



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

**Desarrollo de energías renovables de Aragón: Evolución
histórica y ordenación territorial**

**Development of Renewable Energies in Aragón:
Historical Evolution and Territorial Planning.**

Autor/es

Rafael Oliveros Anerillas

Director/es

María Caudevilla Lambán

Paloma Ibarra Benlloch

Facultad de Filosofía y Letras / Máster en Ordenación Territorial y Medio Ambiental

2024

Contenido

Abstract.....	9
Resumen	10
1. Introducción.....	11
1.1 Contexto histórico de la energía renovable en España y Aragón	11
1.2 Situación actual de la energía renovable en Aragón.....	12
1.3 El debate del despliegue de energías renovables en Aragón	15
1.4. Los Objetivos del Desarrollo Sostenible	17
1.4 Glosario de siglas y acrónimos.....	18
2. Estado de la cuestión	19
2.1 Los clústeres de energías renovables.....	19
2.2 Claves del proceso administrativo para la obtención de la autorización de explotación de proyectos de renovables	20
2.3 Medios de tramitación de la DIA: MITECO o INAGA	24
2.4 Heterogeneidad fuentes información.....	25
2.5 Procedimiento en la planificación-tramitación de parques de renovables	25
2.5.1. Criterios del procedimiento	26
2.5.2 Procesos planificación-tramitación	26
2.5.3 Consulta y aprobación de la capacidad de acceso	30
3. Objetivos.....	31
4. Metodología.....	33
4.1 Obtención y tratamiento de los datos	33
4.1.1 Fase 1. Obtención de los datos de las diferentes fuentes de información	33
4.1.2 Fase 2. Diseño y configuración de la base de datos	40
4.1.3 Fase 3. Homogeneización y optimización de la base de datos espacial	41
4.2 Elaboración cartográfica para la Ordenación del Territorio	42
4.2.1 Fase 4. Análisis evolutivo (1990-2024) de la distribución espacial de parques de renovables en Aragón (escala municipal y comarcal)	42

4.2.2 Fase 5. Análisis de visibilidad de parques de renovables construidos y proyectados entre 1990 y 2024 a escala comarcal (Matarraña) y municipal (Zuera)	43
4.2.3 Fase 6. Análisis de la relación entre la distribución espacial de parques de renovables construidos y proyectados, y la aptitud del paisaje entre 1990 y 2024	44
4.4 Herramientas.....	46
5. Resultados.....	47
5.1 Distribución espacial de las renovables (estado, tipo, origen de los datos).....	50
5.2 Distribución espacial de las renovables (potencia).....	55
5.3 Evolución histórica de los proyectos de energías renovables en Aragón.....	58
5.4 Análisis espacial del número de proyectos.....	70
5.5 Superficie ocupada (Estado y escala)	74
5.6 Análisis visibilidad (Comarca del Matarraña).....	90
5.7 Análisis visibilidad (Zuera)	97
5.8 Análisis de aptitud paisajística en relación con la superficie de los proyectos de renovables.....	107
5.8.1 Aptitud paisajística a escala regional según etapas	107
5.8.2 Aptitud paisajística según escalas (comarcal y municipal)	110
6. Discusión y conclusiones	116
7. Bibliografía.....	119

Mapa 1. Base cartográfica mapas localización. Elaboración propia.	48
Mapa 2. Base cartográfica mapas visibilidad. Elaboración propia	49
Mapa 3. Mapa de Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, y estado a fecha de 1 de abril de 2024. Elaboración propia	51
Mapa 4. Mapa Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, y estado a fecha de 1 de abril de 2024. Elaboración propia.	54
Mapa 5. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, estado y potencia a fecha de 1 de abril de 2024". Elaboración propia.	57
Mapa 6. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 1". Elaboración propia.	59
Mapa 7. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 2". Elaboración propia	61
Mapa 8. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 3". Elaboración propia	63
Mapa 9. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 4". Elaboración propia.	65
Mapa 10. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 5". Elaboración propia.	67
Mapa 11. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 6". Elaboración propia	69
Mapa 12. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala comarcal a 1 de abril de 2024". Elaboración propia.	71
Mapa 13. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala comarcal a 1 de abril de 2024". Elaboración propia	73
Mapa 14. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala comarcal". Elaboración propia	75
Mapa 15. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala municipal". Elaboración propia	77
Mapa 16. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en construcción a escala comarcal". Elaboración propia	79
Mapa 17. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en construcción a escala municipal". Elaboración propia	81
Mapa 18. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en explotación a escala comarcal". Elaboración propia	83
Mapa 19. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en explotación a escala municipal". Elaboración propia	85
Mapa 20. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables a escala municipal". Elaboración propia	87
Mapa 21. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables a escala municipal". Elaboración propia	89

Mapa 22. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad Parque Eólico CÉFIRO (GREEN CAPITAL)”. Elaboración propia	92
Mapa 23. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de GREEN CAPITAL”. Elaboración propia	94
Mapa 24. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	96
Mapa 25. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	98
Mapa 26. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	100
Mapa 27. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	102
Mapa 28. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	104
Mapa 29. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA”. Elaboración propia	106
Mapa 30. Aptitud paisajística de los proyectos de los Parques Eólicos de Green Capital en la Comarca del Matarraña (y alrededores). Elaboración propia.	113
Mapa 31. Aptitud paisajística de los proyectos de los Parques Eólicos de Forestalia en la Comarca del Matarraña (y alrededores). Elaboración propia.	114
Mapa 32. Aptitud paisajística de los proyectos de renovables a 10 km del núcleo urbano de Zuera. Elaboración propia.	115

<i>Figura 1. Demanda energética (en MW) en tiempo real a las 12:05 en la Península Ibérica el 12 de junio de 2024. Fuente: REE.es</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. Procedimiento para el desarrollo de las energías renovables. Fuente-: REE.es</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3. Procedimiento para la evaluación ambiental simplificada para líneas de alta tensión. Fuente-: REE.es</i>	<i>23</i>
<i>Figura 4. Procedimiento para el desarrollo de un parque eólico. Fuente: RWE.com</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5. Procedimiento para el desarrollo de un parque fotovoltaico. Fuente; RWE.com</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6. Proceso metodológico propuesto. Elaboración propia.</i>	<i>33</i>

*Gráfica 1. Superficie total sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos de renovables según su etapa de entrada en funcionamiento. Elaboración propia.*_____ 110

*Gráfica 2. Superficie total (en %) sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos de renovables según su etapa de entrada en funcionamiento. Elaboración propia.*_____ 110

<i>Tabla 1. Potencia y superficie poligonal de los parques eólicos, fotovoltaicos e híbridos en Aragón, según el origen de los datos, y estado.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Fuentes de información. Elaboración propia</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3. Información obtenida a partir del MPT. Elaboración propia.</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4. Información obtenida a partir del ICEARAGON. Elaboración propia.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5. Superficie total construida (en km2) y porcentaje de superficie total construida (%) en cada etapa según la aptitud del paisaje. Elaboración propia.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 6. Superficie total y sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos eólicos de Matarraña y Zuera en la Comarca del Matarraña y alrededores. Elaboración propia</i>	<i>111</i>

Abstract

This paper analyzes the development of renewable energies, specifically photovoltaic and wind, in the Autonomous Community of Aragón, located in northeastern Spain. Over the past decades, Aragón has experienced significant growth in the implementation of these technologies, driven by the need to reduce greenhouse gas emissions and advance towards a more sustainable energy system. The study addresses the historical evolution of renewable energies in the region, highlighting the main milestones and emblematic projects that have marked its trajectory. Furthermore, it examines the environmental (visual) impact resulting from the installation of wind and photovoltaic farms, as well as the challenges and opportunities the region faces in its energy transition. The methodology employed includes the collection and analysis of historical and current data, as well as the development of cartography for territorial planning. The results indicate that, despite significant progress, it is necessary to continue addressing planning and regulatory issues to optimize the use of renewable resources in Aragón.

Key words; Renewable energies, photovoltaic parks, wind parks, hybrid parks, Aragón, scales, visual impacts, historical evolution, cartography, spatial planning

Resumen

Este trabajo analiza el desarrollo de las energías renovables, específicamente las fotovoltaica y eólica, en la Comunidad Autónoma de Aragón, situada en el noreste de España. A lo largo de las últimas décadas, Aragón ha experimentado un crecimiento significativo en la implementación de estas tecnologías, impulsado por la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y avanzar hacia un sistema energético más sostenible. El estudio aborda la evolución histórica de las energías renovables en la región, destacando los principales hitos y proyectos emblemáticos que han marcado su trayectoria. Además, se examina el impacto visual en el paisaje, derivado de la instalación de parques eólicos y fotovoltaicos, así como los desafíos y oportunidades que enfrenta la región en su transición energética. La metodología empleada incluye la recopilación y análisis de datos históricos y actuales, así como la elaboración de cartografía para la ordenación del territorio teniendo en cuenta diferentes escalas de análisis: regional, comarcal y local. Los resultados indican que, a pesar de los avances significativos, es necesario seguir abordando cuestiones de planificación y regulación para optimizar el aprovechamiento de los recursos renovables en Aragón.

Palabras clave; Energías renovables, parques fotovoltaicos, parques eólicos, parques híbridos, Aragón, escalas, impactos visuales, evolución histórica, cartografía, ordenación del territorio.

1. Introducción

La Comunidad Autónoma (C.A.) de Aragón, situada en el noreste de España, ha experimentado un crecimiento significativo en el ámbito de las energías renovables en las últimas décadas. Las energías fotovoltaica y solar desempeñan un papel crucial en esta transformación hacia un sistema más sostenible y limpio.

1.1 Contexto histórico de la energía renovable en España y Aragón

La historia de la energía solar fotovoltaica y eólica en España tiene sus raíces en la década de 1990, cuando comenzó a impulsarse por la creciente conciencia sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el importante papel de las energías renovables en la reducción de la huella de carbono y los consiguientes incentivos gubernamentales para su promoción.

Sin embargo, los primeros parques en funcionamiento fueron puestos en marcha varios años antes. En el caso de la energía eólica fue el Parque de Empordá, en el municipio de Garriguella, Gerona, en 1984. Un proyecto compuesto por 5 aerogeneradores de 24 kilovatios (KW) cada uno y promovido por la Generalitat de Catalunya y la empresa ENHER (Palacio, 2023) (Energías Renovables, 2009).

En el caso de la energía fotovoltaica, el primer parque conectado a la red fue construido y conectado en 1984 en el municipio de San Agustín de Guadalix, Madrid, promovido por la empresa Iberdrola, y cuya potencia total instalada era de 100KW (ElPeriodicodelaEnergía.com, 2020).

En el caso específico de Aragón, el desarrollo de las energías renovables fue más tardío en comparación con los primeros parques localizados en España. El primer parque eólico instalado fue La Muela I, localizado en el municipio de la Muela (Zaragoza), en el año 1994. Su potencia instalada era de 330KW (ya que actualmente se encuentra en desmantelamiento y repotenciación), dividida en 16 aerogeneradores de 31 metros de altura cada uno (ElPeriodicodeAragón.com, 2023).

En el caso de la energía fotovoltaica no ha sido posible conocer el primer parque fotovoltaico conectado a la red, si bien se tiene constancia de que antes del año 2004 en

Aragón había menos de 1 megavatio (MW) instalado. A día de hoy, el parque más antiguo instalado en el territorio aragonés es el de Solavanti, localizado en Zuera (Zaragoza). Tiene una potencia total de 9,94 MWh, y fue promovido por los grupos empresariales de Jorge S.L. (Actual Jorge Energy) y Caja Inmaculada (Actual Banco Ibercaja). Se inauguró ante la prensa en octubre de 2009 (Europapress.es, 2008).

Desde entonces, el sector de las energías renovables ha experimentado cambios significativos. En primer lugar, el desarrollo tecnológico de estas fuentes de energía ha ayudado a implementar equipos más eficientes y productivos, requiriendo un menor número de aerogeneradores y una mayor potencia. En segundo lugar, el desarrollo del sector en cuanto a la producción en masa de energía ha contribuido a la disminución del coste de esta (para su compra e instalación), afectando directamente a la rentabilidad del sector energético.

1.2 Situación actual de la energía renovable en Aragón

En Aragón, la generación de energía eléctrica en el año 2023 muestra un incremento significativo en la producción de energías renovables. Comparado con el año 2022, la producción de energía de fuentes renovables (como la solar, fotovoltaica, hidráulica, etc.) ha experimentado un crecimiento del 18,9%. De manera similar, la generación de energía fotovoltaica ha visto un aumento del 35,1%, mientras que la energía eólica ha crecido un 17,7% según el *Informe de energías renovables* de 2023 de Red Eléctrica Española (REE) (ElEconomista.es, 2024).

En cuanto a valores absolutos, en el año 2023, Aragón generó un total de 22.235 gigavatios-hora (GWh) de energía, lo que representa un incremento del 9% en comparación con el año 2022. En términos de la estructura de generación de energía, la energía eólica ocupó el primer lugar con un 54%, seguida de la energía solar fotovoltaica con un 17,4%, la energía hidráulica con un 10,3%, el ciclo combinado con un 9% y la cogeneración con un 7%.

Debido a esta estructura de generación, Aragón se posicionó el año 2023 como la región con mayor presencia de energía eólica en su mix de generación y la segunda en términos de electricidad producida a partir de la fuerza del viento, con 12.004 GWh.

Según el informe, la potencia instalada aumentó un 9,3% con la puesta en marcha de 762 MW de energía renovable. De estos, 551 MW corresponden a la energía fotovoltaica y

211 MW a la energía eólica. Con estas cifras, Aragón se posiciona como la segunda región en España con más potencia eólica instalada, con 5.246,3 MW, solamente por detrás de Castilla y León, con 6.640 MW. Esta tecnología representa ya el 45% del parque regional aragonés.

Después de la energía eólica, la energía solar fotovoltaica representa el 20,6%, el ciclo combinado el 16,1%, la energía hidráulica el 11,5%, la cogeneración el 4,4%, el bombeo puro el 1,99% y los residuos no renovables el 0,4%.

A finales de 2023, la potencia total de Aragón ascendía a 11.646 MW, de los cuales el 77,2% se producía mediante energías renovables. En cuanto a la demanda de electricidad, Aragón alcanzó los 9.679 GWh, lo que representa el 4% del total de España (EIEconomista.es, 2024).

En el caso de que todos los proyectos en construcción y en tramitación (a 1 de abril de 2024) entraran en funcionamiento, la generación eléctrica total en Aragón a través de energías renovables sería de 32.987,62 MW (32,98 GW) de potencia total, un 219,6% de la energía que se consume a través de fuentes renovables.

Para un mejor análisis, la siguiente tabla (*Tabla 1*) desagrega la potencia instalada, diferenciando su tipología (eólica o solar), estado y origen, así como la superficie que ocupa en el territorio a 1 de abril de 2024, fecha de referencia hasta la que se han obtenido los datos para este trabajo. La información proporcionada en esta tabla podría ser útil para entender la escala y la etapa de desarrollo de la infraestructura de energía renovable en un área determinada.

FUENTE	NOMBRE CAPA	ESTADO	TIPO	POTENCIA (MW)	AREA (HA)
ICEARAGON	aero_admitidos	Trámite	Eólico	2082,775023	104095,0944
	aero_autorizados	Construcción	Eólico	1762,305003	56110,1129
	aero_funcionamiento	Exploración	Eólico	4757,69502	140146,2982

	vall_admitidos	Trámite	Fotovoltaico	2467	7271,2875
	vall_aac	Construcción	Fotovoltaico	4281	10522,9785
	vall_aae	Exploración	Fotovoltaico	1648	4621,7395
MPT	FV_pol	Trámite	Fotovoltaico	2938,719	5766,562
	EOL_pol	Trámite	Eólico	12419,13	367972,8691
	HIB_pol	Trámite	Eólico y fotovoltaico	631	33153,4233
	TOTAL			32987,62405	729660,3654
*DATOS FOTOVOLTAICA (POTENCIA NONIMAL)					

Tabla 1. Potencia y superficie poligonal de los parques eólicos, fotovoltaicos e híbridos en Aragón, según el origen de los datos, y estado.

Al examinar la potencia en MW por tipo y estado, se observa que en Aragón hay actualmente más de 1.600 MW de energía fotovoltaica instalada, más de 4.200 MW en construcción y más de 2.400 MW en proceso de tramitación. En cuanto a la energía eólica, hay más de 4.700 MW instalados, más de 1.700 MW en construcción y más de 2.000 MW en tramitación. Estos datos provienen del Gobierno de Aragón y se obtuvieron a través del sitio web de la Infraestructura de Conocimiento Espacial de Aragón (ICEARAGÓN). Según el sitio web del Ministerio de Política Territorial (MPT, el ministerio responsable de gestionar las delegaciones y subdelegaciones en España), hay más de 2.900 MW de parques fotovoltaicos, más de 12.400 MW de parques eólicos y 631 MW en parques híbridos (que consisten en la construcción de un parque eólico y uno fotovoltaico que comparten la línea de evacuación) actualmente en proceso de tramitación.

El total de la potencia instalada es de 6.405 MW, en cuanto a la potencia en construcción es de 6.043 MW, y en tramitación es de más de 20.500 MW. Por lo tanto, la potencia total en MW, sumado a la potencia instalada, en construcción y en tramitación, es de 32.948 MW. Una potencia superior a los 27.612 MW demandados en toda la Península Ibérica el 12 de junio de 2024 a las 12:05 (hora española) (FIGURA XXX) (REE.es, 2024).

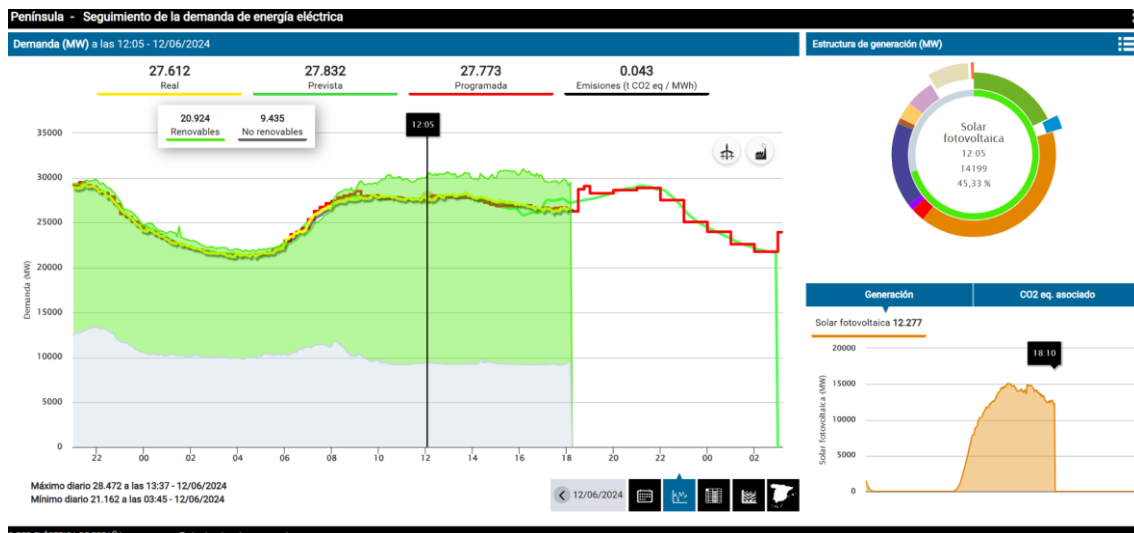


Figura 1. Demanda energética (en MW) en tiempo real a las 12:05 en la Península Ibérica el 12 de junio de 2024.
Fuente: REE.es

1.3 El debate del despliegue de energías renovables en Aragón

El despliegue de las energías renovables en Aragón ha sido rápido y con un modelo dominante que no ha estado exento de debate y controversia en los últimos años en Aragón. Es importante tener en cuenta que la transición energética es un proceso complejo que implica equilibrar una variedad de intereses y consideraciones, incluyendo la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, garantizar un suministro de energía fiable y asequible, y minimizar los impactos negativos en las comunidades y el medio ambiente.

Sin pretender hacer un análisis exhaustivo se incluyen a continuación algunas noticias de diferentes medios sobre diferentes cuestiones que han suscitado debate y controversia relacionadas con el tipo de despliegue de las renovables en Aragón:

- Impuesto a las renovables: Este impuesto, que fue recortado en un 20%, ha sido objeto de críticas y las empresas eléctricas están considerando recurrirlo. La controversia radica en que la recaudación no beneficiaría directamente a las áreas afectadas por la instalación de los parques de energía renovable (EconomíaDigital.es, 2024).
- Irregularidades en la gestión de las renovables: Se han denunciado irregularidades en la gestión de las energías renovables en Aragón, incluyendo acusaciones de

conflictos de interés en la elaboración de informes de impacto ambiental (ElDiario.es, 2024).

- Expansión de las renovables y legalidad: La rápida expansión de las energías renovables en Aragón ha generado dudas sobre su legalidad. En 2023, se autorizó la construcción de numerosos aerogeneradores e instalaciones solares, lo que ha suscitado preguntas sobre el cumplimiento de las normativas ambientales y de planificación (ElDiario.es, 2024).
- Centros de datos y renovables: La proliferación de centros de datos en Aragón, impulsada por la abundancia de energías renovables, ha atraído a grandes empresas tecnológicas como Microsoft y Amazon. Sin embargo, estos centros de datos consumen grandes cantidades de energía, lo que plantea preguntas sobre la sostenibilidad de este modelo (ElConfidencial.com, 2024).
- Líneas de alta tensión (LAT): La planificación de varias LAT para transportar energía renovable desde Aragón a Cataluña ha generado controversia debido a su impacto en el territorio y la biodiversidad (DiarideTarragona, 2023).
- Proyectos de renovables enfrentándose a denuncias: Hasta 86 proyectos de energías renovables en Aragón se enfrentan a denuncias en los tribunales. Las denuncias alegan invasión de áreas protegidas, modificación de parques sin evaluación o fraccionamientos (Heraldo.es, 2024) (DiariodeTeruel, 2024).
- Bloqueo político y riesgo de inversión: Más de 1.700 millones de euros de inversión en energía renovable están en peligro en Aragón debido a la falta de apoyos del Gobierno para ampliar los plazos de tramitación de los proyectos (Heraldo.es, 2024).

Todas estas cuestiones ponen de manifiesto que es imperativo gestionar y planificar el desarrollo de una industria crucial en Aragón, tanto por su potencial como por su necesidad. Para lograr un equilibrio sostenible, se debe considerar la integración de los aspectos económicos, sociales y medioambientales, abordar la complejidad jurídica y teórica, y fomentar propuestas de participación social.

- Integración de Aspectos Económicos, Sociales y Medioambientales: El principio de integración de los aspectos económicos, sociales y medioambientales es esencial para el desarrollo sostenible. Representa la columna vertebral de este

concepto y busca armonizar estos tres pilares. En el contexto de las energías renovables, esto implica considerar no solo los beneficios económicos y ambientales, sino también su impacto social (Fundación Renovables, 2021).

- Complejidad Jurídica y Teórica: El desarrollo sostenible es un sistema complejo que involucra múltiples elementos interconectados. Desde una perspectiva jurídica, esto significa que debemos considerar no solo las normativas específicas relacionadas con las energías renovables, sino también cómo se integran con otros aspectos legales, como los derechos humanos, la propiedad y las regulaciones ambientales (Fundación Renovables, 2021).
- Propuestas de Participación Social: Para lograr un desarrollo sostenible en el ámbito de las energías renovables, es crucial fomentar la participación social. Mesas redondas (GeoforoNuevaculturadelaTierra, 2020), charlas y debates (Paisajesteruel.org, 2023) son herramientas valiosas para involucrar a la comunidad, escuchar diferentes perspectivas y tomar decisiones informadas. Estos espacios permiten abordar la complejidad de manera colaborativa y encontrar soluciones más equitativas y efectivas (Fundación Renovables, 2021).

1.4. Los Objetivos del Desarrollo Sostenible

En relación con el apartado anterior, es relevante destacar la importancia de armonizar el despliegue de las energías renovables junto con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Este trabajo está estrechamente relacionado con varios ODS:

- ODS13 - Acción por el clima,
- ODS 7 – Energía asequible y no contaminante, y
- ODS 11 – Ciudades y comunidades sostenibles.

Alcanzar cada uno de estos objetivos es un reto enorme en sí mismo, pero lo que es un reto mucho más grande y complejo es avanzar de forma transversal teniendo en cuenta las interacciones y repercusiones de las acciones de un ODS en el resto. El convencimiento de que una correcta ordenación del territorio que combine información rigurosa y criterios en clave de sostenibilidad en cada territorio podría contribuir a tal fin es el motivo que ha impulsado la realización de este trabajo.

1.4 Glosario de siglas y acrónimos

Para facilitar la lectura y comprensión del documento, en este apartado se recopilan las siglas y acrónimos empleados, así como una breve explicación de estos:

MITECO: es la sigla del **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico** de España. Este ministerio es responsable de la propuesta y ejecución de la política del Gobierno de la Nación en materia de aguas y costas, cambio climático, prevención de la contaminación, protección del patrimonio natural y de la biodiversidad, medio ambiente, montes, meteorología y climatología (Gobierno de España, 2024)

ICEARAGÓN: es la sigla de **Infraestructura de Conocimiento Espacial de Aragón**. Es una iniciativa del Gobierno de Aragón para cumplir con los objetivos marcados desde la Directiva Europea 2007/2/CE INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE), y la Ley 3/2022, de 6 de octubre, de información geográfica de Aragón (LIGA). (Gobierno de Aragón, 2024)

MPTMD: Corresponde al **Ministerio de Política Territorial y Memoria Democrática** la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de política territorial, organización territorial del Estado y relaciones con las Comunidades Autónomas y las entidades que integran la Administración Local. Asimismo, le corresponde la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de memoria histórica y democrática. (Gobierno de España, 2024)

EsIA: El **Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)** es un documento técnico que forma parte del proceso de evaluación ambiental. Se realiza para valorar los impactos ambientales que un proyecto o actividad puede tener sobre el medio ambiente. Este documento técnico se compone de los siguientes apartados: 1) Descripción general del proyecto, 2) Exposición de alternativas, 3) Inventario ambiental, 4) Posibles efectos y valoración de impactos, 5) Medidas preventivas y correctoras, y 6) Programa de vigilancia y seguimiento ambiental (TMImedioambiente.com, 2024).

DIA: La **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)** es un documento oficial que se genera como resultado de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). En este documento, la Autoridad Medioambiental competente se pronuncia sobre la conveniencia o no de realizar la actividad sometida a evaluación (Administrativando-es, 2022).

2. Estado de la cuestión

La C.A. de Aragón ha experimentado un crecimiento significativo en su industria energética, particularmente en el sector de las energías renovables. Esta región se ha establecido como la cuarta mayor productora de energía renovable en España.

La generación total de energía en Aragón proviene en un 72,2% de fuentes renovables. Este porcentaje es notablemente alto, especialmente si se considera que duplica el objetivo establecido por la Unión Europea, que es alcanzar una potencia instalada de energías renovables del 42,5% para el año 2030.

Como se ha comentado anteriormente, en caso de que todos los proyectos en construcción y en tramitación (a 1 de abril de 2024) entraran en funcionamiento, la generación eléctrica total en Aragón a través de energías renovables sería de 32.987,62 MW (32,98 GW) de potencia total, un 219,6% de la energía que se consume a través de fuentes renovables.

2.1 Los clústeres de energías renovables

Un término muy usado en el sector energético y desde hace años también en la sociedad aragonesa es el de clúster energético. Este término se refiere a una agrupación o conjunto de empresas, organismos oficiales, centros tecnológicos y de investigación, universidades, fundaciones públicas, entre otros agentes, que trabajan en el sector de las energías renovables.

Estos clústeres tienen como objetivo principal promover el desarrollo y la construcción de parques de generación renovable, así como impulsar y fomentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación de productos, procesos y servicios asociados a las energías renovables (Enelamericas.com, 2016).

En la región de Aragón, se pueden identificar varios clústeres de energías renovables. Entre ellos se encuentran el clúster del Maestrazgo, el de los Monegros, el de las Cinco Villas y el del Matarraña. Este último ha despertado un interés particular debido a la considerable contestación social que ha generado. Por esta razón, en este trabajo se incluye un análisis visual y paisajístico del clúster del Matarraña.

2.2 Claves del proceso administrativo para la obtención de la autorización de explotación de proyectos de renovables

Para entender completamente el marco legal y los aspectos necesarios para el desarrollo y construcción de un parque de energías renovables, es esencial responder a varias preguntas clave (REE.es, 2024). Igualmente, se muestran en la Figura 1 los procesos administrativos necesarios para la obtención de la DIA para la construcción de una línea eléctrica de alta tensión (tramitación similar a la de un proyecto de renovables). Las preguntas esenciales son:

¿Qué es y quién representa a un órgano sustantivo?

Es el organismo de la Administración con competencias sobre la actividad final del proyecto (producción de energía) y es el que emite las correspondientes autorizaciones. Recaba informes de otros órganos de la Administración con competencias sectoriales del proyecto (medio ambiente, patrimonio cultural, urbanismo, etc.).

¿Qué es y quién representa a un órgano ambiental?

Es el organismo de la Administración que elabora el documento de alcance con el análisis técnico de los expedientes de evaluación ambiental y emite la DIA. Puede estar representado por dos organismos. A nivel nacional (España) por la Administración General del Estado, a través del Ministerio con competencias en medio ambiente (MITECO). Y a nivel autonómico (Aragón), a través de la Consejería con competencias en medio ambiente, el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA).

¿Quiénes son los actores involucrados en el proceso de tramitación?

Se trata de un proceso participativo reglado y, por tanto, además de las administraciones públicas, a través de sus áreas competentes en energía y ámbitos sectoriales afectados, también pueden participar los agentes económicos, sociales y ambientales a través de las consultas públicas realizadas en las diferentes fases de la tramitación de un proyecto.

¿Cuáles son los diversos procesos y estados durante el desarrollo, incluyendo la Autorización Administrativa Previa, la Declaración de Utilidad Pública, la Autorización Administrativa de Construcción y la Autorización de Explotación?

- 1) Autorización administrativa previa (AAP): Concede el derecho a realizar una instalación concreta y en unas determinadas condiciones.
- 2) Declaración de protección de los proyectos de renovables, Ley 1/2021, de 11 de febrero, de simplificación administrativa (PROTEGIDO): Reconoce los proyectos en proceso de desarrollo un nivel protección, cuyo objetivo es establecer medidas de simplificación administrativa para promover la mejora de los procesos regulatorios, de gestión y la organización de la Administración de la C.A. de Aragón y su sector público. Como infraestructuras de interés general a efectos de expropiación forzosa de bienes y derechos necesarios para su establecimiento (ocupación de terrenos) y de imposición de servidumbre de paso.
- 3) Autorización administrativa de construcción (AAC): Permite realizar la construcción de la instalación cumpliendo los requisitos técnicos exigibles.
- 4) Autorización de Explotación (AE): Permite, una vez ejecutado el proyecto, poner en tensión las instalaciones y proceder a su explotación.

¿Qué implica la Evaluación Ambiental Ordinaria?

La Evaluación Ambiental Ordinaria es un procedimiento que se aplica a ciertos proyectos que, debido a sus características, ubicación y potenciales efectos ambientales, requieren de una evaluación ambiental. Este procedimiento está recogido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Los principales apartados son la motivación de la aplicación de este procedimiento, las características, definición y ubicación del proyecto, una evaluación de los efectos previsibles durante toda las fases planteadas, el planteamiento de medidas preventivas, reductoras y compensatorias por los efectos negativos potenciales, y un contenido mínimo del estudio del impacto ambiental (detalle en cuanto a los impactos del proyecto en su conjunto) (Eurofins-enviroment.es, 2018) (BOE.es, 2018).

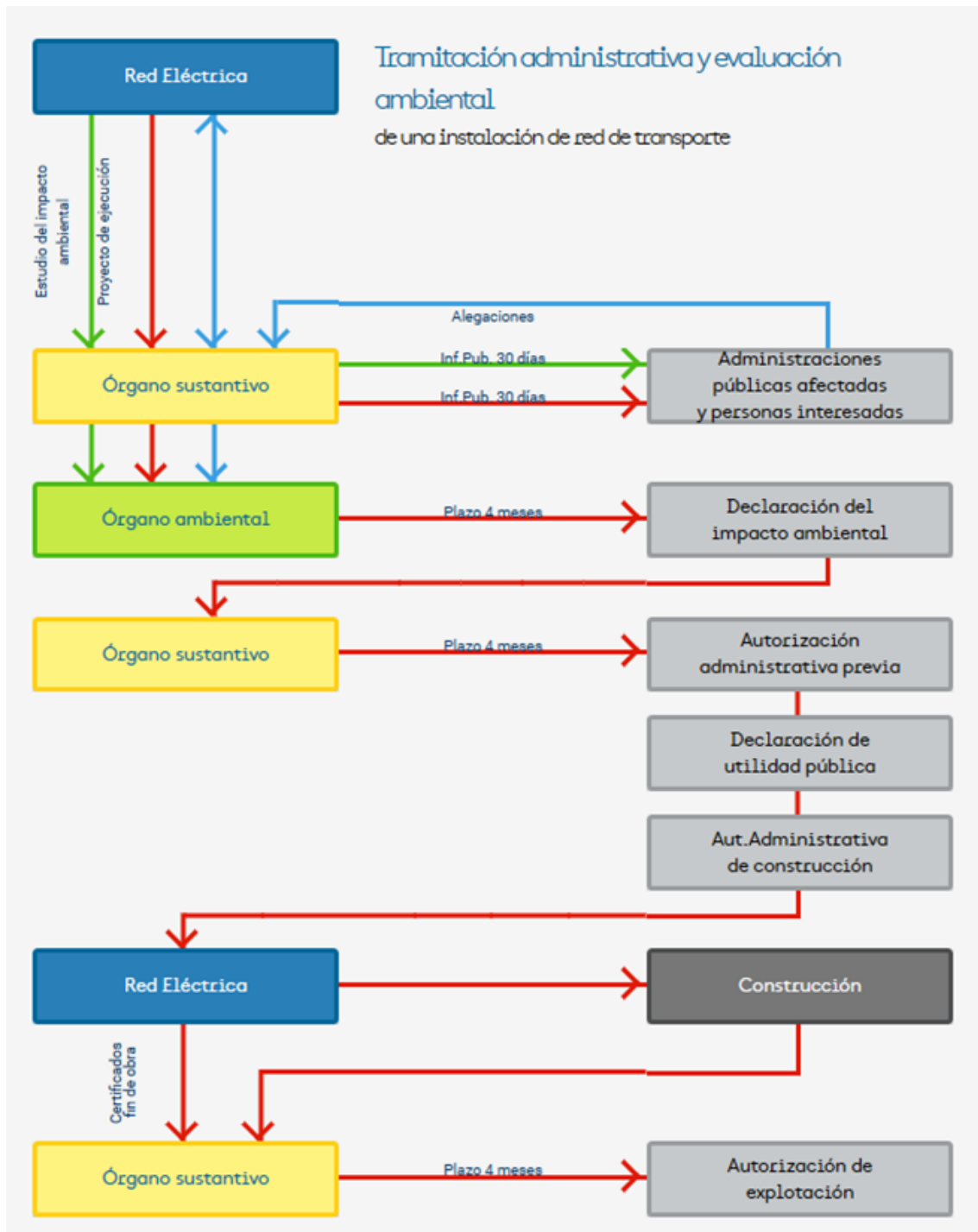


Figura 2. Procedimiento para el desarrollo de las energías renovables. Fuente:-: REE.es

¿Qué implica la Evaluación Ambiental Simplificada?

La Evaluación Ambiental Simplificada es un procedimiento que se aplica a ciertos proyectos que, debido a sus características, ubicación y potenciales efectos ambientales, requieren de una evaluación ambiental, pero de menor alcance que la Evaluación

Ambiental Ordinaria. Los principales apartados son la motivación de la aplicación de este procedimiento, las características, definición y ubicación del proyecto, una evaluación de los efectos previsibles durante todas las fases planteadas, y el planteamiento de medidas preventivas, reductoras y compensatorias por los efectos negativos potenciales (Eurofins-enviroment.es, 2018).

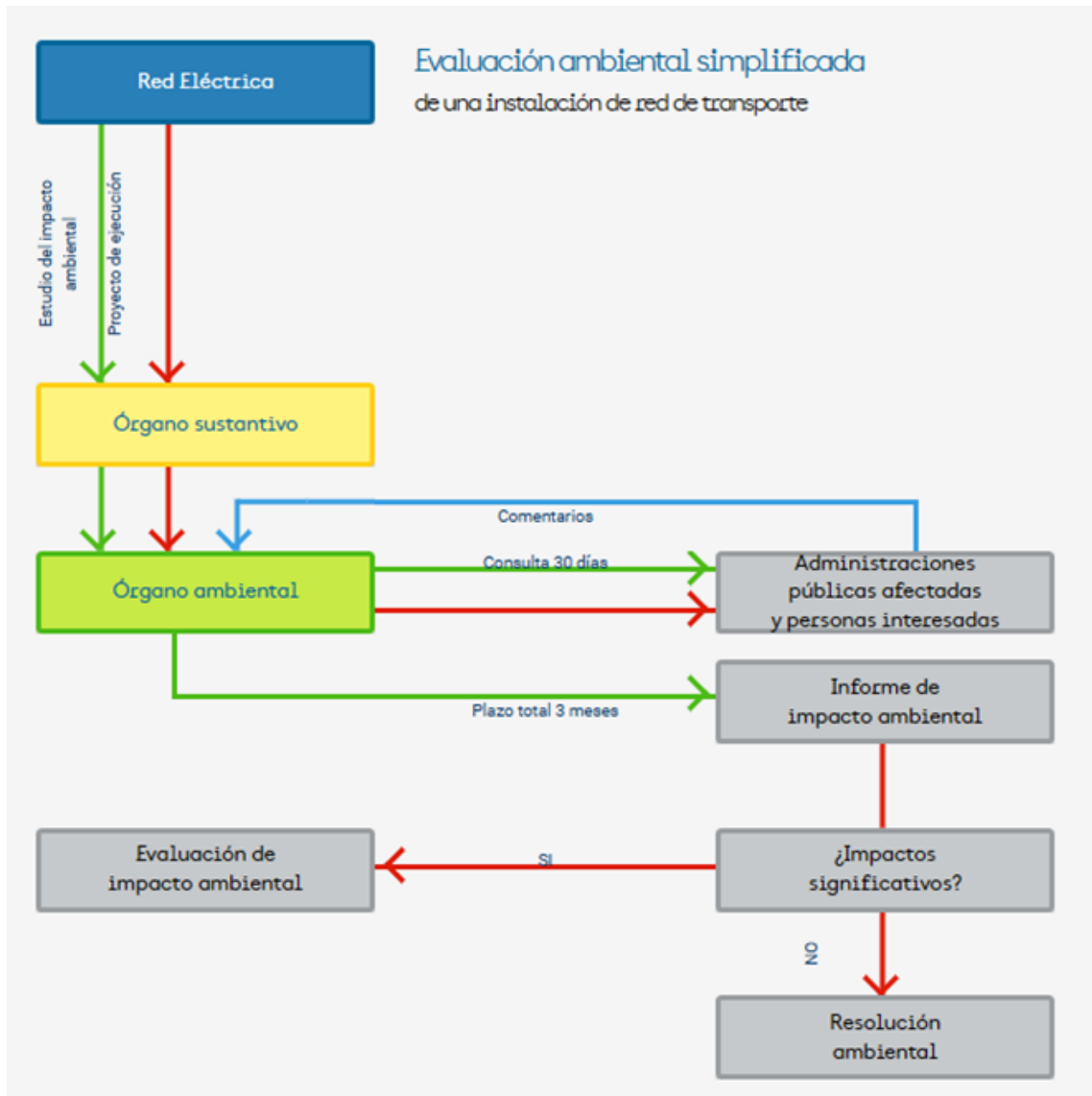


Figura 3. Procedimiento para la evaluación ambiental simplificada para líneas de alta tensión. Fuente: REE.es

A pesar del notable crecimiento en el desarrollo de energías renovables, impulsado por los objetivos de transición hacia un sistema energético climáticamente neutro, la implantación de parques eólicos y plantas fotovoltaicas enfrenta múltiples desafíos. Estos incluyen una complejidad técnica y medioambiental considerable, así como la necesidad

de una visión global para abordar cuestiones de ordenación del territorio y planificación futura.

2.3 Medios de tramitación de la DIA: MITECO o INAGA

La construcción de un parque eólico o fotovoltaico requiere la aprobación de su Declaración de Impacto Ambiental. Este es un hito administrativo crucial que implica la realización de un trámite administrativo con un órgano sustantivo. Este órgano, a su vez, cuenta con un órgano ambiental, que es la figura administrativa encargada de evaluar la viabilidad del proyecto en trámite y determinar si existen condiciones que deben cumplirse (MITECO.gob.es, 2024).

El promotor del proyecto tiene dos opciones para este trámite. Puede optar, por un lado, acudir al órgano sustantivo a nivel nacional, que en este caso sería la Secretaría de Estado de Cambio Climático, del Ministerio de Agricultura (MITECO.gob.es, 2024). Alternativamente, puede dirigirse al órgano sustantivo a nivel autonómico. En el caso de Aragón, este órgano es el INAGA (Gobierno de Aragón, 2024).

Es importante destacar que ninguna ley prevalece sobre la otra, ya sea estatal o autonómica. Ambos niveles de gobierno tienen la capacidad de desarrollar leyes en ciertas materias (Elrinconjurídico.com, 2021).

En términos de la organización del Estado, España se configura como un Estado autonómico. Esto significa que existe un único ordenamiento constitucional y un único poder constituyente, pero una pluralidad de fuentes legislativas. En este sentido, el modelo territorial español es abierto, permitiendo que cada región ejerza su derecho a la autonomía en los términos que establece la Constitución (Derechoured.com, 2024).

Finalmente, la elección entre acudir al órgano sustantivo nacional o al autonómico puede tener implicaciones significativas para el proceso de aprobación del proyecto. Por lo tanto, es crucial que el promotor del proyecto esté bien informado y tome una decisión informada sobre cuál de estas dos opciones es la más adecuada para su proyecto específico (DaniPerezMalaga.es, 2023).

2.4 Heterogeneidad fuentes información

Es importante indicar la importancia de abordar con dificultad dos fuentes de información dispersas y no homogeneizadas en el contexto de la ordenación del territorio para el desarrollo de las energías renovables. Destacando distintos desafíos asociados:

- **Dispersión de datos:** Las fuentes de información sobre el territorio y las energías renovables están fragmentadas en diferentes bases de datos, informes, estudios y organismos. Esto dificulta la obtención de una visión completa y coherente.
- **Falta de estandarización:** La información varía en formato, calidad y nivel de desagregación (detalle). Sin una homogeneización adecuada, comparar datos de diferentes fuentes resulta sumamente complicado.
- **Inconsistencias y contradicciones:** Las discrepancias entre datos pueden surgir debido a diferentes metodologías de recopilación, actualizaciones irregulares o incluso errores humanos. Esto dificulta la creación de una visión global coherente.
- **Complejidad técnica y medioambiental:** La ordenación del territorio para energías renovables implica considerar múltiples factores, pero la falta de datos homogéneos dificulta la evaluación precisa de estos aspectos.
- **Visión conjunta necesaria:** Para tomar decisiones estratégicas, es crucial tener una visión global. Esto incluye comprender las áreas más adecuadas para la instalación de parques eólicos o plantas fotovoltaicas, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos.

En resumen, la falta de homogeneización y la dispersión de datos dificultan la labor de ordenación del territorio para las energías renovables. Es fundamental abordar estas problemáticas para lograr los objetivos de desarrollo sostenible y eficiente.

2.5 Procedimiento en la planificación-tramitación de parques de renovables

En cuanto al procedimiento de planificación-tramitación por parte de los promotores de los parques de renovables es necesario tener en cuenta diversos criterios, ya que estos influyen en su proceso administrativo.

2.5.1. Criterios del procedimiento

Autoconsumo o exportadora

En primer lugar, es necesario determinar cómo se utilizará la energía generada por el parque de energías renovables. Es decir, si la instalación se constituye para vender la energía producida directamente a la red (conectada a REE) o si es de autoconsumo. Por un lado, si la energía se vende a la red, se considera una instalación exportadora. Por otro lado, si la energía se utiliza para el consumo propio del lugar donde se genera, se considera una instalación de autoconsumo. La elección entre estos dos modelos depende de varios factores, como las políticas energéticas locales, los costos de conexión a la red y las necesidades energéticas del sitio.

Fotovoltaica o eólica

En segundo lugar, el tipo de tecnología de energía renovable que se utilizará en el parque. Es decir, si la planta proyectada produce energía fotovoltaica o eólica. Las turbinas eólicas convierten en electricidad la energía del viento, mientras que los paneles fotovoltaicos convierten la luz solar. La elección entre estas dos tecnologías depende de factores como las condiciones climáticas locales, el espacio disponible para la instalación y los costos de instalación y mantenimiento de cada tecnología.

Potencia instalada

En tercer lugar, la potencia instalada. Este criterio se refiere a la capacidad de generación de energía del parque de energías renovables. La potencia de una instalación de energía renovable se mide en kilovatios (kW), megavatios (MW) o gigavatios (GW), y determina la cantidad de energía que la instalación puede generar. La potencia requerida depende de factores como las necesidades energéticas del sitio, las políticas energéticas locales y la capacidad de la red para absorber la energía generada (TuEnergía.es, 2022).

2.5.2 Procesos planificación-tramitación

En relación con los procesos de planificación-tramitación se determinan los siguientes, condicionados en función de la tecnología empleada:

Para el caso de la energía eólica, se distinguen 7 etapas, que se explican a continuación, y que quedan sintetizadas en la *Figura 3* (Es.RWE.com, 2024).

Identificación del lugar: Esta etapa inicial es crucial para el éxito del proyecto. Se lleva a cabo un estudio exhaustivo para identificar un lugar adecuado para el parque eólico. Los factores que se consideran incluyen la velocidad y la consistencia del viento, la proximidad a la red eléctrica y el impacto ambiental potencial. Los estudios preliminares pueden incluir evaluaciones de impacto ambiental para asegurar que el proyecto no tenga un impacto negativo significativo en el medio ambiente local. Además, es necesario asegurar un acuerdo de arrendamiento para el terreno donde se instalará el proyecto. Este proceso puede implicar negociaciones con los propietarios de la tierra y la obtención de los permisos necesarios.

Definición del área de estudio medioambiental: En esta fase, se define el área para el estudio medioambiental. Este estudio puede implicar la evaluación del impacto potencial del proyecto en el medio ambiente local, incluyendo factores como la biodiversidad, paisaje, contaminación acústica, y el uso del suelo. Los resultados de este estudio pueden influir en la ubicación final del proyecto y en las medidas de mitigación que se deben implementar. Este estudio es esencial para minimizar el impacto ambiental del parque eólico.

Estudio del Proyecto: Esta etapa, que puede durar entre 15 y 18 meses, implica un estudio detallado de las medidas de Aprovechamiento de Recursos Comunes (ARC). Esto puede incluir la evaluación de la cantidad de viento disponible y la eficiencia de las turbinas eólicas propuestas. Este estudio permite determinar la viabilidad del proyecto y optimizar el diseño del parque eólico.

Envío de la autorización medioambiental: En esta etapa, se envía la autorización medioambiental por parte de la administración. Esto puede implicar la negociación de acuerdos con las empresas de servicios públicos y la obtención de permisos de conexión. Este proceso asegura que el parque eólico cumple con todas las regulaciones y normativas medioambientales.

Proceso Administrativo: Decisión administrativa: Esta etapa, que puede durar entre 12 y 18 meses, incluye una consulta pública y una decisión administrativa. Durante esta fase, se realiza el mantenimiento regular de la planta para asegurar su funcionamiento

eficiente. Esta fase podría durar entre 30 y 40 años antes de que ocurra el desmantelamiento, dependiendo de la vida útil de las turbinas eólicas y otros equipos.

Construcción: Esta fase representa la construcción real del parque eólico, que puede durar entre 6 y 12 meses. Una vez construido el parque, se realizan pruebas de puesta en marcha para asegurar que todo funciona como se esperaba antes de que comience la operación a gran escala. Esto puede incluir la verificación de la eficiencia de las turbinas eólicas y la capacidad del parque para entregar energía a la red eléctrica.

En funcionamiento: Esta es la etapa final en la que el parque está en funcionamiento y generando energía eólica. Durante esta fase, se realiza el mantenimiento regular del parque para asegurar su funcionamiento eficiente. Esta fase puede durar más de 25 años, durante los cuales el parque eólico contribuirá a la producción de energía renovable y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.



Figura 4. Procedimiento para el desarrollo de un parque eólico. Fuente: RWE.com

Para el caso de la energía fotovoltaica, se distinguen 6 etapas para la puesta en marcha de una planta. Estas quedan sintetizadas en la *Figura 4* (Es.RWE.com, 2024).

Elección del lugar, estudio previo, compromiso de arrendamiento: Esta fase inicial implica la identificación de un lugar adecuado para el proyecto de energía solar. Se deben considerar factores como la disponibilidad de luz solar, la proximidad a la red eléctrica y el impacto ambiental potencial. Los estudios preliminares pueden incluir evaluaciones de impacto ambiental para asegurar que el proyecto no tenga un impacto negativo significativo en el medio ambiente local. Además, es necesario asegurar un acuerdo de arrendamiento para el terreno donde se instalará el proyecto.

Estudio financiero y viabilidad técnica: En esta etapa, se realizan análisis financieros detallados para determinar la viabilidad económica del proyecto. Esto puede incluir la estimación de los costos de construcción y operación, así como los ingresos potenciales de la venta de energía solar. Los estudios técnicos se realizan para asegurar que las soluciones de energía solar propuestas son viables en el lugar elegido. Esto puede incluir la evaluación de la cantidad de luz solar disponible y la eficiencia de los paneles solares propuestos.

Documento de desarrollo de proyecto (energía solar): En esta fase, se prepara la documentación detallada del proyecto. Esto puede incluir especificaciones de diseño para los sistemas de energía solar, planes de ingeniería detallados y la demostración de cumplimiento con los requisitos regulatorios. Esta documentación es esencial para obtener la aprobación de las autoridades pertinentes y para guiar la construcción del proyecto.

Estudio de petición de conexión: Esta etapa implica estudiar y solicitar la conexión a la red eléctrica u otros sistemas necesarios para distribuir la energía solar generada. Esto puede implicar la negociación de acuerdos con las empresas de servicios públicos y la obtención de permisos de conexión.

Construcción y puesta en marcha: Esta fase representa la construcción real de la planta solar. Una vez construida la planta, se realizan pruebas de puesta en marcha para asegurar que todo funciona como se esperaba antes de que comience la operación a gran escala. Esto puede incluir la verificación de la eficiencia de los paneles solares y la capacidad de la planta para entregar energía a la red eléctrica.

En funcionamiento: Una vez que la planta está operativa, esta etapa final indica que la planta está generando activamente energía solar. Durante esta fase, se realiza el mantenimiento regular de la planta para asegurar su funcionamiento eficiente. Esta fase podría durar entre 30 y 40 años antes de que ocurra el desmantelamiento, dependiendo de la vida útil de los paneles solares y otros equipos.



Figura 5. Procedimiento para el desarrollo de un parque fotovoltaico. Fuente: RWE.com

2.5.3 Consulta y aprobación de la capacidad de acceso

Tras la evaluación de capacidad y margen de acceso de la red eléctrica, la compañía (REE) subasta de forma pública la capacidad disponible en cada uno de los nudos o puntos de conexión disponibles (MITECO.gob.es, 2024).

Cada promotor envía a la compañía un estudio técnico previo especificando el número de MW, superficie, localización, y distancia desde el punto de conexión.

Una vez aprobado y ratificado el punto de conexión, debe tramitar el resto de documentación (técnica y medioambiental) con el Órgano sustantivo y Órgano ambiental correspondiente.

Esta se compone de dos documentos oficiales de REE en los que se facilita la capacidad de acceso disponible y ocupada. El primer documento es “Capacidad de los nudos de la red a 1 de abril de 2024” en formato PDF, y el segundo documento “Estados de las solicitudes de acceso a la red a 15 de abril de 2024”, en formato PDF y escala nacional. Ambos documentos localizados en la bibliografía de este trabajo (Red Eléctrica Española, 2024) (REE.es, 2024).

3. Objetivos

El contexto actual expuesto en los apartados anteriores ha llevado a plantear como objetivo principal de este trabajo el recopilar, homogeneizar, completar y organizar en una base de datos geográfica rigurosa la información sobre todos los proyectos de renovables en Aragón desde sus inicios hasta el 1 de abril de 2024, para facilitar los necesarios análisis de Ordenación Territorial que contribuya a avanzar hacia el complejo reto de una ordenación sostenible del territorio que armonice de la mejor forma posible los ODS 13, ODS 7 y ODS 11, entre otros.

Además, se establecen tres objetivos secundarios:

- Análisis evolutivo (1990-2024) de la distribución espacial de parques de renovables en Aragón (escala municipal y comarcal).
- Poner de manifiesto la importancia de los análisis de visibilidad a escala comarcal y municipal.
- Comprobar una hipótesis de ordenación territorial relativa a la relación entre la temporalidad en la distribución de los parques de renovables, la aptitud del paisaje, y la aceptación social.

Estos objetivos llevan implícita la elaboración de cartografía que puede servir para dotar a la Administración Pública y a la ciudadanía con mapas que permitan conocer la evolución, situación actual y perspectivas de los proyectos de energías renovables en el territorio aragonés.

Para una mejor comprensión de los objetivos planteados, se desagregan en los siguientes cinco grupos:

- **Recopilación de la información disponible:** El primer objetivo es recoger todos los datos relevantes sobre las energías renovables en Aragón, incluyendo información a nivel regional, comarcal y municipal. Esto implicará la recopilación de datos de diversas fuentes, tanto públicas como privadas, y puede requerir la realización de encuestas o entrevistas para obtener datos más específicos o actualizados.

- **Homogeneización de la base de datos:** Una vez recopilados los datos, el siguiente paso es homogeneizarlos en una única base de datos. Esto implica asegurarse de que todos los datos estén en el mismo formato y sean comparables entre sí. También puede implicar la limpieza de los datos para eliminar cualquier error o inconsistencia.
- **Desagregación de los datos:** Además de la representación general de los datos, también es importante desglosarlos según diferentes criterios, como el año de entrada en funcionamiento, la tipología (eólico y fotovoltaico), el estado (admisión a trámite, construcción y explotación), la potencia (MW), y el origen (ICEARAGÓN o MPTMD). Esto permitirá un análisis más detallado y específico de las tendencias y patrones en el desarrollo de las energías renovables.
- **Representación y análisis de la información recabada:** Con los datos recopilados y homogeneizados, el siguiente objetivo es representar esta información de manera clara y comprensible. Esto puede implicar la creación de gráficos, tablas o mapas que muestran la distribución y el desarrollo de las energías renovables en Aragón.
- **Análisis de visibilidad a una escala menor:** Finalmente, se realizarán diversos análisis de visibilidad a una escala menor, centrados en la comarca del Matarraña, debido a los clústeres eólicos planificados y la cuestión social, y los alrededores del núcleo urbano de Zuera (Zaragoza) justificada por su mixtura de las renovables ahí implantadas y la cercanía a la capital autonómica. Esto proporcionará una visión más detallada y localizada de la situación de las energías renovables en estas áreas específicas.

4. Metodología.

Para el logro de los objetivos planteados se ha diseñado un proceso metodológico que consta de seis fases sintetizadas en la *Figura 5*. Cada una de ellas conlleva el empleo de unos datos, metodología y herramientas específicas que se exponen en los siguientes subapartados.

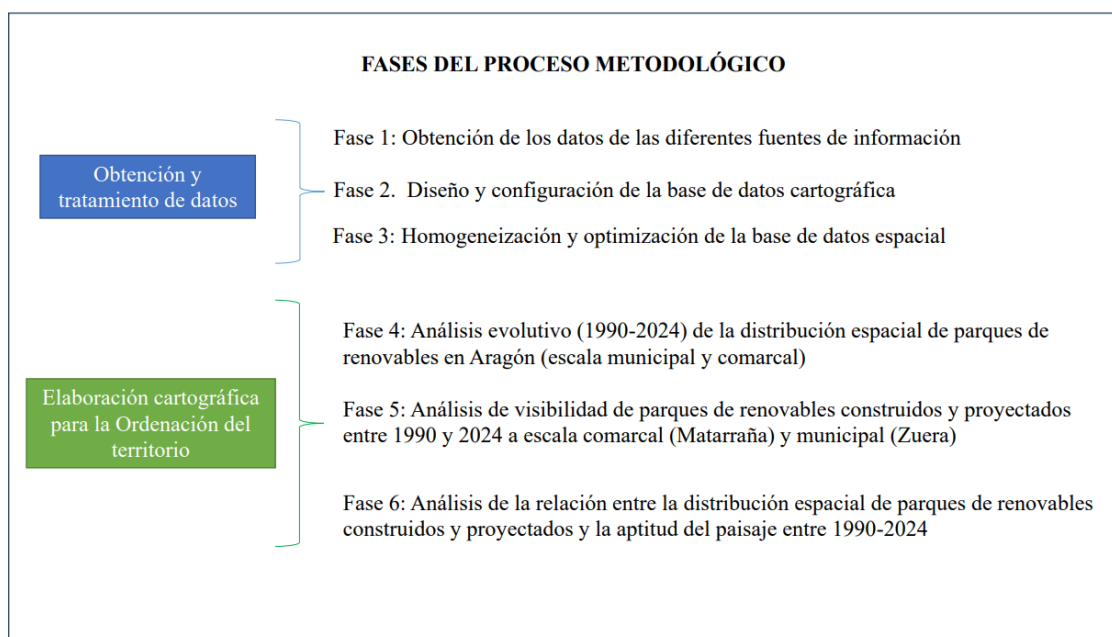


Figura 6. Proceso metodológico propuesto. Elaboración propia.

El primer apartado tiene como objetivo describir y explicar cuáles han sido los materiales y datos utilizados para la realización del trabajo presentado. De igual forma, se explica la metodología y herramientas empleadas.

4.1 Obtención y tratamiento de los datos

4.1.1 Fase 1. Obtención de los datos de las diferentes fuentes de información

Los materiales y datos utilizados se han obtenido a través de fuentes oficiales (páginas web del Gobierno Autónomo de Aragón o de Ministerios del Estado Español) y no oficiales (páginas web de medios de comunicación, revistas o bases de datos de propiedad

libre, como OpenStreetMap). Además, esta información puede categorizarse en tres estados, completa (cuando el conjunto de la información necesaria está disponible), incompleta (cuando una parte de la información necesaria no está disponible), y sin información (cuando ha sido imposible recopilar o acceder a cualquier información relacionada con el proyecto).

Para una mejor comprensión, la *Tabla 2* recoge una síntesis de las fuentes de información empleadas para la elaboración de este trabajo.

Tipología de la fuente de información	Fuente de información	Producto	Tipología de la información
Directa o primaria	Infraestructura De Conocimiento Espacial De Aragón (ICEARAGÓN)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proyectos energías renovables en Aragón ▪ Información sobre Aptitud Paisajística 	Vectorial
Indirecta o secundaria		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Base cartográfica de comarcas de Aragón ▪ Base cartográfica de municipios de Aragón 	Vectorial
Directa o primaria	Delegación del Gobierno en la Comunidad Autónoma de Aragón (MPT)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expedientes de energías renovables en Aragón (Cartografía) 	Vectorial
Indirecta o secundaria		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expedientes de energías renovables en Aragón (Informes) 	Documental
Directa o primaria	Ministerio de Transportes y Movilidad (MT)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Catálogo de Carreteras y catálogo de principales cursos fluviales 	Vectorial

Indirecta o secundaria	Centro Nacional de Descargas de Información Geográfica (CNIG)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Base cartográfica de Provincias de España ▪ Base cartográfica de CCAA de España ▪ Núcleos de población 	Vectorial
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelo Digital de Superficie (MDS). 	Ráster
Indirecta o secundaria	Informes mensuales de vigilancia ambiental depositados en DGA (Construcción)	Informes vigilancia ambiental (parques eólicos)	Documental
	Informes cuatrimestrales de vigilancia ambiental depositados en DGA (Explotación)	Informes vigilancia ambiental (parques eólicos)	
	Revista Energías renovables (nº64, feb del 2008)	Censo eólico año 2008 (Aragón)	
	El Periódico de Aragón (Noticia)	Información parques eólicos	
	Grupo Margalejo (Listado construcción Parques eólicos desde 1997)	Información parques eólicos	
	Boletín Oficial de Aragón (BOA)	Información parques eólicos	
	Aragón Digital.es (Noticia)	Información parques eólicos	

	Sirococalpital (Web “Nuestras Inversiones)	Información parques eólicos	
	EuropaPress (Noticia)	Información parques eólicos	
	HoyAragón.es (Noticia)	Información parques eólicos	
	Heraldo de Aragón (Noticia)	Información parques eólicos	
Indirecta o secundaria	OpenStreetMap (Base de datos fuente energética)	Información parques fotovoltaicos	Documental
	Boletín Oficial de Aragón (BOA)	Información parques fotovoltaicos	
	El Periódico de Aragón (Noticia)	Información parques fotovoltaicos	
	Aresol.com (Listado renovables)	Información parques fotovoltaicos	
	Informes mensuales de vigilancia ambiental depositados en DGA (Construcción)	Informes vigilancia ambiental (parques fotovoltaicos)	
	Informes cuatrimestrales de vigilancia ambiental depositados en DGA (Explotación)	Informes vigilancia ambiental (parques fotovoltaicos)	

	SolarInfor.es	Información parques fotovoltaicos	
	EuropaPress.es	Información parques fotovoltaicos	

Tabla 2. Fuentes de información. Elaboración propia

Los documentos en bruto descargados a través de la web de la Delegación del Gobierno contienen veinte archivos en formato *.geojson* (Tabla 3) con información geográfica de los parques solares, eólicos e híbridos, además de las líneas (subterráneas y aéreas), apoyos (torres de alta tensión en el caso de las líneas aéreas), y subestaciones.

Los tres archivos de mayor interés para este trabajo son los archivos *EolPoligonales*, *FVPoligonales* y *HibPoligonales* (fila en granate en la tabla), cuyo contenido tiene la misma estructura (nombre del expediente, nombre del parque, promotor del parque, municipio, provincia, punto de acceso de conexión, MW de potencia nominal, y una URL para consultar el estado del parque).

CAPA FOTOVOLTAICA	NOMBRE DE ARCHIVO
Apoyos líneas de alta tensión en proyectos fotovoltaicos	FVApoyos
Líneas de alta tensión aéreas en proyectos fotovoltaicos	FVEvacuacionA
Líneas de alta tensión soterradas en proyectos fotovoltaicos	FVEvacuacionS
Proyectos fotovoltaicos	FVPoligonales
Subestaciones en proyectos fotovoltaicos	FVSubestaciones

CAPA EÓLICA	NOMBRE DE ARCHIVO
Aerogeneradores en proyectos eólicos	EolAerogeneradores
Apoyos líneas de alta tensión en proyectos eólicos	EolApoyos
Líneas de alta tensión aéreas en proyectos eólicos	EolEvacuacionA
Líneas de alta tensión soterradas en proyectos eólicos	EolEvacuacionS
Áreas poligonales proyectos eólicos	EolPoligonales
Subestaciones en proyectos eólicos	EolSubestaciones

CAPA HÍBRIDA	NOMBRE DE ARCHIVO
Aerogeneradores en proyectos híbridos	HibAerogeneradores
Apoyos líneas de alta tensión en proyectos híbridos	HibApoyos
Líneas de alta tensión aéreas en proyectos híbridos	HibEvacuacionA
Áreas poligonales proyectos híbridos	HibPoligonales
Subestaciones en proyectos híbridos	HibSubestaciones

CAPA DENEGADA	NOMBRE DE ARCHIVO
Aerogeneradores en proyectos denegados	DesAerogeneradores
Líneas de alta tensión aéreas en proyectos denegados	DesEvacuacionA
Líneas de alta tensión soterradas en proyectos denegados	DesEvacuacionS

Áreas poligonales proyectos denegados	DesPoligonales
Subestaciones en proyectos denegados	DesSubestaciones

Tabla 3. Información obtenida a partir del MPT. Elaboración propia.

Los documentos en bruto descargados a través de la web de ICEARAGÓN contienen diez archivos en formato *.shp* con información geográfica de los parques solares y eólicos, desagregando la información en dos factores, la tipología (fotovoltaico o eólico) y el estado (admisión, protegidos, autorización previa, construcción y en funcionamiento).

Todos los archivos disponibles resultan de interés para este proyecto, a excepción de los denominados *v_vall_protegidos* o *v_poll_protegidos* debido a que la información contenida es redundante respecto al resto de archivos (ya que la información comprendida dentro de estas capas refleja los proyectos amparados por la Ley-1/2021 de protección de proyectos de renovables).

El contenido de los campos de información disponible es, para el caso de la energía fotovoltaica, del nombre del parque, el promotor, MW nominales, MW pico, y el código del estado. Para el caso de la energía eólica la información contenida es el nombre del parque, el promotor, MW nominales, el procedimiento, el estado, y el origen.

La *Tabla 4* describe los archivos obtenidos a través del ICEARAGÓN, y en granate se presentan aquellos de mayor interés para este trabajo.

CAPA FOTOVOLTAICA	NOMBRE DE ARCHIVO
Proyectos fotovoltaicos admitidos a trámite	<i>v_vall_admitidos</i>
Proyectos fotovoltaicos protegidos, L-1/2021	<i>v_vall_protegidos</i>
Proyectos fotovoltaicos con autorización previa	<i>v_vall_aap</i>
Plantas fotovoltaicas en funcionamiento	<i>v_vall_aae</i>

Proyectos fotovoltaicos con autorización de construcción	V_vall_aac
--	------------

CAPA EÓLICA	NOMBRE DE ARCHIVO
Proyectos eólicos admitidos a trámite	v_pol_admitidos
Proyectos eólicos protegidos, DL-2/2016	v_pol_protegidos
Proyectos eólicos con autorización previa y de construcción	v_pol_autorizados
Parques eólicos en funcionamiento	v_pol_funcionamiento
Aerogeneradores en funcionamiento	aeros_funcionamiento

Tabla 4. Información obtenida a partir del ICEARAGON. Elaboración propia.

Finalmente, la información utilizada para el análisis de fragilidad paisajística ha sido obtenida a través del portal ICEARAGÓN. Dicha información está albergada dentro de la capa “Aptitud Paisajística” a escala regional.

4.1.2 Fase 2. Diseño y configuración de la base de datos

Para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo ha sido necesaria una etapa de reflexión acerca de la información imprescindible para realizar el correcto análisis del sector de energías renovables en Aragón. Diseñar la base de datos y tomar decisiones en cuanto a su configuración para el tratamiento en SIG no ha sido tarea fácil y, unido al procedimiento de obtención de la información, ha resultado un proceso demandante en tiempo y esfuerzo, pues ha sido necesario consultar documentación técnica de cada proyecto de forma individual, revistas especializadas, noticias regionales y locales, etc. hasta obtener toda la información requerida para este proyecto.

4.1.3 Fase 3. Homogeneización y optimización de la base de datos espacial

En cuanto a la metodología llevada a cabo, es necesario explicar y reiterar que, debido a la diversidad de los datos obtenidos y las diferencias entre fuentes oficiales, ha sido necesario realizar diferentes procesos metodológicos en función del proveedor de los datos con el fin de homogeneizar la base de datos georreferenciada elaborada.

Por ello, es preciso diferenciar entre tipología de generación de la energía (solar, eólica o híbrida) y origen de la fuente de información (MPT o ICEARAGON).

MPT (Delegación Gobierno en Aragón)

La información presente en estos archivos ha sido completada con detalles del estado legal en el que se encuentra cada proyecto, indicando la fecha de inicio, de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o de construcción según sea el caso. Para conseguirlo, ha sido necesario consultar individualmente todos los expedientes disponibles en el MPT. En el caso de los parques fotovoltaicos e híbridos ha sido necesario calcular la superficie que ocupa cada proyecto a través de la herramienta *\$area* en el SIG QGIS.

ICEARAGON

La información obtenida del IGEAR también ha tenido que ser completada. En este sentido, tanto para parques fotovoltaicos como eólicos, la información del año legal en que entraron los parques en funcionamiento ha sido recabada de terceros. Para conocer la ubicación de los parques en funcionamiento ha sido necesario superponer la información espacial de los parques con los límites administrativos pertinentes (municipal y comarcal). En el caso de los parques fotovoltaicos ha sido necesario calcular la superficie que abarca cada proyecto a través de la herramienta *\$area* en QGIS. Finalmente, para conocer el tipo de aerogenerador instalado ha sido necesario consultar terceras páginas (normalmente documentos técnicos) y además consultar la ficha técnica del fabricante para conocer el diámetro de las aspas instaladas, con el objetivo de aproximar la altura máxima del aerogenerador instalado (debido a que no existe una correlación entre el diámetro de las aspas y la altura del buje), información fundamental para los análisis de visibilidad.

4.2 Elaboración cartográfica para la Ordenación del Territorio

Tras descargar la información, homogeneizarla y diseñar la estructura de la base de datos, se ha llevado a cabo una serie de clasificaciones (por etapas) y cálculos (superficie, potencia, aptitudes, porcentajes, etc.) Todo ello en función de las diferentes escalas de trabajo que ha permitido la elaboración cartográfica.

4.2.1 Fase 4. Análisis evolutivo (1990-2024) de la distribución espacial de parques de renovables en Aragón (escala municipal y comarcal)

Para el estudio de la evolución histórica de las instalaciones de energías renovables, se ha considerado el año en que estas comenzaron a funcionar. La información sobre el año de inicio de operaciones se ha recopilado de diversas fuentes, incluyendo planes de vigilancia ambiental (EDP Renovables, 2023), fotografías aéreas (Openstreetmap.org, 2024), comunicados de prensa (El Periodico de Aragón, 2008) y revistas especializadas en energías renovables (Energías-renovables.com, 2008).

Una vez determinado el año de inicio de operaciones, se han establecido seis periodos:

ETAPA 1. 1990-2007

ETAPA 2. 2008-2013

ETAPA 3. 2014-2015

ETAPA 4. 2016-2018

ETAPA 5. 2019-2021

ETAPA 6. 2022-2024

Estos periodos se han determinado en función de los principales criterios o hitos históricos que han influido en el despliegue de las energías renovables en España. Por ejemplo, a principios de los años 90 se implementó la primera legislación sobre energías renovables en España (con fines de concesión de subvenciones) (BOE.es, 1991). En 2007, el gobierno de Zapatero introdujo incentivos para las energías renovables, que se eliminaron en 2013 (Fundeen.com, 2024). En 2015, se impuso un impuesto a la energía solar, que se eliminó en 2018 (Público.es, 2018). Finalmente, en 2021, debido a la crisis económica y de suministro provocada por la pandemia de COVID-19 y el conflicto entre

Ucrania y Rusia, se desató una crisis energética en toda Europa. Como resultado, el Gobierno de España (respaldado por las directrices de la UE) fomentó y agilizó el desarrollo y construcción de renovables (Europarl.europa.eu, 2022).

4.2.2 Fase 5. Análisis de visibilidad de parques de renovables construidos y proyectados entre 1990 y 2024 a escala comarcal (Matarraña) y municipal (Zuera)

Para realizar los análisis de visibilidad, se ha utilizado el complemento no nativo “*Visibility analysis*” en QGIS, como ya han realizado otros autores (Romanos Ioannidis, 2020). El objetivo de este complemento es determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, ya sea de manera simultánea o secuencial. Esto permite evaluar en qué medida cada área contribuye a la percepción del paisaje y obtener parámetros globales para caracterizar un territorio en términos visuales (MappingGIS.com, 2021)

El proceso consta de dos pasos:

- 1) Creación de puntos de observación (*Create viewpoint*). Se genera una capa puntual con dos valores clave: la altura del punto observado y la altura del observador. Estos valores se toman como referencia utilizando un archivo ráster con datos altitudinales.
- 2) Análisis de visibilidad (*Viewshed*): A partir de la capa puntual generada, se aplica la herramienta “*Viewshed*” sobre un archivo ráster base con valores altitudinales. Esto permite determinar las áreas visibles desde cada punto de observación.

En cuanto a los valores y capas ráster utilizados:

- La altura del punto observado corresponde a la altura del buje en el caso de los parques eólicos, y a los vértices del vallado perimetral en los parques fotovoltaicos con una altura de 2 metros. (Derecho.com, 2023).
- La información altitudinal base se obtuvo a partir del MDS05 (Modelo Digital de Superficie de 5 metros) proporcionado por el CNIG.

4.2.3 Fase 6. Análisis de la relación entre la distribución espacial de parques de renovables construidos y proyectados, y la aptitud del paisaje entre 1990 y 2024

La aptitud paisajística es un concepto fundamental en la evaluación y gestión del paisaje. Según el Instituto Geográfico de Aragón (IGEAR), la aptitud genérica de un paisaje es el grado de idoneidad de un paisaje para acoger determinadas actuaciones o actividades, tanto actuales como futuras. La aptitud genérica ha de interpretarse como una primera aproximación a la capacidad de acogida de una unidad territorial para una actividad también genérica, teniendo en cuenta su fragilidad y calidad visual. En el contexto de la información de aptitud paisajística de Aragón, la aptitud paisajística se obtiene combinando los valores de calidad y fragilidad. Es un tipo de aptitud genérica para absorber cualquier tipo de proyecto con un cierto impacto en el paisaje de manera que se debe de interpretar como una primera aproximación genérica a este diagnóstico territorial siendo necesarios análisis de aptitudes específicas para distintos tipos de proyectos y usos del suelo que pueden integrarse en el paisaje con requerimientos muy distintos. Es decir, no se está aplicando una aptitud específica sobre la afección de Parques eólicos y fotovoltaicos, porque no está diagnosticada todavía para el conjunto de Aragón, pero al menos se cuenta con la aptitud genérica para realizar este análisis. Tras la combinación se aplican fórmulas polinómicas y coeficientes a los datos homogéneos de los Mapas de Paisaje. Finalmente, el resultado final representa la aptitud del paisaje para cumplir determinadas funciones o usos (IGEAR, 2023).

La metodología para la elaboración de la información del paisaje se aborda en un estudio del paisaje a través de un enfoque integral, considerando tanto los factores naturales y visuales como las actividades humanas que han modelado el paisaje a lo largo de los siglos. Además, se realiza una identificación y calificación de los paisajes, junto con un análisis de las dinámicas y presiones que los modifican. Los Mapas de Paisaje también cuentan con la participación de los habitantes del territorio para garantizar objetivos de calidad paisajística. Todo ello se cuantifica numéricamente y se elabora, a partir de modelos matemáticos, la información geográfica (IGEAR, 2023).

En cuanto a la metodología empleada para identificar el tipo de aptitud paisajística presente en la superficie impactada por las instalaciones de energías renovables, se han realizado lo siguiente. En primer lugar, se ha usado la función “*intersección*” en QGIS.

Esta función se ha aplicado a la capa poligonal que contiene la información geográfica de los proyectos de energías renovables, y a los datos de Aptitud Paisajística obtenidos de ICEARAGÓN.

Es importante destacar que una de las hipótesis iniciales consistía en combinar la información disponible sobre la aptitud paisajística de los proyectos de energías renovables con el número de alegaciones presentadas en relación con cada uno de estos proyectos. Sin embargo, debido a la falta de respuesta por parte de la administración competente hasta la fecha de redacción de este trabajo, no se pudo lograr este análisis completo. A pesar de ello, se buscaba responder a la hipótesis de si actualmente existe un mayor número de alegaciones (incidiendo en la variable de la aceptación social) en estos proyectos y si estas alegaciones están correlacionadas con la aptitud paisajística de las áreas donde se ubican.

Otra de las hipótesis principales es contrastar este estudio, verificando si existe una correlación positiva entre la aptitud intrínseca del paisaje y la evolución de los parques de energías renovables en Aragón, se propone el siguiente plan de investigación:

Recopilación de datos: Se recogerán datos sobre la ubicación de los parques de energías renovables en Aragón, tanto actuales como de las primeras etapas de su desarrollo. Además, se recogerán datos sobre la aptitud paisajística de las diferentes áreas de Aragón.

Análisis de correlación: Se realizará un análisis de correlación para determinar si existe una relación entre la aptitud paisajística de una zona y la presencia de parques de energías renovables. Este análisis se realizará tanto para los datos actuales como para los de las primeras etapas de desarrollo de los parques.

Comparación de etapas: Se comparará la correlación encontrada en las primeras etapas de desarrollo de los parques con la correlación actual. Si la hipótesis es correcta, se esperaría encontrar una mayor correlación en las primeras etapas.

Interpretación de resultados: Finalmente, se interpretarán los resultados obtenidos en el contexto de la evolución de los parques de energías renovables en Aragón. Se discutirá

si los resultados apoyan la hipótesis y qué implicaciones podrían tener para la planificación futura de estos parques.

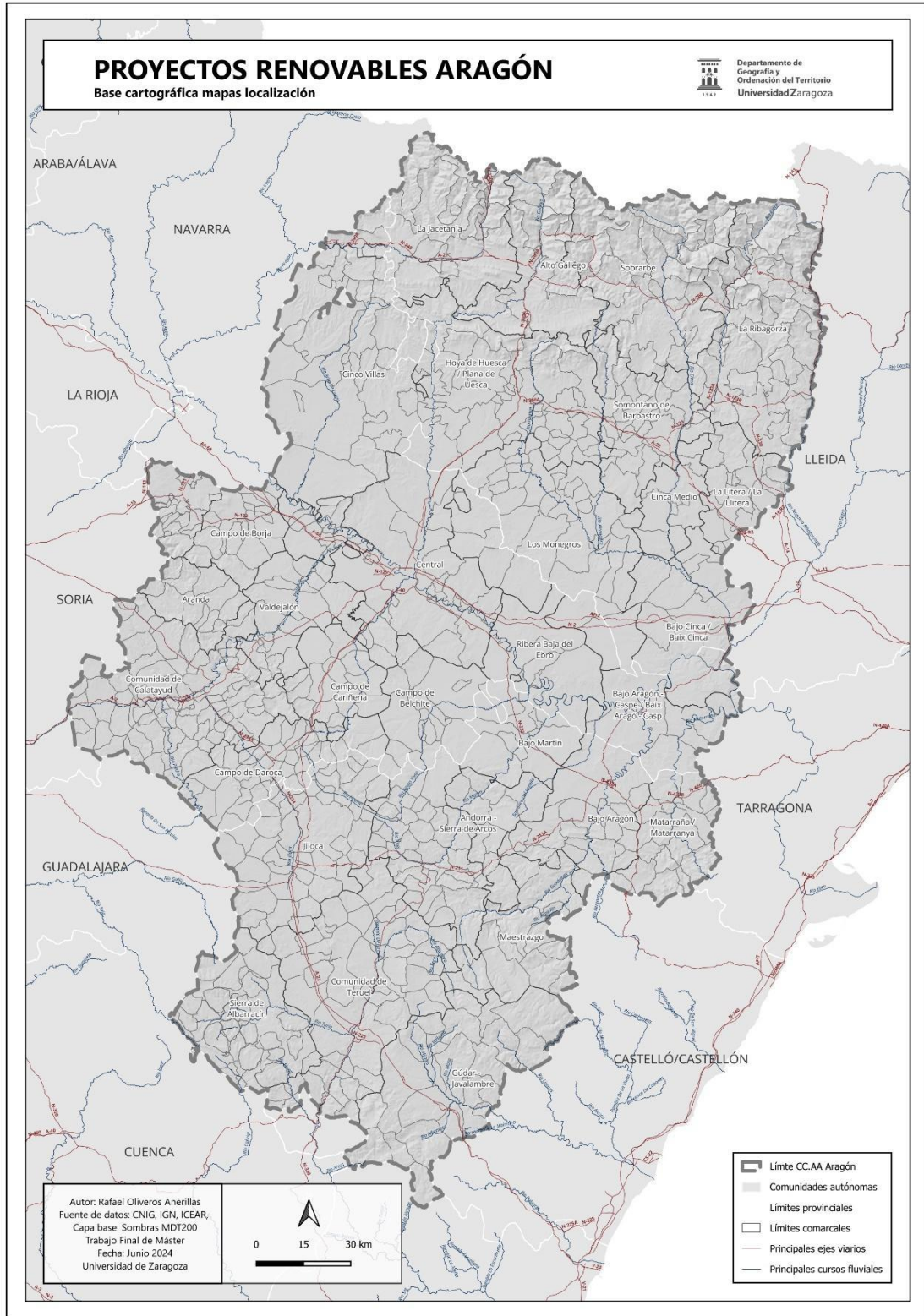
4.4 Herramientas

Las herramientas utilizadas para la realización de este proyecto han sido, en primer lugar, Microsoft Excel, del grupo Office365®, para la realización de la base de datos y el tratamiento de los datos recopilados (nombres, fechas, fuentes información, potencia, superficie, altura, modelo, etc.); QGIS®, de uso libre, para la visualización de los datos geográficos y realización de la cartografía elaborada para este trabajo; y Google Earth Pro®, del grupo Alphabet (empresa matriz de Google) para la fotointerpretación de diversos parques fotovoltaicos y la estimación de su puesta en marcha (generación de energía).

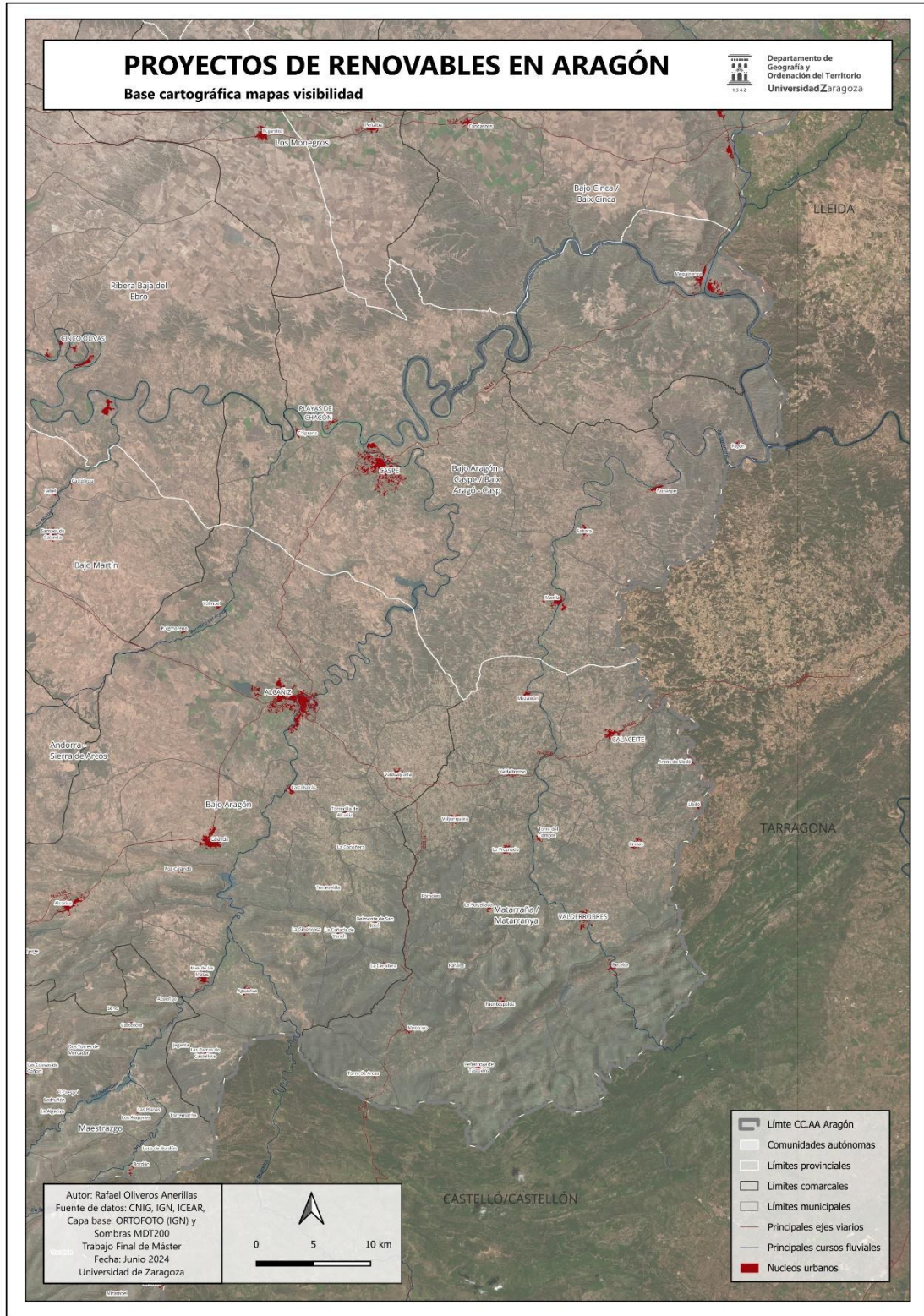
5. Resultados

Los resultados obtenidos se apoyan en la representación cartográfica para comprender espacialmente la distribución, implicaciones y cambios en los usos del suelo que se han producido por la implantación de parques de energías renovables en Aragón. En total se presentan 21 mapas a escala autonómica y diferentes niveles (comarcal y municipal). Asimismo, se presentan 9 mapas de análisis de visibilidad a escala comarcal y de núcleo de población.

Los mapas temáticos (Mapa 1), a excepción de los relativos al análisis de visibilidad (Mapa 2), emplean la misma base cartográfica: un mapa de sombras obtenido a partir del MDT200, los límites administrativos autonómicos, provinciales, comarcales y, en su caso, municipales. Además, se incluye información relativa a los principales ríos y vías de comunicación.



Mapa 1. Base cartográfica mapas localización. Elaboración propia.

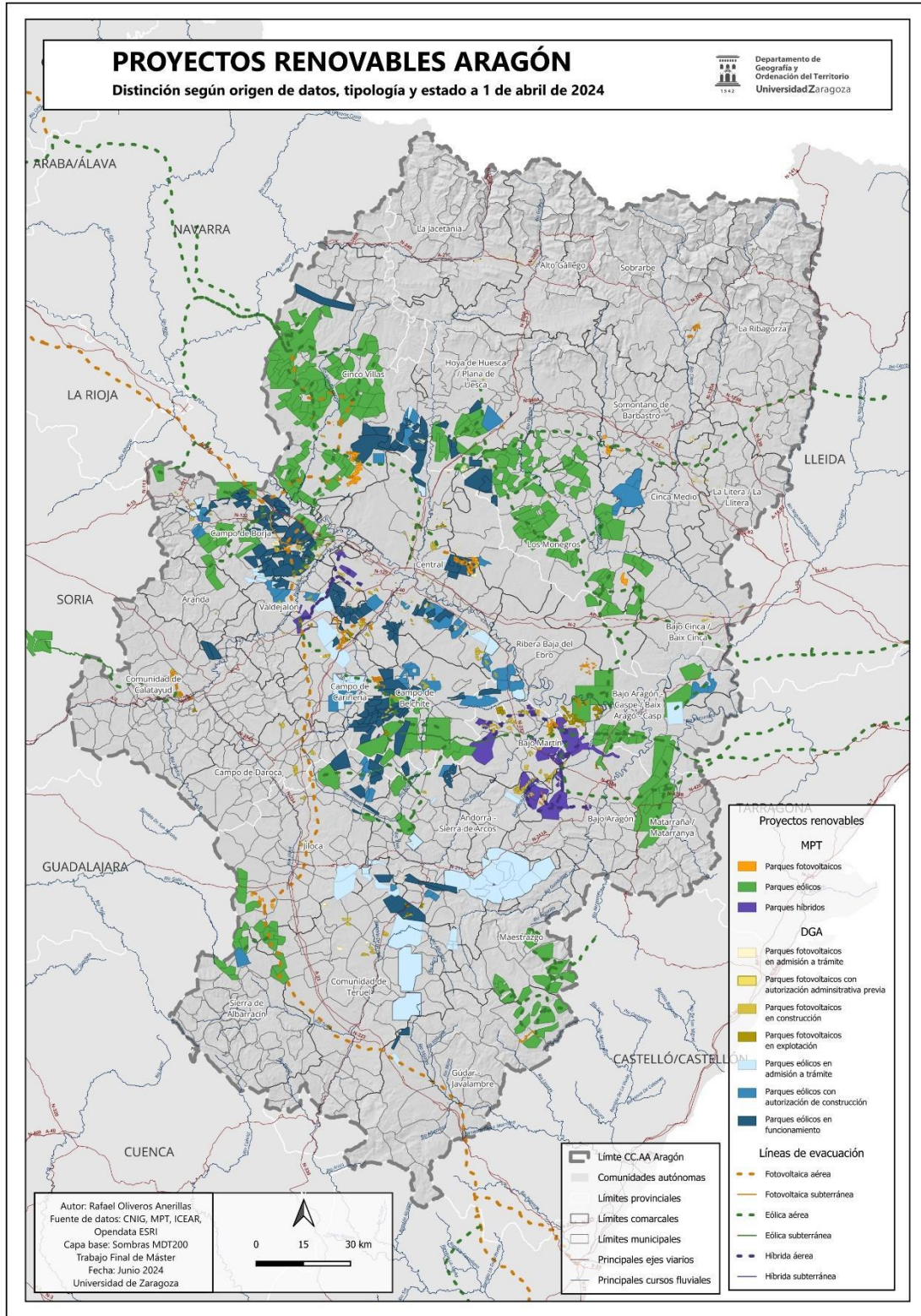


Mapa 2. Base cartográfica mapas visibilidad. Elaboración propia

5.1 Distribución espacial de las renovables (estado, tipo, origen de los datos)

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, y estado a fecha de 1 de abril de 2024” (*Mapa 3*), tiene como objetivo mostrar la ubicación geográfica actualizada de todos los proyectos de energías renovables (fotovoltaica y eólica) en la C.A. de Aragón.

El mapa presenta los parques de energías renovables en formato poligonal, clasificados por tipo (eólico, fotovoltaico e híbrido), estado (admisión, construcción o explotación), y origen de los datos (MPT o DGA). Asimismo, se visualizan las líneas de evacuación, tanto subterráneas como aéreas, según el tipo de parque de energías renovables (fotovoltaico, eólico e híbrido). Además, el mapa proporciona información adicional sobre los límites administrativos a nivel autonómico, provincial y comarcal, así como los principales ríos y vías de comunicación.



Mapa 3. Mapa de Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, y estado a fecha de 1 de abril de 2024. Elaboración propia

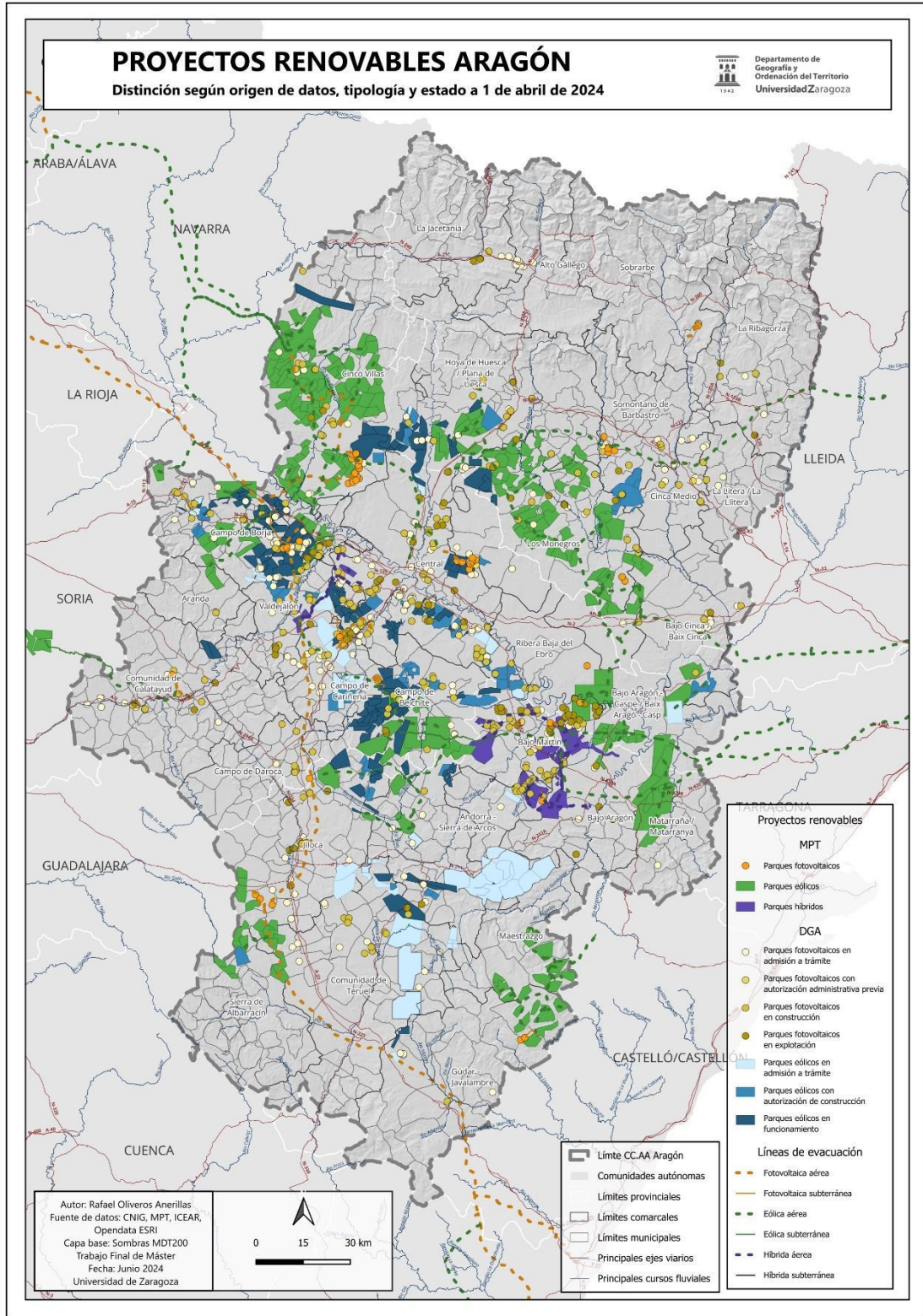
En cuanto al análisis de este mapa, se pueden hacer varias observaciones. En primer lugar, los parques de energías renovables en trámite obtenidos a través de MPT muestran una predominancia de los parques eólicos sobre los fotovoltaicos e híbridos. Los proyectos eólicos del MPT se encuentran principalmente en el eje Noroeste-Sureste del Valle del Ebro, cubriendo comarcas como las Cinco Villas, Hoya de Huesca/Plana de Huesca y los Monegros, entre otros. Los proyectos fotovoltaicos del MPT se localizan principalmente al sur de la Comarca de las Cinco Villas, al este de la Comarca Central y en el área circundante de las comarcas de la Ribera Baja del Ebro y Bajo Martín. Los parques híbridos se encuentran predominantemente en la Comarca del Bajo Martín, Bajo Aragón y Andorra-Sierra de Arcos.

En segundo lugar, los parques de energías renovables obtenidos a través del Gobierno de Aragón (DGA) muestran una predominancia de los parques eólicos sobre los fotovoltaicos. Gran parte de los proyectos eólicos en funcionamiento se localizan en la Ribera Alta del Ebro, así como en las Comarcas del Campo de Belchite y Cinco Villas. Los proyectos eólicos en construcción se encuentran en la cuenca central del Valle del Ebro, en Comarcas como Campo de Borja, Central o Campo de Belchite. Los proyectos eólicos en trámite se localizan principalmente en la margen derecha del Río Ebro, así como en las comarcas orientales de la provincia de Teruel, como Comunidad de Teruel, Andorra-Sierra de Arcos, o Maestrazgo.

Debido a la reducida magnitud de las plantas fotovoltaicas en comparación con los parques eólicos a nivel autonómico, se ha optado por presentar una cartografía alternativa en la que estas plantas se representan mediante implantación puntual, pudiéndose así visualizar y analizar su localización y distribución más fácilmente (*Mapa 4*).

Un aspecto destacable en cuanto a la localización de estos proyectos es su presencia en comarcas centrales del Valle del Ebro. Estas comarcas incluyen Campo de Borja, Central, Valdejalón, Campo de Cariñena, Ribera Baja del Ebro y Bajo Martín. En menor medida, también hay proyectos en comarcas como la Comunidad de Calatayud, Jiloca, Campo de Daroca, Hoya de Huesca, Somontano de Barbastro y los Monegros. En cuanto a la densidad de proyectos, los localizados en las comarcas centrales están más concentrados entre sí, mientras que los de comarcas vecinas están más dispersos en el territorio.

Si se analiza la información según el estado de los proyectos (tramitación, construcción, explotación), se observa que gran parte de los proyectos en las comarcas centrales del Valle del Ebro están en funcionamiento o en construcción. Destacan especialmente en la Comarca del Bajo Martín, cuyo espacio disponible para renovables podría estar cerca del límite debido a la falta de proyectos en tramitación. También se encuentran proyectos cerca de la desembocadura del Río Jalón en el Río Ebro (margen izquierda). En la Comarca Central la mezcla de estados de los proyectos está distribuida de manera regular por toda su extensión. También existen proyectos fuera del área central del valle del Ebro, donde la mayoría de los proyectos están en construcción o en tramitación. Destacan comarcas como el Somontano de Barbastro, Cinca Medio, La Litera, Bajo Cinca y la Comunidad de Teruel.



Mapa 4. Mapa Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, y estado a fecha de 1 de abril de 2024. Elaboración propia.

Es importante mencionar que, aunque los parques híbridos constan de un parque fotovoltaico y uno eólico, su consideración se ha realizado conjuntamente.

Finalmente, es necesario mencionar la distribución y localización de las líneas de evacuación (tramitadas a través del MPT) cuya disposición y objetivo es transportar la energía producida en los principales parques de renovables localizados en comarcas aragonesas a principales puntos de consumo eléctrico, como es el caso de las comunidades autónomas vecinas (Cataluña y Comunidad Valenciana con cuatro líneas, y Navarra, La Rioja y País Vasco con 5 líneas).

5.2 Distribución espacial de las renovables (potencia)

El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen de datos, tipología, estado y potencia a fecha de 1 de abril de 2024 (fv puntual)” (*Mapa 5*), tiene como objetivo mostrar la ubicación geográfica de todos los proyectos de energías renovables (fotovoltaica y eólica) en relación con la potencia instalada en cada uno de ellos en la C.A. de Aragón.

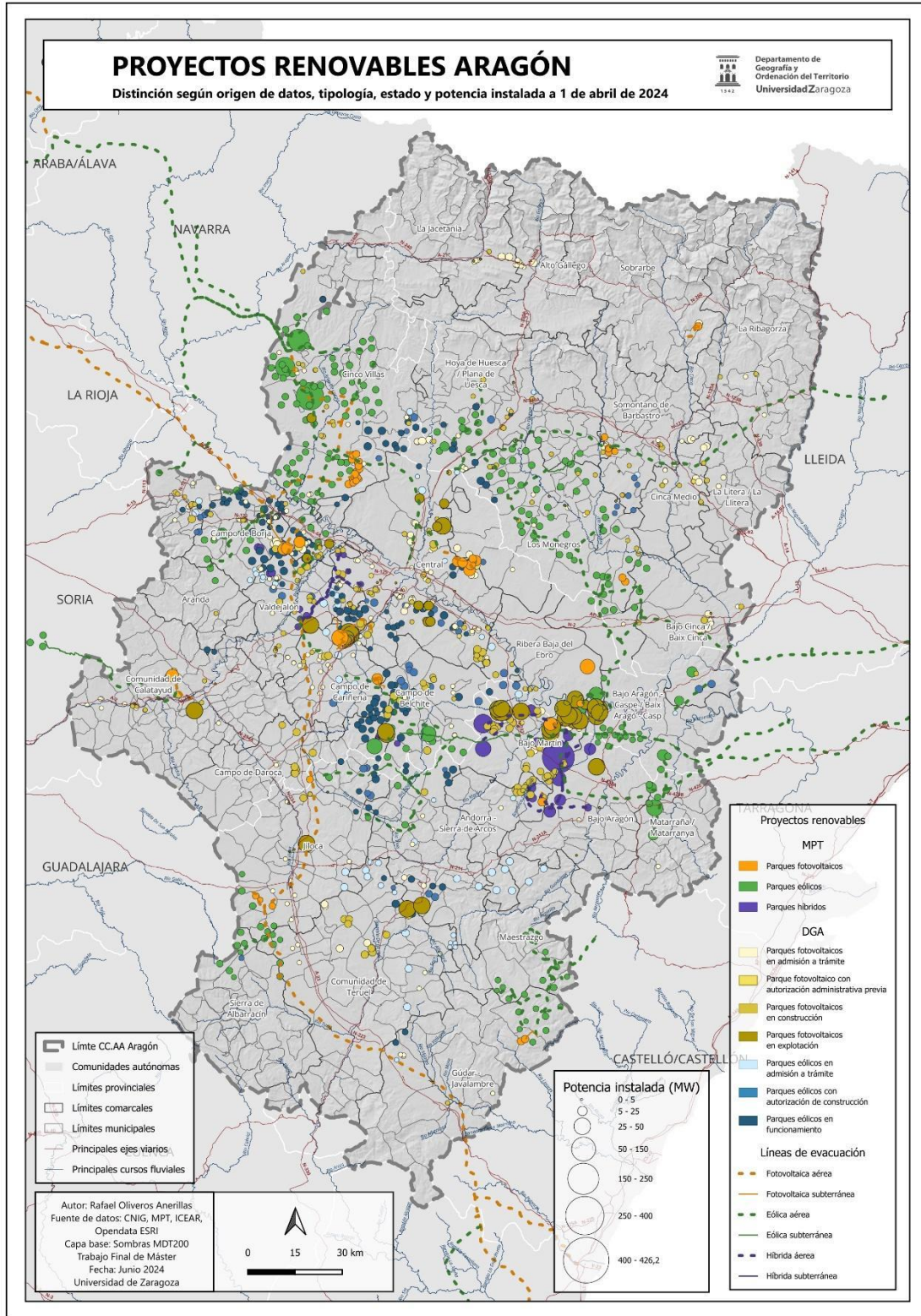
El mapa presenta los parques de energías renovables en formato puntual, clasificados por tipo (eólico, fotovoltaico e híbrido), estado (admisión, construcción o explotación), y origen de los datos (MPT o DGA). Asimismo, se visualizan las líneas de evacuación, tanto subterráneas como aéreas, según el tipo de parque de energías renovables (fotovoltaico, eólico e híbrido). Se emplea simbología proporcional en función de la potencia instalada en cada parque para representar esta variable.

En relación al análisis de este mapa, en los mapas previos se discutió la distribución geográfica de los proyectos fotovoltaicos, eólicos e híbridos, pero ahora se comenta con relación a la potencia total instalada.

En primer lugar, analizando la base de datos, se obtiene que los parques eólicos en trámite (obtenidos a través de MPT) presentan una predominancia de potencia entre 25 y 100 MW por parque (Comarca de los Monegros o las Cinco Villas), aunque algunas excepciones superan los 250 MW (como los dos parques localizados en los municipios de Ejea de los Caballeros, Uncastillo, Sábada, Sos del Rey Católico, etc. (todos ellos en la Comarca de las Cinco Villas). Los proyectos fotovoltaicos del MPT muestran una

predominancia en la potencia entre 25 y 50 MW (Como el clúster localizado en los municipios de Tauste, y Castejón de Valdejasa). Por otro lado, los parques híbridos (también obtenidos a través de MPT) tienen una predominancia de potencia entre 50 y 250 MW, con una excepción donde un proyecto alcanza entre 250 y 400 MW (localizado en los municipios de Híjar y Samper de la Calanda).

En segundo lugar, los parques eólicos en funcionamiento (obtenidos a través del Gobierno de Aragón - DGA) tienen una potencia predominante entre 5 y 50 MW por parque (Comarca de Valdejalón, o Ribera Alta del Ebro). Los proyectos eólicos en construcción se encuentran en el rango de 25 a 50 MW (curso medio y bajo del Valle del Ebro, correspondiendo con las Comarcas de Campo de Belchite o Ribera Baja del Ebro), mientras que los proyectos eólicos en tramitación predominan con una potencia entre 5 y 50 MW (localizados principalmente en la Serranía Ibérica turolense). En cuanto a los parques fotovoltaicos en funcionamiento (también de la DGA), su potencia predominante está entre 1 y 250 MW. Los proyectos fotovoltaicos en construcción tienen una potencia de 5 a 50 MW, y los proyectos fotovoltaicos en tramitación muestran una predominancia de entre 5 y 50 MW.

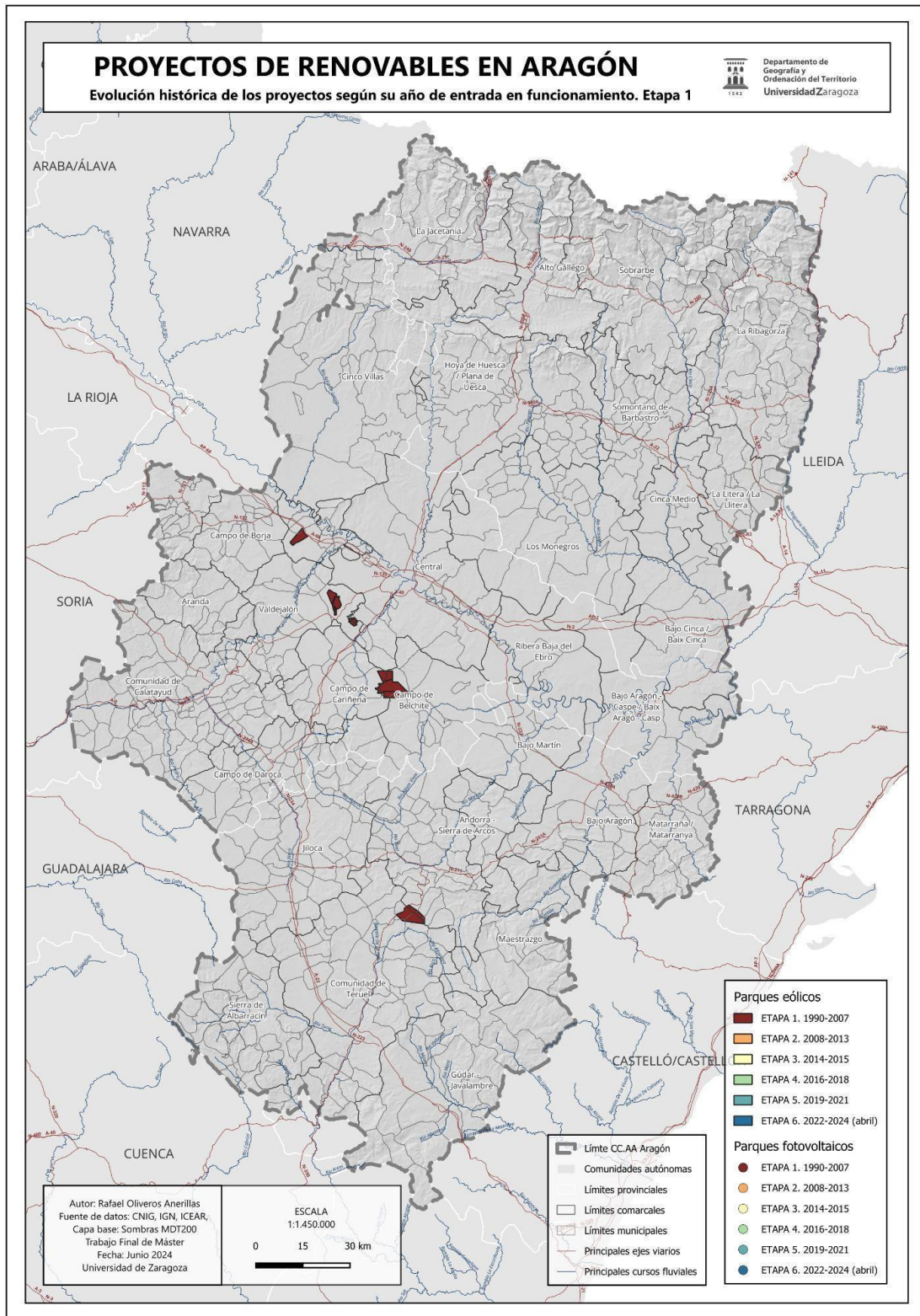


Mapa 5. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Distribución según origen, tipología, estado y potencia a fecha de 1 de abril de 2024”. Elaboración propia.

5.3 Evolución histórica de los proyectos de energías renovables en Aragón

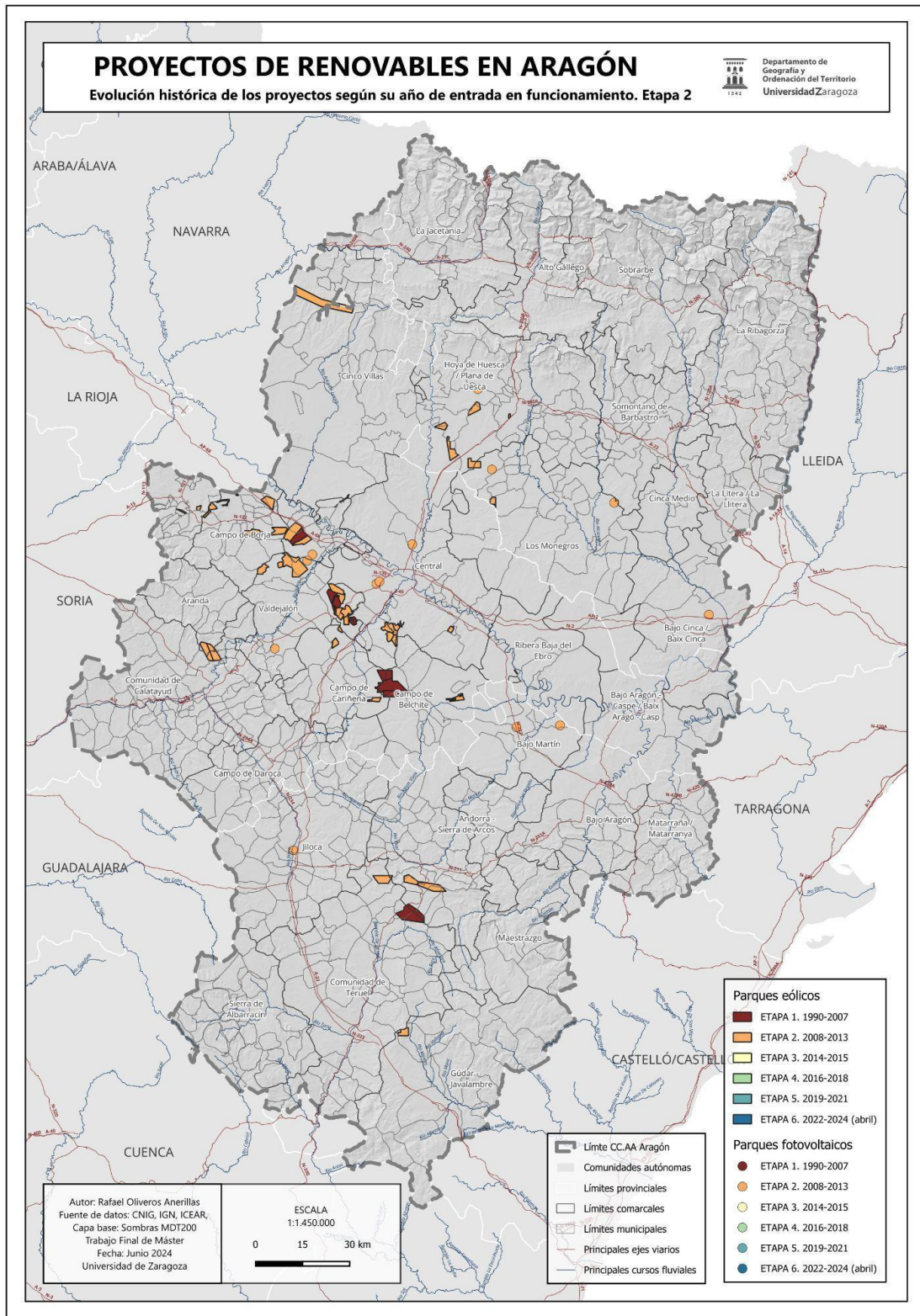
A continuación, y siguiendo las etapas de análisis planteadas en la metodología, se presentan seis mapas de la evolución de los proyectos de renovables desde 1990. La serie cartográfica muestra la evolución de la entrada en funcionamiento de los proyectos de renovables (desagregado en tipología: fotovoltaica y eólica) en cada una de las etapas determinadas para la C.A. de Aragón. Las diferentes etapas, quedan recogidas en la leyenda y cada mapa acumula la información de los anteriores.

En cuanto al análisis del mapa correspondiente a la Etapa 1 (*Mapa 6*), podemos observar que, entre 1990 y 2007, únicamente se pusieron en marcha parques eólicos. Su localización se sitúa en algunas de las comarcas centrales del Valle del Ebro, y la comarca de la Comunidad de Teruel. El inicio de la construcción de las energías renovables, aunque de baja densidad, se debió a las primeras subvenciones y primas al sector. Sin embargo, esta expansión se vio frenada debido a la baja eficiencia y rentabilidad.



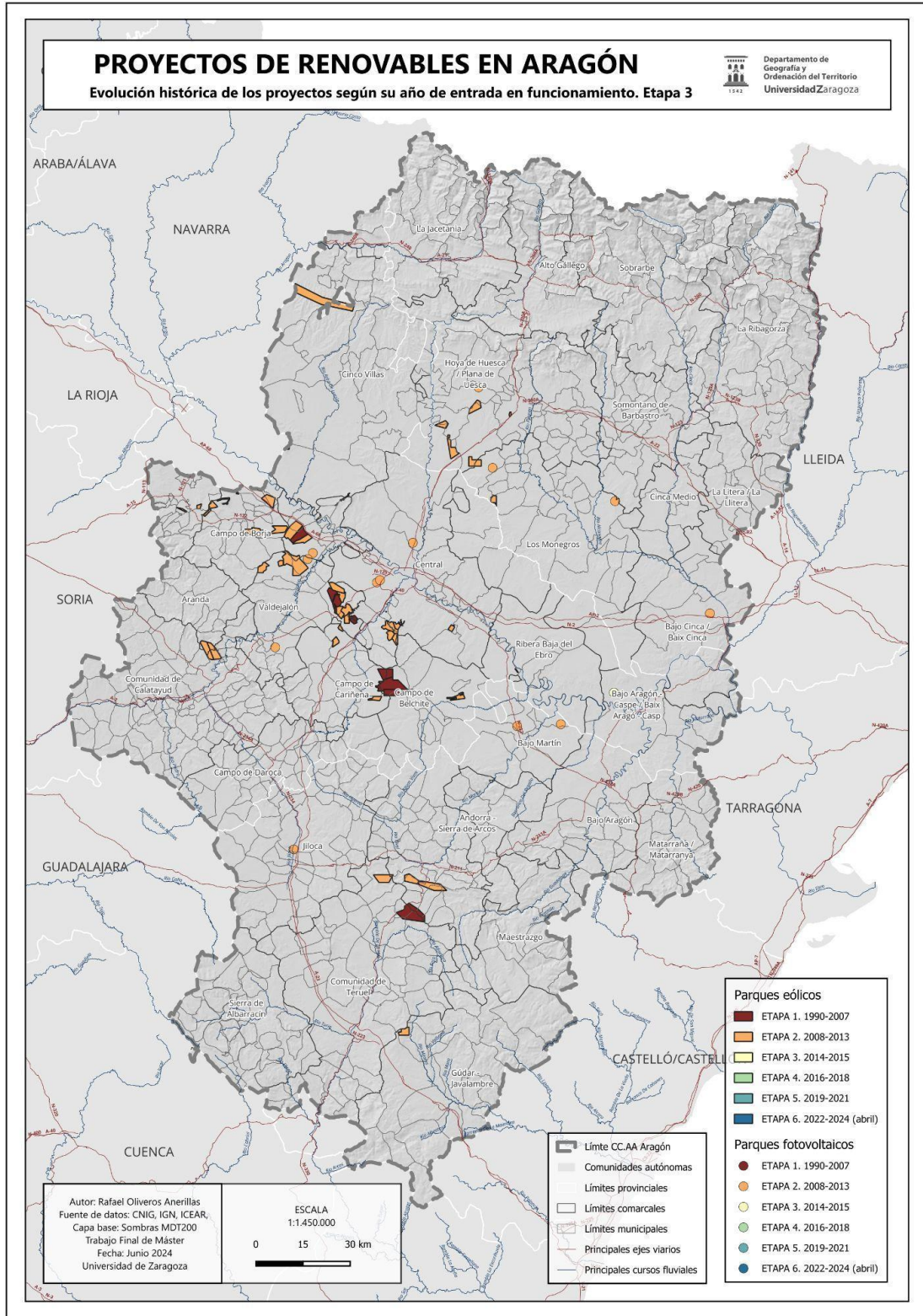
Mapa 6. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 1”. Elaboración propia.

En el transcurso de la Etapa 2 (2008-2013) (*Mapa 7*), se pusieron en marcha parques fotovoltaicos y eólicos, aunque con una clara predominancia de los proyectos eólicos sobre los fotovoltaicos. En cuanto a su localización, se sitúan en algunas de las comarcas centrales del Valle del Ebro como Campo de Borja, Valdejalón y Central, pero también en ubicaciones más al norte de la C.A., como en las comarcas de las Cinco Villas o la Hoya de Huesca. Esta etapa destaca por el aumento significativo en la construcción de proyectos de energías renovables, que se debió a las subvenciones y primas directas del gobierno de entonces al sector energético de las renovables.

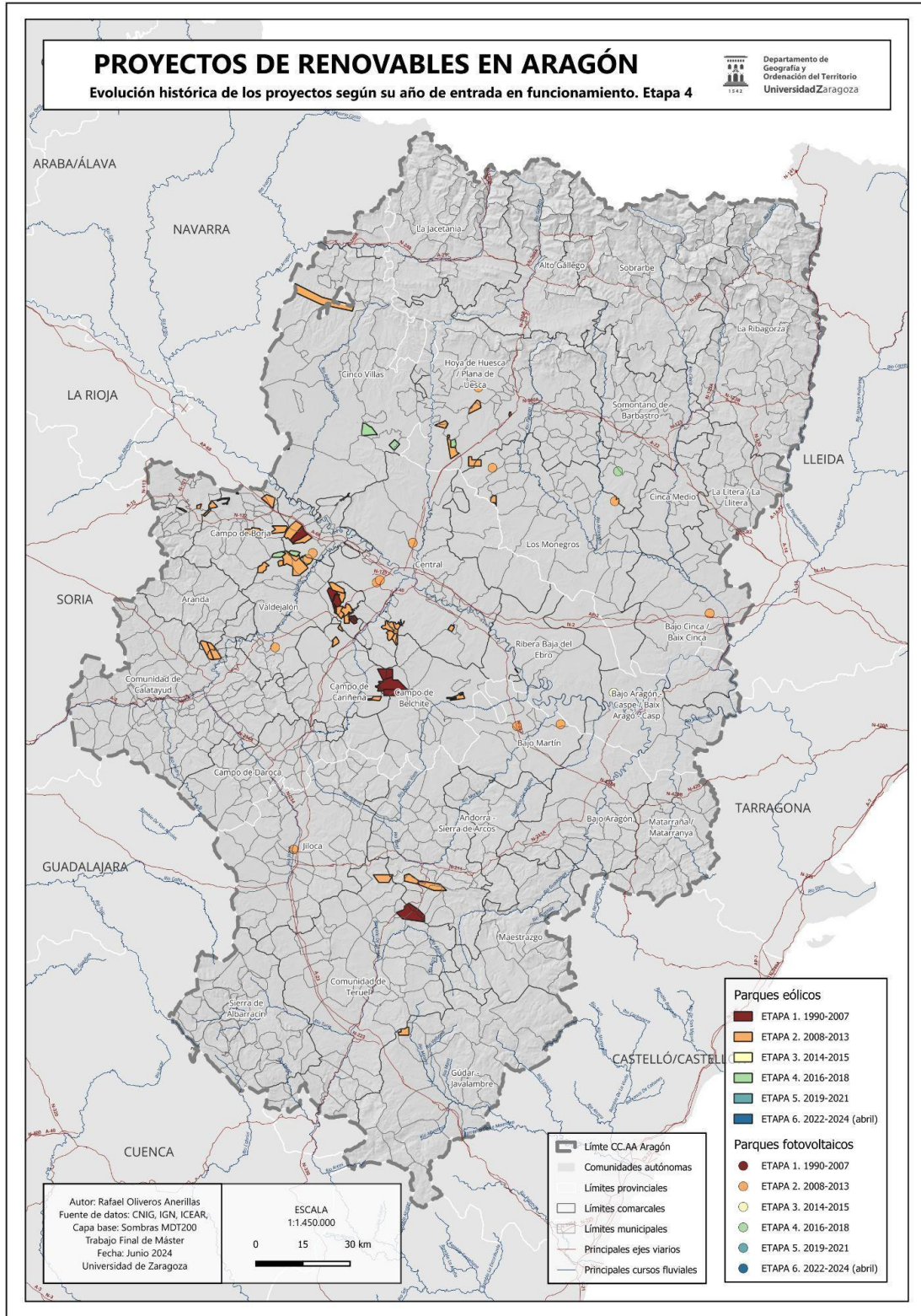


Mapa 7. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 2”. Elaboración propia

En la etapa 3 (2014-2015) (*Mapa 8*), únicamente se puso en marcha un proyecto de renovables. Este corresponde con un parque fotovoltaico en la comarca del Bajo Aragón-Caspe. Es cierto que esta etapa únicamente dura 2 años, y además de otros factores, el poco recorrido histórico favorece el bajo número de proyectos con entrada en funcionamiento. Esta etapa destaca por la paralización en la construcción de proyectos de energías renovables, que se debió a la eliminación de las subvenciones y primas directas del gobierno, además de las consecuencias indirectas de la crisis económica del 2008.



Durante la Etapa 4 (2016-2018) (*Mapa 9*), se pusieron en marcha parques fotovoltaicos y eólicos. Su localización se sitúa en la margen izquierda del río Ebro. Correspondiendo con las comarcas de las Cinco Villas, Hoya de Huesca y el Somontano de Barbastro. Esta etapa destaca por el ligero aumento en la construcción de proyectos de energías renovables, pero condicionado por la implantación del polémico “Impuesto al Sol” del gobierno de ese momento. La tecnología había aumentado significativamente en relación con la productividad, la eficiencia y los costes de los parques de renovables pero el marco jurídico y tributario no fomentaba este tipo de instalaciones.

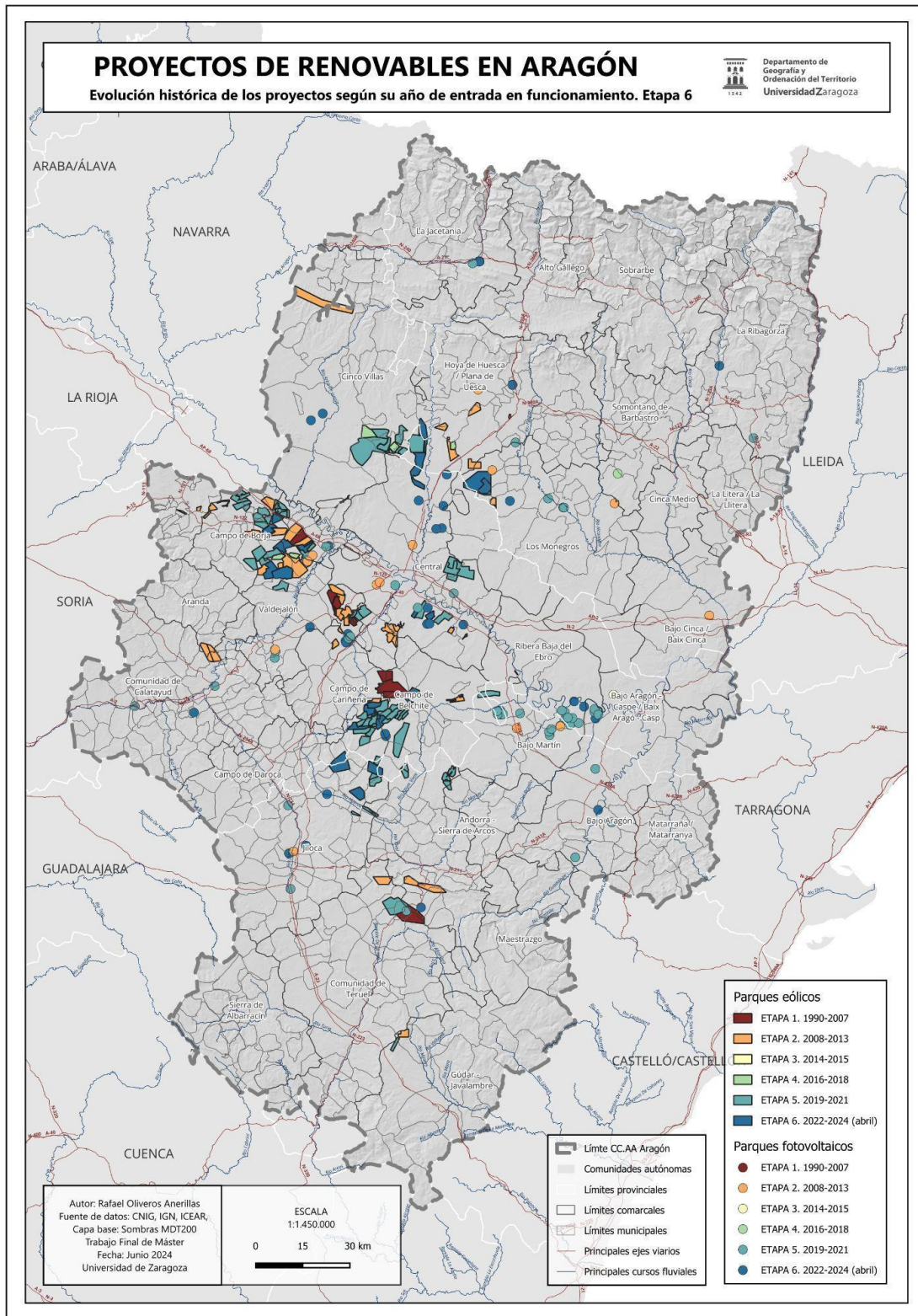


Mapa 9. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 4”. Elaboración propia.

En la Etapa 5 (2019-2021) (*Mapa 10*), se observa la puesta en marcha de parques fotovoltaicos y eólicos, eso sí, con un equilibrio entre el número de proyectos. Su distribución espacial es algo más compleja, ya que los proyectos eólicos predominan en las comarcas centrales del Valle del Ebro y ribera arriba, como Campo de Borja, Cinco Villas, aunque también entre Campo de Cariñena y Campo de Belchite. En cuanto a los proyectos fotovoltaicos, gran parte de estos están localizados en las comarcas de la ribera baja del Ebro, como Bajo Martín, Bajo Aragón-Caspe, y Ribera Baja del Ebro. Esta etapa destaca por el aumento elevado en la puesta en marcha de proyectos de energías renovables, condicionado por la eliminación del polémico “Impuesto al Sol” del gobierno precedente.

Finalmente, se presenta el mapa de la Etapa 6 (desde 2022 hasta abril de 2024) (*Mapa II*). Este periodo se centra en la predominante implementación de parques fotovoltaicos sobre los eólicos. Estos parques se distribuyeron principalmente en las comarcas centrales y áreas cercanas a proyectos existentes, en comarcas como las Cinco Villas, Campo de Borja, Valdejalón, Campo de Cariñena, Campo de Belchite, Central, Ribera Baja del Ebro, Bajo Martín y Bajo Aragón-Caspe. Además, algunos proyectos más dispersos también se identifican en la C.A., aunque su tipología es principalmente fotovoltaica.

Nuevamente, esta etapa también destaca por el aumento elevado de la puesta en marcha de proyectos de energías renovables, condicionado por el conflicto armado entre Rusia y Ucrania y la crisis económica originada a nivel mundial. Además, otros factores como el aumento significativo en relación con la productividad, la eficiencia y los costes de los parques de renovables, influyen en esta etapa



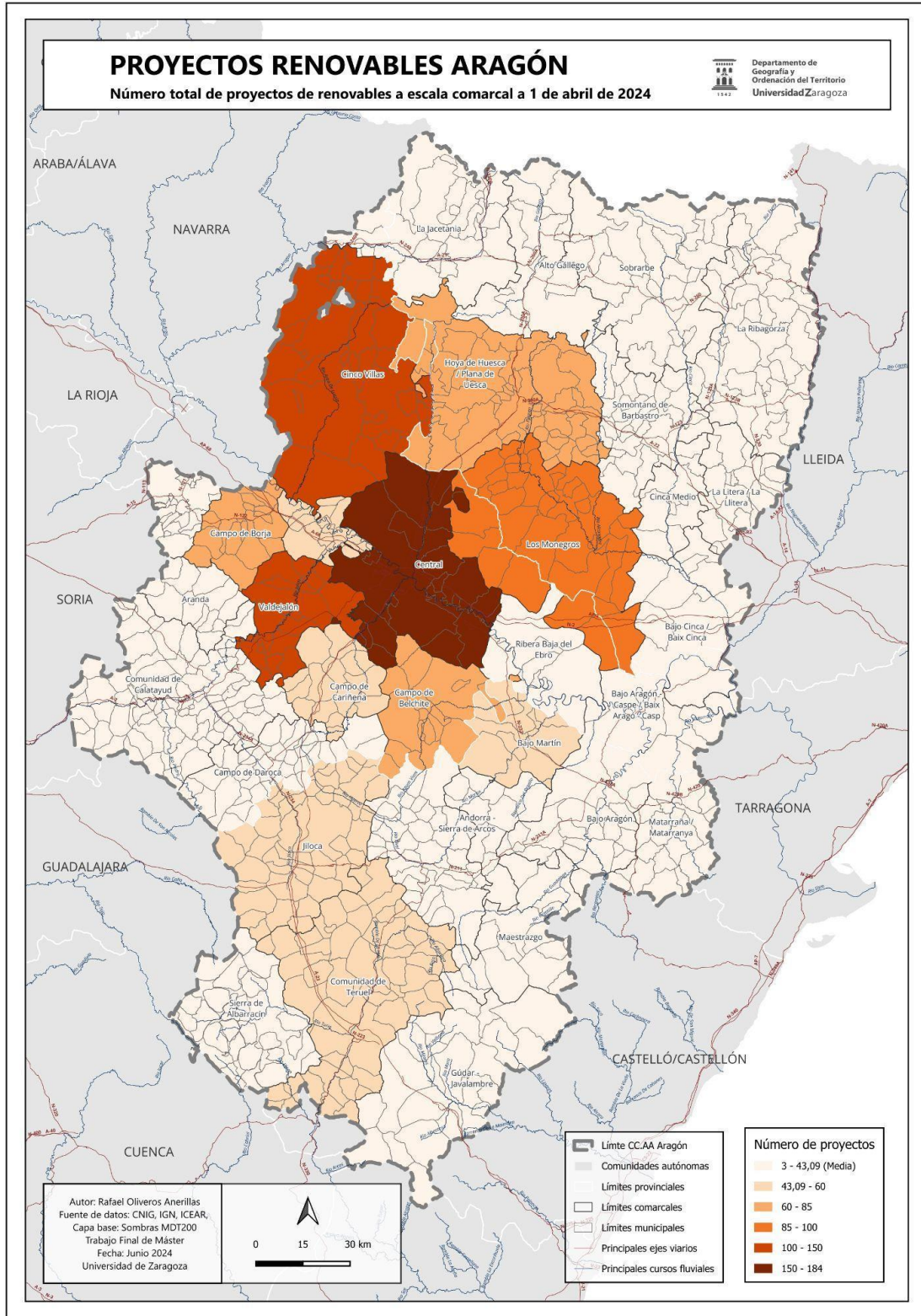
Mapa 11. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Evolución histórica de los proyectos según un año de entrada en funcionamiento. Etapa 6”. Elaboración propia

5.4 Análisis espacial del número de proyectos

El primer mapa, titulado “Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala comarcal a 1 de abril de 2024” (*Mapa 12*), tiene como objetivo mostrar la envergadura total de los proyectos de renovables a través del número total de proyectos en Aragón a nivel comarcal. El número de proyectos totales tiene en cuenta todos los proyectos indiferentemente del origen de los datos, tipo o estado.

La información del mapa se muestra mediante una leyenda secuencial de seis tonos, cada uno de ellos representando un rango concreto de número de proyectos. El primer corte (43,09) hace referencia a la media aritmética del número de proyectos a nivel comarcal.

En cuanto al análisis de este mapa, se puede observar que las comarcas con más proyectos se encuentran en el centro del Valle del Ebro, incluyendo las Cinco Villas y Valdejalón (100-150 proyectos respectivamente). Sin embargo, la Comarca Central ocupa el primer lugar (150-180 proyectos). De igual forma, las siguientes comarcas en número total de proyectos se localizan contiguamente a las comarcas anteriormente mencionadas, como son la Hoya de Huesca, Campo de Boja, y Campo de Belchite (60-65 proyectos). Y la Comarca de los Monegros entre 85 y 100 proyectos.

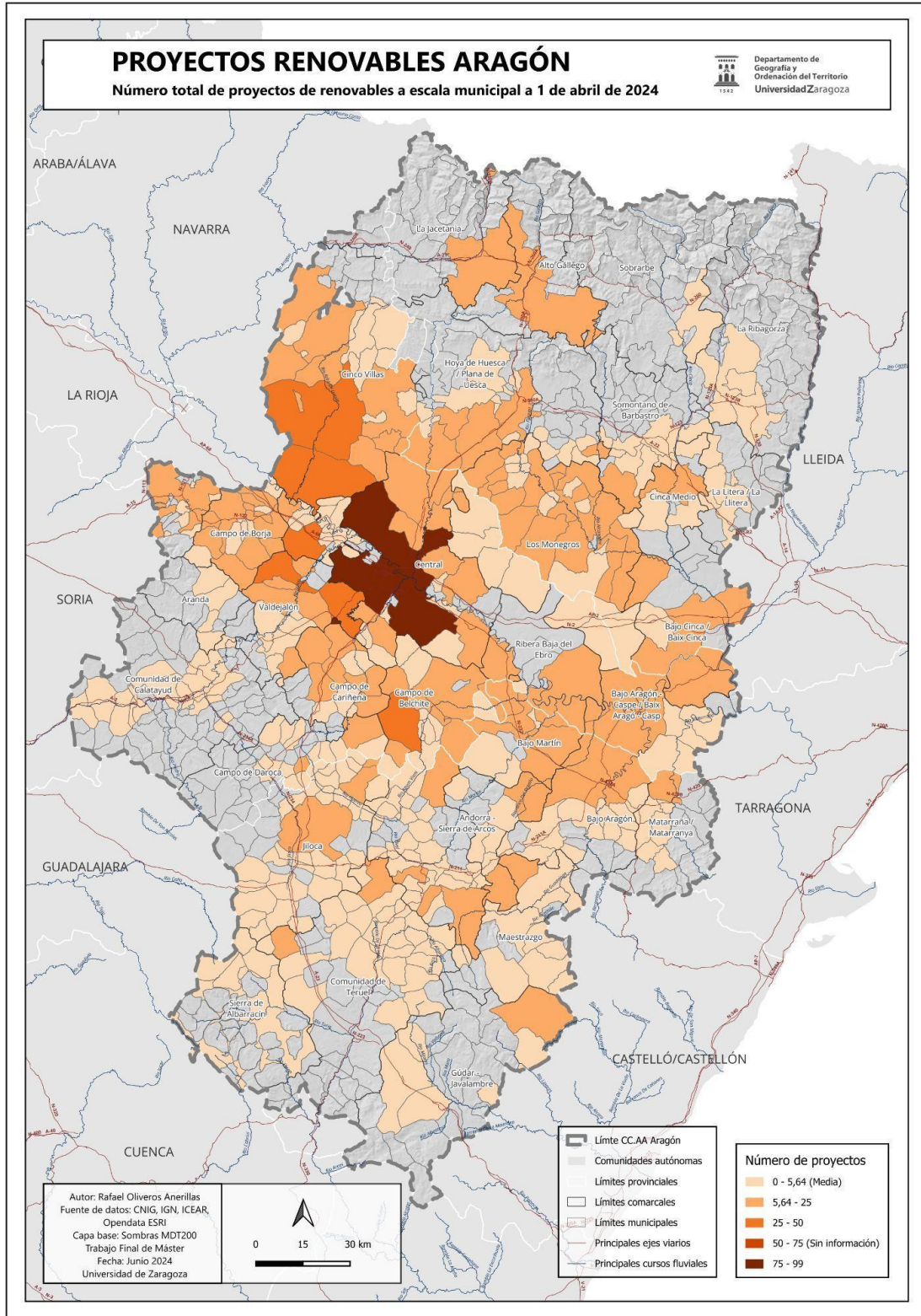


Mapa 12. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala comarcal a 1 de abril de 2024”. Elaboración propia.

El segundo mapa, titulado “Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala municipal a 1 de abril de 2024” (*Mapa 13*), desagrega la información anterior, pero esta vez, a nivel municipal. Se emplea una leyenda secuencial con cinco intervalos. El primer corte (5,64) hace referencia a la media aritmética del número de proyectos a nivel municipal.

En cuanto al análisis de este mapa, se pueden esclarecer dos aspectos. En primer lugar, la mitad de los municipios aragoneses con proyectos de renovables están por debajo de la media total. Y, en segundo lugar, la dispersión de las renovables es mayor en todo el territorio, aunque existen áreas vacías claramente definidas, como puede ser áreas de los Pirineos y el Sistema Ibérico.

Con base en el número total de proyectos, el municipio con mayor número es el municipio de Zaragoza (con 99 proyectos), localizado en el centro del Valle del Ebro, seguido de municipios como Ejea de los Caballeros, Pedrola, La Muela, Tauste, y Azuara (entre 25-50 proyectos).



Mapa 13. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Número total de proyectos de renovables a escala comarcal a 1 de abril de 2024". Elaboración propia

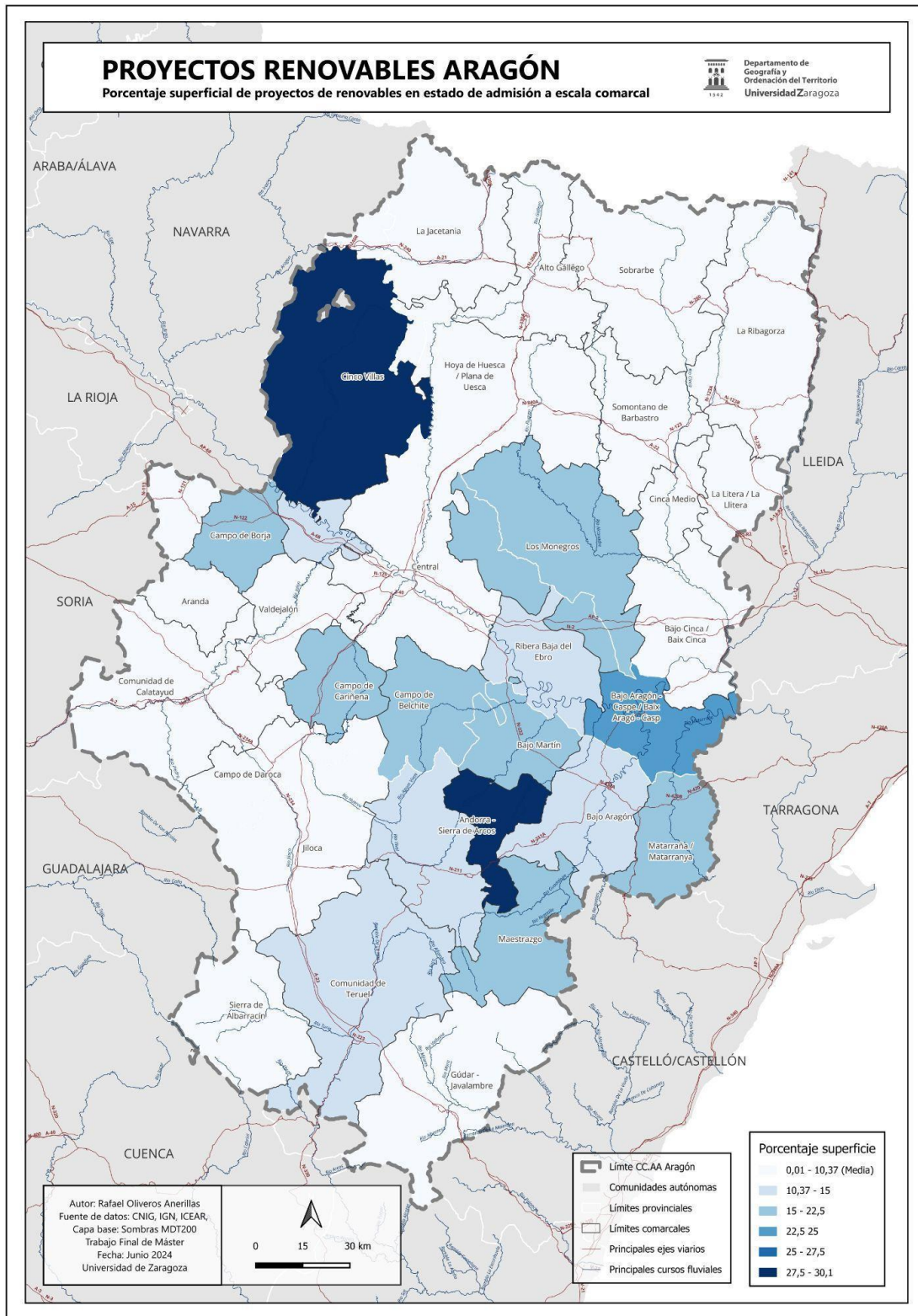
5.5 Superficie ocupada (Estado y escala)

El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala comarcal” (*Mapa 14*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en admisión a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a nivel comarcal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de admisión o tramitación tiene en cuenta todos los proyectos en este estado administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

Se emplea una leyenda secuencial de seis intervalos. El primer corte (10,37%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en admisión/tramitación a nivel comarcal.

En cuanto al análisis de este mapa, se pueden realizar dos observaciones. En primer lugar, la mitad de las comarcas aragonesas con proyectos en admisión/tramitación de renovables están por debajo de la media total. Y, en segundo lugar, la dispersión de los proyectos en tramitación se localiza en la mitad sur oriental de la comunidad autónoma, exceptuando las Comarcas de las Cinco Villas, Ribera Alta del Ebro y Campo de Borja.

Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en tramitación, las comarcas con mayor porcentaje son las Cinco Villas y Andorra-Sierra de Arcos (27,5% - 30,1%); seguido de la Comarca de Bajo Aragón-Caspe (22,5% - 25%)



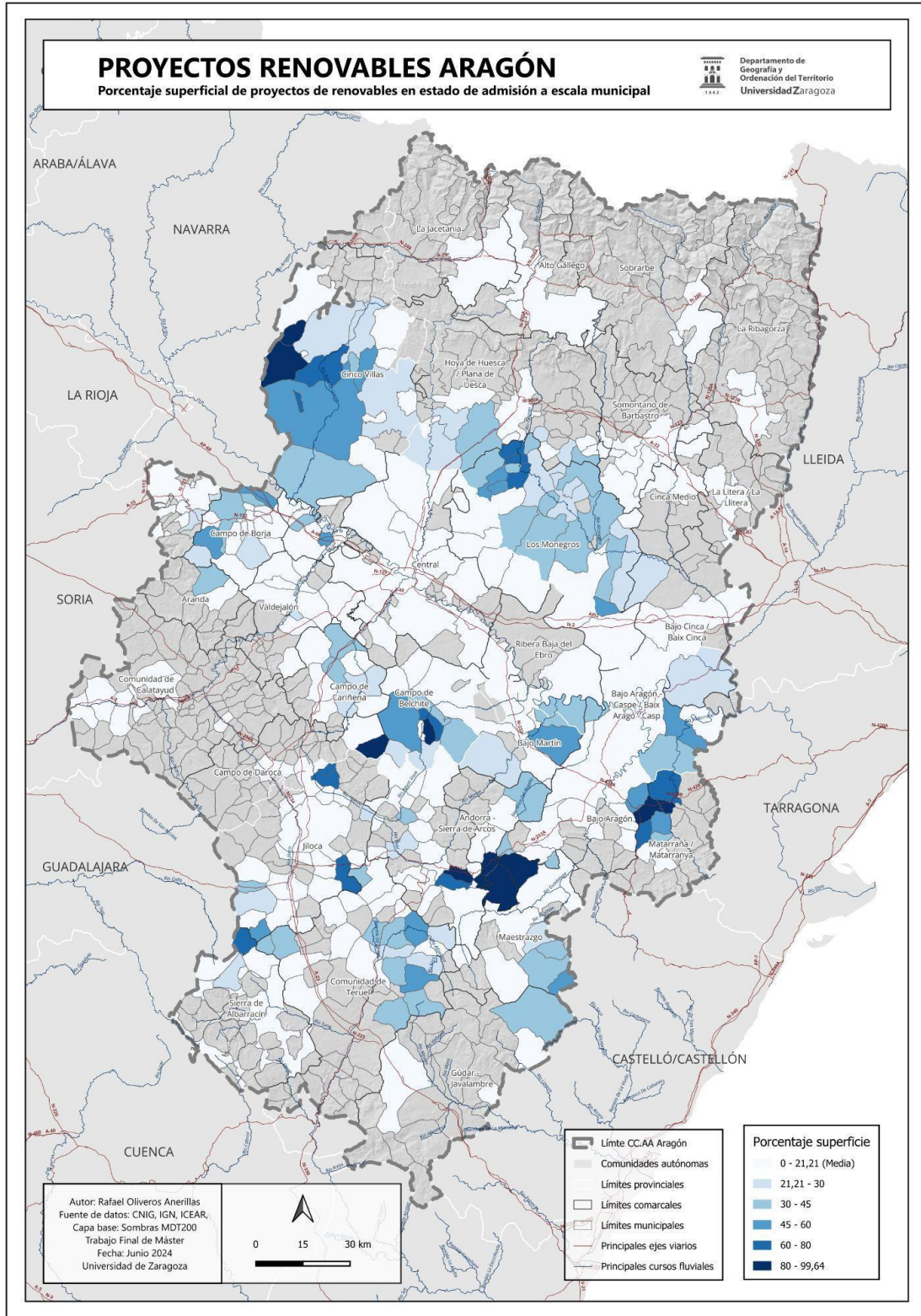
Mapa 14. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala comarcal". Elaboración propia

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala municipal” (*Mapa 15*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en admisión a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a nivel municipal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de admisión o tramitación tiene en cuenta todos los proyectos en estos estados administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

La información del mapa se muestra mediante una leyenda secuencial de seis intervalos. El primer corte (21,21%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en admisión/tramitación a nivel municipal.

En cuanto al análisis de este mapa, se pueden esclarecer tres aspectos. En primer lugar, más de la mitad de los municipios aragoneses no cuentan con proyectos en admisión/tramitación de renovables. En segundo lugar, casi la otra mitad de los municipios aragoneses están por debajo de la media de superficie ocupada por proyectos. Y, en tercer lugar, la dispersión de los proyectos en admisión/tramitación se localiza en eje central del Valle del Ebro y mitad sur oriental de la comunidad autónoma.

Con base en el porcentaje de superficie ocupada, los municipios con mayor porcentaje son Castiliscar, Villar de los Navarros, Sádaba, Castel de Cabra, Valdeltormo, Ejulve, Lagata, Molinos, Gargallo, Valjunquera y La Zoma (entre 80 y 99,64% cada uno).



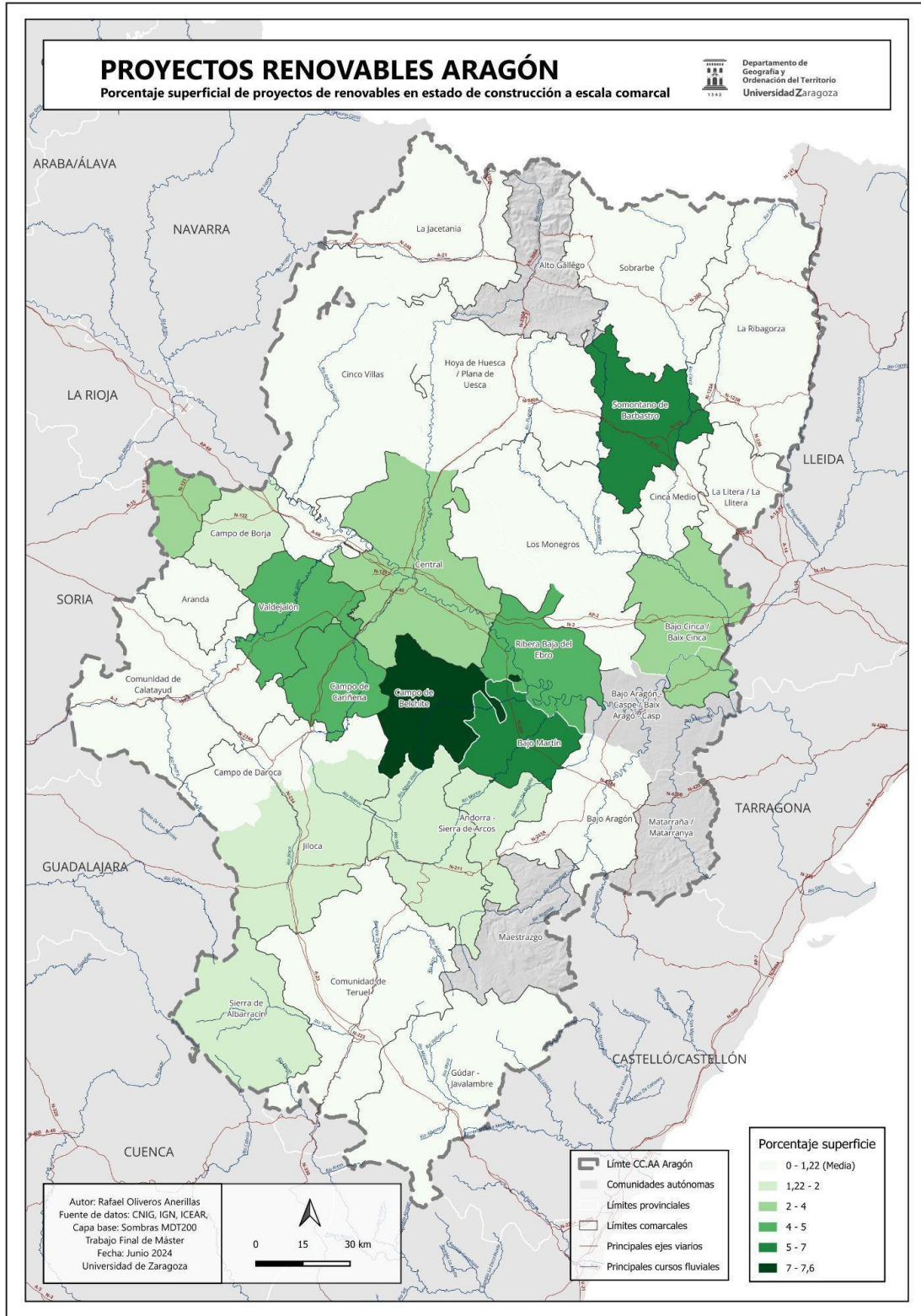
Mapa 15. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de admisión a escala municipal”. Elaboración propia

El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de construcción a escala comarcal” (*Mapa 16*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en construcción a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a escala comarcal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de construcción tiene en cuenta todos los proyectos en este estado administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis colores cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (1,22%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en construcción a escala comarcal.

Al analizar este mapa, se pueden destacar dos aspectos. En primer lugar, más de la mitad de las comarcas aragonesas tienen una superficie media en construcción por debajo de la media total. En segundo lugar, casi la otra mitad de las comarcas aragonesas con un porcentaje superior a la media se encuentran en el centro del Valle del Ebro.

Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en construcción, las comarcas con mayor porcentaje son Campo de Belchite (7% y 7,6%), seguido de Bajo Martín y Somontano de Barbastro (5% - 7%), y Valdejalón, Campo de Cariñena, y Ribera Baja del Ebro (4% y 5%).



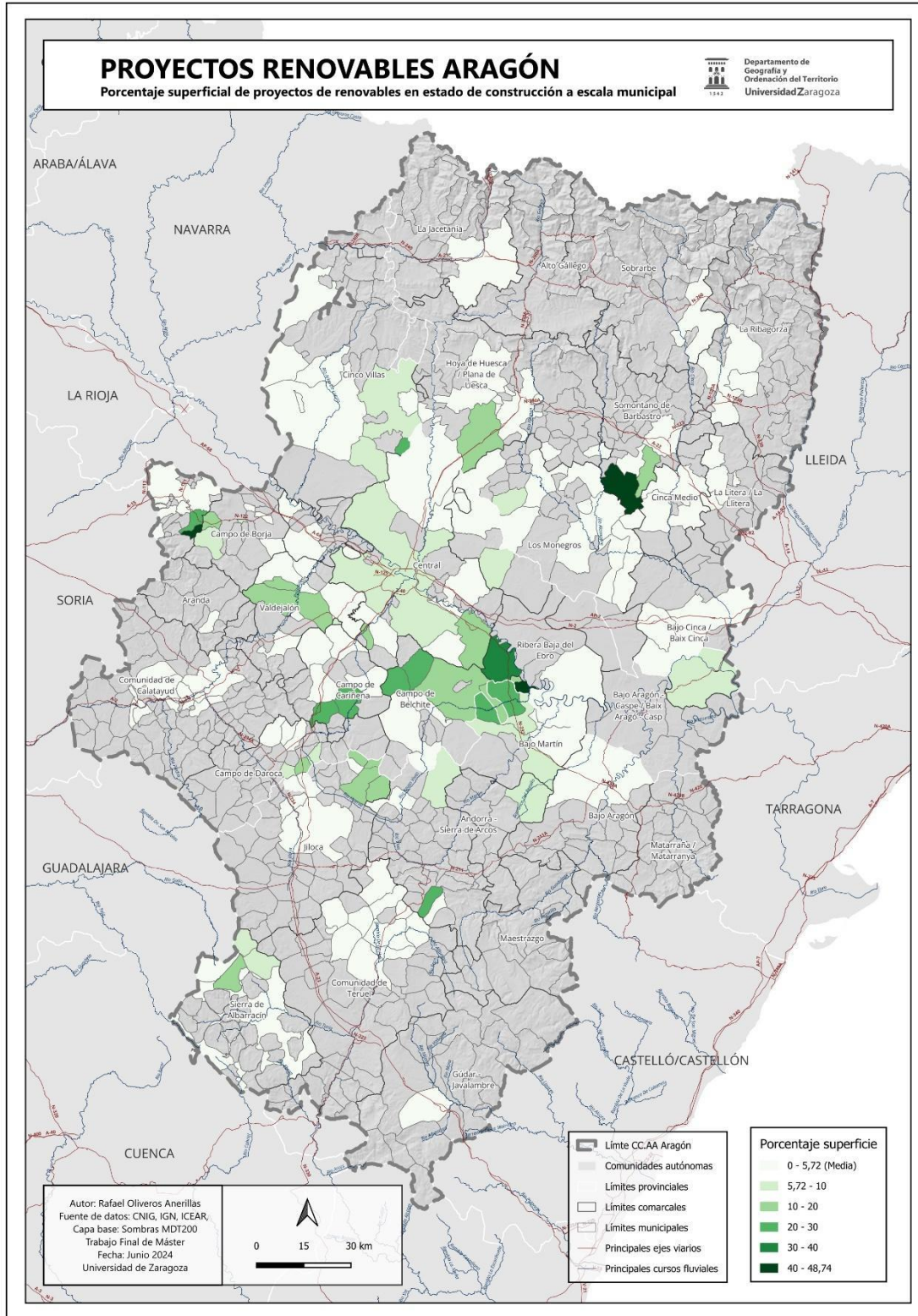
Mapa 16. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en construcción a escala comarcal”. Elaboración propia

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de construcción a escala municipal” (*Mapa 17*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en construcción a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a nivel municipal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de construcción tiene en cuenta todos los proyectos en este estado administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis tonos cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (5,72%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en construcción a escala comarcal.

Al analizar este mapa, se pueden destacar dos aspectos. En primer lugar, más de la mitad de los municipios aragoneses con proyectos en construcción tienen una superficie media en construcción inferior a la media total. En segundo lugar, casi la totalidad de los municipios con proyectos en construcción se localizan en el área central del Valle del Ebro.

Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en construcción, los municipios con mayor porcentaje son Alcalá de Moncayo, La Zaida y Peralta de Alcofea (40% - 48,74%), seguido del municipio de Quinto (30% - 40%), o Vera del Moncayo, Vinaceite y Todos, entre otros (20% - 30%).



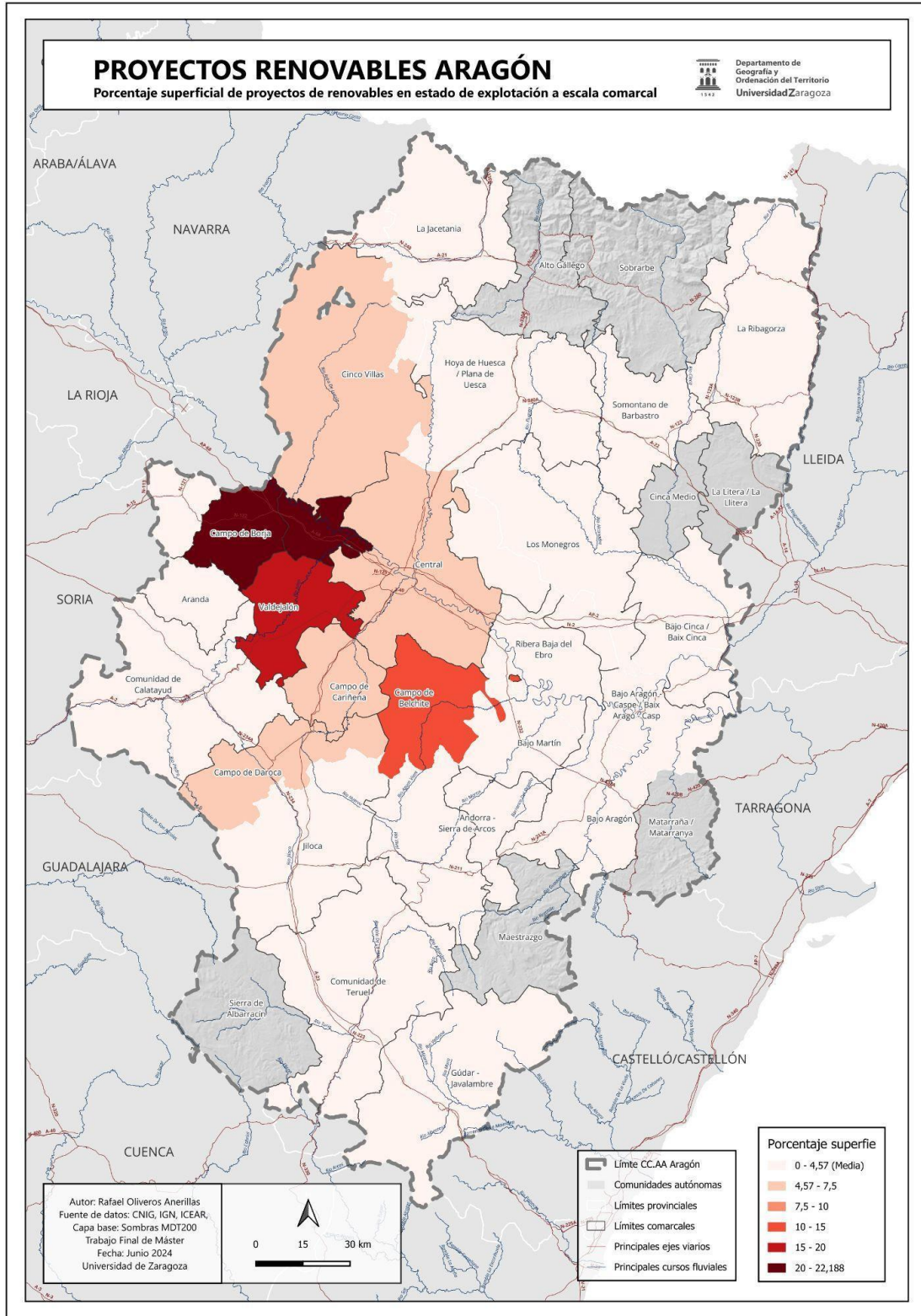
Mapa 17. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en construcción a escala municipal". Elaboración propia

El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de explotación a escala comarcal” (*Mapa 18*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en explotación a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a nivel comarcal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de explotación tiene en cuenta todos los proyectos en este estado administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis colores cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (4,57%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en explotación a escala comarcal.

Al analizar este mapa, podemos destacar dos aspectos. En primer lugar, solo seis de las treinta y tres comarcas que conforman la C.A. de Aragón no cuentan con ningún proyecto de energías renovables (fotovoltaica y eólica) en funcionamiento. En segundo lugar, la distribución de la superficie total ocupada por los proyectos en funcionamiento se concentra principalmente en las comarcas centrales y altas del Valle del Ebro, seguidas de las comarcas contiguas a estas.

De acuerdo con el porcentaje de superficie de proyectos en explotación, las comarcas con mayor porcentaje son Campo de Borja y Ribera Alta del Ebro (20% - 22,18%), seguido de Valdejalón (15%-20%), y Campo de Belchite (10%-15%).



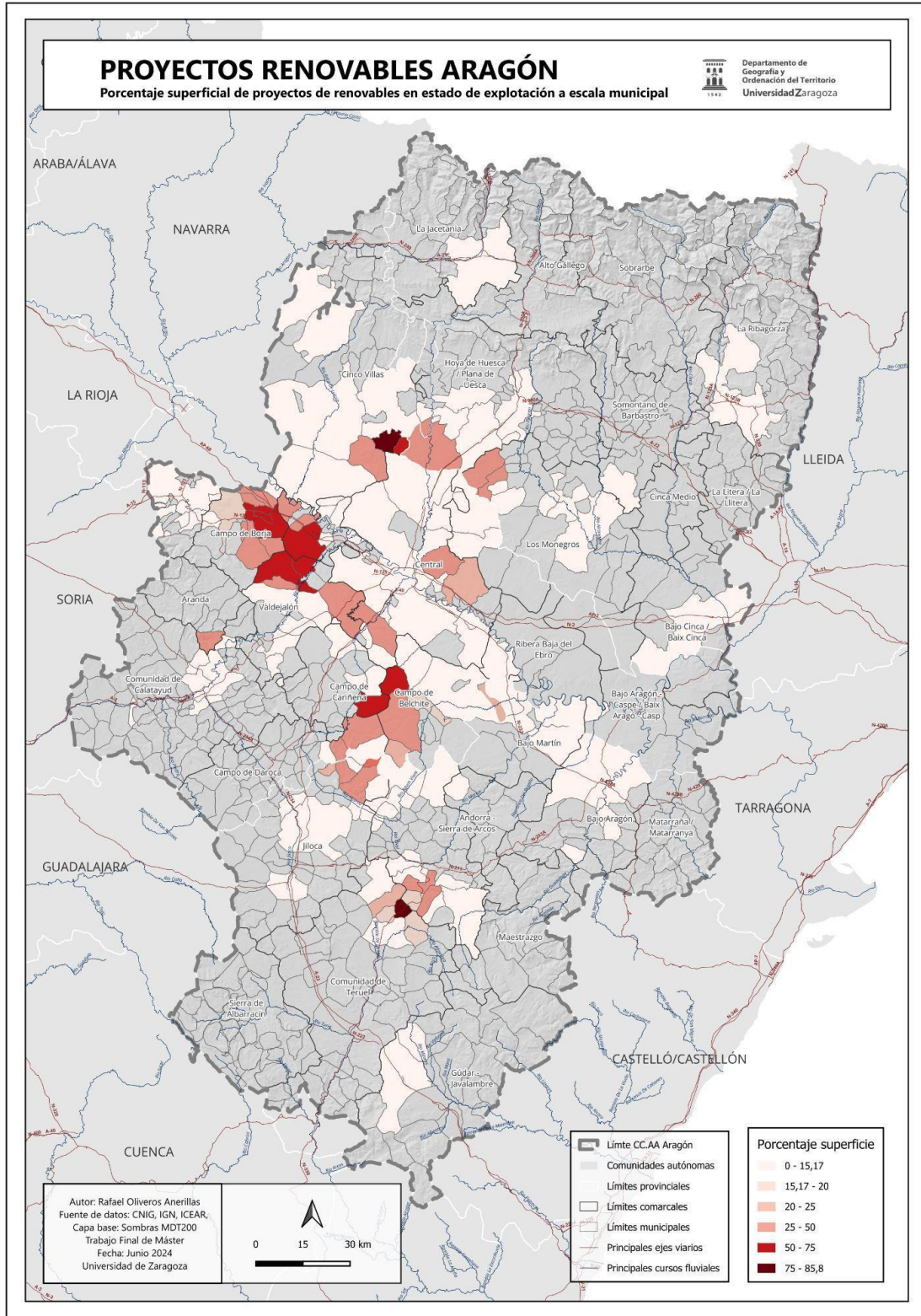
Mapa 18. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en explotación a escala comarcal”. Elaboración propia

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en estado de explotación a escala municipal” (*Mapa 19*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables en explotación a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a escala municipal. La superficie total de proyectos de renovables en estado de explotación tiene en cuenta todos los proyectos en este estado administrativo indiferentemente de la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis colores cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (15,17%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en explotación a escala municipal.

Al analizar este mapa, podemos destacar dos aspectos. En primer lugar, más de las dos terceras partes de los municipios que conforman Aragón no cuentan con ningún proyecto de energías renovables (fotovoltaica y eólica) en funcionamiento. En segundo lugar, la distribución de la superficie total ocupada por los proyectos en funcionamiento se concentra principalmente en municipios localizados en comarcas centrales y altas del Valle del Ebro, seguidos de las comarcas contiguas a estas. Sin embargo, existe una excepción: un cluster localizado en el Sistema Ibérico, específicamente en la Comarca de la Comunidad de Teruel y las Cuencas Mineras.

Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en explotación, los municipios con mayor porcentaje son Sierra de Luna y Cañada Vellida (75% - 85,8%), seguido de Agón, Bisimbre, Plasencia de Jalón y Aguillón , entre otros (50%-75%).



Mapa 19. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables en explotación a escala municipal”. Elaboración propia

El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables a escala comarcal” (*Mapa 20*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a escala comarcal. La superficie total de proyectos de renovables tiene en cuenta todos los proyectos indiferentemente del estado, la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis colores cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (12,75%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en explotación a escala comarcal.

Al examinar este mapa, se pueden identificar dos aspectos relevantes. En primer lugar, aproximadamente un tercio de las comarcas que conforman Aragón tienen una superficie total (incluyendo áreas en trámite, en construcción y en funcionamiento) por encima de la media. En segundo lugar, la distribución de la superficie ocupada por proyectos se concentra en las comarcas centrales, altas y bajas del Valle del Ebro, aunque con un descenso en la Comarca Central.

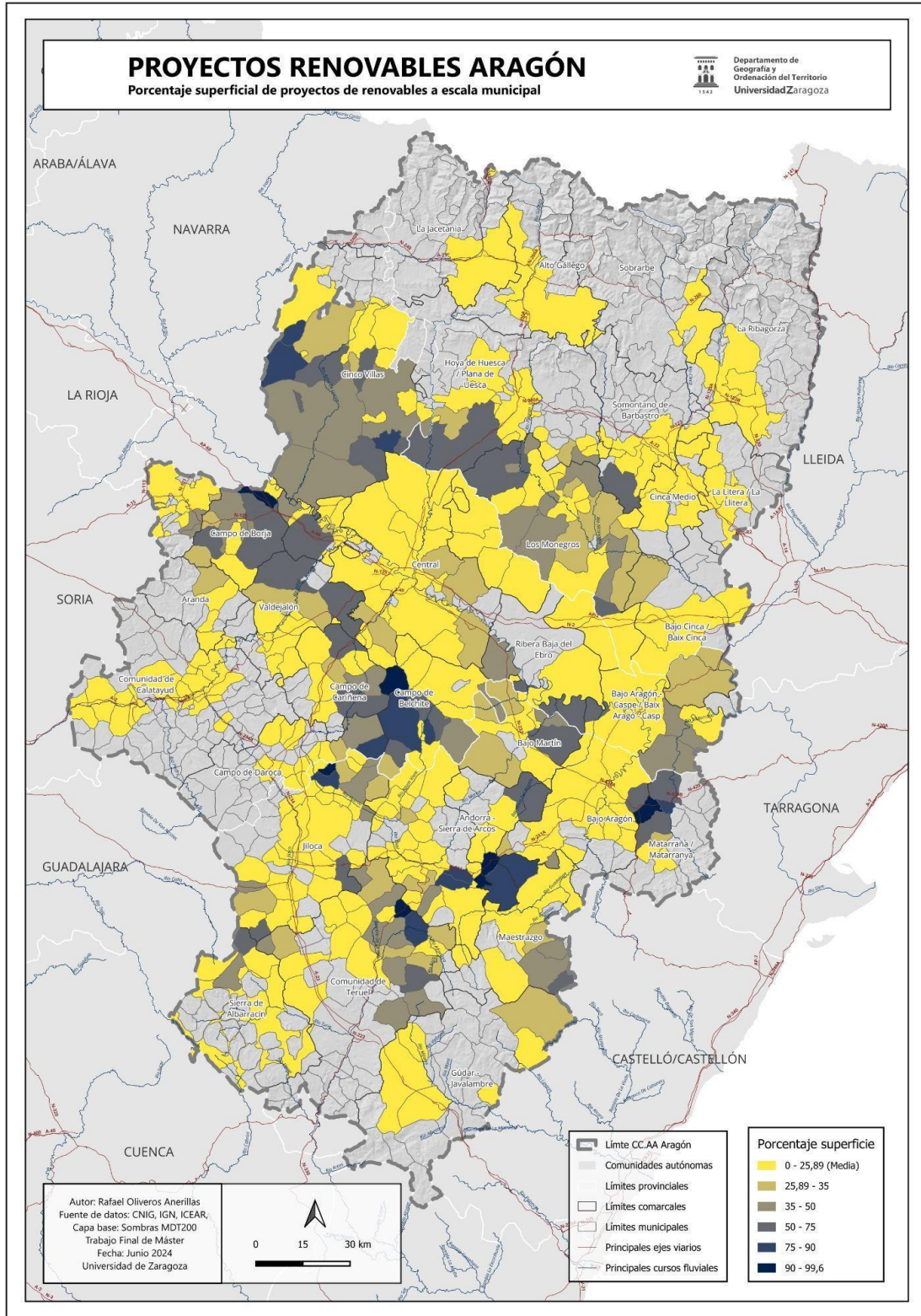
Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en total, las comarcas con mayor porcentaje son Las Cinco Villas, Campo de Borja y Campo de Daroca (35% - 40,48%), seguido de Ribera Alta de Ebro (30%-35%), y Bajo Martín (25%-30%)

El mapa que se presenta, titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables a escala municipal” (*Mapa 21*), tiene como objetivo mostrar la superficie total de los proyectos de renovables a través de la suma total superficial de proyectos en la C.A. de Aragón a escala municipal. La superficie total de proyectos de renovables tiene en cuenta todos los proyectos indiferentemente del estado, la tipología o la fuente de información.

La información de la leyenda del mapa está dividida en seis colores cada uno de ellos con representando un rango concreto de porcentaje superficial ocupada para los proyectos. El primer corte (25,89%) hace referencia a la media aritmética de la superficie total de proyectos en explotación a escala comarcal.

Al examinar este mapa, se pueden identificar dos aspectos relevantes. En primer lugar, más de la mitad de los municipios que conforman la C.A. de Aragón tienen una superficie total (incluyendo áreas en trámite, en construcción y en funcionamiento) por debajo de la media. Y, en segundo lugar, la distribución de la superficie ocupada por proyectos se concentra en municipios localizados en comarcas centrales, altas y bajas del Valle del Ebro, aunque destacan diversos municipios de la Cordillera Ibérica turolense.

Con base en el porcentaje de superficie de proyectos en total, los municipios con mayor porcentaje son Molinos, Mallén, Cañada Vellida, Gargallo, Lanzuela, Valjunquera, Fuendetodos y La Zoma (90% - 99,6%), seguido Azuara, Lagata, Villar de los Navarros, Ejulve, Sádaba, Cucalón, Castel de Caba, entre otros (75%-90%).



Mapa 21. Mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Porcentaje superficial de proyectos de renovables a escala municipal”. Elaboración propia

5.6 Análisis visibilidad (Comarca del Matarraña)

Las últimas cartografías presentadas consisten en varios análisis de visibilidad a diferentes niveles. Para la interpretación de estos análisis, existen algunas consideraciones que son comunes a todos los mapas:

- En cuanto a la capacidad de visibilidad del ser humano, es demostrable que, debido a la envergadura de los nuevos aerogeneradores (entre 150 y 170 metros de diámetro de palas), estos son visibles a más de 20 kilómetros de distancia (Contesse, 2017).
- Es preciso mencionar que este análisis de visibilidad no se consideran las líneas de evacuación aéreas ni soterradas, ya que se prioriza la visibilidad de los aerogeneradores.
- El mapa proporciona detalles sobre los límites administrativos a nivel autonómico, provincial y comarcal, así como los principales ríos, vías de comunicación y núcleos urbanos.

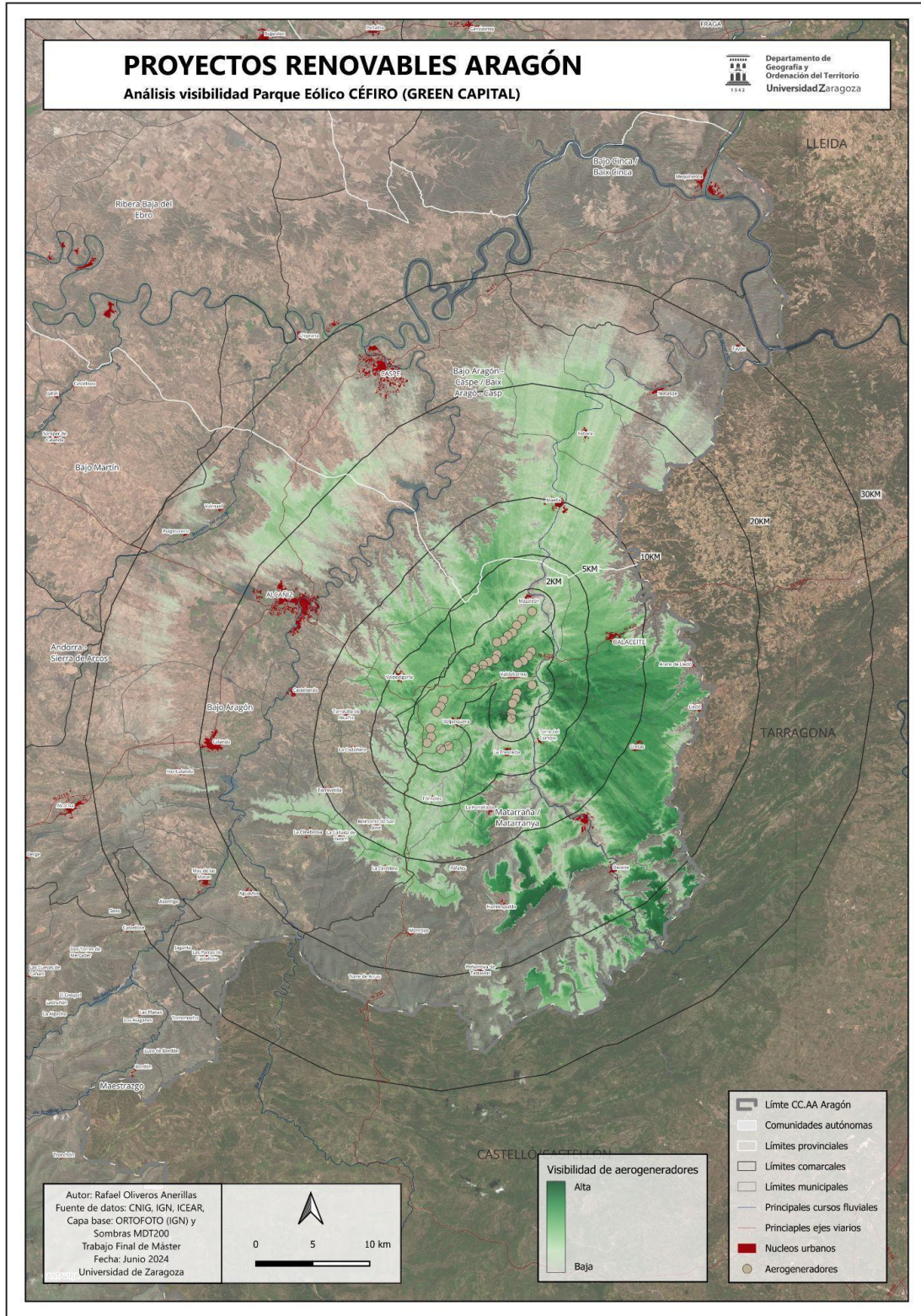
El primer mapa (*Mapa 22*) analiza la visibilidad del Parque Eólico Céfiro (Green Capital). Así, se representa la distancia (longitud entre dos puntos) e intensidad visible (número de aerogeneradores visibles) en el parque eólico que se encuentra proyectado en la Comarca del Matarraña.

El mapa representa información mediante una rampa de colores (verde) que indica el número de aerogeneradores visibles desde puntos situados a 30 kilómetros alrededor de cada uno de los aerogeneradores. Además, el mapa proporciona detalles sobre los límites administrativos a nivel autonómico, provincial y comarcal, así como los principales ríos, vías de comunicación y núcleos urbanos.

En cuanto al análisis del mapa, se pueden hacer varias observaciones. Por un lado, el parque Céfiro consta de 32 aerogeneradores ubicados al noroeste de la Comarca del Matarraña, con una distribución en dirección suroeste-noreste. La visibilidad obtenida a través del análisis muestra que en gran parte de la Comarca de Matarraña es posible ver cualquiera de los aerogeneradores proyectados. Las áreas con mayor número de aerogeneradores visibles se encuentran en las zonas orientales de la comarca. Además, esta visibilidad también afecta a comarcas vecinas, como la del Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe.

Aunque las capitales comarcales de Alcañiz y Caspe no se ven afectadas por la visibilidad de los aerogeneradores, muchos núcleos urbanos cercanos al proyecto sí lo están, incluyendo las capitales comarcales de Calaceite y Valderrobres.

En cuanto a la capacidad de visibilidad del ser humano, es demostrable que, debido a la envergadura de los nuevos aerogeneradores (entre 150 y 170 metros de diámetro de palas), estos son visibles a más de 20 kilómetros de distancia (Contesse, 2017).



Mapa 22. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad Parque Eólico CÉFIRO (GREEN CAPITAL)". Elaboración propia

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de GREEN CAPITAL” (*Mapa 23*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible de los aerogeneradores en el conjunto de los parques eólicos cuyo promotor es Green Capital, y proyectados en la Comarca del Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe.

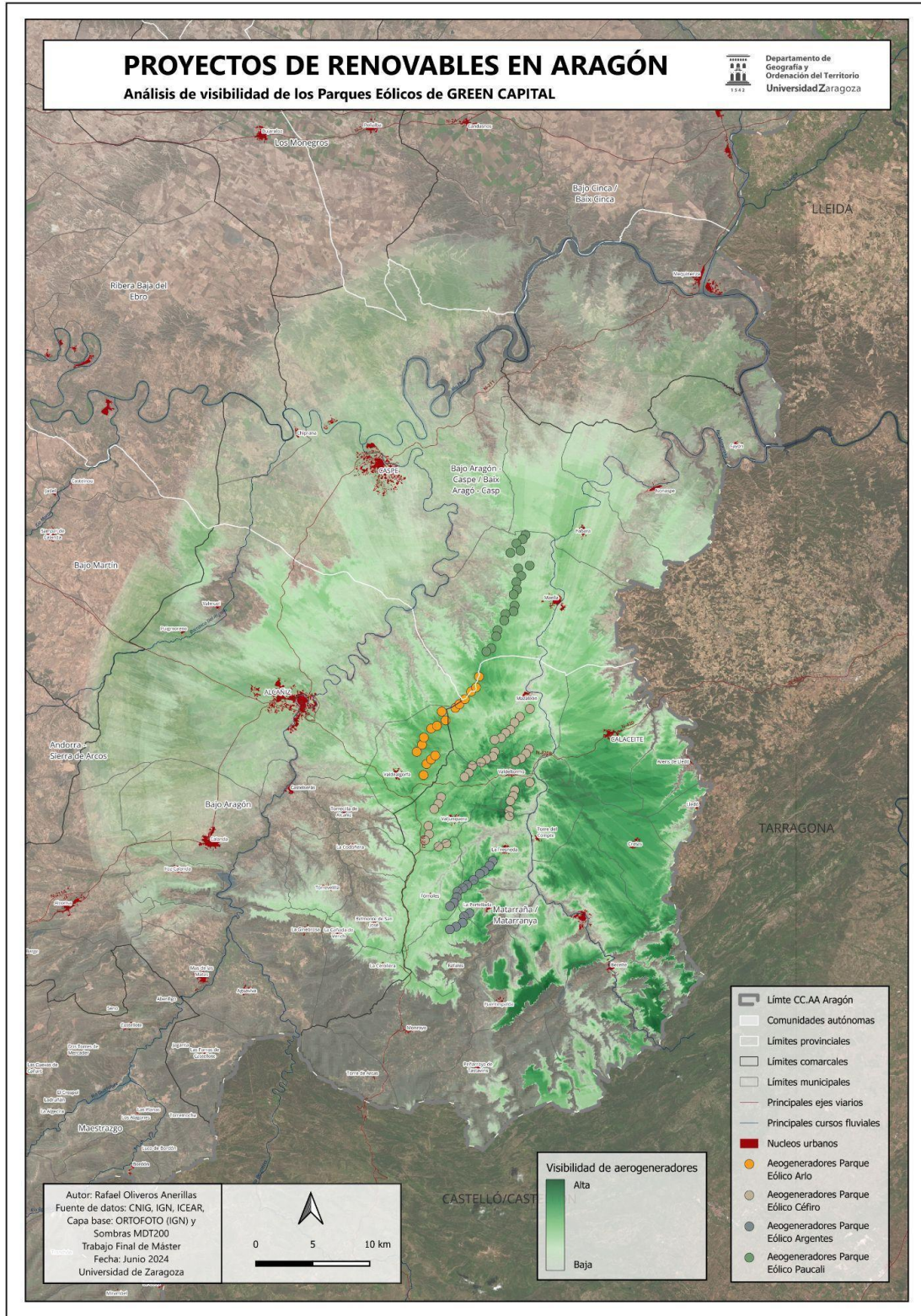
El mapa representa información mediante una rampa de colores (verde) que indica el número de aerogeneradores visibles desde puntos situados a 30 kilómetros alrededor de cada uno de los aerogeneradores.

En cuanto al análisis del mapa, se pueden hacer las siguientes observaciones:

El “clúster del Matarraña” de la empresa GREEN CAPITAL consta de 84 aerogeneradores ubicados en tres términos comarcales (Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe), dividido en cuatro parques eólicos cuya localización comparte la Sierra Ibérica turolense.

La visibilidad obtenida a través del análisis muestra que, en gran parte de las Comarcas de Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe es posible ver cualquiera de los aerogeneradores proyectados. Las áreas con mayor número de aerogeneradores visibles se encuentran en las zonas orientales de la comarca del Matarraña. Además, de las áreas esta visibilidad también afecta a comarcas vecinas, como la del Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe.

De igual forma que las capitales comarcales (Alcañiz, Caspe, Calaceite y Valderrobres), se ven afectados por la visibilidad de los aerogeneradores muchos otros núcleos urbanos cercanos a los proyectos.



Mapa 23. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de GREEN CAPITAL". Elaboración propia

El mapa que se presenta, titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA” (*Mapa 24*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible de los aerogeneradores en el conjunto de los parques eólicos cuyo promotor es FORESTALIA, proyectados en las Comarcas del Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe.

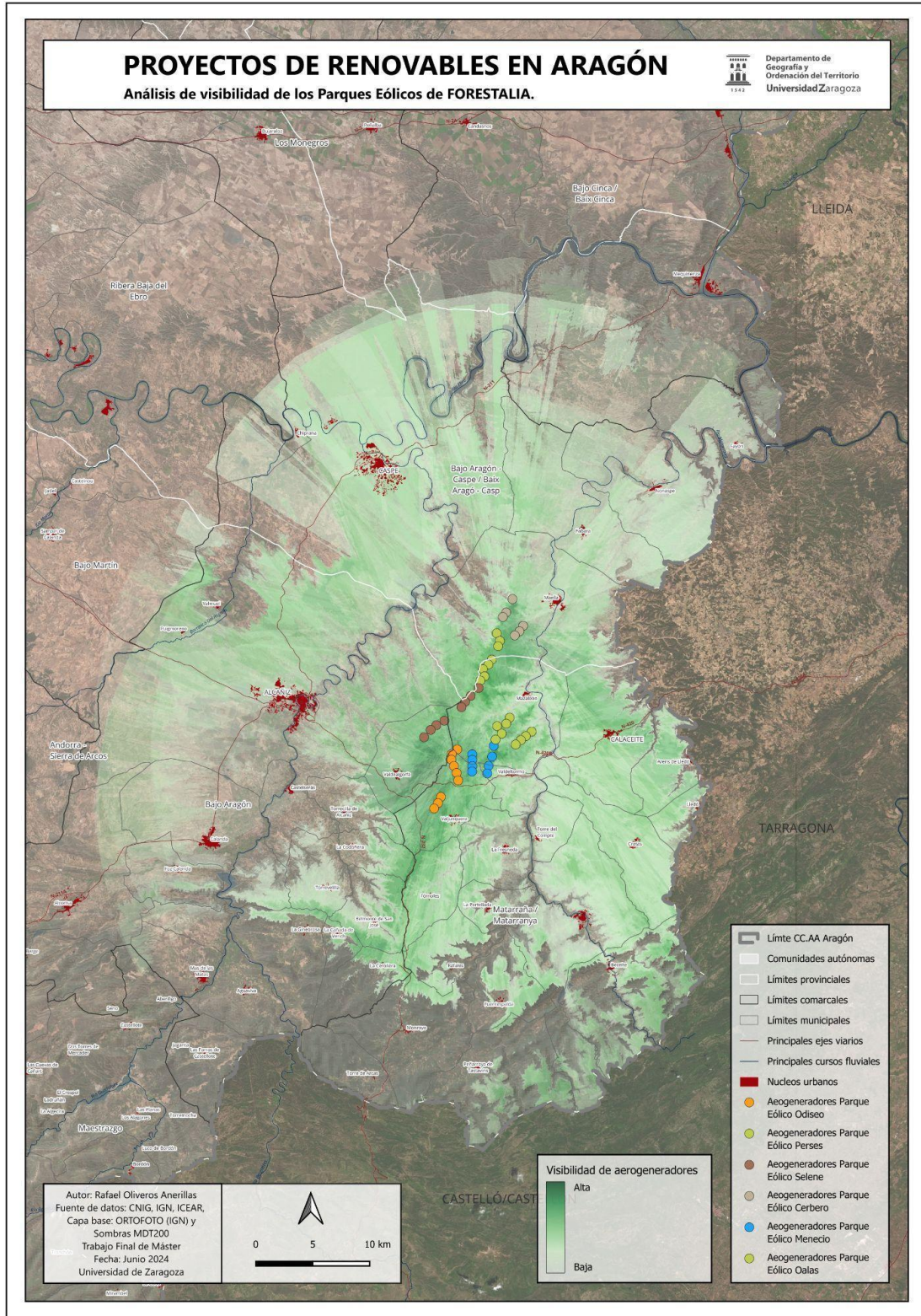
El mapa utiliza una escala de colores (verde) para representar el número de aerogeneradores visibles desde puntos situados a 30 kilómetros alrededor de cada uno de ellos.

En cuanto al análisis, se puede destacar lo siguiente:

El “clúster del Matarraña”, desarrollado por la empresa FORESTALIA, consta de 48 aerogeneradores ubicados en tres términos comarcales: Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe. Estos aerogeneradores se distribuyen en cuatro parques eólicos que comparten la localización en la Sierra Ibérica turolense.

La visibilidad obtenida a través del análisis muestra que, en gran parte de las comarcas de Matarraña, Bajo Aragón y Bajo Aragón-Caspe es posible ver cualquiera de los aerogeneradores proyectados. Las áreas con mayor número de aerogeneradores visibles se encuentran en las zonas occidentales y centrales de la comarca del Matarraña.

Las capitales comarcales (Alcañiz, Caspe y Calaceite) también se ven afectadas por la visibilidad de los aerogeneradores, al igual que muchos otros núcleos urbanos cercanos a los proyectos.



Mapa 24. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA". Elaboración propia

5.7 Análisis visibilidad (Zuera)

El mapa que se presenta, titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad Parque Odón de Buen II” (*Mapa 25*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible de los aerogeneradores en el Parque Eólico Odón de Buen II, localizado a menos de 10km del centroide del núcleo urbano de Zuera.

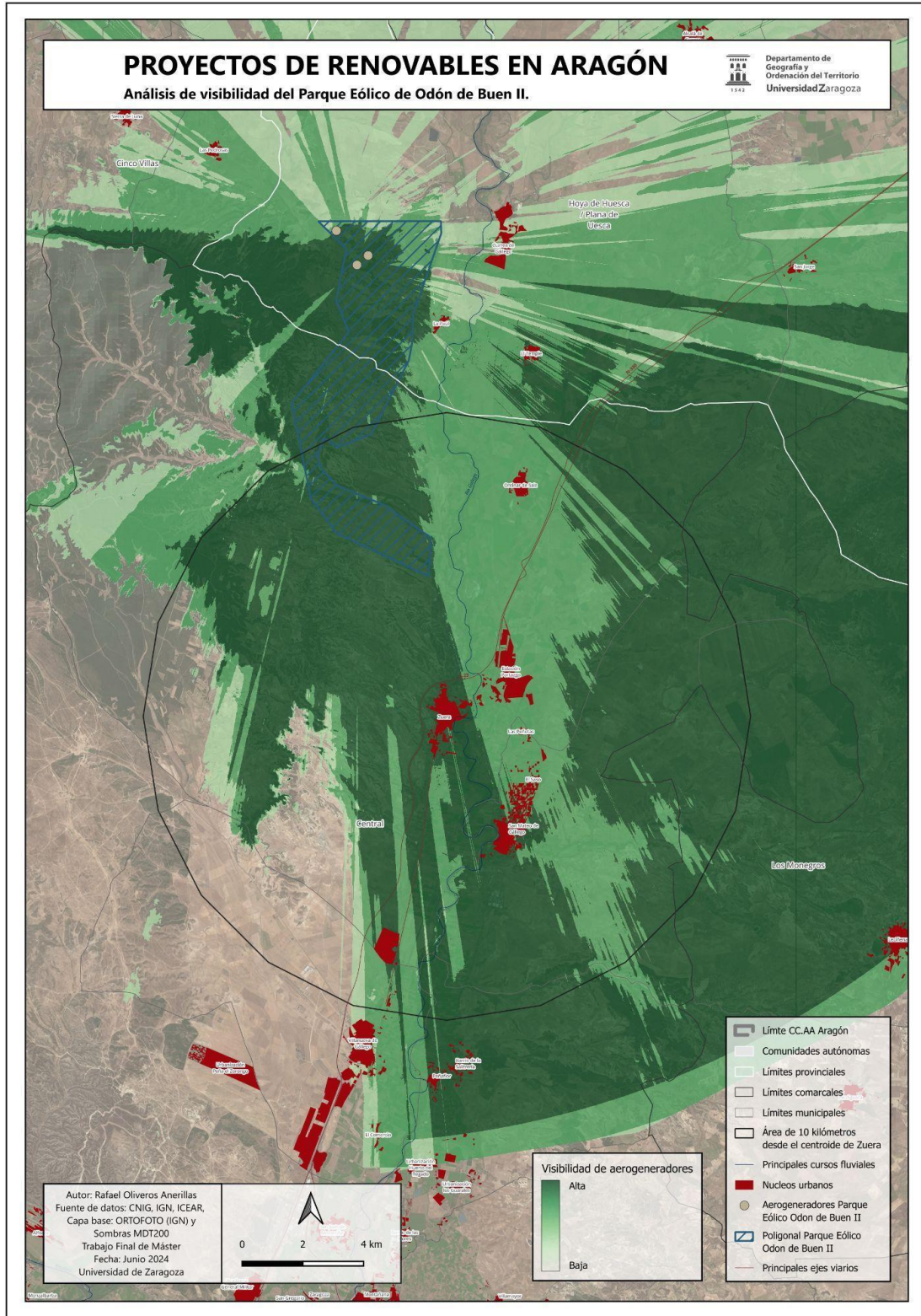
El mapa utiliza una escala de colores (verde) para representar el número de aerogeneradores visibles desde puntos situados a 30 kilómetros alrededor de cada uno de ellos.

En cuanto al análisis, se puede destacar lo siguiente:

El parque eólico Odón de Buen II consta de 3 aerogeneradores ubicados al suroeste de la Comarca de la Hoya de Huesca, aunque su poligonal se encuentra entre los límites comarcales de la Comarca Central y la Hoya de Huesca.

La visibilidad obtenida a través del análisis muestra que desde el núcleo urbano de Zuera es posible ver los tres aerogeneradores en su totalidad. Además, gran parte de la superficie al sur de los aerogeneradores también ofrece una visibilidad completa de los tres dispositivos.

Esta visibilidad se extiende a otras comarcas vecinas, como Los Monegros o Cinco Villas, y también a otros núcleos urbanos como Gurrea de Gállego, El Temple, San Mateo de Gállego o Leciñena.



Autor: Rafael Oliveros Anerillas
Fuente de datos: CNIG, IGN, ICEAR,
Capa base: ORTOFOTO (IGN) y
Sombras MDT200
Trabajo Final de Máster
Fecha: Junio 2024
Universidad de Zaragoza



- Límite CC.AA Aragón
- Comunidades autónomas
- Límites provinciales
- Límites comarcales
- Límites municipales
- Área de 10 kilómetros desde el centroide de Zuera
- Principales cursos fluviales
- Nucleos urbanos
- Aerogeneradores Parque Eólico Odón de Buen II
- ▨ Poligonal Parque Eólico Odón de Buen II
- Principales ejes viarios

El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad parques fotovoltaicos en admisión a trámite” (*Mapa 26*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible (a través del vallado de los parques fotovoltaicos) , de las plantas fotovoltaicas localizadas a menos de 10km del centroide del núcleo urbano de Zuera.

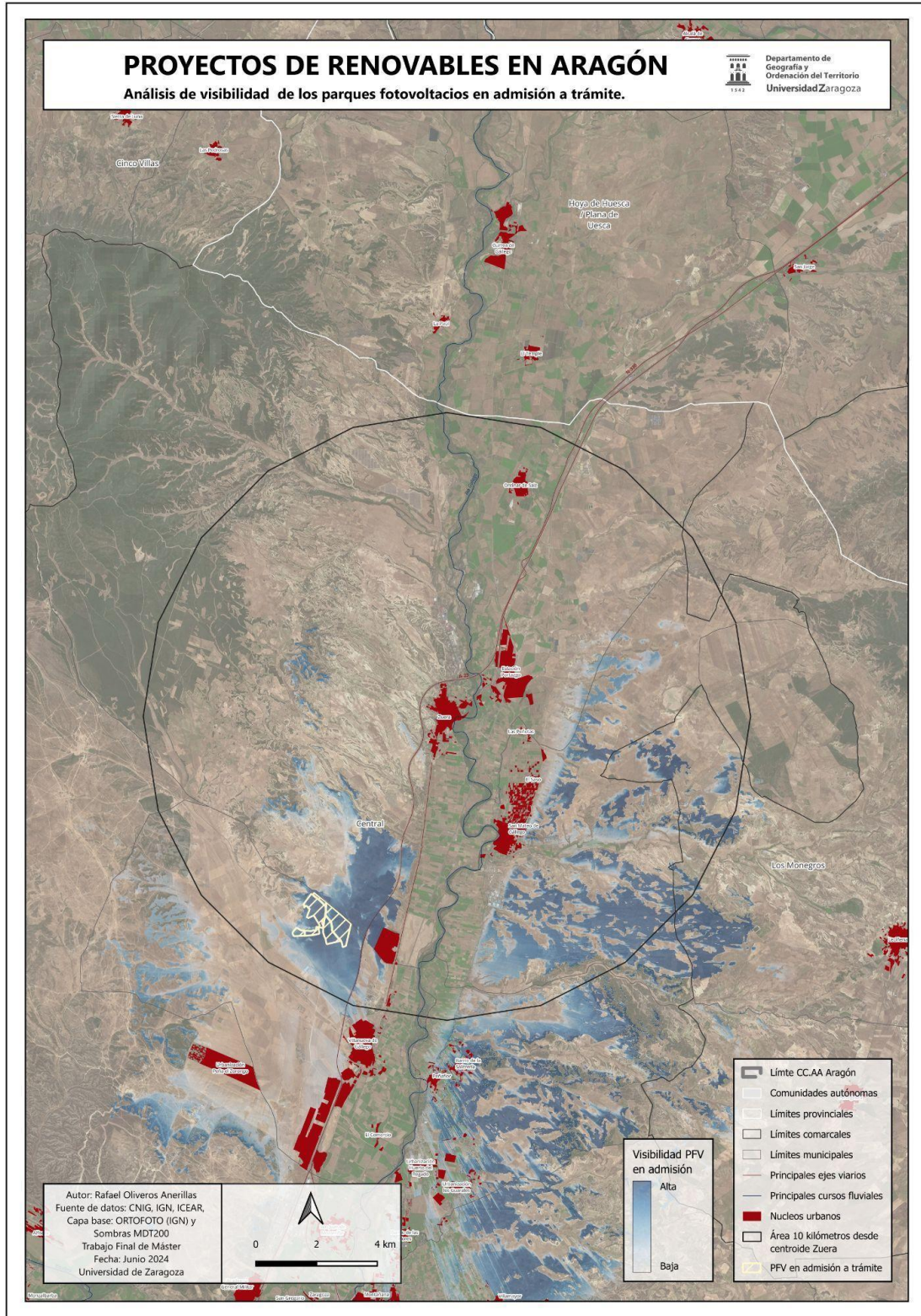
El mapa utiliza una escala de colores (azules) para indicar el número de vértices visibles desde puntos situados a 15 kilómetros alrededor del vallado de la poligonal.

En cuanto al análisis, se pueden hacer las siguientes observaciones:

Los parques fotovoltaicos en proceso de admisión (ubicados a menos de 10 km del centroide de los núcleos urbanos de Zuera) se encuentran al suroeste del propio núcleo urbano de Zuera.

La localización de los proyectos fotovoltaicos en trámite está dentro del municipio de Villanueva de Gállego, cuya superficie total se divide en tres polígonos irregulares de diferentes tamaños.

Aunque desde el núcleo urbano de Zuera no se tiene visibilidad directa de los proyectos fotovoltaicos, en áreas cercanas (límitrofes a los proyectos) y alejadas (en la margen izquierda del río Gállego) sí existe una visibilidad directa.



Mapa 26. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA". Elaboración propia

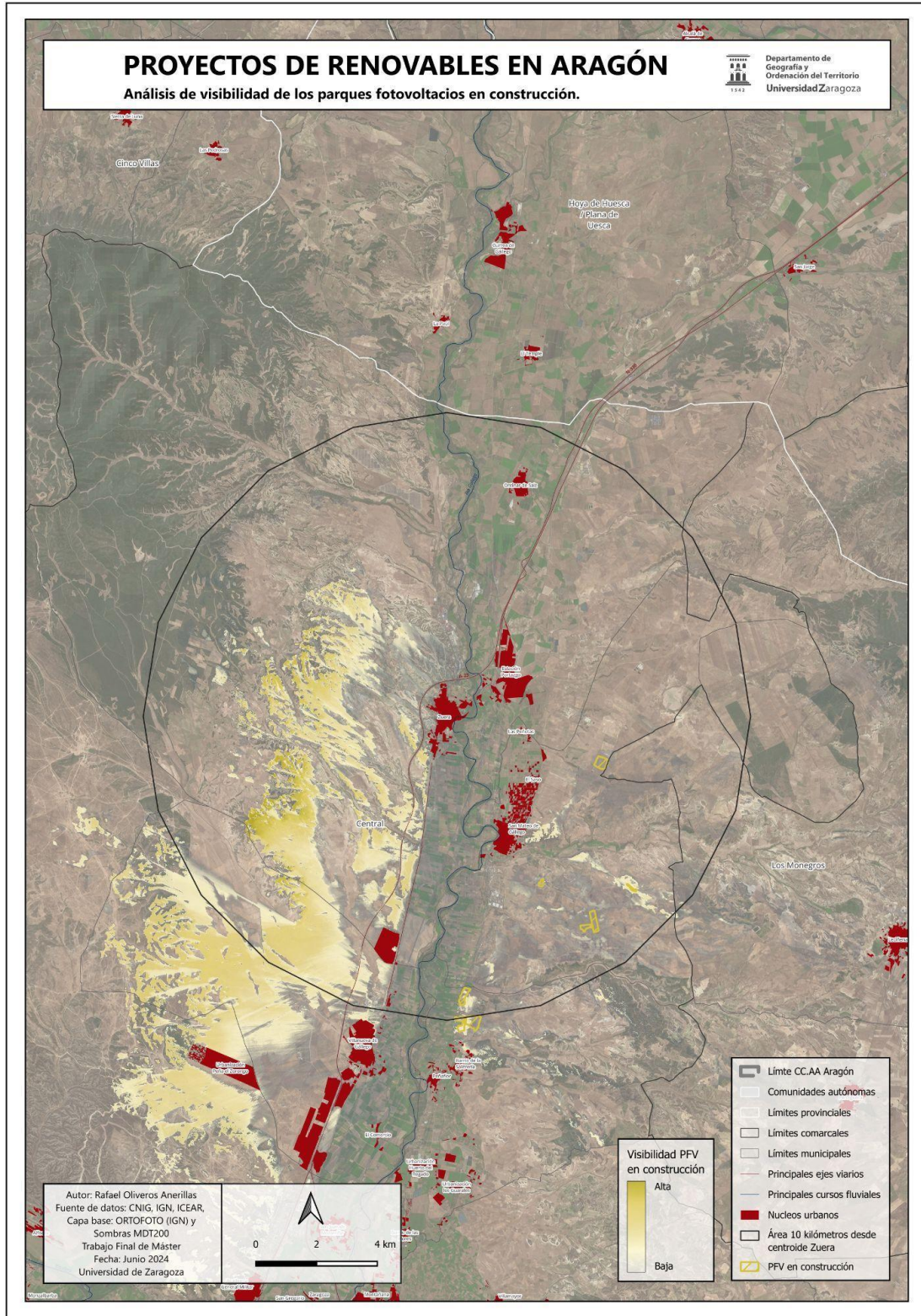
El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad parques fotovoltaicos en construcción” (*Mapa 27*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible (a través del vallado de los parques fotovoltaicos) de las plantas fotovoltaicas localizadas a menos de 10km del centroide del núcleo urbano de Zuera.

El mapa representa información mediante una rampa de colores (amarillos) que indica el número de vértices visibles desde puntos situados a 15 kilómetros alrededor del vallado de la poligonal.

En cuanto al análisis del mapa, se pueden hacer las siguientes observaciones:

Los parques fotovoltaicos en construcción (a menos de 10 km del centroide de los núcleos urbanos de Zuera) se encuentran al este del propio núcleo urbano de Zuera. La localización de los proyectos fotovoltaicos en construcción está dentro de los municipios de San Mateo de Gállego y Zaragoza, cuya superficie total se divide en seis polígonos irregulares de diferentes tamaños.

Aunque desde el núcleo urbano de Zuera no se tiene visibilidad directa de los proyectos fotovoltaicos, en áreas cercanas (áreas limítrofes a los proyectos) y alejadas (en la margen derecha del río Gállego) sí existe una visibilidad directa.



Mapa 27. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA". Elaboración propia

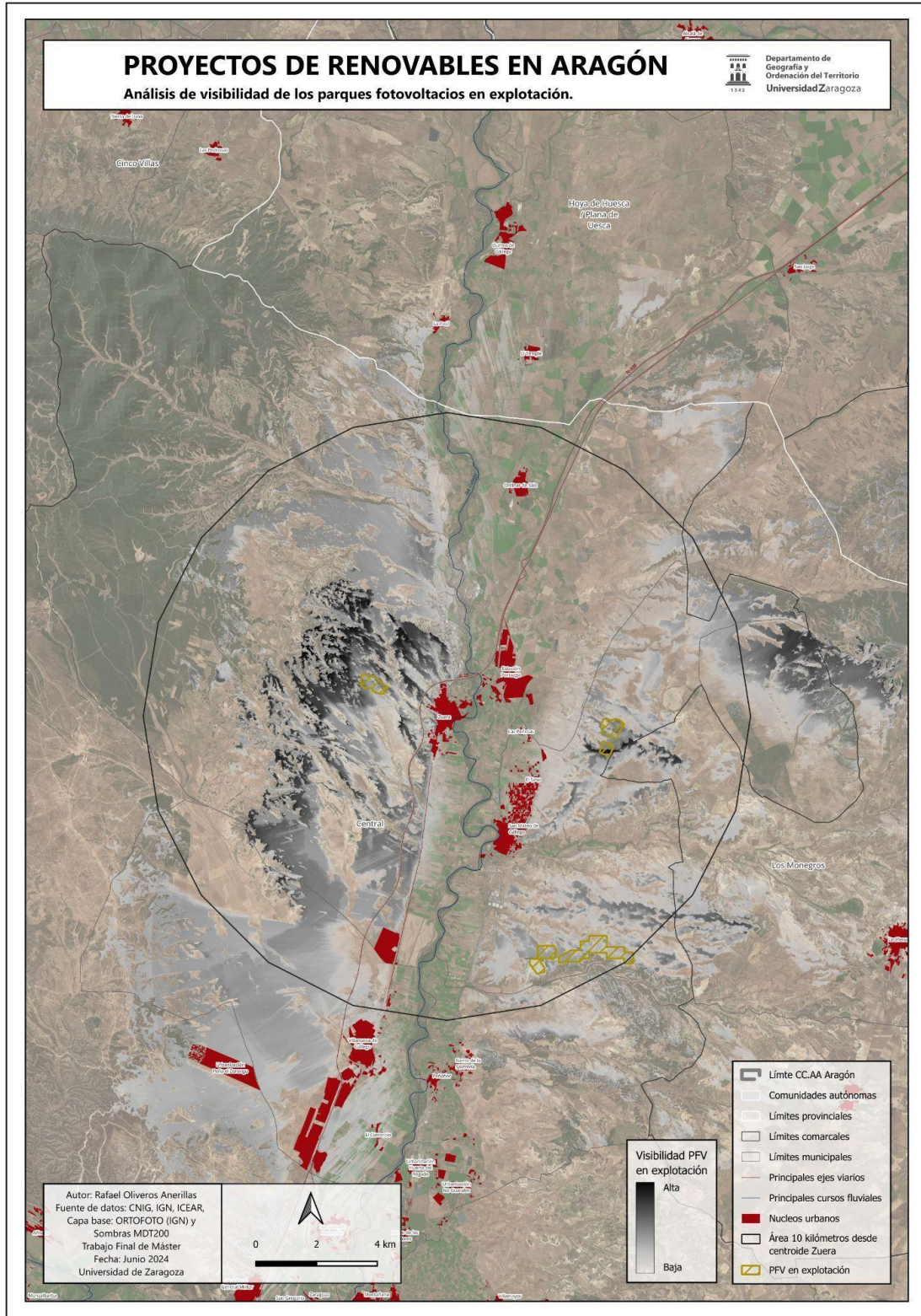
El mapa titulado “Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad parques fotovoltaicos en explotación” (*Mapa 28*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible de las plantas fotovoltaicas localizadas a menos de 10km del centroide del núcleo urbano de Zuera.

El mapa representa información mediante una rampa de colores (grises) que indica el número de vértices visibles desde puntos situados a 15 kilómetros alrededor del vallado de la poligonal.

En cuanto al análisis del mapa, se pueden hacer las siguientes observaciones:

Los parques fotovoltaicos en construcción (a menos de 10 km del centroide de los núcleos urbanos de Zuera) se encuentran al este y oeste del propio núcleo urbano de Zuera. La localización de los proyectos fotovoltaicos en explotación está dentro de los municipios de San Mateo de Gállego y Zuera, cuya superficie total se divide en seis polígonos irregulares de diferentes tamaños.

Desde el núcleo urbano de Zuera existe visibilidad directa de los proyectos fotovoltaicos, además de en áreas cercanas (áreas limítrofes a los proyectos) y alejadas (en la margen derecha e izquierda del río Gállego) sí existe una visibilidad directa.



Mapa 28. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA". Elaboración propia

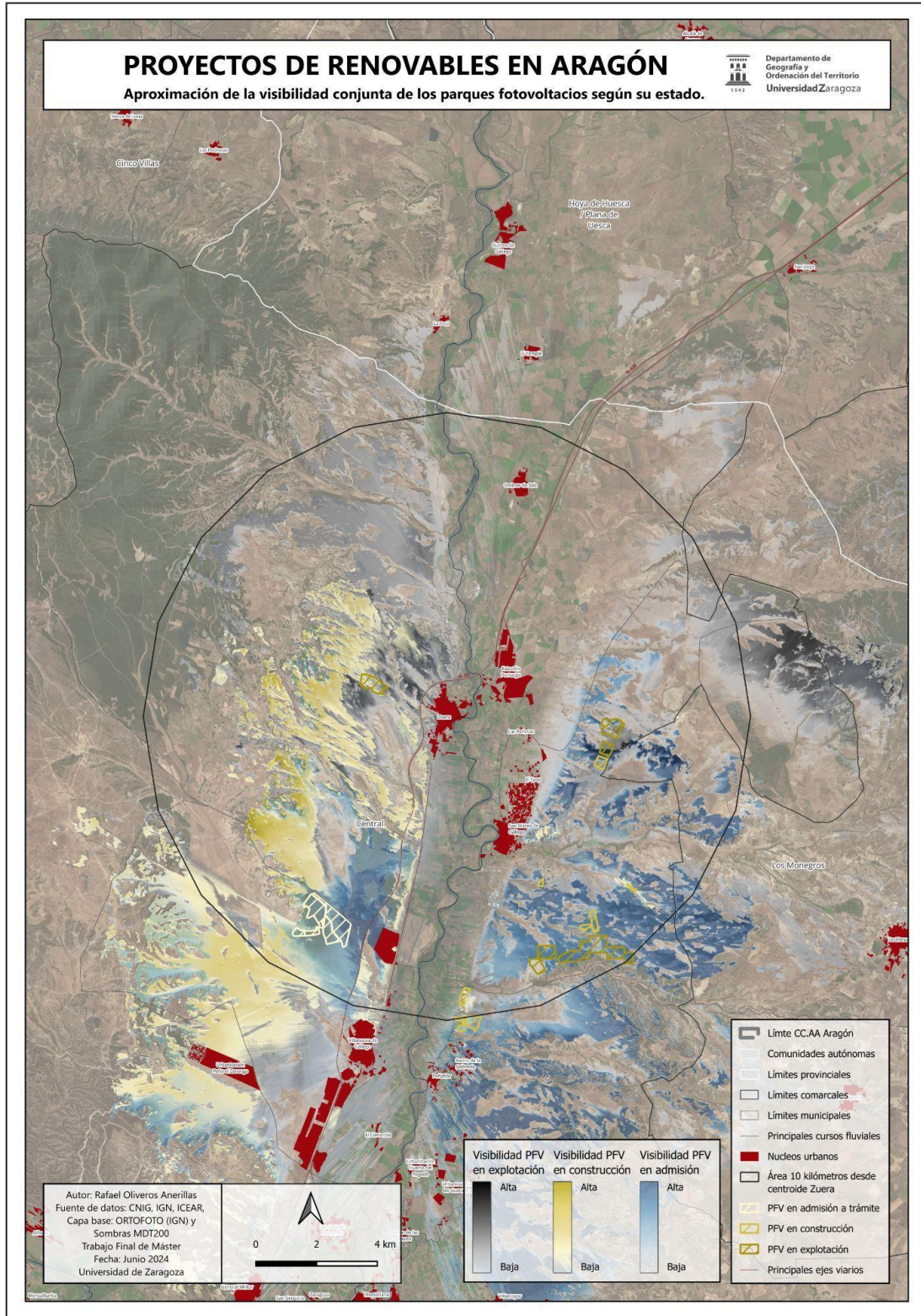
El mapa “Proyectos Renovables Aragón: Aproximación de la visibilidad conjunta de los parques fotovoltaicos según su estado” (*Mapa 29*), tiene como objetivo representar la distancia e intensidad visible, de forma conjunta, de las plantas fotovoltaicas localizadas a menos de 10km del centroide del núcleo urbano de Zuera.

El mapa representa información mediante tres rampas de colores (grises, amarillos y azules) que indica el número de vértices visibles desde puntos situados a 15 kilómetros alrededor del vallado de la poligonal.

En cuanto al análisis del mapa, se pueden hacer las siguientes observaciones:

Los parques fotovoltaicos en los tres estados administrativos (trámite, construcción y explotación) a menos de 10 km del centroide de los núcleos urbanos de Zuera se encuentran en la totalidad el núcleo urbano de Zuera, exceptuando el norte de este. Dichos proyectos fotovoltaicos se localizan dentro de los municipios de San Mateo de Gállego, Zaragoza y Zuera, cuya superficie total se divide en quince polígonos irregulares de diferentes tamaños.

Desde el núcleo urbano de Zuera únicamente existe visibilidad directa de los proyectos fotovoltaicos en explotación, en cambio el resto de municipio y otros municipios de los alrededores poseen visión directa de los diversos proyectos fotovoltaicos.



Mapa 29. Mapa titulado "Proyectos Renovables Aragón: Análisis visibilidad de los Parques Eólicos de FORESTALIA". Elaboración propia

5.8 Análisis de aptitud paisajística en relación con la superficie de los proyectos de renovables.

Para el análisis de aptitud paisajística de este proyecto, se abordan dos escalas de trabajo. En primer lugar, se trabajará la escala regional (según las etapas de entrada en funcionamiento). Y, en segundo lugar, se trabajará a escala local, haciendo hincapié en los proyectos de renovables localizados en la Comarca del Matarraña (Clusteres eólicos) y los proyectos localizados a escala municipal de Zuera (10 kilómetros de radio del núcleo urbano).

5.8.1 Aptitud paisajística a escala regional según etapas

Al superponer los proyectos de energías renovables según las etapas definidas por los eventos históricos con el Mapa de Aptitud Paisajística del conjunto de Aragón del IGEAR, se puede generar una tabla de datos que muestra la superficie construida en cada etapa clasificada según la aptitud genérica del paisaje del territorio en el que se ha construido, así como el porcentaje de superficie construida que representa sobre el total (Tabla 5).

ETAPA	APTITUD	SUPERFICIE CONSTRUIDA (KM2)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (%)
Etapa sin fecha	Muy baja	1,68	4,69
	Baja	12,09	33,75
	Media	4,34	12,11
	Alta	16,04	44,75
	Muy alta	1,68	4,70
Etapa 1 (1990 – 2007)	Muy baja	0,02	0,02
	Baja	10,10	8,90
	Media	24,22	21,33
	Alta	66,03	58,14
	Muy alta	13,19	11,62
Etapa 2 (2008 – 2013)	Muy baja	6,65	1,75
	Baja	79,56	20,90
	Media	90,16	23,68

	Alta	149,20	39,19
	Muy alta	55,18	14,49
Etapa 3 (2014 – 2015)	Muy baja	0,00	0,00
	Baja	0,00	0,00
	Media	0,02	100,00
	Alta	0,00	0,00
	Muy alta	0,00	0,00
Etapa 4 (2016 – 2018)	Muy baja	1,29	3,25
	Baja	3,78	9,54
	Media	3,57	9,02
	Alta	29,34	74,06
	Muy alta	1,63	4,12
Etapa 5 (2019 – 2021)	Muy baja	8,37	1,48
	Baja	60,64	10,73
	Media	184,63	32,67
	Alta	298,08	52,74
	Muy alta	13,49	2,39
Etapa 6 (2022 – 2024)	Muy baja	2,40	0,79
	Baja	35,85	11,77
	Media	92,65	30,43
	Alta	168,75	55,42
	Muy alta	4,84	1,59

Tabla 5. Superficie total construida (en km²) y porcentaje de superficie total construida (%) en cada etapa según la aptitud del paisaje. Elaboración propia.

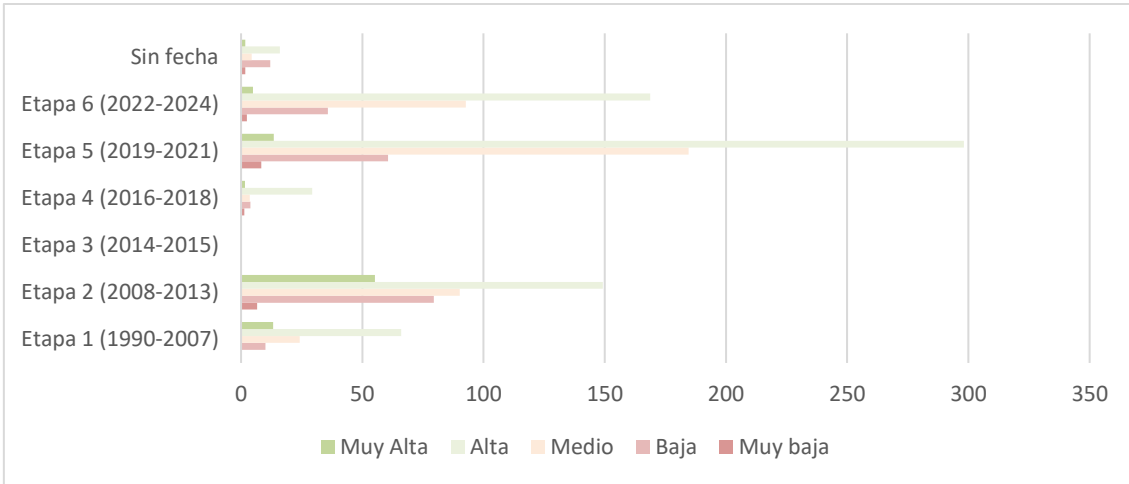
Para comentar los datos de aptitud genérica del territorio se pueden organizar en dos grupos. Un primer grupo se refiere a las zonas con un nivel de aptitud Muy Bajo, Bajo y Medio, que se consideran de muy poca a poca capacidad de acogida para determinadas actuaciones susceptibles de impacto en el paisaje como puede ser la implantación de proyectos. El segundo grupo, se refiere a las áreas con aptitud Alta y Muy Alta, en las que el territorio sí presenta mayor capacidad de acogida para posibles proyectos con incidencia en el paisaje.

En una visión conjunta de todas las etapas, un 56,8% de la superficie de los proyectos de renovables están localizados en zonas con una capacidad de acogida adecuada, en una

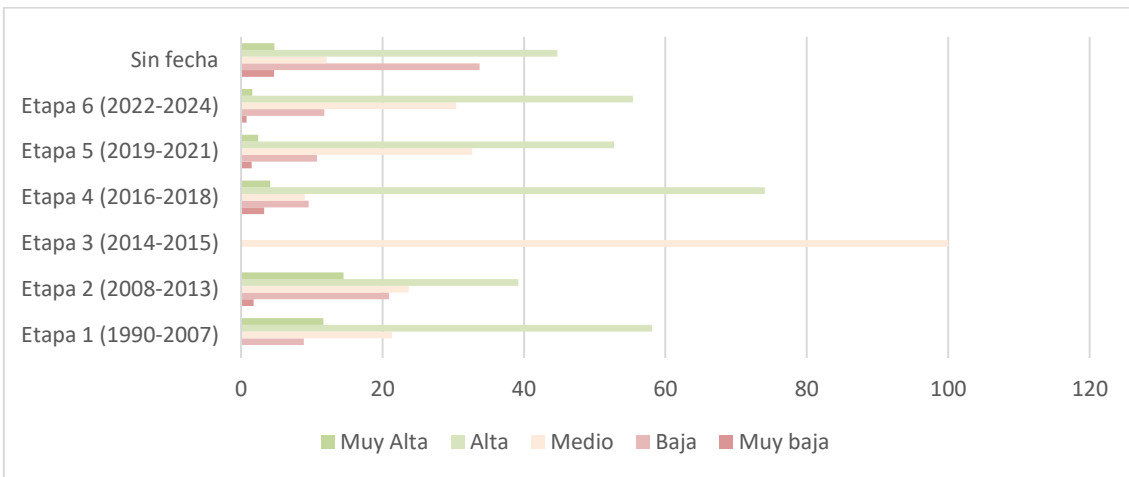
aproximación genérica al menos. El 43 % de la superficie restante sin embargo ocupa terrenos con capacidad de acogida en principio no adecuada, especialmente el 14 % localizado en espacios de aptitud baja y el 1,4 % en aptitud muy baja. En principio la presencia de grandes parques de renovables en estas zonas de baja capacidad de acogida por su impacto en el paisaje son las más susceptibles de suponer un foco de tensiones sociales al poder coincidir por ejemplo, con áreas de elevada calidad paisajística que sea soporte de una actividad económica apoyada en ese paisaje de calidad. La hipótesis de trabajo que queríamos comprobar mediante el contraste con el nº de alegaciones de cada municipio o comarca, se fundamentaba en este supuesto, pero no se ha podido obtener a tiempo la información de las alegaciones.

En el análisis por etapas, se observa cómo en la mayoría de las etapas, el mayor porcentaje de superficie construida se corresponde también con zonas de aptitud paisajística del segundo grupo, con buena capacidad de acogida. Sin embargo, para el caso de los proyectos sin fecha y los de la etapa 3, la mayor cantidad se corresponde con el primer grupo de baja capacidad de acogida. Es de destacar por otro lado el ostensible incremento en la etapa 5 (2019-2021) de la superficie en territorios de aptitud no adecuada, especialmente media, pero también baja y incluso muy baja, que se mantienen elevadas en la etapa 6, la más reciente, aunque en menor medida. Son sin duda, situaciones no idóneas que la Planificación y ordenación del territorio teniendo en cuenta el paisaje debería evitar o al menos minimizar.

Las gráficas 1 y 2 muestran la información de manera conjunta para facilitar la comparación. Se puede determinar que la etapa con mayor superficie total construida (en km²) fue la etapa 5 (2019-2021), mientras que la etapa 3 (2014-2015) tuvo el menor impacto. Si se analiza el porcentaje de la tipología de aptitud paisajística afectada, todas las etapas (excepto la Etapa 3) presentan una distribución similar. El mayor porcentaje de superficie se encuentra en la categoría de aptitud alta, seguido de la media, muy alta, baja y, por último, muy baja.



Gráfica 1. Superficie total sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos de renovables según su etapa de entrada en funcionamiento. Elaboración propia.



Gráfica 2. Superficie total (en %) sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos de renovables según su etapa de entrada en funcionamiento. Elaboración propia.

5.8.2 Aptitud paisajística según escalas (comarcal y municipal)

A partir de la superposición de los proyectos de renovables según la escala de análisis (comarca o municipio) y el catálogo de Aptitud Paisajística se obtienen una serie de datos, relativos al área ocupada, que quedan recogidos en la tabla 6.

Parques eólicos GREEN CAPITAL	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %
	Muy baja	4,88	1,85
	Baja	42,94	16,25
	Medio	108,04	40,87
	Alta	103,57	39,18
	Muy Alta	4,91	1,86
	TOTAL	264,34	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %

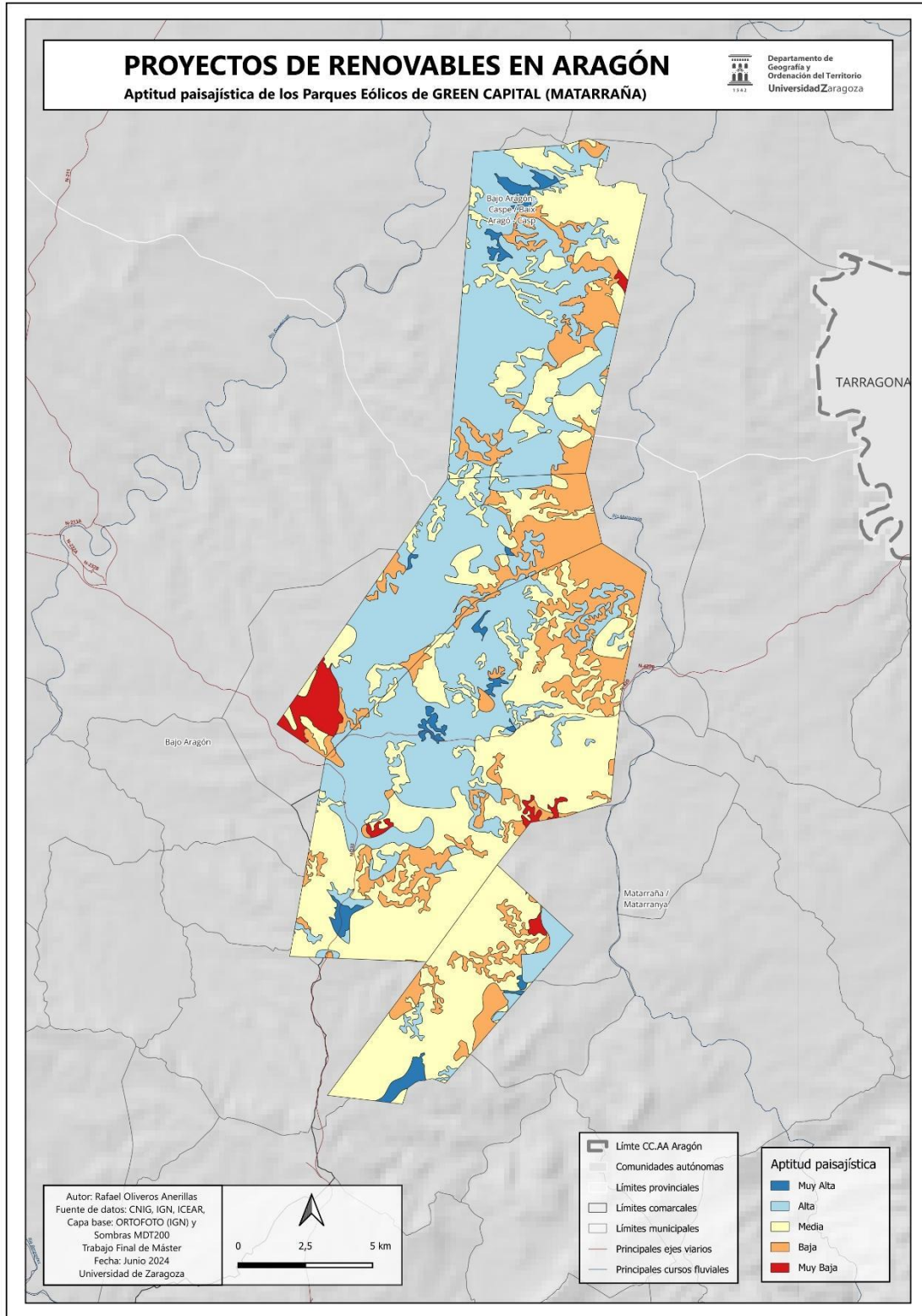
<i>Parques eólicos FORESTALIA</i>	Muy baja	0,17	0,19
	Baja	14,59	16,14
	Medio	24,03	26,58
	Alta	50,46	55,80
	Muy Alta	1,16	1,29
	TOTAL	90,42	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %
<i>Parque eólico ODÓN DE BUEN II</i>	Muy baja	0,00	0,00
	Baja	2,03	7,56
	Medio	7,19	26,80
	Alta	17,60	65,63
	Muy Alta	0,00	0,00
	TOTAL	26,82	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %
<i>Parques fotovoltaicos en admisión a trámite (ZUERA)</i>	Muy baja	0,00	0,00
	Baja	0,00	0,00
	Medio	0,00	0,00
	Alta	1,44	100,00
	Muy Alta	0,00	0,00
	TOTAL	1,44	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %
<i>Parques fotovoltaicos en construcción (ZUERA)</i>	Muy baja	0,00	0,00
	Baja	0,01	1,51
	Medio	0,00	0,00
	Alta	0,68	98,49
	Muy Alta	0,00	0,00
	TOTAL	0,69	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %
<i>Parques fotovoltaicos en funcionamiento (ZUERA)</i>	Muy baja	0,00	0,00
	Baja	0,00	0,00
	Medio	0,00	0,00
	Alta	2,25	100,00
	Muy Alta	0,00	0,00
	TOTAL	2,25	
	Aptitud	Superficie (km2)	Superficie %

Tabla 6. Superficie total y sesgada según la aptitud paisajística. En los proyectos eólicos de Matarraña y Zuera en la Comarca del Matarraña y alrededores. Elaboración propia

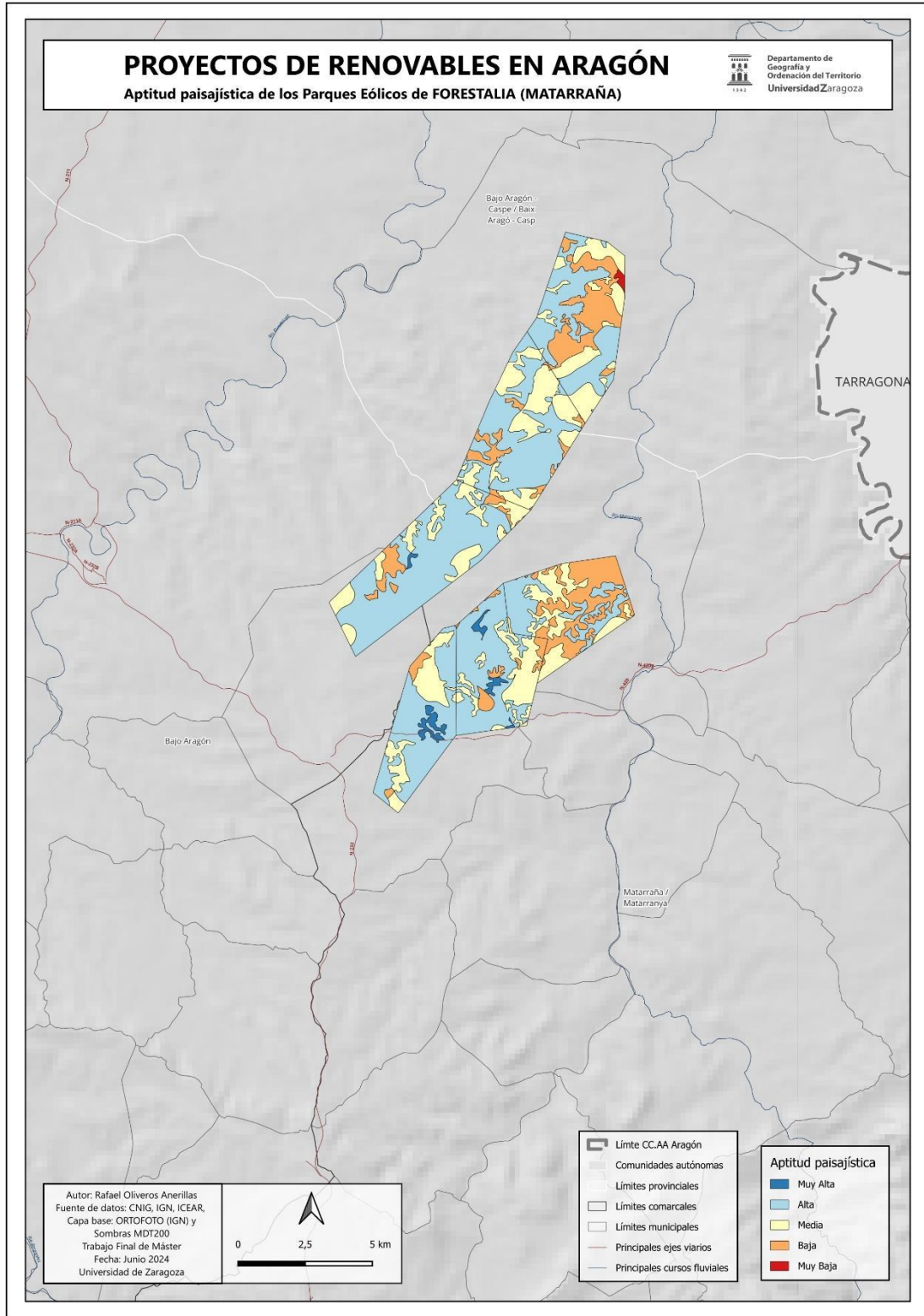
Para comentar los datos de aptitud genérica del territorio se establecen los mismos grupos que en el apartado anterior. El primero se refiere a zonas de muy poco aptas a poco aptas para la implantación de proyectos. El segundo, a aquellas áreas en las que el territorio sí permitiría acoger proyectos.

Los datos muestran cómo en la mayoría de los proyectos, el mayor porcentaje de superficie construida se corresponde con zonas de aptitud paisajística del segundo grupo. Sin embargo, en el caso de los proyectos eólicos promovidos por Green Capital en la Comarca del Matarraña el mayor porcentaje de superficie construida corresponde con las zonas de aptitud paisajística del primer grupo.

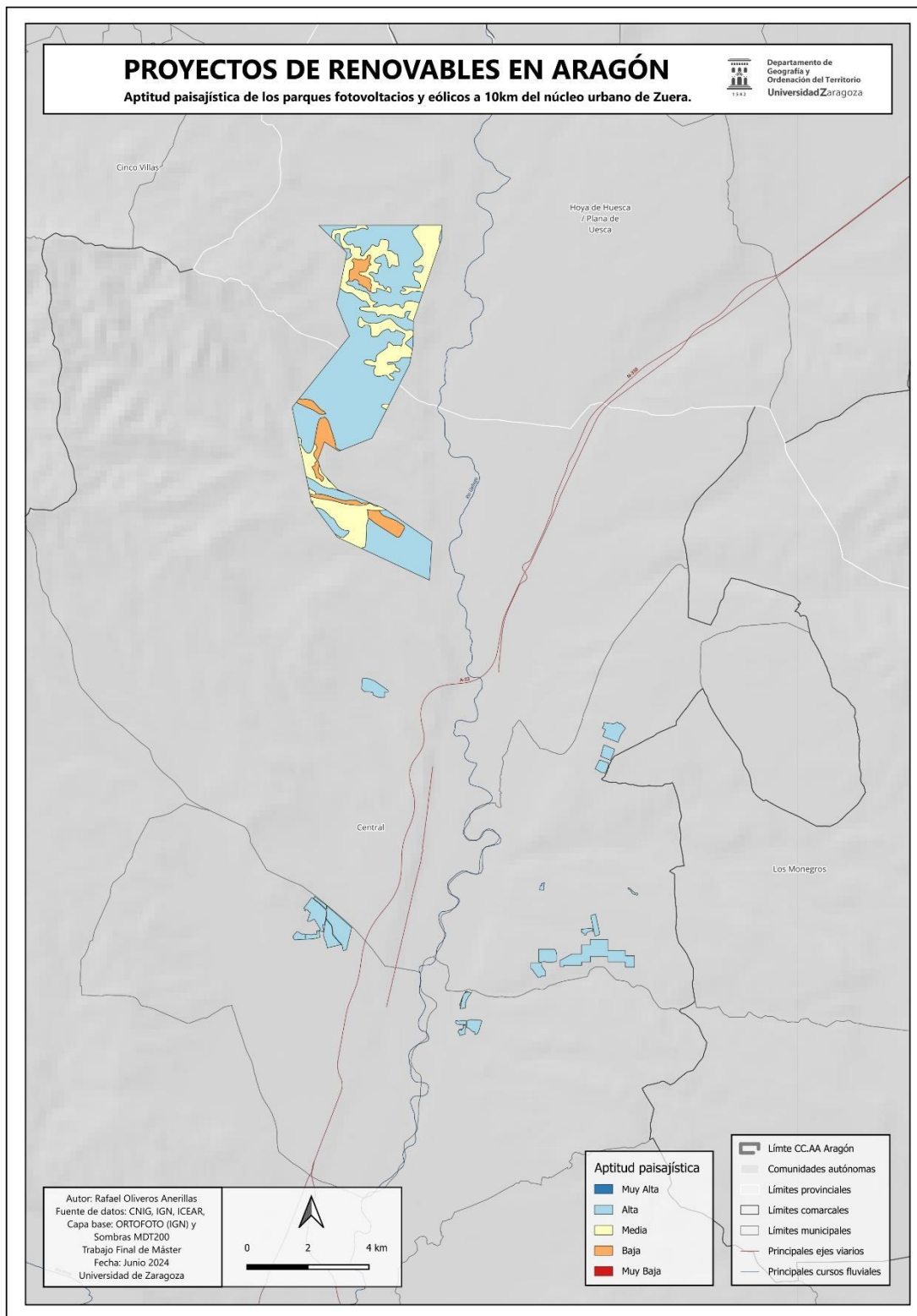
Para un análisis a mayor detalle, se adjuntan los tres siguientes mapas (*Mapas 30, 31 y 32*) donde se puede observar la distribución de la aptitud paisajística en relación con la localización de los proyectos de renovables analizados visualmente.



Mapa 30. Aptitud paisajística de los proyectos de los Parques Eólicos de Green Capital en la Comarca del Matarraña (y alrededores). Elaboración propia.



Mapa 31. Aptitud paisajística de los proyectos de los Parques Eólicos de Forestalia en la Comarca del Matarraña (y alrededores). Elaboración propia.



Mapa 32. Aptitud paisajística de los proyectos de renovables a 10 km del núcleo urbano de Zuera. Elaboración propia.

6. Discusión y conclusiones

La evolución de las energías renovables en Aragón ha sido un proceso muy dinámico y complejo, influenciado por una combinación de avances tecnológicos, políticas ambientales, y económicas. Este estudio ha permitido identificar patrones y tendencias clave en la distribución y desarrollo de proyectos de energía renovable en la región, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y decisiones de planificación.

Desde los primeros esfuerzos para incorporar energías renovables en Aragón, ha habido un claro compromiso por parte de las autoridades locales y nacionales para promover estas tecnologías. Las políticas de incentivos y subvenciones han jugado un papel crucial en estimular la inversión en proyectos de energía eólica y fotovoltaica.

No obstante, identificar y espacializar el desarrollo de energías renovables en Aragón no está exento de desafíos. La dispersión, la falta de homogeneización de los datos, la variabilidad en la calidad y el formato de la información recopilada de diferentes fuentes lo que ha complicado la elaboración de este trabajo. Mencionadas características han supuesto un reto para la planificación territorial y la realización de análisis de distribución precisos, así como para la estandarización de los datos, por lo que es imperativa la mejora en la coordinación entre diferentes organismos y fuentes de información. La distribución geográfica y la aptitud paisajística desvela que la gran parte de los proyectos de energía eólica y fotovoltaica se han ubicado en zonas con alta o muy alta aptitud.

En cuanto al impacto en superficie ocupada, se constata un aumento considerable del despliegue de proyectos a lo largo de los años, destacando en la Etapa 5 analizada en este trabajo. Este aumento reciente puede estar relacionado con varios factores, incluyendo un mayor acceso a financiamiento, avances tecnológicos que permiten proyectos más grandes y eficientes, y una mayor urgencia en la transición hacia fuentes de energía más sostenibles. Este incremento en la superficie afectada también refleja la tendencia global hacia una mayor capacidad instalada de energías renovables, impulsada por los compromisos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La distribución espacial de las energías renovables a nivel comarcal y municipal también revela importantes patrones. Gran parte de los proyectos en funcionamiento se encuentran en el medio y alto valle del Ebro, en comarcas como la Comarca Central y Ribera Alta

del Ebro. Esta concentración puede atribuirse a las condiciones favorables de viento y radiación solar, así como a la proximidad a infraestructuras energéticas y de transporte. Los proyectos en construcción también se distribuyen alrededor del medio y bajo valle del Ebro (Comarca Central, Ribera Baja del Ebro, y Campo de Belchite) (municipios de Peralta de Alcofea o La Zaida). Por último, los proyectos en tramitación se localizan en áreas periféricas, como serranías cercanas o fondos de valle (Comarcas Andorra-Sierra de Arcos y Cinco Villas) (municipios como Villar de los Navarros o Sádaba). En cuanto a la distribución según la potencia instalada, indiferentemente de la tipología y del estado de tramitación, predominan los parques entre 1 y 50 MW, a excepción de parques de gran envergadura con potencia instalada superior a los 200 MW.

Igualmente, la falta de estudios previos similares a este. Si bien en diversas zonas de Aragón o España se han realizado breves análisis de la localización de proyectos de renovables, nunca se había logrado hacer un análisis tan detallado a escala regional. En cuarto lugar, la falta de potencia técnica, es decir, la falta de capacidad de procesamiento para la realización de los mapas de visibilidad (considerando que el equipo personal utilizado para la realización de este proyecto es sustancialmente superior al equipo medio personal). Ya que para la realización de cada uno de los análisis de visibilidad ha sido necesario invertir más de 30 minutos por proyecto. Y, en quinto lugar, la falta de agilidad en la administración pública para resolver la consulta de información pública (en cuanto al número de alegaciones por proyecto), impidiendo contrastar la hipótesis planteada en el trabajo.

Para concluir, destacar la existencia de la primera serie cartográfica temporal de los proyectos de renovables en Aragón, suponiendo una visualización sin precedentes de la evolución histórica de las energías renovables en Aragón. Con base en la localización y distribución de los proyectos, reiterar la compleja y difícil (pero a la vez satisfactoria, en cuanto al interés de desarrollo del sector) situación desarrollista del sector de las energías renovables en Aragón. Cuya falta de consenso entre la sociedad, la política y los empresarios repercute directamente en el progreso del crecimiento económico sostenible, y el alcance de la economía con emisiones netas cero.

Además, conviene recalcar la falta de consenso para implantar un sistema homogéneo en cuanto al trabajo y desarrollo de las fuentes de información en relación con las energías renovables.

En cuanto al planteamiento de líneas futuras de investigación, corresponde sugerir obtener y relacionar el número de alegaciones interpuestas en cada uno de sus respectivos proyectos, sesgándolo por etapas en la línea temporal, observando si existe un cambio de paradigma y de sensibilidad social. Otra propuesta sería relacionar el Índice de Sensibilidad Ambiental (eólica y fotovoltaico) (ISA) con los proyectos actuales y futuros, observando si existe o no correlación en su localización. Finalmente, resultaría relevante para este y otros estudios automatizar gran parte del esfuerzo realizado en este trabajo. De este modo, anualmente se podrían hacer informes técnicos sobre la implantación y desarrollo del sector en Aragón, y realizar resúmenes sintéticos con el objetivo de divulgación y consenso público.

7. Bibliografía

- Administrativando-es. (abril de 2022). *¿Qué hemos de saber sobre la Declaración de Impacto Ambiental?* Recuperado el mayo de 2024, de <https://administrativando.es/declaracion-de-impacto-ambiental/>
- BOE.es. (julio de 1991). *Orden de 28 de junio de 1991 por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones a los proyectos relativos a la utilización de las energías renovables.* Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1991-19386>
- BOE.es. (diciembre de 2018). *Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la q.* Recuperado el junio de 2024, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16674>
- Contesse, E. (abril de 2017). *Paisaje y turbinas eólicas.* Recuperado el junio de 2024, de Definición del perímetro: https://www.citego.org/bdf_fiche-document-2716_es.html#:~:text=Los%20aerogeneradores%20pueden%20alcanzar%20f%C3%A1cilmente,las%20proporciones%20cl%C3%A1sicas%20del%20paisaje.
- DaniPerezMalaga.es. (diciembre de 2023). *Sistema autonómico vs central: Impacto y funcionamiento del gobierno en España.* Recuperado el junio de 2024, de https://daniperezmalaga.es/sistema-autonomico-vs-central-impacto-y-funcionamiento-del-gobierno-en-espana/?expand_article=1
- Derecho.com. (enero de 2023). *Resolución de 2 de enero de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto "Instalación solar fotovoltaica FV Peñafior de 136,5 MWp, en Alfajarín (Zaragoza)".* Recuperado el mayo de 2024, de <https://shre.ink/Dyta>
- Derechoured.com. (2024). *15.1. El Estado autonómico.* Recuperado el junio de 2024, de <https://derechoured.com/libro/constitucional-1/el-estado-autonomico>
- DiarideTarragona. (mayo de 2023). *La polémica línea de alta tensión que cruza Tarragona da su primer paso.* Recuperado el mayo de 2024, de

<https://www.diaridetarragona.com/tarragona/la-polemica-linea-de-alta-tension-que-cruza-tarragona-da-su-primer-paso-ak14961133>

DiariodeTeruel. (junio de 2024). *Un quebrantahuesos muere golpeado por un aerogenerador en Luco de Bordón*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.diariodeteruel.es/comarcas/un-quebrantahuesos-muere-golpeado-por-un-aerogenerador-en-luco-de-bordon>

EconomiaDigital.es. (junio de 2024). *Las eléctricas estudian recurrir el polémico impuesto a las renovables en Aragón*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.economiadigital.es/economia/electricas-estudian-renovables-aragon.html>

EDP Renovables. (Marzo de 2023). *Planta Solar Fotovoltaica*. Recuperado el junio de 2024, de https://www.aragon.es/documents/20127/91932713/PSFV+Acampo+Arpal_A%C3%B1o1_IC1_Expl_dic22-mar23.pdf/5b4a4767-f3f0-be3a-232e-4ad4f9153995?t=1692195177789

El Periodico de Aragón. (abril de 2008). *Las placas solares de Casablanca ahorrarán 2.500 toneladas de CO2*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.elperiodicodearagon.com/aragon/2008/04/10/placas-solares-casablanca-ahorraran-2-47937368.html>

ElConfidencial.com. (mayo de 2024). *Amazon regará Aragón con 15.700M para crear una red de megacentros de datos*. Recuperado el mayo de 2024, de https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2024-05-22/amazon-centros-datos-inversion-aragon_3888008/

ElDiario.es. (febrero de 2024). *El mapa de las renovables se expande en Aragón con dudas sobre su legalidad*. Obtenido de https://www.eldiario.es/aragon/mapa-renovables-expande-aragon-dudas-legalidad_1_10897025.html

ElEconomista.es. (marzo de 2024). *La producción de energía renovable llega al 82% en Aragón*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.eleconomista.es/actualidad/noticias/12735052/03/24/la-produccion-de-energia-renovable-llega-al-82-en-aragon.html>

ElPeriodicodeAragón.com. (noviembre de 2023). *Adiós a los primeros molinos que revolucionaron La Muela*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.elperiodicodearagon.com/aragon/2023/11/05/adios-primeros-molinos-revolucionaron-muela-94218348.html>

- ElPeriodicodelaEnergía.com. (enero de 2020). *Historia de la fotovoltaica en España: desde sus inicios en 1984 a sus objetivos para 2030*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://elperiodicodelaenergia.com/historia-de-la-fotovoltaica-en-espana-desde-sus-inicios-en-1984-a-sus-objetivos-para-2030/>
- Elrinconjurídico.com. (oactubre de 2021). *¿Qué prevalece una ley estatal o autonómica?* Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.elrinconjuridico.com/blog/que-prevalece-una-ley-estatal-o-autonomica/>
- Enelamericas.com. (2016). *Clúster de Energías Renovables*. Recuperado el mayo de 2024, de https://www.enelamericas.com/es/economia_circular_latam/articulos/cluster-de-energias-renovables.html
- Energías Renovables. (abril de 2009). *Mañana se cumplen 25 años de la puesta en marcha del primer parque eólico de España*. Recuperado el mayo de 2024, de GTD.es: <https://www.gtd.es/es/blog/manana-se-cumplen-25-anos-de-la-puesta-en-marcha-del-primer-parque-eolico-de-espana>
- Energías-renovables.com. (febrero de 2008). *Energías Renovables. Aragón*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.renewableenergymagazine.com/ficheroenergias/productos/pdf/Revista532.pdf>
- Es.RWE.com. (2024). *Desarrollo de energía eólica terrestre*. Recuperado el junio de 2024, de <https://es.rwe.com/desarrollo-eolica-terrestre/>
- Es.RWE.com. (2024). *Desarrollo de energía solar*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://es.rwe.com/desarrollo-solar/>
- Eurofins-emviroment.es. (marzo de 2018). *Diferencia entre evaluación ambiental ordinaria y simplificada*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.eurofins-environment.es/es/diferencia-entre-evaluacion-ambiental-ordinaria-y-simplificada/>
- Europapress.es. (octubre de 2008). *La empresa Solavanti inaugura en Zuera la segunda planta solar de mayor potencia de Aragón, de 9,94 MWp*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.europapress.es/nacional/noticia-empresa-solavanti-inaugura-zuera-segunda-planta-solar-mayor-potencia-aragon-994-mwp-20081029175818.html>

- Europarl.europa.eu. (diciembre de 2022). *Impulso a las renovables en respuesta a la crisis energética*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/agenda/briefing/2022-12-12/2/impulso-a-las-renovables-en-respuesta-a-la-crisis-energetica>
- Fundación Renovables. (julio de 2021). *Renovables, ordenación del territorio y biodiversidad. Propuestas para mejorar la aceptación social*. Recuperado el junio de 2024, de <https://fundacionrenovables.org/wp-content/uploads/2021/07/Renovables-ordenacion-del-territorio-y-biodiversidad-FINAL.pdf>
- Fundeen.com. (2024). *Primas a las renovables, la cronología*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.fundeen.com/blog-energias-renovables/primas-a-las-renovables>
- GeoforoNuevaculturadelaTierra. (diciembre de 2020). *Primera mesa redonda del ciclo "Megaproyectos ¿salvadores?" para el Aragón rural*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.youtube.com/watch?v=XovLeF5hh60>
- Gobierno de Aragón. (2024). *INAGA: Instituto Aragónés de Gestión Ambiental (INAGA)*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.aragon.es/temas/medio-ambiente#:~:text=El%20Instituto%20Aragon%C3%A9s%20de%20Gesti%C3%B3n,expedientes%20del%20Gobierno%20de%20Arag%C3%B3n>.
- Heraldo.es. (enero de 2024). *El bloqueo político pone en riesgo más de 1.700 millones de inversión en renovables en Aragón*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2024/01/10/el-bloqueo-politico-pone-en-riesgo-mas-de-1-700-millones-de-inversion-en-renovables-en-aragon-1702857.html>
- Heraldo.es. (marzo de 2024). *Hasta 86 proyectos de renovables de Aragón se enfrentan a denuncias en los tribunales*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2024/03/25/hasta-86-proyectos-de-renovables-de-aragon-se-enfrentan-a-denuncias-en-los-tribunales-1721301.html>
- IGEAR. (2023). *Cuadernos Técnicos IGEAR (Nº2/ Julio-Diciembre 2023)*. Obtenido de https://www.aragon.es/documents/20127/93758377/CT_IGEAR_N2.pdf
- MappingGIS.com. (2021). *Cómo realizar un análisis de visibilidad con QGIS*. Recuperado el abril de 2024, de <https://mappinggis.com/2016/02/como-realizar-un-analisis-de-visibilidad-con-qgis/>

- MITECO.gob.es. (2024). *Preguntas frecuentes*. Recuperado el mayo de 2024, de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental-de-planes-programas-y-proyectos/preguntas-frecuentes.html#_quien-es-el-organo-competente-para-formular-una-declaracion-de-impacto-ambiental_
- MITECO.gob.es. (2024). *Preguntas frecuentes*. Recuperado el junio de 2024, de ¿Quién es el órgano competente para formular una declaración de impacto ambiental?: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental-de-planes-programas-y-proyectos/preguntas-frecuentes.html#_se-puede-consultar-el-estado-de-tramitacion-de-los-procedimientos-de-evaluacion-ambiental_
- MITECO.gob.es. (2024). *Preguntas frecuentes sobre acceso y conexión*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.miteco.gob.es/eu/energia/energia-electrica/electricidad/preguntas-frecuentes-acceso-conexion.html#nuevos-permisos-de-acceso-y-actualizaciones>
- Openstreetmap.org. (2024). *Vía: Planta Solar Fotovoltaica Castelnou Ampliación (968198239)*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.openstreetmap.org/way/968198239#map=17/41.22114/-0.30098>
- Paisajesteruel.org. (junio de 2023). *El despliegue de energías renovables en el medio rural aragonés*. Recuperado el junio de 2024, de <https://paisajesteruel.org/el-despliegue-de-energias-renovables-en-el-medio-rural-aragones/>
- Palacio, G. d. (junio de 2023). *En Garriguella, la cuna de la eólica en España: "Éramos los ingenieros hippies, no pensábamos que fuera a crecer así"*. Recuperado el mayo de 2024, de [ElMundo.es: https://www.elmundo.es/economia/2023/05/31/647764e8fdddffe8088b4595.htm](https://www.elmundo.es/economia/2023/05/31/647764e8fdddffe8088b4595.html)
- 1
- Público.es. (junio de 2018). *Así se acabó con las renovables en el país con más horas de sol de Europa*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.publico.es/sociedad/medio-ambiente-acabo-renovables-pais-horas-sol-europa.html>
- Red Eléctrica Española. (abril de 2024). *Listado Capacidad de acceso a red a nivel nacional*. Recuperado el mayo de 2024, de

- https://www.ree.es/sites/default/files/12_CLIENTES/Documentos/Capacidad_de_acceso_a_RdT_ED_01abr24_Orden_TED_345_2024.pdf
- REE.es. (abril de 2024). *Capacidad acceso conexión disponible*. Obtenido de https://www.ree.es/sites/default/files/12_CLIENTES/Documentos/Capacidad_de_acceso_a_RdT_ED_01abr24_Orden_TED_345_2024.pdf
- REE.es. (2024). *Cómo se tramita un proyecto*. Recuperado el junio de 2024, de <https://www.ree.es/es/actividades/proyectos-de-transporte/como-se-tramita-un-proyecto>
- REE.es. (2024). *Conoce la capacidad de acceso*. Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.ree.es/es/clientes/generador/acceso-conexion/conoce-la-capacidad-de-acceso>
- REE.es. (2024). *Demanda.REE.es*. Recuperado el junio de 2024, de <https://demanda.ree.es/visiona/seleccionar-sistema>
- REE.es. (abril de 2024). *Listado de solicitudes de acceso de demanda recibidas en nudos de la red de transporte con tensión superior o igual a 220 kV*. Recuperado el mayo de 2024, de https://www.ree.es/sites/default/files/12_CLIENTES/Documentos/Capacidad_de_acceso_a_RdT_ED_01abr24_Orden_TED_345_2024.pdf
- Romanos Ioannidis, D. K. (octubre de 2020). *A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261920308795?via%3Dihub>
- TMImedioambiente.com. (2024). Recuperado el junio de 2024, de <https://www.tmimedioambiente.com/es/evaluacion-ambiental>
- TuEnergía.es. (abril de 2022). *¿Qué tipos de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red encontramos?* Recuperado el mayo de 2024, de <https://www.tunergia.es/post/instalaciones-autoconsumo-conectadas-red>