía durante el periodo 2013-2023, desagregado tanto por año como por el tiempo de energía que pueden producir. Como se puede apreciar en la figura 5, se diferencia entre las tecnologías eólica, solar fotovoltaica, biomasa, oceanotérmica, geotérmica, hidráulica, termo-solar, biogás y biomasa térmica.

El periodo analizado nos muestra cómo la capacidad eólica total ha experimentado un crecimiento continuado, ya que pasa de 3.323,80 MW en 2013 a 3.637,00 MW en 2023. El aumento indicado en la gráfica muestra un compromiso continuo con la energía eólica como una fuente significativa de generación. Como se puede apreciar también en la gráfica, la capacidad hidráulica se ha mantenido relativamente estable, experimentando un ligero aumento desde los 617,4 MW en 2013 a 650 MW en 2023. A pesar de que la hidráulica no ha experimentado un crecimiento significativo, continúa considerándose como una fuente estable y valiosa.

/ 85 /

Figura 5
Capacidad instalada de energías renovables, 2013-2023

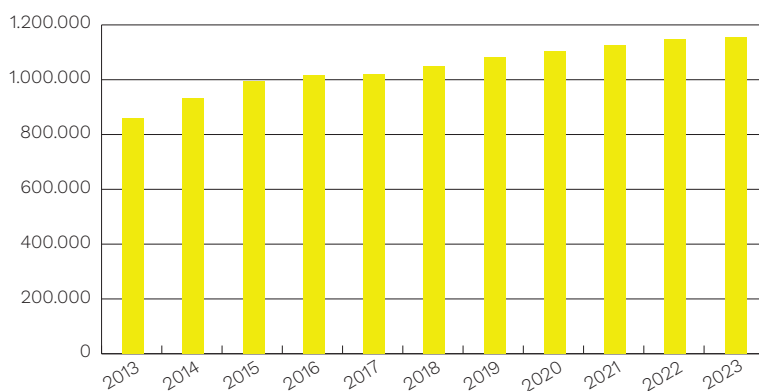


Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Los datos recopilados nos muestran que la energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento espectacular, pasando de 882,4 MW en 2013 a 5.271,40 MW en 2023. El aumento exponencial registrado destaca el fuerte impulso hacia la adopción de tecnologías solares en la región. A pesar de que no muestra un especial crecimiento en capacidad, la energía termosolar se ha mantenido constante en 997,4 MW durante todo el periodo. Por su parte, la capacidad de generación con biomasa ha mostrado cierta variabilidad, con un pico en 2016 (274 MW), así como el biogás ha experimentado un crecimiento sostenido. Ambas fuentes son claves en su contribución a la diversificación de la matriz energética en Andalucía.

La capacidad de generación térmica empleando biomasa ha tenido un crecimiento gradual, que ha llegado a alcanzar 1.834,4 MW en 2023. Este dato sugiere un interés constante en emplear la biomasa con fines térmicos. Por otro lado, la capacidad geotérmica ha mostrado un aumento leve pero continuado, llegando a alcanzar los 4,8 MW en 2023. A pesar de que su aportación es modesta, la geotermia contribuye a la diversificación de las fuentes de energía renovables. La información recopilada refleja que Andalucía demuestra un compromiso continuado con la expansión de su capacidad de generación de energía renovable, poseyendo un enfoque particular en la energía solar fotovoltaica. La diversificación de las fuentes renovables, que abarcan desde la eólica hasta la biomasa y geotérmica, subrayan la estrategia integral de la región para poder consolidar una matriz energética más sostenible y equilibrada.

Figura 6
Superficie de captación solar térmica, 2013-2023



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Durante el periodo que abarca de 2013 a 2023, Andalucía ha experimentado un aumento constante en la superficie de captación solar térmica. La figura 6 detalla el incremento de la superficie de captación solar térmica en metros cuadrados durante el marco temporal seleccionado.

Los datos recopilados permiten apreciar cómo la superficie de captación solar térmica ha experimentado un crecimiento constante, pasando de 860.406 m² en 2013 a 1.153.548 m² en 2023. El aumento gradual demuestra un compromiso continuado en la comunidad autónoma con la utilización de tecnologías solares térmicas. A pesar de que el crecimiento no sea exponencial, la tendencia ascendente resulta evidente año tras año desde el inicio del marco temporal seleccionado. Este enfoque coherente en la expansión de la capacidad solar térmica subraya el rol crucial que este tipo de tecnología desempeña actualmente y que puede desempeñar en el futuro de la estrategia energética de Andalucía. El aumento continuado en la superficie existente de captación sugiere la presencia de inversiones sostenibles y planificadas en las infraestructuras solares térmicas. La inversión actual se ve respaldada tanto por políticas gubernamentales como por la creciente conciencia de la importancia de las energías renovables.

La energía solar térmica resulta particularmente valiosa tanto en aplicaciones residenciales como comerciales para la generación de agua caliente y calefacción. El aumento en la superficie para la captación energética sugiere también una adopción creciente en estos sectores, lo que contribuye a la eficiencia energética y a la reducción de emisiones de efecto invernadero. A pesar de que la cifra actual sea significativa, existe un potencial continuo para la expansión de la superficie de captación solar térmica en Andalucía. Según las previsiones, se espera que el crecimiento sostenido contribuya no solo a metas de energía renovable, sino también a la mitigación de impactos medioambientales.

/ 87 /

4.5.2. Aporte energético renovable

El análisis del aporte energético de este apartado se centra en la generación eléctrica a partir de fuentes renovables durante el periodo 2012-2022 medido en GWh. La tabla 22 examina diversas fuentes de energía de carácter renovable como la biomasa, hidráulica, eólica, oceanotérmica, termosolar y solar fotovoltaica.

Los datos reflejados en la tabla 22 revelan un crecimiento sostenido en la generación a partir de fuentes renovables durante el periodo 2012-2022 en Andalucía. Entre las diversas fuentes, destacan la energía eólica y la solar fotovoltaica como las que contribuyen principalmente al aporte energético

Tabla 22
Aporte energético renovable

Año	Generación eléctrica (GWh)						Total generación eléctrica
	Biomasa	Hidráulica	Eólica	Oceano-térmica	Termo-solar	Solar FV	
2012	1.620,3	719,1	5.765,1	0,0	2.021,4	1.538,2	11.664,2
2013	1.960,0	1.300,9	7.021,9	0,0	2.186,6	1.594,1	14.063,5
2014	84,9	107,0	193,4	0,0	867,6	419,8	1.672,6
2015	1.464,1	585,1	6.391,0	4,8	2.321,0	1.588,4	12.354,4
2016	1.484,8	729,9	7.071,0	0,0	2.439,4	1.507,6	13.232,7
2017	1.542,7	522,2	7.225,8	0,0	2.577,6	1.605,1	13.473,4
2018	1.480,9	778,7	6.286,4	0,0	2.152,9	1.500,9	12.199,8
2019	1.569,2	626,0	6.882,4	18,6	2.488,9	1.834,6	13.419,7
2020	1.837,4	560,8	6.758,6	25,4	2.198,3	3.637,5	15.018,0
2021	1.776,2	507,3	7.266,7	18,4	2.239,9	5.318,3	17.126,8
2022	1.878,6	294,1	7.014,3	22,1	2.058,2	6.276,4	17.543,8

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 88 / en la región, seguidas de cerca por la biomasa y la hidráulica. Los avances realizados en este sentido reflejan el compromiso de Andalucía con un futuro más sostenible, al mismo tiempo que prueba una diversificación de su matriz energética. De forma comparativa, se muestra en la tabla 23 el aporte energético renovable en la comunidad autónoma durante el mismo periodo temporal. Los datos detallados se centran en el consumo térmico medido en ktep (kilotoneladas equivalentes de petróleo) y el consumo de biocarburantes en el transporte.

La tabla 23 nos revela una tendencia positiva en el consumo térmico procedente de fuentes renovables en Andalucía entre los años 2012 y 2022. Los combustibles como la biomasa y el biogás, al igual que la energía solar térmica, han desempeñado un rol crucial en la transición hacia fuentes energéticas más sostenibles en el ámbito térmico. De forma adicional, se observa la progresiva incorporación de biocarburantes en el transporte, lo que refleja un compromiso en la región hacia una progresiva descarbonización de la movilidad. Los datos recopilados consolidan la posición de Andalucía como una comunidad autónoma líder en la adopción de tecnologías renovables, tanto con respecto a la generación eléctrica como en la satisfacción de las demandas térmicas. Este hecho demuestra un compromiso continuo con la transición hacia un sistema energético más sostenible, autosuficiente y respetuoso con el medio ambiente.

Tabla 23

Aporte energético renovable, 2012-2022

Año	Biomasa y biogás	Consumo térmico (ktep)		
		Solar térmica	Total consumo térmico	Consumo de biocarburantes en transporte (ktep)
2012	643,0	61,0	704,1	364,0
2013	514,5	67,1	581,6	135,2
2014	875,1	72,7	947,8	155,9
2015	518,2	77,5	595,7	167,9
2016	685,8	79,4	765,3	180,8
2017	665,0	80,7	745,7	215,1
2018	567,4	82,0	649,3	270,4
2019	716,2	84,4	800,6	275,3
2020	488,9	86,1	575,0	247,7
2021	711,7	87,7	799,4	215,0
2022	688,7	89,4	778,1	230,9

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

4.5.2.1. Consumo de biocarburantes frente al consumo de gasolinas y gasóleos en el transporte

/ 89 /

Los datos de esta sección reflejados en la tabla 24 muestran el consumo de biocarburantes en relación con el consumo de gasolinas y gasóleos no renovables en el sector del transporte en Andalucía durante el periodo 2012-2022 expresado en ktep.

Andalucía ha experimentado un aumento especialmente significativo en el consumo de biocarburantes durante el periodo analizado en comparación con las gasolinas y gasóleos convencionales en el sector de los transportes. Según lo reflejado en la tabla, la proporción de biocarburantes en el total consumido se ha incrementado de manera constante, alcanzando el 7,1% en 2020. Este hecho sugiere un progreso positivo en la adaptación de fuentes de energía mucho más sostenibles en el ámbito del transporte en la región.

Tabla 24
Consumo de biocarburantes frente al consumo de gasolinas y gasóleos en el transporte, 2012-2022

Año	Biocarburantes	Gasolina	Gasóleo	%
2012	364,0	735,8	2.871,8	10,1
2013	135,2	686,6	2.959,9	3,7
2014	155,9	689,1	3.050,7	4,2
2015	167,9	687,8	3.163,1	4,4
2016	180,8	705,1	3.114,2	4,7
2017	215,1	710,3	3.256,8	5,4
2018	270,4	758,1	3.421,6	6,5
2019	275,3	779,4	3.482,4	6,5
2020	247,7	645,4	2.845,6	7,1
2021	215,0	803,1	3.383,3	5,1
2022	230,9	874,7	3.339,5	5,5

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

/ 90 /

4.6. Indicadores energéticos en Andalucía

Este apartado incluye una serie de indicadores energéticos que permiten identificar aquellas dimensiones de mayor relevancia para evaluar el estado de la matriz energética en Andalucía. En primer lugar, se establece como indicador energético general el grado de autoabastecimiento energético por fuentes. A partir del mismo, se estudian varios indicadores eléctricos como la producción bruta con renovables frente a producción bruta total, la producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica y la tasa de autogeneración eléctrica. Los siguientes apartados estudian el aporte de las energías renovables al consumo de energía primaria para uso energético para posteriormente analizar el indicador socioeconómico que refleja el empleo asociado a las energías renovables frente al empleo total del sector energético.

4.6.1. Grado de autoabastecimiento energético por fuentes

Dentro de los diversos indicadores energéticos generales se estudia el grado de autoabastecimiento energético desglosado por fuentes de energía, en el periodo que transcurre desde 2012 a 2022. Los datos recopilados ofrecen una visión detallada de la contribución de diferentes fuentes a la

Tabla 25

Grado de autoabastecimiento energético por fuentes, 2012-2022

Año	Carbón (%)	Gas natural (%)	Renovables (%)	Total (%)
2012	0,0	1,2	96,3	17,2
2013	0,0	1,3	97,3	18,9
2014	0,0	0,6	98,2	19,7
2015	0,0	0,2	98,8	16,9
2016	0,0	0,2	98,9	19,0
2017	0,0	0,1	98,8	18,4
2018	0,0	0,2	98,7	17,0
2019	0,0	0,1	98,8	19,3
2020	0,0	0,1	98,5	21,6
2021	0,0	0,2	99,4	22,2
2022	0,0	0,1	99,4	22,0

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

autosuficiencia energética total de la región. A continuación, se detallan en la tabla 25 los datos del grado de autoabastecimiento por fuentes energéticas para cada año expresados en porcentaje.

A lo largo del periodo seleccionado, se observa que las fuentes renovables han mantenido un dominio significativo en el grado de autoabastecimiento, llegando a alcanzar porcentajes superiores al 98%. Al mismo tiempo, se puede advertir una disminución progresiva de la contribución que suponen tanto el carbón como el gas natural. En el caso del carbón puede apreciarse que llega a cero y en el caso del gas natural que alcanza valores bajos durante varios años. En este sentido, el grado de autoabastecimiento total ha experimentado un aumento generalizado, logrando superar el 22% en los años 2021 y 2022. Las tendencias seleccionadas permiten indicar un progreso constante hacia mayores niveles de autosuficiencia energética, lo que destaca la importancia de las fuentes de energía renovables en la matriz energética de Andalucía.

4.6.2. Indicadores eléctricos

Los indicadores eléctricos seleccionados han sido la producción bruta con renovables frente a la producción bruta total, así como la producción con

renovables frente al consumo final de energía eléctrica y la propia tasa de autogeneración eléctrica.

4.6.2.1. *Producción bruta con renovables frente a producción bruta total*

La producción bruta con renovables es comparada con la producción bruta total en Andalucía durante el periodo 2012-2022, estando reflejados los datos en la tabla 26. Los datos recopilados ofrecen una perspectiva sobre la evolución experimentada en la contribución de las fuentes renovables en la generación total de energía en la región. La tabla 26 detalla los datos de producción bruta con renovables, la producción bruta total y el porcentaje correspondiente de la producción renovable en relación con la producción total, expresados en GWh.

En el periodo analizado se puede apreciar cómo la producción bruta con fuentes renovables ha experimentado un crecimiento sostenido, pasando de 11.664,1 GWh en 2012 a 17.543,8 GWh en 2022. El porcentaje de la producción renovable en relación con la producción total se ha visto incrementado de forma significativa, lo que indica una mayor contribución de las fuentes renovables en la generación energética de Andalucía. Se puede apreciar en la tabla que en 2021 se alcanzó el mayor porcentaje de renovables, llegando a un elevado 54,6% de la producción total. Las tendencias permiten apreciar el progreso continuo hacia una matriz energética mucho más

Tabla 26
Producción bruta con renovables frente a producción bruta total, 2012-2022

Año	Producción renovable (GWh)	Producción total (GWh)	Porcentaje de renovables
2012	11.664,1	39.738,2	29,4
2013	14.063,5	36.304,1	38,7
2014	12.937,1	33.376,4	38,8
2015	12.354,4	37.242,3	33,2
2016	13.232,7	34.347,0	38,5
2017	13.473,4	38.722,9	34,8
2018	12.199,8	36.082,6	33,8
2019	13.419,7	35.665,1	37,6
2020	15.018,0	29.395,6	51,1
2021	17.126,8	31.381,9	54,6
2022	17.543,8	38.088,8	46,1

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

sostenible, así como la creciente importancia de las fuentes renovables en la generación de energía en Andalucía.

4.6.2.2. Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica

Los datos recogidos muestran la producción bruta de energía mediante el uso de fuentes renovables en comparación con el consumo de energía eléctrica en Andalucía durante el marco temporal 2012-2022. Los datos permiten aportar información esencial sobre la contribución de las fuentes renovables al suministro energético en relación con la demanda eléctrica de la comunidad autónoma. En la tabla 27 se detallan los datos de producción bruta con renovables, así como el consumo de energía eléctrica y el porcentaje correspondiente de la producción renovable en relación con el consumo final y estando expresados en gigavatios por GWh.

La producción bruta con fuentes renovables ha experimentado un crecimiento sostenido, llegando a alcanzar su punto máximo en 2022. El porcentaje correspondiente a la producción renovable en relación con el consumo final ha experimentado un incremento significativo, lo que indica una mayor dependencia de las fuentes renovables para poder llegar a satisfacer la demanda eléctrica. Se observa que 2022 es el año en el que mayor porcentaje de renovables en el consumo final se da, alcanzando un 54,2%. Las tendencias reflejan un claro avance hacia un incremento en la

/ 93 /

Tabla 27

Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica, 2012-2022

Año	Producción renovable (GWh)	Consumo final EE (GWh)	Porcentaje de renovables en consumo final
2012	11.664,2	34.350,6	34
2013	14.063,5	32.582,3	43,2
2014	12.937,1	31.848,4	40,6
2015	12.354,4	32.577,9	37,9
2016	13.232,7	32.982,6	40,1
2017	13.473,4	33.979,7	39,7
2018	12.199,8	34.639,7	35,2
2019	13.419,7	34.427,0	39,0
2020	15.018,0	33.929,6	44,3
2021	17.126,8	33.149,6	51,7
2022	17.543,8	32.380,0	54,2

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

integración de fuentes renovables en el suministro energético de la comunidad autónoma, así como una reducción de la dependencia de fuentes no renovables.

4.6.2.3. Tasa de autogeneración eléctrica

La tasa de autogeneración eléctrica representa el porcentaje de la producción bruta total de energía eléctrica en relación con la demanda bruta total. Este porcentaje permite proporcionar una visión clave de la capacidad de la región para que pueda generar internamente la energía que consume. La tabla 28 presenta esta tasa en la comunidad autónoma de Andalucía durante el periodo 2012-2022. Los datos son relativos a la producción bruta total, la demanda bruta total y el porcentaje correspondiente a la tasa de autogeneración por cada uno de los años, expresados igualmente en GWh.

La tasa de autogeneración muestra cierta variabilidad durante los primeros años del periodo seleccionado con una marcada reducción en 2014 y 2016. Es a partir del año 2017 cuando la tasa de autogeneración muestra una tendencia hacia la recuperación y estabilización, llegando a alcanzar valores superiores al 90% durante varios años. La tasa de autogeneración alcanza su punto máximo con un impresionante 96,1%, que indica una fuerte capacidad de generación interna frente a la demanda eléctrica. Las tendencias

/ 94 /

Tabla 28
Tasa de autogeneración eléctrica, 2012-2022

Año	Producción bruta total (GWh)	Demanda bruta total (GWh)	Tasa de autogeneración eléctrica
2012	39.738,2	40.405,6	98,3
2013	36.304,1	40.385,0	89,9
2014	33.376,4	39.866,6	83,7
2015	37.242,3	40.829,4	91,2
2016	34.347,0	41.222,1	83,3
2017	38.722,9	42.142,9	91,9
2018	36.082,6	42.134,2	85,6
2019	35.665,1	41.632,1	85,7
2020	29.395,6	40.789,6	72,1
2021	31.381,9	41.753,3	75,2
2022	38.088,8	39.623,7	96,1

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

reflejan un posible aumento en la capacidad de autogeneración eléctrica en Andalucía a lo largo de los años, lo que destaca la capacidad de la comunidad autónoma para poder satisfacer su demanda internamente.

4.6.3. Indicadores renovables

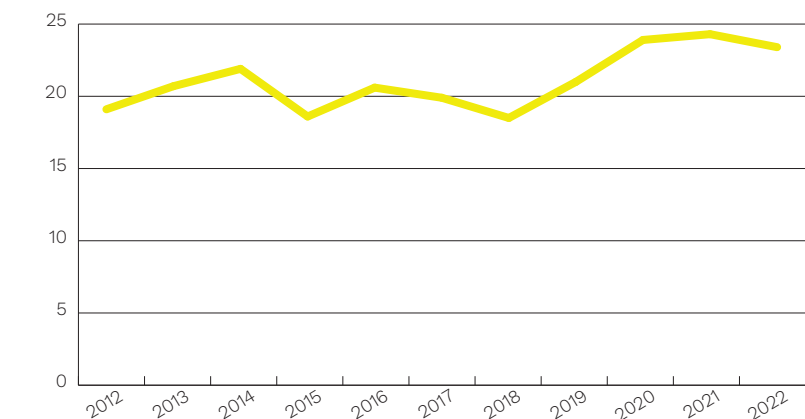
Entre los diversos indicadores renovables, se selecciona el aporte de las energías renovables al consumo de energía primaria en Andalucía. Los datos representados en la figura 7 muestran variaciones a lo largo del período 2012-2022 y se expresan en porcentajes. Este gráfico presenta la contribución relativa de las energías renovables al consumo de energía primaria para uso energético en cada año.

Los datos seleccionados revelan una tendencia positiva en el aporte de energías renovables al consumo de energía primaria en Andalucía. Según se puede apreciar, se da un incremento constante en el porcentaje de contribución de las energías renovables, lo que puede indicar un progreso significativo hacia la integración de fuentes de energía más limpias y sostenibles en el consumo de energía primaria para diversos usos energéticos en la comunidad autónoma. El resultado obtenido subraya el compromiso de Andalucía con la transición hacia un modelo energético más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

/ 95 /

Figura 7

Aporte de las energías renovables al consumo de energía primaria, 2012-2022



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

4.6.4. Indicadores socioeconómicos

Uno de los indicadores socioeconómicos seleccionado han sido los empleos asociados a las energías renovables frente al empleo total del sector energético en Andalucía en el periodo que transcurre desde 2011 hasta 2021. La tabla 29 recopila datos que ofrecen una perspectiva sobre la contribución del empleo en el sector de energías renovables al empleo total en el ámbito energético, destacando el rol primordial del sector renovable en la generación de empleo en la región. En dicha tabla quedan plasmados los datos de empleo asociados a las energías renovables, el empleo total en el sector energético y el porcentaje asociado del empleo en empleo renovable en relación con el empleo total, quedando expresado en número total de empleados.

A lo largo de la década analizada, el empleo asociado a las energías renovables en Andalucía ha logrado mantener cierta estabilidad. Esta tendencia puede apreciarse al observar las cifras cercanas a los 45.000 empleos durante varios años. A pesar de la estabilidad existente en el empleo renovable, el porcentaje del empleo renovable en relación con el empleo total ha experimentado variabilidad, llegando a alcanzar su punto máximo en 2013 con un 39,9% y mostrando una tendencia a la baja durante los años posteriores.

Tabla 29
Empleo asociado a las energías renovables frente al empleo total del sector energético en Andalucía, 2011-2021

Año	Empleo asociado a energías renovables	Empleo total sector energético	Empleo renovable / empleo total (%)
2011	44.259,0	123.568,0	35,8
2012	44.980,0	126.168,0	35,7
2013	44.941,0	112.639,0	39,9
2014	45.211,0	120.172,0	37,6
2015	42.139,0	114.169,0	36,9
2016	43.959,0	126.862,0	34,7
2017	43.775,0	136.353,0	32,1
2018	43.040,0	140.617,0	30,6
2019	50.917,0	154.378,7	33,0
2020	53.399,1	161.982,9	33,0
2021	53.374,1	178.063,7	30,0

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

Con respecto al crecimiento global del empleo, a pesar de las fluctuaciones que existen en ese porcentaje, el empleo total en el sector energético ha podido llegar a experimentar un crecimiento generalizado, lo que indica una expansión en el ámbito energético de la región. Las tendencias observadas subrayan la importancia del sector de las energías renovables en la generación de empleo en Andalucía, a pesar de que el porcentaje de empleo renovable en relación con el empleo total haya podido mostrar variabilidad a lo largo de los años.

5. Crisis geopolíticas y su impacto energético en Andalucía

5. Crisis geopolíticas y su impacto energético en Andalucía

El actual sistema energético de Andalucía se ve afectado por la coyuntura internacional y la instrumentalización de los recursos como mecanismo de presión geopolítica. Esta sección se enfoca en identificar y analizar los factores claves para la desestabilización de la situación energética en Andalucía. Las dimensiones transversales identificadas son la utilización de los recursos energéticos como instrumento político y el grado de desarrollo de las fuentes renovables en Andalucía. Basándonos en estos datos, analizamos su impacto sobre la seguridad energética en la comunidad autónoma a partir de la construcción y análisis de potenciales escenarios en el Horizonte 2050. Este documento incluye dos escenarios principales, uno de carácter continuista en el que se plantea una transición progresiva hacia las energías renovables y un segundo escenario enfocado en una transición plena hacia las renovables que puede plantear problemas relevantes. El análisis posterior identifica las implicaciones para Andalucía, que servirán de sustrato para el epígrafe relativo a las sinergias y soluciones.

/ 101 /

5.1. Factores clave en los escenarios futuros

Esta investigación ha permitido identificar aquellos factores clave para la seguridad energética en Andalucía. De acuerdo con la literatura seleccionada, un número elevado de crisis energéticas han sido generadas en el

marco de conflictos de carácter geopolítico. Este hecho clave hace que la instrumentalización del abastecimiento o la producción energética se seleccionen como tendencia transversal. Esta tendencia motriz condicionaría la situación energética en Andalucía, así como el proceso de transición hacia modelos más sostenibles de producción y abastecimiento. Además de la motivación ecológica de la transición hacia las energías renovables, resulta clave remarcar la importancia de la autosuficiencia para reducir la dependencia de fuentes exteriores. Adicionalmente a estas tendencias matrices, los escenarios se construirán sobre tendencias específicas. Algunas de ellas son de carácter político-administrativo, mientras que otras son técnicas, climáticas, sociales o relativas a los niveles de investigación y desarrollo en materia energética.

5.1.1. Factores político-administrativos

Algunas de las crisis energéticas más recientes se han visto provocadas más por motivaciones políticas que por la propia disponibilidad de recursos en la naturaleza. En el marco de un Estado democrático de derecho, los factores tanto políticos como administrativos cobran especial importancia para minimizar sus impactos, así como para desarrollar estrategias alternativas con las que compensar las carencias generadas. Cuando las políticas energéticas se desarrollan en países descentralizados o federales, los niveles autonómicos o estatales cobran especial relevancia por su nivel de discrecionalidad y cercanía a la ciudadanía. En este sentido, el grado de apoyo político a las iniciativas implementadas condiciona ineludiblemente el desarrollo de las políticas futuras en materia energética.

Los factores más específicos que condicionan las iniciativas energéticas son la «regulación normativa», que puede posibilitar un mayor desarrollo de programas de desarrollo energético o, por el contrario, impedir la puesta en marcha de las iniciativas. La orientación de esta normativa se ve condicionada por la «voluntad política» de los decisores tanto políticos como en los altos niveles de la Administración. El apoyo político a una determinada iniciativa puede orientar en una dirección específica las acciones operativas, lo que permitiría justificar la provisión de «subvenciones públicas» con las que apoyar las iniciativas. El modo en que se conjugan todos los factores seleccionados condiciona de manera clave el desarrollo de las políticas en materia energética en Andalucía, ya que el nivel político-administrativo se configura como un agente central que puede actuar como intermediario entre entidades públicas y privadas, y generar impactos no previstos a partir de una adecuada «dinamización del tejido empresarial». Los factores político-administrativos resultan esenciales tanto para garantizar unos ni-

veles óptimos de seguridad energética como para generar otros impactos sobre la economía regional y el desarrollo social.

5.1.2. Factores técnicos

La seguridad energética se ve condicionada por el desarrollo de una serie de factores técnicos que posibilitan tanto la producción como la distribución y el abastecimiento. Los epígrafes anteriores han reflejado los niveles de desarrollo de los factores técnicos que son clave para garantizar la seguridad energética. Entre ellas se puede apreciar el nivel de desarrollo de las «infraestructuras», que permiten sostener una red capaz de satisfacer las demandas de energía de la sociedad. Tanto la sofisticación como la seguridad de las infraestructuras pueden condicionar los escenarios futuros, ya que un nivel de desarrollo avanzado de infraestructuras requeriría unos mayores costes, mientras que una falta de consolidación podría no permitir alcanzar los objetivos planteados. De forma adicional a las infraestructuras, otro factor clave es la «potencia energética», ya que definirá el nivel de capacidad de satisfacción de las demandas con las que cuenta Andalucía. Esta capacidad se encuentra ligada también con las redes de «transporte y distribución» que posibilitarían o impedirían el acceso a la energía en puntos geográficos alejados de las fuentes de producción.

/ 103 /

5.1.3. Factores climáticos

Las últimas décadas han evidenciado una transformación de las pautas climáticas a nivel mundial. El calentamiento global, provocado por el aumento de los gases de efecto invernadero, ha generado un incremento de los «desastres naturales» con consecuencias catastróficas sobre las diversas poblaciones. Dada la omnipresencia de la climatología, todos los territorios se han visto y se seguirán viendo afectados por los cambios globales. En el caso de Andalucía contamos con una región afectada por el estrés hídrico y las sequías recurrentes, lo que puede afectar a la producción energética y en ocasiones motivar la búsqueda de otras fuentes de energía alternativas. Al mismo tiempo, Andalucía oriental presenta una relevante actividad sísmica con carácter incremental, que podría tanto afectar a las instalaciones energéticas como, a futuro, quizá suponer una fuente alternativa de producción energética.

De forma complementaria a la posibilidad de desastres naturales, debe tenerse en cuenta el «impacto ambiental» que genera el desarrollo energético. La producción de energía solar o eólica origina una serie de impactos y contaminaciones que deben tenerse en cuenta. Los parques de produc-

ción solar y eólica generan contaminación visual y acústica, así como la modificación del paisaje y los ecosistemas locales. Resulta esencial tener en cuenta esta consecuencia, ya que la contaminación generada, sumada a la gestión de los residuos de las instalaciones, tendrá un impacto sobre el medio ambiente, que a su vez puede incidir en los niveles de aceptación social de las políticas implementadas.

5.1.4. Factores sociales

La transición hacia modelos energéticos más sostenibles tiene un enfoque a largo plazo, en el que la población se verá afectada positiva o negativamente. Debe tenerse en cuenta la importancia de la «aceptación social» para las iniciativas implementadas. Los niveles de apoyo social a las políticas condicionarán a su vez las decisiones políticas que puedan tomarse, lo que puede requerir un esfuerzo adicional para las autoridades políticas. Los niveles de aceptación social se verán condicionados por el impacto que pueda generar la instalación de infraestructuras en determinadas regiones, ya que, si bien pueden influir sobre la «generación de empleo» especializado, este puede no revertir sobre las poblaciones. Este hecho es especialmente relevante en aquellas regiones más desfavorecidas económicamente en las que la mano de obra cualificada proceda de fuera del municipio, lo que no generaría empleo directo entre la población, pero sí mejoraría la economía de forma indirecta al originar un espacio económico novedoso. Al mismo tiempo, el desarrollo de instalaciones energéticas puede tener un impacto negativo sobre la «afluencia turística», que supone un motor económico tanto en costa como en interior en determinadas zonas de Andalucía.

/ 104 /

5.1.5. Factores I+D

El desarrollo energético se ve condicionado por el grado de investigación y desarrollo tecnológico. Andalucía es una comunidad autónoma puntera en investigación tanto pública como privada, por lo que el grado de «desarrollo de la investigación universitaria» condicionará las alternativas de producción energética disponibles. El grado de autosuficiencia se verá definido por la inversión en I+D en la región, lo que estará relacionado con el «desarrollo empresarial» que posibiliten las nuevas fuentes de energía. La seguridad energética se verá definida por los niveles de «colaboración público-privada», ya que aquellos formados en centros universitarios y técnicos financiados por la Junta de Andalucía integrarán las plantillas profesionales de empresas privadas en la región. El trasvase de personal y de conocimiento entre ambos sectores deberá ser correctamente gestionado a fin de evitar la pérdida de talento y revertir en la mejora de la región. Entre los

factores I+D cobra especial relevancia la búsqueda de «nuevas fuentes de energía» que supongan una alternativa factible, sostenible y autosuficiente para Andalucía. Como se ha podido apreciar, la autosuficiencia es el objetivo final de la transición energética, por lo que la búsqueda de fuentes alternativas se convierte en un objetivo relevante en los escenarios de futuro.

5.2. Riesgos y desafíos para Andalucía

La construcción y análisis de los escenarios se realiza a partir de la revisión documental recopilada en los epígrafes anteriores. De acuerdo con la metodología de investigación empleada, se han seleccionado unas tendencias transversales vinculadas con los riesgos a la seguridad, prestando especial atención a la importancia de la competición por los recursos. A partir de estas tendencias macro, se han seleccionado unas megatendencias aplicables al caso andaluz que se desarrollan en dos escenarios para los que la transición energética tiene un rol central. Tanto las megatendencias como las tendencias específicas se recogen en la tabla 30.

Según lo reflejado en la tabla 30, las megatendencias clave se encuentran desagregadas en tendencias específicas que facilitan la operacionalización de los escenarios desarrollados. La multiplicidad de elementos implica que la megatendencia política-administrativa se encuentre desagregada en la producción de regulación normativa, el nivel de compromiso y voluntad

/ 105 /

Tabla 30

Tendencias para la construcción de escenarios

Megatendencias	Tendencias específicas
Político-administrativa	Regulación normativa Voluntad política Subvenciones públicas Dinamización del tejido empresarial
Técnica	Infraestructuras Potencia energética Transporte y distribución
Climática	Desastres naturales Impacto ambiental
Social	Afluencia turística Generación de empleo Aceptación social
I+D	Investigación universitaria Desarrollo empresarial Colaboración público-privada Nuevas fuentes de energía

Fuente: elaboración propia.

política en España, las subvenciones proporcionadas en materia energética y la implicación política para dinamizar el tejido empresarial. Por su parte, la megatendencia técnica se desagrega en infraestructuras, el nivel de potencia energética y la calidad de infraestructuras dedicadas tanto al transporte como a la distribución de energía. Debido a la importancia del cambio climático para la transición energética, los escenarios tienen en cuenta una megatendencia climática que incluye los diversos desastres naturales que pueden tener lugar en Andalucía, así como las diversas formas de impacto ambiental producidas por la generación de campos de producción de energías no renovables.

La transversalidad de los escenarios presta atención a la dimensión social, en la que se puede apreciar cómo influiría la afluencia turística en la transición energética, así como en la generación de empleo o en los niveles de aceptación social que pueden tener lugar a partir de la promoción de las energías renovables en Andalucía. Estrechamente vinculado con el desarrollo social se encuentra la megatendencia relativa a la innovación y el desarrollo. A nivel de I+D destacan tendencias como la promoción de la investigación universitaria, el desarrollo de soluciones desde el sector empresarial, el nivel de consolidación de la colaboración público-privada y la búsqueda de fuentes de energía.

Los escenarios contruidos ponen en interacción las tendencias indicadas con anterioridad. A partir de las mismas se construye una narrativa en el Horizonte 2050 en la que se reflejan las diversas interacciones y el modo en que se pueden manifestar. Los epígrafes relativos al desarrollo de escenarios incluyen un punto de partida, seguido de una narrativa hipotética en la que interactúan las tendencias y, por último, un análisis de cada uno de los diferentes escenarios. De acuerdo con lo indicado con anterioridad, se desarrollan dos escenarios, el primero de ellos es de carácter continuista, en el que se reflejan las diversas implicaciones de mantener una transición energética pausada y progresiva, muy similar a la situación actual. El segundo escenario parte de una situación de potencial crisis a partir de una mayor apuesta por las energías renovables. Se opta por un escenario conservador y continuista para compararlo con el segundo escenario, más negativo y que permite ilustrar los riesgos asociados a la transición energética. Este documento no incluye un escenario completamente positivo derivado de la consolidación de la transición energética para posibilitar la formulación de soluciones alternativas a las situaciones planteadas.

5.2.1. Escenario 1: Transición energética más lenta

Según las tendencias reflejadas en este documento, el escenario más probable es que Andalucía prosiga con una lenta transición energética en la que se combinen tanto fuentes de energía renovables como no renovables. En este primer escenario puede apreciarse cómo desde las instituciones políticas se continuaría promoviendo un desarrollo normativo favorable al fomento de la transición energética. En este sentido, la Junta de Andalucía continuaría mostrando su compromiso político con este proceso, apostando por un mayor volumen de subvenciones públicas. El respaldo normativo y político llevaría a la creación de unas condiciones favorables que permitirían dinamizar el tejido empresarial, teniendo un impacto no solo sobre las empresas energéticas, sino sobre todo el tejido productivo de la región.

En este contexto, la apuesta por promover un escenario energético más sostenible implicaría un incremento de la construcción de infraestructuras, manteniendo a su vez las conexiones con el Magreb para continuar con el abastecimiento de energías no renovables. Durante este periodo, continuarían los problemas identificados entre la relación producción-demanda, para lo que sería necesario una mejora de las conexiones, así como una actualización de las infraestructuras portuarias para facilitar el acceso de fuentes de energía no renovables.

Dado que los estudios prospectivos indican un incremento del estrés hídrico en la región, las energías renovables de mayor fiabilidad continuarían siendo la solar y la eólica. Al incrementarse la instalación de centros de producción mediante los campos de placas y los molinos de viento, se podría producir un impacto negativo en los ecosistemas de Andalucía. Entre ellos podrían destacar las intervenciones para realizar las instalaciones eléctricas, el asfaltado de caminos y el consecuente impacto acústico y visual de estas instalaciones. Esto podría generar problemas de aceptación social en algunas zonas que puedan verse afectadas, así como que el empleo generado podría no revertir en los municipios específicos al proceder los trabajadores de otros lugares debido a la necesidad de cualificaciones específicas.

Al mismo tiempo, tendencias clave como la afluencia turística en determinadas zonas geográficas, tanto de costa como de interior, puede suponer un problema para el desplazamiento de trabajadores. En este sentido, podrían producirse problemas como el acceso a la vivienda, el traslado continuado entre núcleos poblacionales y, por tanto, un consecuente problema social en Andalucía. Por su parte, el escenario planteado refleja un incremento de las redes generadas entre empresas y escuelas de negocio para fortalecer

el tejido investigador. En este escenario las empresas seguirían apostando por la inversión económica en sectores de energía renovables, así como continuarían promoviendo la colaboración público-privada. Respecto a la profundización en nuevas fuentes de energía, se seguiría investigando respecto a las posibilidades del hidrógeno verde, aunque este no llegaría a consolidarse como una alternativa viable en el medio plazo.

5.2.2. Escenario 2: Transición energética con problemas

Una de las principales preocupaciones respecto a las energías no renovables es la disponibilidad del abastecimiento. Como se exponía en epígrafes anteriores, en numerosas ocasiones ha sido instrumentalizado con fines políticos, lo que genera cierta vulnerabilidad en aquellos países que no son productores. Una de las justificaciones más extendidas para promover la transición energética es la reducción de la interdependencia energética mediante la autoproducción. El problema que plantea esta autosuficiencia es que se genera una ventana de vulnerabilidad respecto al exterior por la necesidad de emplear tierras raras localizadas en zonas de conflicto caracterizadas por la inestabilidad política y la injerencia de potencias extranjeras.

/ 108 /

Este escenario plantea problemas derivados de una situación en la que se hayan consolidado las energías renovables y reducido el empleo de energías fósiles, pero en el que se pueda producir una interrupción o una reducción de la asequibilidad del suministro. La situación implicaría una regulación mucho más estricta en el uso y consumo de energía, lo que a su vez requeriría una colaboración más estrecha entre la Junta de Andalucía y el Gobierno de España para buscar alternativas al abastecimiento. Esta situación podría requerir de subvenciones adicionales para afrontar el gasto energético. Ante un contexto de crisis como el planteado, se podrían encontrar dificultades para lograr dinamizar el tejido empresarial, ya que el desabastecimiento de determinados minerales podría paralizar la construcción de infraestructuras adicionales a las existentes.

La escasez de producción energética procedente de fuentes renovables llevaría a su vez a un incremento del abastecimiento mediante energías no renovables de importación. Un aumento de la demanda al exterior implicaría una mayor inversión económica para mejorar las infraestructuras portuarias para permitir el abastecimiento en Andalucía. Esta demanda de fuentes no renovables también se vería incrementada por los problemas de estrés hídrico que impedirían una utilización de las plantas de producción hidroeléctrica. El incremento de combustibles no renovables también conllevaría una mayor tasa de contaminación al generarse un mayor volumen

de gases de efecto invernadero, pero al paralizarse el uso de fuentes renovables, no se generarían más residuos procedentes de los componentes para generar energía renovable.

La falta de componentes implicaría un aumento del paro en los sectores dedicados a las energías renovables, ya que la quiebra del sector podría implicar el cierre de empresas y la cancelación de programas en curso con alto volumen presupuestario. Estas pérdidas económicas podrían generar percepciones sociales negativas hacia la transición energética y en algunas regiones más afectadas por esta crisis podría llegar a provocar protestas. A nivel de investigación y desarrollo, aunque algunas empresas pudieran quebrar, aquellas más consolidadas mantendrían sus procesos de investigación en el marco de la colaboración público-privada, orientando los programas de desarrollo a una búsqueda de fuentes energéticas alternativas para suplir las carencias generadas por la crisis de las renovables.

5.2.3. Análisis de escenarios

Ambos escenarios subrayan la importancia crucial del respaldo político en la implementación de iniciativas relacionadas con la transición energética. Se destaca que esta transición no solo requiere de un apoyo normativo firme, sino que también debe ser adaptable para enfrentar los desafíos futuros. Tal como se refleja en ambos escenarios, es probable que en las próximas décadas la transición energética dependa de una combinación de recursos renovables y no renovables. Un cambio abrupto y rígido de un tipo de energía a otro es inviable, ya que factores externos pueden influir y complicar la consecución de este objetivo.

Las energías renovables, en su estado actual de desarrollo, demandan una alta inversión y pueden generar vulnerabilidades a medio y largo plazo, especialmente si se producen alteraciones geopolíticas. La literatura sugiere que, durante las últimas décadas, las grandes potencias han utilizado el suministro de hidrocarburos como un instrumento de presión geopolítica. Desde la década de los cincuenta, se han registrado conflictos relacionados con el petróleo, así como severas crisis posteriores (Ortuño, 2021). Más recientemente, hemos visto cómo Rusia ha instrumentalizado los flujos de gas natural como un método de presión política sobre la UE.

La necesidad de garantizar una autonomía energética ha impulsado el desarrollo de energías renovables, pero esta evolución también podría crear nuevas vulnerabilidades para la seguridad energética nacional. Como se mencionó anteriormente, varios de los componentes necesarios para las tecnologías renovables dependen de minerales extraídos de regiones en

conflicto. Si estas zonas fueran controladas por potencias rivales, España se vería subordinada a sus intereses.

Desde una perspectiva geopolítica, podría ser más beneficioso optar por una transición energética gradual, consiguiendo tiempo para desarrollar alternativas que no dependan de materiales procedentes de áreas inestables. El objetivo principal debe ser mantener un nivel adecuado de independencia energética, mientras se asegura un abastecimiento sostenible que evite futuras crisis. Los escenarios analizados también destacan la importancia de la investigación y el desarrollo, lo que requiere inversión económica para potenciar el capital humano y tecnológico en Andalucía. De este modo, la comunidad autónoma podría posicionarse como líder en la producción de energías renovables que no dependen de recursos externos.

La transición energética está alineada con el objetivo global de establecer una economía libre de emisiones de carbono. Este proceso se fundamenta en dos pilares: la mitigación del cambio climático y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. El primero se basa en los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París de 2015 (COP21), que subraya la necesidad urgente de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El segundo pilar observa la creciente dependencia de Europa de los combustibles fósiles, lo que implica costes comerciales elevados y una significativa vulnerabilidad estratégica (Mielgo, 2018).

En el ámbito de la geopolítica de las energías renovables, existen dos visiones predominantes sobre las implicaciones globales de esta transición. La primera perspectiva argumenta que el foco de conflicto se trasladará de la dependencia de los combustibles fósiles a la dependencia de materiales críticos necesarios para las infraestructuras energéticas renovables (Vakulchuk *et al.*, 2020). Este enfoque sugiere que los nuevos recursos estratégicos, como las tierras raras y otros materiales esenciales para la tecnología verde, podrían convertirse en puntos de tensión y competencia entre países, replicando o incluso intensificando las disputas geopolíticas históricas asociadas a los hidrocarburos.

Por otro lado, la segunda perspectiva sostiene que la naturaleza inagotable y descentralizada de las energías renovables fomentará una geopolítica más pacífica en comparación con la dominada por los combustibles fósiles. Según esta visión, la capacidad de un mayor número de países para aprovechar simultáneamente las fuentes de energía renovable disminuye las desigualdades en el acceso a los recursos energéticos y, en consecuencia, reduce el potencial de conflictos internacionales (Agnew, 2005). En este sentido, la diversificación geográfica de las fuentes de energía renovable

contribuiría a una mayor estabilidad global al distribuir de manera más equitativa el acceso a los recursos energéticos.

En nuestro análisis adoptamos la primera visión, considerando que la creciente dependencia de materiales críticos para las tecnologías renovables podría generar nuevas tensiones y conflictos geopolíticos. A medida que los países buscan asegurar el suministro de estos materiales estratégicos, podrían surgir rivalidades y disputas similares a las observadas en el contexto de los recursos fósiles.

El impacto de las energías renovables en las relaciones interestatales es evidente a través de diversos mecanismos, como la transferencia de tecnología y la provisión de materias primas necesarias para el desarrollo de estas energías (Hatipoglu *et al.*, 2020). En un escenario global donde la desaparición de los combustibles fósiles parece inevitable, tanto los países consumidores como los exportadores deben reevaluar sus estrategias para garantizar el suministro energético. Además, es crucial que reconsideren sus relaciones internacionales, integrando la geopolítica tradicional de los hidrocarburos con las nuevas dinámicas impuestas por la transición energética (Del Pino, 2020).

Una característica clave de las fuentes de energía renovable es su distribución geográfica más amplia en comparación con los combustibles fósiles. Esta dispersión permite que un mayor número de países pueda aprovechar simultáneamente estas fuentes, lo que contribuye a reducir su vulnerabilidad energética (*ibid.*). La expansión del acceso a las energías renovables entre diversos Estados también disminuye la probabilidad de que estas fuentes sean utilizadas como herramientas de manipulación política, dado que su disponibilidad no está restringida a unos pocos actores dominantes (Escribano, 2017).

Sin embargo, el uso de energías renovables como arma política presenta desafíos técnicos y logísticos. A diferencia de los combustibles fósiles, interrumpir el suministro de energía renovable a otro Estado implica la necesidad de almacenar dicha energía, lo cual es complejo y costoso debido a la naturaleza intermitente y variable de las fuentes renovables. Además, la infraestructura actual carece de la flexibilidad necesaria para redirigir el flujo de energía a otros destinos, ya que no existen redes alternativas suficientemente desarrolladas para gestionar estos cambios. Esta limitación tecnológica complica significativamente la capacidad de los Estados para emplear las energías renovables como herramientas de coerción o presión política, reduciendo así su potencial de manipulación geopolítica en comparación con los recursos energéticos tradicionales.

A pesar de estos desafíos, la transición energética tiene profundas implicaciones para la seguridad internacional y la gobernanza global, dando lugar a la emergencia de nuevos actores en la arena internacional. Esta transición podría provocar conflictos territoriales entre Estados vecinos, ya que las instalaciones de energía solar y eólica requieren hasta 100 veces más espacio que las necesarias para la energía térmica tradicional. Como resultado, podrían reavivarse conflictos latentes sobre áreas fronterizas destinadas a la generación de energía renovable.

Asimismo, los sistemas tecnológicos interconectados que sustentan las energías renovables presentan un riesgo considerable para la ciberseguridad de los países. La creciente dependencia de infraestructuras digitales para la gestión y distribución de la energía renovable expone a las naciones a potenciales ciberataques, como lo demuestran incidentes recientes que han vulnerado redes nacionales, provocando interrupciones y daños significativos (López-Rodríguez *et al.*, 2023). A medida que las energías renovables se integran en los sistemas energéticos globales, se vuelve imperativo fortalecer las defensas cibernéticas para garantizar la seguridad y estabilidad de estos sistemas críticos (Hatipoglu *et al.*, 2020).

La apropiación y acumulación de tierras por parte de grandes corporaciones puede tener efectos perjudiciales para el sector agrícola local. La instalación de grandes plantas industriales no siempre genera los beneficios económicos y sociales esperados para las comunidades cercanas. En lugar de contribuir positivamente al desarrollo local, estas instalaciones tienden a afectar negativamente la economía regional, desviando tierras tradicionalmente destinadas a la agricultura. Además, estas plantas suelen reducir las oportunidades laborales en lugar de crearlas, ya que su funcionamiento requiere un número limitado de trabajadores encargados de su mantenimiento y gestión (Sendra *et al.*, 2022). Esta situación limita el potencial de crecimiento económico para las comunidades locales, exacerba la inseguridad laboral y contribuye a la disminución de la actividad agrícola en la región.

Ante las complejidades y desafíos asociados con la transición energética, es evidente que un enfoque equilibrado y bien planificado es esencial para mitigar los riesgos y maximizar los beneficios. La combinación de recursos renovables y no renovables durante la transición no solo es una estrategia pragmática, sino también una medida necesaria para asegurar una transición energética fluida y eficiente. Es crucial establecer políticas que no solo promuevan el desarrollo de tecnologías limpias, sino que también garanticen la estabilidad y seguridad de la infraestructura energética. Esto incluye estrategias para reducir la dependencia de materiales críticos pro-

venientes de zonas de conflicto y la inversión en tecnologías avanzadas que fortalezcan la resiliencia del sistema energético.

Además, la colaboración internacional y el desarrollo de normativas globales serán fundamentales para gestionar los riesgos emergentes y asegurar una transición energética que beneficie a todas las partes involucradas. La inversión en investigación y desarrollo, especialmente en tecnologías que reduzcan la vulnerabilidad geopolítica, permitirá a regiones como Andalucía no solo adaptarse a los cambios, sino también liderar en la creación de soluciones energéticas sostenibles. A largo plazo, un enfoque integrado que combine el avance tecnológico con una planificación estratégica y un fuerte apoyo político permitirá a las naciones avanzar hacia una economía energética más segura, equitativa y resiliente.

6. Sinergias y soluciones

6. Sinergias y soluciones

La optimización de la seguridad energética en Andalucía puede resultar posible mediante la provisión de propuestas de sinergias y soluciones futuras. El análisis elaborado en este documento ha proporcionado una visión teórica que abarca las diferentes dimensiones del fenómeno estudiado. A partir de la información identificada, se han seleccionado una serie de factores claves para la construcción de escenarios. El análisis de escenarios de futuro permite identificar cuáles serán las potenciales alianzas y colaboraciones a nivel nacional e internacional, detectando qué innovaciones tecnológicas son necesarias para mejorar los niveles de seguridad energética en la región. La prevención es fundamental para mantener unos adecuados niveles de seguridad energética. En este sentido, resulta clave un diseño del abastecimiento energético a partir de una diversidad de fuentes, primando la búsqueda de una fuente sostenible y que no requiera de materiales procedentes del exterior.

La prevención requiere no solo políticas macro con un enfoque holístico y a largo plazo, sino también programas en los niveles inferiores que incidan en la concienciación social y en la necesidad de colaboración entre las diversas entidades existentes en la región. Como se aprecia en el análisis, se requiere de técnicos formados y concienciados en la necesidad de proteger el abastecimiento y la producción, incidiendo en la seguridad de las insta-

laciones. Los riesgos pueden verse minimizados mediante la combinación de fuentes energéticas diversas, así como mediante la construcción de un tejido técnico-industrial que posibilite la búsqueda de nuevas fuentes alternativas, la generación de empleo y la configuración de Andalucía como un referente regional en materia energética.

6.1. Potenciales alianzas y colaboraciones

El análisis elaborado pone de manifiesto la interrelación de elementos y la interacción continuada de múltiples actores que participan en la gestión de la seguridad energética. Como se ha podido apreciar, resulta clave que se implementen mecanismos de colaboración entre entidades públicas y privadas. La Junta de Andalucía es la institución política capaz de gestionar la coordinación de las alianzas y colaboraciones entre instituciones universitarias, centros de formación y agentes privados del sector energético. Como se apreciaba en los escenarios, se requiere de una mayor inversión económica y humana para potenciar la investigación en la búsqueda de nuevas fuentes energéticas alternativas.

/ 118 /

Desde su posición como organización política regional, la Junta de Andalucía puede fomentar una relación más fluida entre las universidades y aquellas empresas dedicadas a la investigación y la producción de energía. La comunidad autónoma cuenta con diez universidades públicas y tres privadas, lo que posibilita la consolidación de un capital humano capaz de contribuir a la transición energética. Resultaría necesario establecer programas y cauces de inserción laboral que permitan una traslación de los graduados en materias técnicas a un mercado laboral dinámico y en continua evolución como es el de la energía. La implementación de estos programas no solo revertiría en una mejora de la situación energética en Andalucía, sino que también podría generar impactos sustanciales sobre el mercado laboral de la región. Mediante una política adecuada de gestión de capital humano, se impediría la fuga de cerebros y se mantendría el talento dentro de Andalucía.

Además de la colaboración público-privada a nivel regional, la Junta de Andalucía puede actuar como interlocutor con niveles ministeriales en España, así como con diferentes organismos en el ámbito europeo. La posición privilegiada de la región incrementa su importancia, así como al posicionarse como un referente en energías renovables Andalucía podría aumentar también la atracción de talento exterior e inversiones extranjeras para mejorar los niveles de seguridad energética. Resulta importante contar con meca-

nismos de diplomacia exterior y convenios multilaterales con otros países para atraer capital humano y económico con el que consolidar el desarrollo de la transición energética.

6.2. Innovaciones tecnológicas para mejorar la seguridad energética

La dimensión tecnológica cobra especial importancia en el marco de la transición energética, ya que se requiere de un respaldo técnico para garantizar tanto el suministro como la producción de energía. En este sentido, la promoción de innovaciones tecnológicas es clave para mejorar la situación actual y minimizar las vulnerabilidades futuras. De acuerdo con lo reflejado en la literatura, la ausencia de riesgos y amenazas no es total, ya que siempre pueden producirse daños intencionados o fortuitos imprevistos. Debido a estos elementos, debe contarse con una tecnología avanzada que mantenga unos niveles elevados de seguridad energética. Entre los diversos elementos detectados en esta investigación, se aprecia la importancia de la seguridad de las instalaciones físicas, así como las redes de transporte de energía desde los centros de producción hasta los usuarios finales.

Hay que promover el desarrollo de sistemas de alerta temprana o la automatización de procesos para informar de los fallos que puedan producirse, reduciendo los tiempos de intervención de los técnicos responsables. Al mismo tiempo que se le presta atención a la protección de la infraestructura, debe atenderse a los sistemas informáticos. Una proporción relevante de la innovación tecnológica debe encontrarse orientada a la mejora de la integridad de los sistemas digitales. En un contexto caracterizado por unos elevados niveles de conectividad, actores criminales o adversarios estatales pueden explotar las vulnerabilidades de los sistemas con fines dañinos. Un ataque cibernético contra los sistemas informáticos de las redes energéticas podría tener efectos devastadores sobre la sociedad, generando tanto un desabastecimiento inmediato como un efecto cascada sobre otros sectores económicos o sanitarios.

La innovación tecnológica se configura entonces como un pilar clave en la búsqueda de fuentes de energía alternativas. A partir de lo ya identificado en el análisis de escenarios, el descubrimiento de fuentes de energía que no requieran de elementos minerales procedentes de otras áreas geográficas sería el factor clave para la autosuficiencia energética. En este sentido, un adecuado desarrollo tecnológico para producir nuevas fuentes de energía resulta esencial para incrementar los niveles de autonomía energética

y generar unos niveles de seguridad más elevados. Una mayor inversión en investigación y desarrollo resultaría clave para construir un sistema energético caracterizado por una mayor sostenibilidad y autosuficiente. De forma complementaria al factor humano, la dimensión tecnológica se constituye como un elemento clave en la transición energética.

7. Conclusiones

7. Conclusiones

El presente documento analiza las capacidades que posee la comunidad autónoma de Andalucía para contribuir a incrementar la fortaleza de la seguridad energética a nivel nacional y europeo. Como se ha reflejado a lo largo del análisis, se ha prestado especial atención a la conceptualización de la seguridad energética, siendo una dimensión integral y multidimensional que consta de diversas ramificaciones. Este estudio ha evidenciado la importancia de la interconexión entre el nivel autonómico, nacional y europeo, estudiando los diferentes aspectos vinculados con la soberanía nacional, las limitaciones tecnológicas y la vulnerabilidad de los sistemas materiales. Igualmente, ha prestado atención a los diferentes riesgos existentes tanto a nivel temporal como material, que han podido quedar patentes en la sección dedicada a estudiar la relación entre energía y geopolítica, habiendo sido instrumentalizado el abastecimiento con fines políticos como mecanismo de presión.

El estudio de todo el aparato normativo presta atención a las dimensiones jurídico-legales, que en Andalucía se encuentran en consonancia tanto con el nivel nacional como con el europeo. El análisis muestra una amplia producción normativa, que tiene en cuenta los elementos reflejados en las estrategias energéticas, los objetivos europeos y las potencialidades futuras del empleo de fuentes de abastecimiento alternativo. El sistema energético andaluz posee un gran potencial respecto a las energías renovables, que han demostrado ser fuentes eficientes y eficaces y contribuyen

a un futuro más sostenible. Los datos procedentes de la Agencia Andaluza de Energía muestran un compromiso continuado de la región con la producción energética procedente de fuentes renovables, a pesar de continuar combinándolo con fuentes no renovables.

Los datos cuantitativos presentan una imagen en tramos temporales de la evolución de diversas dimensiones claves para la seguridad energética. Este estudio ha prestado atención al desarrollo de las redes de distribución y transporte, así como a los cambios experimentados en las instalaciones de generación eléctrica y transformación energética. A la hora de analizar las diferentes fuentes y niveles de consumo de energía, se aprecia una preeminencia de los combustibles no renovables, destacando aquellos de origen fósil. El empleo de estos con fines de producción energética implica efectos negativos a nivel de contaminación y suministro, incrementando la necesidad de reflexionar respecto al rol de las renovables como fuente de consumo.

En relación con las energías renovables, el análisis de datos muestra un incremento progresivo de la presencia de estas en diversos ámbitos. Entre ellos destaca la dimensión de consumo, producción energética y especialmente se aprecia su incremento en el sector servicios. La importancia de este tipo de energía es su alta capacidad de autoabastecimiento, lo que puede incrementar sustancialmente los niveles de autonomía energética en la región, así como fomentar el desarrollo tecnológico y la producción industrial. Apostar por una mayor producción energética renovable no solo resultaría positivo para el medio ambiente, sino que también contribuiría sustancialmente a la mejora de la economía, el desarrollo social y la reducción de la brecha salarial entre diversos sectores sociales.

El análisis de escenarios refleja la importancia de contar con fuentes de consumo alternativas a las no renovables para evitar el desabastecimiento por interrupciones deliberadas o fortuitas en el suministro. De igual forma, los escenarios que apuestan por fuentes de energía alternativas inciden en la relevancia de la colaboración público-privada para incrementar los niveles de autosuficiencia energética. Como se indicaba con anterioridad, resulta crucial tener en cuenta los impactos positivos del incremento de las renovables. Al mismo tiempo, es relevante incluir en el análisis los potenciales riesgos al transformar la dependencia de fuentes no renovables en una dependencia de los minerales necesarios para generar energía renovable. Esto podría llevarnos a un escenario de dependencia mucho más peligroso, al encontrarse estos minerales en regiones políticamente frágiles e inestables.

Los análisis de escenarios tienen en cuenta la importancia de eventos poco probables de alto impacto, como crisis económicas o políticas en zonas de tránsito o producción energética, las cuales pueden tener un efecto inmediato sobre la seguridad energética en Andalucía. El rol de la región resulta clave al conformarse como una zona de paso, así como por contar con una abundancia de recursos como la energía solar o la eólica, las cuales pueden contribuir sustancialmente a su propio autoabastecimiento y a la seguridad energética a nivel nacional. Andalucía se configura como una región con un alto potencial en investigación y desarrollo, tanto a nivel privado como de investigación universitaria, que puede permitir la transición energética y su consolidación en las próximas décadas. La conjunción de todos estos elementos posibilita definir el rol de Andalucía en el futuro para poder afrontar satisfactoriamente los cambios venideros en el entorno internacional.

8. Bibliografía

8. Bibliografía

- Abraham-Dukuma, M. C. (2021). Dirty to clean energy: Exploring 'oil and gas majors transitioning'. *The Extractive Industries and Society*, 8(3), 100936. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.100936>
- Agnew, J. (2005). Geopolítica: *Una re-visión de la política mundial*. Trama editorial.
- Ahedo Cordón, P. (2023). ¿Puede Iberoamérica convertirse en una alternativa energética a Rusia? Los casos de Méjico, Venezuela, Argentina o Brasil. En *Energía y Geoestrategia 2023* (pp. 273-338). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Akins, J. (1973). The oil crisis: This time the wolf is here. *Foreign Affairs*, 51(3), 462-490.
- Andriosopoulos, K. (2016). Energy security in East Asia under climate mitigation scenarios in the 21st century. *Omega*, 59, 60-71. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.010>
- Ang, B. W., Choong, W. L. y Ng, T. S. (2015). Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1077-1093. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.064>
- Atkinson, N. (2024). La OPEP: una larga historia y un papel esencial en el futuro energético. *Energía y Geoestrategia 2024* (1ª ed., pp. 115-156). Ministerio de Defensa, Instituto Español de Estudios Estratégicos.

- Ayerbe, A. I. (2020). La ciberseguridad en el sector energético. *Análisis del Real Instituto Elcano (ARI)*, (3), 1.
- Bohi, D. R., Toman, M. A. y Walls, M. A. (1996). *The Economics of Energy Security*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Bordoff, J. y O'Sullivan, M. L. (2022). La nueva geopolítica de la energía. *Papeles de Energía*, (17), 47-68. <https://www.funcas.es/articulos/la-nueva-geopolitica-de-la-energia/>
- Cabello Calvo, B. (2023). Ecombustibles y combustibles sintéticos y su papel ante el panorama actual. En *Energía y Geoestrategia 2023* (pp. 93-146). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Chang, Y. y Yong, J. (2007). Differing perspectives of major oil firms on future energy developments: An illustrative framework. *Energy Policy*, 35(11), 5466-5480. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.05.013>
- Checchi, A. (2008). *Interesse nazionale e gas naturale: Russia, Norvegia, Algeria e Olanda*. Tesis doctoral, Universidad de Florencia.
- Checchi, A., Behrens, A. y Egenhofer, C. (2009). *Long-Term Energy Security Risks for Europe: A Sector-Specific Approach* (SSRN Scholarly Paper 1334620). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1334620>
- Cherp, A. y Jewell, J. (2014). The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy policy*, 75(C), 415-421. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>
- Chester, L. (2008). The (default) strategy determining the security of Australia's energy supply. En *Second international association for energy economics (IAEE) Asian conference: Energy security and economic development under environmental constraints in the Asia-Pacific region* (pp. 97-122). Curtin University of Technology.
- Chester, L. (2010). Conceptualising energy security and making explicit its polysemic nature. *Energy Policy*, 38(2), 887-895. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.039>
- Cohn, T. H. y Hira, A. (2020). *Global political economy: Theory and practice*. Routledge.
- Del Pino García, M. (2020). Geopolítica de las renovables. *Global Strategy*. <https://global-strategy.org/geopolitica-de-las-energias-renovables-panacea-o-placebo-implicaciones-de-la-transicion-energetica-en-espana/>

- Dunham, I. M. y Schlosser, K. (2016). Energy security discourses and environmental protection measures in US federal energy legislation: An introductory exploration. *The Extractive Industries and Society*, 3(1), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2015.11.015>
- Energy Supply Security: The Emergency Response of IEA Countries 2014* – Analysis. (2014, junio 25). IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-supply-security-the-emergency-response-of-iea-countries-2014>
- Escribano, G. (2006). *Seguridad Energética: Concepto, escenarios e implicaciones para España y la UE* (DT). Real Instituto Elcano. <https://www.realinstitutoelcano.org/documento-de-trabajo/seguridad-energetica-concepto-escenarios-e-implicaciones-para-espana-y-la-ue-dt/>
- Escribano, G. (2008). Entre el mercado y la geopolítica: seguridad de abastecimiento y corredores energéticos en la UE. ICE, *Revista de Economía*, 1(842), 29-44. <https://revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1141>
- Escribano, G. (2014). La seguridad energética española en un escenario en transición. En *Cuadernos de Estrategia* 166 (pp. 93-126). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Escribano, G. (2017). Energías renovables y renovación de la geopolítica. En *Energía y Geoestrategia* 2017 (pp. 21-57). Madrid: Instituto Español de Estudios Estratégicos, Ministerio de Defensa.
- European Commission (2010). *EU Energy and Transport in Figures*. Brussels.
- Evolution of key regional natural gas prices, June 2021-October 2022 – Charts – Data & Statistics* (2022). IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-key-regional-natural-gas-prices-june-2021-october-2022>
- Flores Sánchez, S., Flores Segovia, M. A. y Rodríguez López, L. C. (2023). Estimating a national energy security index in Mexico: A quantitative approach and public policy implications. *Energy Strategy Reviews*, 45, 101019. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101019>
- Flouri, M., Karakosta, C., Kladouchou, C. y Psarras, J. (2015). How does a natural gas supply interruption affect the EU gas security? A Monte Carlo simulation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 785-796. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.029>
- Gillessen, B., Heinrichs, H., Hake, J.-F. y Allelein, H.-J. (2019). Energy security in context of transforming energy systems: a case study for natural

gas transport in Germany. *Energy Procedia*, 158, 3339-3345. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.966>

Gitelman, L., Magaril, E. y Kozhevnikov, M. (2023). Energy Security: New Threats and Solutions. *Energies*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/en16062869>

Gobierno de España (2013). *Estrategia de Seguridad Nacional. Un proyecto compartido*.

Godet, M. (1991). *Problemas y métodos de prospectiva: caja de herramientas*. Instituto Vasco de Estudios Prospectivos.

Godet, M. (2006). *Creating Futures. Scenario Planning as a strategic management tool*. Economica Ltd.

Goncharuk, A. G. y Cirella, G. T. (2020). A perspective on household natural gas consumption in Ukraine. *The Extractive Industries and Society*, 7(2), 587-592. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.03.016>

Gracceva, F. y Zeniewski, P. (2014). A systemic approach to assessing energy security in a low-carbon EU energy system. *Applied Energy*, 123, 335-348. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.12.018>

/ 132 /

Hatipoglu, E., Al Muhanna, S. y Efird, B. (2020). Renewables and the future of geopolitics: Revisiting main concepts of international relations from the lens of renewables. *Russian Journal of Economics*, 6(4), 358-373. <https://doi.org/10.32609/j.ruje.6.55450>

Hauber, J. y Ruppert-Winkel, C. (2012). Moving towards Energy Self-Sufficiency Based on Renewables: Comparative Case Studies on the Emergence of Regional Processes of Socio-Technical Change in Germany. *Sustainability*, 4(4), 491-530. <https://doi.org/10.3390/su4040491>

Henderson, J. (2016). Does Russia have a potent gas weapon? En T. Van de Graaf, B. K. Sovacool, A. Ghosh, F. Kern y M. T. Klare (Eds.), *The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Energy* (pp. 461-486). Palgrave Macmillan.

Heuer, R. J. (1999). *Psychology of Intelligence Analysis*. Agencia Central de Inteligencia.

Heuer, R. J. y Pherson, R. H. (2015). *Técnicas analíticas estructuradas para el análisis de inteligencia*. Plaza y Valdés.

- IEEE - *Energía y Geoestrategia 2023* (2023). <https://www.ieee.es/publicaciones-new/energia-y-geoestrategia/2023/ENERGEO2023.html>
- Isbell, P. (2007). Reexaminando la seguridad energética. *Análisis del Real Instituto Elcano* (ARI), 123, 1.
- Issawi, C. (1978). The 1973 oil crisis and after. *Journal of Post Keynesian economics*, 1(2), 3-26. <https://www.jstor.org/stable/4537467>
- Jansen, J. C. y Seebregts, A. J. (2010). Long-term Energy Services Security: What is it and How Can it be Measured and Valued? *Energy Policy*, 38(4), 1654-1664. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.047>
- Joița, D., Panait, M., Dobrotă, C.E., Diniță, A., Neacșa, A. y Naghi, L. E. (2023). The European Dilemma—Energy Security or Green Transition. *Energies*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/en16093849>
- Jones, O. y Doods, P. E. (2017). Definitions of Energy Security. En R. Steinberger-Wilckens, P. E. Dodds, Z. Kurban, A. Velazquez Abad y J. Radcliffe (Eds.), *The role of hydrogen and fuel cells in delivering energy security for the UK* (pp. 32-45). H2FC Hub.
- Jordán, J. (2013). *Manual de estudios estratégicos y seguridad internacional*. Plaza y Valdés. / 133 /
- Jordán, J. (2016). La técnica de construcción y análisis de escenarios en los Estudios de Seguridad y Defensa. *Análisis GESI*, 24/2016. *Grupo de Estudios en Seguridad Internacional*. <http://seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Jordán, J. (2017a). Grandes tendencias políticas y sociales de interés para la seguridad y la defensa. Perspectivas europeas y norteamericanas. *Bie3: Boletín IEEE*, (5), 1111-1141. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6057724.pdf> <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=6057724>
- Jordán, J. (2017b). Un modelo explicativo de los procesos de cambio en las organizaciones militares. La respuesta de Estados Unidos después del 11-S como caso de estudio. *Revista de Ciencia Política*, 37(1), 203-226.
- Kincaid, C. y Smith, N. M. (2021). Diversity and inclusion in mining: An analysis of indicators used in sustainability reporting. *The Extractive Industries and Society*, 8(4), 100981. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.100981>

- Knox-Hayes, J., Brown, M. A., Sovacool, B. K. y Wang, Y. (2013). Understanding attitudes toward energy security: Results of a cross-national survey. *Global Environmental Change*, 23(3), 609-622. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.003>
- Kruyt, B., Van Vuuren, D.P., de Vries, H.J. y Groenenberg, H. (2009). Indicators for energy security. *Energy policy*, 37(6), 2166-2181. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.006>
- Kubursi, A. A. y Mansur, S. (1993). Oil and the Gulf War: An «American century» or a «New World Order». *Arab Studies Quarterly*, 15(4), 1-17. <https://www.jstor.org/stable/41858060>
- Kuzemko, C., Lawrence, A. y Watson, M. (2019). New directions in the international political economy of energy. *Review of International Political Economy*, 26(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/09692290.2018.1553796>
- Le, T. H. y Nguyen, C. P. (2019). Is energy security a driver for economic growth? Evidence from a global sample. *Energy Policy*, 129, 436-451. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.038>
- Le, T. H. y Park, D. (2021). What drives energy insecurity across the world? A panel data analysis. *Energy Research & Social Science*, 77, 102093. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102093>
- Le, T. H., Chang, Y., Taghizadeh-Hesary, F. y Yoshino, N. (2019). Energy insecurity in Asia: A multi-dimensional analysis. *Economic Modelling*, 83, 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.036>
- Le Coq, C. y Paltseva, E. (2009). Measuring the security of external energy supply in the European Union. *Energy Policy*, 37(11), 4474-4481. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.069>
- Levêfre, N. (2010). Measuring the Energy Security Implications of Fossil Fuel Resource Concentration. *Energy Policy*, 38(4), 1635-1644. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.003>
- Lieber, R. J. (1992). Oil and power after the Gulf War. *International Security*, 17(1), 155-176. <https://doi.org/10.2307/2539161>
- López, C. (2023). La energía nuclear en la transición energética. En *Energía y Geoestrategia 2023* (pp. 147-188). Instituto Español de Estudios Estratégicos.

- López-Rodríguez, G., Moreno-López, I. y Hernández-Gutiérrez, J. C. (2023). Cyberwarfare against Critical Infrastructures: Russia and Iran in the Gray Zone. *Applied Cybersecurity & Internet Governance*, 2(1), 1-7.
- Löschel, A., Moslener, U. y Rübbelke, D. T. (2010). Indicators of energy security in industrialised countries. *Energy Policy*, 38(4), 1665-1671. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.061>
- Månsson, A., Johansson, B. y Nilsson, L. J. (2014). Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies. *Energy*, 73, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.073>
- McKenna, R., Jäger, T. y Fichtner, W. (2014). Energieautarkie – ausgewählte Ansätze und Praxiserfahrungen im deutschsprachigen Raum. *uwf UmweltWirtschaftsForum*, 22(4), 241-247. <https://doi.org/10.1007/s00550-014-0339-y>
- Mielgo, P. (2018). La transición energética: retos, oportunidades y riesgos. *Cuadernos de Pensamiento Político*, (58), 15-24. <https://www.jstor.org/stable/26477380>
- Miller, B.G. (2010). *Clean coal engineering technology*. Butterworth-Heinemann.
- Moral, P. (2019). China en África: del beneficio mutuo a la hegemonía de Pekín. *El Orden Mundial*. <https://elordenmundial.com/china-en-africa/>
- Moraleda, P. (2017). Geopolítica de la energía en el Mediterráneo. En *Energía y Geoestrategia 2017* (pp. 137-188). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Morán Blanco, S. (2015). *Seguridad energética y medio ambiente. Dos caras de una misma moneda*. Especial referencia a la Unión Europea. Aranzadi.
- Müller, M. O., Stämpfli, A., Dold, U. y Hammer, T. (2011). Energy autarky: A conceptual framework for sustainable regional development. *Energy Policy*, 39(10), 5800-5810. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.019>
- Muñoz Delgado, B. (2012). *Turquía y la seguridad energética de la UE*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Navarro Bonilla, D. (2014). *Inteligencia y análisis retrospectivo. Lecciones de historia y lecturas recomendadas*. Tirant lo Blanch.
- Ortuño, S. (2021). *El mundo del petróleo*. Fondo de Cultura Económica de España.

- Rae, C. y Bradley, F. (2012). Energy autonomy in sustainable communities - A review of key issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9), 6497-6506. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.08.002>
- Redeker, N. (2022). *Same shock, different effects. EU member states' exposure to the economic consequences of Putin's war*. <https://opus4.kobv.de/opus4-hsog/frontdoor/index/index/docId/4296>
- Reed, S. (8 de marzo de 2022). The Future Turns Dark for Russia's Oil Industry. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/03/08/business/russian-oil-industry.html>
- Rodríguez Fernández, L. (2012). *Seguridad de abastecimiento energético en la UE27: Dimensiones, políticas y convergencia*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Rodríguez-Fernández, L., Fernández Carvajal, A. B. y Fernández de Tejada, V. (2022). Improving the concept of energy security in an energy transition environment: Application to the gas sector in the European Union. *The Extractive Industries and Society*, 9, 101045. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101045>
- Rodríguez-Fernández, L., Fernández Carvajal, A. B. y Ruiz-Gómez, L. M. (2020). Evolution of European Union's energy security in gas supply during Russia-Ukraine gas crises (2006-2009). *Energy Strategy Reviews*, 30, 100518. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100518>
- Ruban, D. A. y Yashalova, N. N. (2021). Society and environment in value statements by hydrocarbon producers. *The Extractive Industries and Society*, 8(2), 100873. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.008>
- Ruppert-Winkel, C. y Hauber, J. (2014). Changing the energy system towards renewable energy self-sufficiency-towards a multi-perspective and interdisciplinary framework. *Sustainability*, 6(4), 2822-2831. <https://doi.org/10.3390/su6052822>
- Sánchez Ortega, J. A. (2013). *Poder y seguridad energética en las relaciones internacionales*. Editorial Reus.
- Sánchez Tapia, F. (2023). El Cáucaso en la estrategia europea de desacoplamiento energético. *En Energía y Geoestrategia 2023* (pp. 189-272). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Schmidt, J., Schönhart, M., Biberacher, M., Guggenberger, T., Hausl, S., Kalt, G., Leduc, S., Schardinger, I. y Schmid, E. (2012). Regional energy autarky: Potentials, costs and consequences for an Austrian region. *Energy Policy*, 47, 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.059>

- Schoemaker, P. J. H. (1995). Scenario Planning: A tool for strategic thinking. *Sloan Management Review*, 36(2), 25-40.
- Schramm, L. (2024). Some differences, many similarities: comparing Europe's responses to the 1973 oil crisis and the 2022 gas crisis. *European Political Science Review*, 16(1), 56-71. <https://doi.org/10.1017/S1755773923000255>
- Sendra, J., Sánchez, A. y García, Ó. (2022). Andalucía ante la transición energética. *Portal de Andalucía*. <https://portaldeandalucia.org/opinion/columnas/andalucia-ante-la-transicion-energetica-2/>
- Sovacool, B. K. y Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach. *Energy*, 36(8), 5343-5355. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.043>
- Sovacool, B. K., Sidortsov, R. V. y Jones, B. R. (2013). *Energy Security, Equality and Justice*. Routledge & CRC Press.
- Speight, J. G. (2019). *Shale oil and gas production processes*. Gulf Professional Publishing.
- Szmolka, I. y De Cueto, C. (2011). *Objeto y método de la política comparada*. Editorial Universidad de Granada.
- Taleb, N. N. (2007). El Cisne Negro. *El impacto de lo altamente improbable*. Editorial Planeta.
- Taleb, N. N. (2012). *Antifrágil. Las cosas que se benefician del desorden*. Editorial Planeta.
- Tapia Ramírez, I. (2017). La política energética de los EE. UU. y sus implicaciones geoestratégicas. En *Energía y Geoestrategia 2017* (pp. 59-98). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Tombe, T. (2023). El efecto de los shocks energéticos en las economías nacionales. En *Energía y Geoestrategia 2023* (pp. 49-92). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Türk, H. (2014). The Oil Crisis of 1973 as a Challenge to Multilateral Energy Cooperation among Western Industrialized Countries. *Historical Social Research*, 39(4), 209-230. <https://www.jstor.org/stable/24145534>
- Van Notten, P. (1995). Scenario Development: A typology of approaches. En OECD, *Think Scenarios, Rethink Education Scenario Development: A Typology of Approaches* (pp. 69-92). Paris: OECD Publishing. <https://www.oecd.org/site/schoolingfortomorrowknowledgebase/futurestinking/scenarios/37246431.pdf>

- Vakulchuk, R., Overland, I. y Scholten, D. (2020). Renewable Energy and Geopolitics: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109547>
- Von Hippel, D., Suzuki, T., Williams, J. H., Savage, T. y Hayes, P. (2011). Energy security and sustainability in Northeast Asia. *Energy policy*, 39(11), 6719-6730. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.001>
- Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, 46, 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.067>
- World Energy Assessment: *Energy and the Challenge of Sustainability* | United Nations Development Programme (s. f.). <https://www.undp.org/publications/world-energy-assessment-energy-and-challenge-sustainability>
- Yergin, D. (2006). Ensuring Energy Security. *Foreign Affairs*, 85(2), 69-82. <https://doi.org/10.2307/20031912>
- Цедрик, А. В. (2020). *Общий энергетический рынок стран ЕАЭС: Анализ, риски и барьеры на пути к интеграции, рекомендации*. <https://elib.bsu.by/handle/123456789/250475>
- Шафиев, Р. М. (2016). *Формирование энергетического и финансового рынков ЕАЭС. Россия: тенденции и перспективы развития*, 11-1, Article 11-1.

9. Índices de tablas y gráficos

Índice de tablas

Tabla 1 Principales importadores de energía a la UE (2020) (%)	36
Tabla 2 Pasos en la elaboración de escenarios.....	50
Tabla 3 Red de distribución eléctrica de Andalucía, 2012-2022	55
Tabla 4 Red de transporte eléctrica de Andalucía, 2012-2022	57
Tabla 5 Red de transporte de gas de Andalucía, 2012-2022	59
Tabla 6 Potencia eléctrica no renovable por tecnologías en Andalucía, 2013-2023	60
Tabla 7 Capacidad de refino de Andalucía, 2012-2022	62
Tabla 8 Potencia total de Andalucía, 2013-2023	64
Tabla 9 Calidad de suministro de Andalucía, 2011-2021.....	65
Tabla 10 Producción bruta total de Andalucía, 2012-2022.....	67
Tabla 11 Producción bruta no renovable por tecnologías de Andalucía, 2012-2022.....	68
Tabla 12 Producción bruta renovable por tecnologías, 2012-2022	69
Tabla 13 Consumo de energía primaria para generación eléctrica por fuentes, 2012-2022.....	73
Tabla 14 Consumo final de electricidad por sectores, 2012-2022.....	75
Tabla 15 Puntas en la demanda, 2012-2022	76
Tabla 16 Producción bruta con renovables frente a producción brutal total, 2012-2022	77

Tabla 17 Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica, 2012-2022.....	78
Tabla 18 Tasa de autogeneración eléctrica, 2012-2022.....	80
Tabla 19 Consumo de energía primaria renovable por tecnologías y usos, 2012-2022.....	81
Tabla 20 Consumo de energía final renovable por tecnologías, 2012-2022.....	82
Tabla 21 Consumo de energía final renovable por sectores, 2012-2022...	84
Tabla 22 Aporte energético renovable.....	88
Tabla 23 Aporte energético renovable, 2012-2022.....	89
Tabla 24 Consumo de biocarburantes frente al consumo de gasolinas y gasóleos en el transporte, 2012-2022.....	90
Tabla 25 Grado de autoabastecimiento energético por fuentes, 2012-2022.....	91
Tabla 26 Producción bruta con renovables frente a producción bruta total, 2012-2022.....	92
Tabla 27 Producción bruta con renovables frente al consumo final de energía eléctrica, 2012-2022.....	93
Tabla 28 Tasa de autogeneración eléctrica, 2012-2022.....	94
Tabla 29 Empleo asociado a las energías renovables frente al empleo total del sector energético en Andalucía, 2011-2021.....	96
Tabla 30 Tendencias para la construcción de escenarios.....	105

Índice de figuras

Figura 1 Red de distribución de gas de Andalucía, 2012-2022.....	58
Figura 2 Potencia eléctrica renovable por tecnologías en Andalucía, 2013-2023	61
Figura 3 Capacidad de producción de biocarburantes de Andalucía, 2012-2022	63
Figura 4 Demanda bruta de energía eléctrica, 2012-2022	74
Figura 5 Capacidad instalada de energías renovables, 2013-2023.....	85
Figura 6 Superficie de captación solar térmica, 2013-2023.....	86
Figura 7 Aporte de las energías renovables al consumo de energía primaria, 2012-2022.....	95

La situación de Andalucía posiciona a la región como un espacio clave para el fortalecimiento de la seguridad energética europea en un contexto de crisis internacional. Esta investigación refleja resultados que señalan las políticas energéticas como un elemento transversal en la política nacional con impactos sobre las relaciones internacionales. A partir de una revisión conceptual sobre la seguridad energética y sus implicaciones geopolíticas, se identifica la dependencia exterior como un vector de vulnerabilidad para Europa. En este contexto de pugnas geopolíticas y transición energética, esta investigación estudia, a partir de datos procedentes de la Agencia Andaluza de Energía, las principales fuentes energéticas en Andalucía, así como la evolución de los niveles de consumo e infraestructuras. Se articulan dos escenarios principales: el primero refleja la interacción de tendencias político-administrativas, climáticas o sociales en un contexto similar al actual donde se combinasen fuentes renovables y no renovables. Por su parte, el segundo escenario analiza un contexto en el que se ha producido una extensión de las fuentes renovables, pero que presenta problemas derivados del acceso a los componentes minerales. Ambos escenarios reflejan la relevancia del apoyo político a la promoción de una transición energética sostenible y progresiva, incidiendo en la importancia de la autosuficiencia.

ISBN 978-84-10064-21-8



La colección **ACTUALIDAD** aborda cuestiones de relevancia e interés de la realidad social y política andaluza contemporánea vinculada al más amplio contexto de la sociedad española, la Unión Europea y, en suma, de la dinámica mundial. La colección, que se ha editado ininterrumpidamente desde 2005, pretende en esta nueva etapa publicar los resultados de trabajos de investigación conforme a los criterios estandarizados de la comunicación científica.