



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

DESARROLLO DE UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA SU HIBRIDACIÓN DE UN
PARQUE EÓLICO EN OPERACIÓN, DE 50MW,
HASTA OBTENER SU ESTADO “READY TO BUILT”

Autor: Iñaki Pérez-Rasilla Martino

Director: María Teresa Sánchez Carazo

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Desarrollo de una Planta Solar Fotovoltaica para su Hibridación de un Parque Eólico en
Operación de 50 MW, hasta obtener a su estado “Ready to Built”
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2022/23 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.
El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Iñaki Pérez-Rasilla Martino

Fecha: 22/06/2023

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: María Teresa Sánchez Carazo

Fecha: 22/06/2023

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

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

El autor D. Iñaki Pérez-Rasilla Martino _____

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Desarrollo de una Planta Solar Fotovoltaica para su Hibridación de un Parque Eólico en Operación de 50MW, hasta obtener su estado "Ready to Built"; que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

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

3º. Condiciones de la cesión y acceso

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

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

4º. Derechos del autor.

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

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

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

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

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

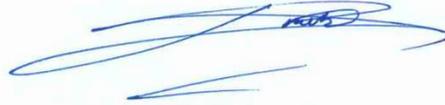
La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes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

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

Madrid, a 12 de Junio de 2023

ACEPTA

Fdo: Iñaki Pérez-Rasilla Martino



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



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER
DESARROLLO DE UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA SU HIBRIDACIÓN DE UN
PARQUE EÓLICO EN OPERACIÓN, DE 50MW,
HASTA OBTENER SU ESTADO “READY TO BUILT”

Autor: Iñaki Pérez-Rasilla Martino

Director: María Teresa Sánchez Carazo

Madrid

Agradecimientos

En el presente trabajo fin de máster se desea expresar su más sincero agradecimiento a la profesora Teresa Sánchez Carazo por su invaluable ayuda y apoyo durante la realización de este.

Durante el periodo de investigación, la profesora Sánchez Carazo demostró una gran disposición y compromiso, compartiendo su amplio conocimiento y experiencia en el área de las energías renovables de sistemas híbridos. Además, su orientación y seguimiento constante fueron fundamentales para lograr el éxito en la realización del trabajo.

Ha sido una oportunidad de contar con una profesora tan dedicada y comprometida como la profesora Sánchez Carazo, cuyo ejemplo y pasión por la enseñanza han sido una fuente de inspiración constante.

Por todo lo anterior, se quiere expresar su más profundo agradecimiento a la profesora Teresa Sánchez Carazo y reconocer su gran labor en la formación académica y personal por parte del autor de este trabajo fin de máster.

DESARROLLO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA SU HIBRIDACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO EN OPERACIÓN DE 50MW, HASTA OBTENER SU ESTADO “READY TO BUILT”

Autor: Pérez-Rasilla Martino, Iñaki.

Director: Sánchez Carazo, María Teresa.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto en cuestión tiene como objetivo principal desarrollar una planta solar fotovoltaica para su futura hibridación con un parque eólico de 50 MW en actual operación. En este proyecto se identificarán todos los trabajos y licencias que son necesarias para que el proyecto llegue a su estado previo a la construcción haciendo mayor hincapié en los siguientes partes del desarrollo:

- Estudio de la normativa vigente
- Depósito de avales necesarios para la concesión del punto de acceso y conexión para la hibridación
- Localización y acuerdos de terrenos necesarios para la construcción de la planta solar fotovoltaica
- Los trabajos de ingeniería necesarios en el cual en este trabajo fin de máster tendrá un mayor peso y se diseñará todos los elementos y circuitos necesarios para definir la planta solar fotovoltaica. El cual finalmente queda reflejado en el anteproyecto y en el proyecto técnico administrativo
- Los trabajos que son necesarios medioambientalmente ya que es necesaria la obtención de la declaración de impacto ambiental por parte del órgano sustantivo correspondiente
- Todas las etapas administrativas por las que se debe pasar tanto con REE y las administraciones del estado para que se obtengan todos los permisos y licencias necesarias para que se permita llevar el proyecto a su estado RtB y por ende a poder llevar a cabo su construcción.

- Un estudio sobre los costes de desarrollo completos que deberá invertir la empresa promotora, la cual se entiende que es la dueña del parque eólico para llevar a cabo el desarrollo de una hibridación con una planta solar fotovoltaica

A su vez se describe toda la metodología que se ha llevado a cabo para realizar este trabajo, el cual se trata de un trabajo real el cual en la actualidad se está llevando a cabo por el autor en la empresa en la que trabaja. Sin embargo, por temas de confidencialidad se debe destacar que el trabajo fin de máster describe una planta eólica y solar fotovoltaica genérica para no dar detalles de la planta solar fotovoltaica real.

Además, a lo largo de este trabajo fin de máster se explica la gran importancia que van a tener los sistemas de generación renovable híbridos en España y sus múltiples motivos de relevancia. En primer lugar, resulta crucial para diversificar la matriz energética y reducir la dependencia de combustibles fósiles, lo que asegura el suministro energético a largo plazo. Asimismo, promueve la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación de empleos en el sector. Por otra parte, el desarrollo de estos proyectos tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye al cumplimiento de los acuerdos internacionales en materia de cambio climático. En definitiva, el desarrollo de proyectos de energía renovable es fundamental para garantizar un futuro sostenible para España y para el planeta en su conjunto.

Por último, es importante destacar que la principal motivación detrás de la elaboración de este trabajo fin de máster es ofrecer una visión general del trabajo necesario antes de la construcción de un proyecto de energía renovable. Este proceso incluye la tramitación con Red Eléctrica y con la administración, así como la realización de todos los estudios y permisos necesarios para obtener el estado "Ready to Built" de un proyecto renovable. En conclusión, se critica la política energética en España que, si bien defiende y promueve la energía renovable, se enfrenta a plazos muy largos y a una tramitación burocrática que puede durar hasta dos años antes de que se permita la construcción de parques renovables. Además, los plazos que se establecen para los promotores son significativamente más cortos que los plazos establecidos para las administraciones.

DEVELOPMENT OF A SOLAR PHOTOVOLTAIC PLANT FOR ITS HYBRIDISATION WITH AN OPERATING 50MW WIND FARM, UNTIL IT REACHES ITS "READY TO BUILD" STATUS

Author: Pérez-Rasilla Martino, Iñaki.

Director: Sánchez Carazo, María Teresa.

Collaborative Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

SUMMARY OF THE PROJECT

The main objective of the project in question is to develop a photovoltaic solar plant for future hybridization with an existing 50 MW wind farm. In this project, all the necessary work and licenses will be identified to bring the project to its pre-construction state, with a particular focus on the following aspects of development:

- Study of current regulations
- Deposit of the necessary guarantees for obtaining the access and connection point for the hybridization
- Location and land agreements necessary for the construction of the solar photovoltaic plant
- Engineering work, which will be given greater importance in this master's thesis, and which will design all the necessary elements and circuits to define the photovoltaic solar plant. This will ultimately be reflected in the preliminary and administrative technical project.
- Environmental work, since obtaining the environmental impact statement from the corresponding substantive body is necessary.
- All the administrative stages that must be passed through with REE and the state administrations to obtain all the necessary permits and licenses to allow the project to reach its Ready to Build state and, therefore, be carried out.
- A study of the total development costs that the promoting company, which is understood to be the owner of the wind farm, will have to invest to carry out the development of a hybridization with a photovoltaic solar plant.

The methodology used to carry out this work is also described, which is a real project that the author is currently working on in their company. However, due to confidentiality issues,

the master's thesis describes a generic wind and photovoltaic solar plant to avoid providing details of the real photovoltaic solar plant.

In addition, throughout this master's thesis, the great importance of hybrid renewable generation systems in Spain and their multiple reasons for relevance are explained. First, it is crucial to diversify the energy matrix and reduce dependence on fossil fuels, which ensures long-term energy supply. Furthermore, it promotes innovation, technological development, and job creation in the sector. On the other hand, the development of these projects has a positive impact on reducing greenhouse gas emissions, contributing to the fulfillment of international agreements on climate change. Ultimately, the development of renewable energy projects is essential to ensure a sustainable future for Spain and the planet as a whole.

Finally, it is important to highlight that the main motivation behind the elaboration of this master's thesis is to offer a general view of the work required before the construction of a renewable energy project. This process includes processing with Red Eléctrica and the administration, as well as carrying out all the necessary studies and permits to obtain the "Ready to Build" status of a renewable project. In conclusion, the Spanish energy policy is criticized for facing very long deadlines and bureaucratic processing that can last up to two years before allowing the construction of renewable parks, despite defending and promoting renewable energy. Additionally, the deadlines established for promoters are significantly shorter than those established for the administrations.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	7
Capítulo 2. Descripción de la Tecnología.....	9
2.1 Hibridación de los módulos de generación eléctrica	9
Capítulo 3. Estado de la Cuestión	12
3.1 Problemática Actual	12
3.1.1 Normativa Vigente.....	13
3.1.2 Tramitación con Red Eléctrica.....	15
3.1.3 Tramitación con los órganos Sustantivos para la Obtención de la AAP, AAC y DIA ...	16
3.2 Arrendamiento de terrenos para llevar a cabo el proyecto	20
3.2.1 Selección de los terrenos	21
3.2.2 Realización de RBDA	23
3.2.3 Contrato Modelo para el arrendamiento del terreno.....	24
3.3 Deposito del aval de acceso.....	27
3.4 Ingeniería necesaria para llevar el proyecto a su estado RtB	28
3.4.1 Anteproyecto para la Solicitud de la modificación del punto de A&C ante REE	30
3.4.2 Proyecto Técnico Administrativo para la Solicitud Conjunta de la AAP, AAC y DIA...	39
3.5 Estudios medioambientales y urbanísticos necesarios para llevar el proyecto a su estado RtB	55
3.5.1 Estudio de Prefactibilidad Ambiental.....	56
3.5.2 Documento de Alcance Ambiental.....	59
3.5.3 Estudio de impacto cultural y prospección arqueológica	60
3.5.4 Estudio de Fauna.....	61
3.5.5 Estudio de Incidencia Paisajística	62
3.5.6 Informe de Repercusiones sobre Red Natura 2000.....	66
3.5.7 Memoria de Autorización obras en Zona de policía y DPH	69
3.5.8 Resumen Ejecutivo para solicitud de DIA Fast-Track	70
3.5.9 Estudio de Impacto ambiental	73
Capítulo 4. Definición del Trabajo	80
4.1 Motivación	80

4.2	Objetivos	80
4.3	Alineación con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS)	81
Capítulo 5. Desarrollo y Metodología.....		83
5.1	Metodología de trabajo.....	83
5.2	Fases del proyecto	86
Capítulo 6. Análisis Económico.....		89
6.1	Coste de Análisis Técnico	89
6.2	Coste de Ingeniería.....	89
6.3	Coste Medioambiental.....	90
6.4	Coste Legal.....	91
6.5	Coste Urbanístico	91
6.6	Costes Adicionales	92
Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros.....		94
Capítulo 8. Bibliography		96
ANEXO I: Formulario para la solicitud de consulta previa a REE para la hibridación de un parque operativo.....		102
ANEXO II: Formulario para la solicitud de Modificación del punto de A&C a REE para la hibridación.....		103
ANEXO III: Simulación de la PSFV Hibridada con la herramienta PVSyst		104
ANEXO IV: Ficha técnica MÓDULOS FV		108
ANEXO V: Ficha técnica Inversores.....		109
ANEXO VI: Ficha técnica Estructura		110
ANEXO VII: Plan de ejecución.....		111
ANEXO VIII: Plano de Arquitectura de Comunicaciones.....		112

ANEXO IX: Resultados Medioambientales del Documento de Alcance 113

Índice de figuras

Ilustración 1: Producción con el apoyo de la hibridación	9
Ilustración 2: Archivo .kmz de la localización del proyecto de hibridación	22
Ilustración 3: Site Visit de los terrenos para la implantación de la planta solar fotovoltaica	23
Ilustración 4: Localización de terrenos con el catastro virtual	24
Ilustración 5: Layout de Implantación de la planta Solar Fotovoltaica	29
Ilustración 6: Layout .dwg de la implantación de la planta solar fotovoltaica	30
Ilustración 7: Plano del esquema unifilar general de la hibridación	31
Ilustración 8: Esquema unifilar simplificado de la SET elevadora de AT	32
Ilustración 9: Esquema Unifilar Simplificado de la SET de transporte de REE	33
Ilustración 10: Sistema de puesta a Tierra IT	43
Ilustración 11: Zanja de BT	44
Ilustración 12: Presupuesto de Construcción PTA	53
Ilustración 13: Capas QGIS	56
Ilustración 14: Alternativas Medioambientales	59
Ilustración 15: Estudio de Campo de avistamiento de Fauna	62
Ilustración 16: Unidades de Paisaje	64
Ilustración 17: Afección Paisajística del Proyecto	66
Ilustración 18: Metodología de determinación de afección sobre Red Natura 2000	68
Ilustración 19: Cuencas vertientes de estudio	70
Ilustración 20: Emisiones Directas e Indirectas de Emisiones	74
Ilustración 21: Matriz de Identificación de Impactos	75
Ilustración 22: Cronograma de Medidas Compensatorias	77
Ilustración 23: Objetivos ODS	82
Ilustración 24: Backlog de la plataforma Jira con los sprints de trabajo	84
Ilustración 25: Flujograma genérico	87

Ilustración 26: Cronograma para desarrollos de proyectos renovables 88

Índice de tablas

Tabla 1: Tiempos para los hitos de desarrollo marcados por REE.....	14
Tabla 2: Descripción Simplificada de la SET de transformación en cuestión	36
Tabla 3: Consumo eléctrico estimativo de la instalación	38
Tabla 4: Presupuesto estimativo de construcción.....	38
Tabla 5: Programa de Ejecución estimativo de construcción.....	39
Tabla 6: Producción Estimada Anual de la PSFV Híbrida.....	41
Tabla 7: Centros de Transformación	42
Tabla 8: B.52.3 UNE-60364-5-52	45
Tabla 9: B.52.15 UNE-60364-5-52	45
Tabla 10: Cálculo de Media Tensión.....	50
Tabla 11: Resultados CAV	65
Tabla 12: Cuadro Sinoptico del Impacto Global	71
Tabla 13: Costes incurridos de ingeniería	90
Tabla 14: Costes medioambientales incurridos	91
Tabla 15: Costes Urbanísticos Incurridos.....	92

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Según lo establecido por el Real Decreto 1183/2020 de transición ecológica y reto demográfico de España, tiene como objetivo la reducción de emisiones de contaminantes que promuevan el efecto invernadero y para ello se busca que para el año 2050 el sistema eléctrico español tenga una base del 100% proveniente de energías renovables. Uno de los medios establecidos por el Real Decreto citado anteriormente para conseguir un sistema energético completamente renovable es mediante la hibridación de los elementos de generación a Red con tecnologías renovables, conectándose al mismo punto de conexión y con la misma capacidad de acceso. Además, el propósito de implementar un sistema de generación híbrido no es simplemente aumentar la potencia instalada en el punto de conexión, sino lograr que dos tecnologías híbridas con una potencia instalada similar puedan suministrar energía durante más horas durante el año y, de esta manera, mejorar la estabilidad de la red.

Por ello, el presente trabajo fin de máster tiene como objetivo el desarrollo de una planta solar fotovoltaica para su futura hibridación con un parque eólico de 50 MW en operación. En este proyecto se identifican todos los trabajos y licencias necesarios para que el proyecto llegue a su estado previo a la construcción, haciendo mayor hincapié en la ingeniería necesaria para diseñar los elementos y circuitos que definirán la planta solar fotovoltaica.

Se detallarán los trabajos necesarios para cumplir con la normativa vigente, el depósito de avales necesarios para la concesión del punto de acceso y conexión para la hibridación, la obtención de la declaración de impacto ambiental y las etapas administrativas por las que se debe pasar tanto con Red Eléctrica de España (REE) como con las administraciones del estado para obtener todos los permisos y licencias necesarias.

Además, se describirá la metodología llevada a cabo en este trabajo, el cual se trata de un proyecto real que está siendo desarrollado por el autor en la empresa en la que trabaja. Se explicará la importancia de los sistemas de generación renovable híbridos en España y sus

múltiples motivos de relevancia, así como la política energética en España que se enfrenta a plazos muy largos y una tramitación burocrática que puede durar hasta dos años antes de permitir la construcción de parques renovables.

Además, uno de los puntos más importantes por el cual la hibridación es de gran interés a nivel socioeconómico es que se obtiene una mayor optimización de las infraestructuras eléctricas. Esto significa, que, al hibridar un parque en explotación, como la potencia en el nudo no se ve alterada, muchos de los elementos de red no se ven alterado por lo que no es necesario realizar una inversión de estos elementos, resultando en tener sinergias entre los costes de O&M y el CAPEX (inversión) (EuropaPress, 2021). Además, las grandes empresas se ven atraídas a invertir en este tipo de ya el marco regulatorio que sigue este la hibridación de un parque que se encuentra en explotación es uno más simplificado que si el parque renovable en cuestión se quisiese incorporar a la red de cero. De esta manera los parques hibridados tienen un tiempo y un costo de elaboración del proyecto inferior desde el inicio del proyecto hasta que este se lleva a su estado “*Ready to built*” (desde ahora “**RtB**”). Es decir, hasta el punto en el que el proyecto está preparado para ser construido.

Por tanto, a la hora de hablar de la hibridación, siempre se debe tener en cuenta las siguientes ventajas (Molina, 21):

- Optimización de los puntos de acceso y conexión
- Un perfil de generación más estable lo cual hace atractivos para posibles acuerdos de PPA (“*Power Purchase Agreements*”)
- Menor CAPEX y OPEX ya que la nueva planta comparte infraestructuras de evacuación con la planta que se pretende hibridar
- Menor tiempo de hasta RtB ya que los tiempos regulatorios para las hibridaciones son menores al resto de sistemas de generación

De esta manera el trabajo en cuestión tiene en como objetivo llevar desde cero hasta su estado RtB (desde ahora “**El Objetivo**”) la hibridación de un parque eólico de 50 MW de potencia instalada ya en operación con otro parque solar fotovoltaico con la misma potencia instalada. A estos efectos se describirá todos los elementos que se deben tener en consideración para poder realizar la hibridación del parque, desde los arrendamientos de terrenos necesarios para ubicar la planta de energía solar fotovoltaica, hasta la aceptación de

las autorizaciones administrativas previas y de construcción (desde ahora “AAP” y “AAC” respectivamente).

Capítulo 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

3.1 PROBLEMÁTICA ACTUAL

En los últimos años, los precios de la electricidad en España han aumentado debido a una serie de factores, como la creciente demanda de energía eléctrica, los costes crecientes de los combustibles fósiles, la implementación de políticas energéticas renovables y la falta de inversión en nuevas infraestructuras energéticas (Garrett, 2023). Además, el aumento de los impuestos y las tasas energéticas también ha contribuido al aumento de los precios de la electricidad. Junto estos factores se debe incluir el conflicto bélico entre Ucrania y Rusia, ya que, debido a la normativa europea del cese a los productos provenientes de Rusia, la oferta de gas exportado de Rusia hacia Europa se ha visto reducida, incrementando el precio del mismo (VerificarRTVE, 2022). De esta manera la hibridación renovable busca reducir la dependencia de los combustibles fósiles, los cuales en España son importados al 100%, y de esta manera no tener que depender energéticamente del exterior.

Por otro lado, la hibridación de las energías renovables puede significar clave en el plan energético de la Unión Europea (UE), promoviendo de esta manera la transición hacia un sistema energético más sostenible, estable, seguro y competitivo. La Unión Europea ha establecido una serie de objetivos cuyo fin busca la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento del uso de energías renovables en su mix energético (Ciucci, 2022). La hibridación renovable puede ayudar a alcanzar estos objetivos al combinar diferentes fuentes de energía renovable, como la energía eólica y la solar, para crear un suministro de energía más estable y sin pérdidas en el suministro, ya que una podría funcionar por el día mientras la otra funciona por la noche. Esto también se debe a que los sistemas híbridos se pueden combinar con tecnologías de almacenamiento de energía, como baterías u otros sistemas de almacenamiento como los sistemas de almacenamiento térmico, o mediante pilas de hidrógeno. De esta manera poder garantizar un suministro constante de energía a pesar de las fluctuaciones en la producción de energía renovable (Bueno, 2021).

Se debe destacar también que, además, la hibridación con tecnologías renovables busca también contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a paliar el cambio climático, lo que es crucial en un contexto en el que se requiere una transición hacia un sistema energético más sostenible.

3.1.1 NORMATIVA VIGENTE

Para poder realizar un proyecto siempre es necesario estar al día con la normativa vigente y más cuando los proyectos que se llevan a cabo suponen una inversión muy alta de capital. En el caso de una hibridación es necesario destacar tres por normativas por encima del resto.

Como normativa general se establece el Real Decreto 1183 de diciembre de 2020 (BOE, 2020), en el cual se establecen todas las pautas y criterios que se deben tomar para la hibridación de algún tipo de generación con otra del tipo renovable. En este Real Decreto se establecen entre otros, los parámetros técnicos que debe cumplir el centro de hibridación (potencia instalada, capacidad máxima, potencia de cortocircuito, etc.), el calendario de mantenimiento y establecen la cantidad por la cual se deberán depositar los avales para poder llevar a cabo los proyectos, que en el caso de la hibridación son de 20 kEUR/MW instalado. Por otro lado, los avales que se deben depositar para proyectos que no se consideren de hibridación son por una cantidad de 40 kEUR/MW, lo que hace que para las empresas este tipo de inversión sea mucho más atractivo ya que los costes de desarrollo del proyecto se reducen considerablemente (los avales depositados se reducen a la mitad) (BOE, 2020).

Por otro lado, también se debe tener en cuenta la circular 1/2021 de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia (CNMC), donde se establecen los criterios por parte del gestor de red, que para el caso de España se trata de Red Eléctrica de España (desde ahora “REE”), que deben cumplir las solicitudes para que se otorguen los permisos de acceso y conexión de la planta de hibridación necesarios para poder llevar a cabo el proyecto (Hedo, 2021). Entre los documentos necesarios destacan el anteproyecto de ingeniería del proyecto, en nuestro caso, de la planta solar fotovoltaica, la adecuada constitución de la garantía o validación del aval, el Estudio de Impacto Ambiental y los diversos planos necesarios.

Por último, el Real Decreto Ley 23/2020 establece, una vez obtenidos los permisos de acceso y conexión por parte de REE, los tiempos establecidos en los cuales se debe obtener los hitos del proyecto. Estos hitos y tiempos marcados son los que se muestran en la Ilustración 1 Tabla 1 (Muñoz, 2020).

RD-L 23/2020

Hitos de Desarrollo

• Autorización Administrativa Previa admitida a trámite (AAP):	6 meses
• Declaración de Impacto Ambiental Favorable (DIA):	31 meses
• Autorización Administrativa Previa Aceptada (AAP):	34 meses
• Autorización Administrativa de Construcción (AAC):	37 meses
• Autorización Administrativa de Explotación (AAE):	5 años

Tabla 1: Tiempos para los hitos de desarrollo marcados por REE

De esta manera la normativa se puede resumir en los siguientes puntos, los cuales siempre se deben tener claros a la hora de realizar una hibridación:

- Se considerará hibridación la integración de módulos de generación eléctrica eólica con módulos renovables de otras fuentes y/o con unidades de almacenamiento. Las instalaciones híbridas deberán conectarse al mismo punto de conexión que la planta original.
- La hibridación de instalaciones que ya disponen de permisos de acceso y conexión no requerirán la solicitud de nuevos permisos, bastando su actualización, siempre que planta hibridada cumpla los requisitos técnicos, entre los que destacamos la prohibición de aumentar la capacidad de acceso en más de un 5% respecto de la concedida en el permiso de acceso y conexión, y la prohibición de ubicar los nuevos módulos a 10 km o más de la planta existente. No cumplir estos requisitos conlleva la obligación de solicitar un nuevo permiso de acceso y conexión para el Proyecto.
- Para la hibridación de proyectos, los plazos de tramitación de la actualización de permisos de acceso y conexión se reducen a la mitad, y el importe de las garantías que se deben depositar correspondientes a los nuevos módulos que se instalen también se reducen en un 50%.

- Adicionalmente a la actualización de los permisos de acceso y conexión, deberán solicitarse las Autorizaciones Administrativas Previas, de Construcción y de Explotación correspondientes (respectivamente, AAP, AAC y AAE).

3.1.2 TRAMITACIÓN CON RED ELÉCTRICA

Como el punto de conexión en cual se va a realizar la hibridación pertenece a REE, toda la tramitación necesaria se realizará a través de su portal de Clientes de REE hasta la obtención del punto de acceso y conexión (REE, 2023).

En primer lugar, se debe obtener por parte de REE la aceptación de consulta previa de la hibridación, la cual es necesaria para obtener la Constitución de la adecuada garantía (CACG) o validación del aval. Para obtener esta consulta previa se debe presentar ante REE el escrito de solicitud de consulta previa donde se debe indicar tal y como se muestra en el Anexo 1 el nombre y datos de la sociedad de la cual es el estado actual del parque, cual es el estado actual del parque y cuáles son los datos genéricos de la nueva planta con la que se pretende realizar la hibridación: potencia nominal, capacidad máxima, centro geométrico, etc. (REE, REE Generador Acceso y Conexión, 2023). Además, se deberá entregar los planos georreferenciados a escala 1:50 000 y 1:200 000 donde se deben mostrar las distancias entre el centro geométrico del parque eólico a hibridar y el nuevo centro geométrico de la nueva planta hibridada. Esta distancia como menciona en el Real Decreto 1183 debe ser inferior a los 10 km para que pueda considerarse una hibridación (BOE, 2020).

Una vez se ha obtenido la aceptación de la consulta previa y la validez de los avales depositados para poder solicitar el permiso de acceso y conexión a Red se debe presentar el anteproyecto de ingeniería donde se especifiquen inicialmente parámetros y equipos como los siguientes:

- Potencia nominal instalada y potencia pico
- Equipos: Módulos, seguidores, inversores, cableado, puestas a tierras, etc.
- Descripción de la línea de evacuación
- Descripción de la subestación

Además, en el anteproyecto se debe incluir los siguientes planos y estos se deberán subir por separado en la solicitud a red eléctrica (REE, REE Generador Acceso y Conexión, 2023)(estos planos además de en .pdf se deberán subir también en formato editable .dwg):

- Plano de situación general de la hibridación (Escala 1:200 000)
- Plano de situación particular de la hibridación (Escala 1:50 000)
- Esquema unifilar general y simplificado de conexión
- Plano de distancia a nudos de la hibridación
- Plano de pasillo de instalación de enlace
- Plano de la planta general de la instalación
- Esquema unifilar general de protección y medida
- Plano de punto de medida oficial
- Esquema unifilar de baja tensión

Junto a esta solicitud también se debe incluir la aceptación de la consulta previa del proyecto y la adecuada constitución de la garantía (CACG) o validación del aval, el escrito de solicitud para la modificación del punto de acceso y conexión (Anexo II), el presupuesto del proyecto y el programa de ejecución del proyecto. Por último, aunque no lo requiera REE, es recomendable adjuntar un justificante de haber presentado un documento de alcance medioambiental a los órganos administrativos competentes en el que se muestre que el proyecto no tenga un efecto medioambiental negativo.

Una vez se recibe la aceptación de la modificación del punto de acceso y conexión es necesario ir cumpliendo y notificando a REE d los hitos marcados por el Real Decreto Ley 23/2020 descritos anteriormente.

3.1.3 TRAMITACIÓN CON LOS ÓRGANOS SUSTANTIVOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA AAP, AAC Y DIA

Con el fin de poder llevar a su estado RtB un proyecto de hibridación es necesario que el órgano sustantivo competente acepte y otorgue la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración de Impacto Ambiental. Una

vez se otorguen estos documentos y se lleven a cabo los objetivos indicados cuando por estos documentos, se puede considerar que el proyecto ha llegado a su estado RtB (Bester, 2023).

Para la obtención de estos permisos los dos documentos necesarios serán el proyecto técnico administrativo (PTA) y una respuesta positiva de la declaración de impacto ambiental DIA, la cual se obtiene presentando Estudio de impacto ambiental con un ciclo completo anual de avifauna, ya que es lo que establece el Real Decreto 1183/2020 (Hedo, 2021). Para la obtención de la DIA también serán necesarios otros estudios medioambientales y urbanísticos los cuales se pedirán a forma de subsanaciones según la información inicial que se haya proporcionado (Abogados, 2023).

Además, para la obtención de las autorizaciones administrativas será necesario entregar la siguiente información:

Para la obtención de la AAP:

La citada solicitud se acompañará de (i) la documentación que acredita la capacidad del solicitante de acuerdo con el artículo 121 del R.D. 1955/2000, y (ii) anteproyecto de la instalación (Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2023).

- (i) Documentación que acredite la capacidad del solicitante:
- (a) Capacidad legal. Los solicitantes de autorizaciones de producción deberán tener personalidad física o jurídica propia, quedando excluidas las uniones temporales de empresas. Ej. Escritura de constitución de la sociedad solicitante.
 - (b) Capacidad técnica. Los solicitantes deben cumplir alguna de las siguientes condiciones:
 - Haber ejercido la actividad de producción o transporte, según corresponda, de energía eléctrica durante, al menos, los tres últimos 3 años. Ej. Contrato Técnico de Acceso / Acta de Puesta en Marcha de la instalación.
 - Contar entre sus accionistas con, al menos, un socio que participe en el capital social con un porcentaje igual o superior al 25% y que pueda acreditar su

- experiencia durante los últimos 3 años en la actividad de producción, transporte, según corresponda.
- Tener suscrito un contrato de asistencia técnica por un periodo de 3 años con una empresa que acredite experiencia en la actividad de producción, transporte, según corresponda.
- (c) Capacidad económica. Se entenderá cumplida cuando la empresa aporte acreditación que garantice la viabilidad económica financiera del proyecto, pudiendo la Administración competente eximirla de esta acreditación para aquellas que vinieran ejerciendo esta actividad con anterioridad. Ej. Cuentas anuales o cuentas anuales consolidadas si existiesen y, en su caso, declaración responsable detallando la capacidad financiera del grupo, financiación, etc.
- (ii) Anteproyecto de la instalación. Deberá contener (Gobierno de Energía, 2018):
- (a) Memoria en la que se reflejen las especificaciones siguientes:
 - Ubicación de la instalación.
 - Objeto de la instalación.
 - Características principales de la instalación.
 - (b) Planos de la instalación a escala mínima 1 : 50.000.
 - (c) Presupuesto estimado de la instalación.
 - (d) Separata para las Administraciones públicas, organismos y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general con bienes o servicios a su cargo afectadas por la instalación. Ej. Copia de la parte del anteproyecto que haga referencia a la parte de la instalación que pudiese afectar a una Administración u organismo público, y, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general a fin de informar a la otra parte de las actuaciones a realizar.
 - (e) Los demás datos que la Administración encargada de tramitar el expediente estime oportuno reclamar.

Adicionalmente, el artículo 123.2 del R.D. 1955/2000 (Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2023), recoge que no podrá otorgarse la autorización administrativa previa e las infraestructuras de evacuación de una instalación de generación sin la previa aportación de un documento, suscrito por todos los titulares de instalaciones con permisos de acceso y conexión otorgados en la posición de línea de llegada a la subestación de la red de transporte o de distribución que acredite la existencia de un acuerdo vinculante para las partes en relación con el uso compartido de las infraestructuras de evacuación. El citado documento podrá aportarse en el momento de realizar la solicitud o en cualquier momento del procedimiento de obtención de la AAP. Aportar los acuerdos de cesión de uso firmados con los promotores, si bien es necesario verificar que no existen acuerdos firmados con posterioridad.

Una vez admitida a trámite la AAP, se someterá a un procedimiento de información pública por 30 días, en los que los interesados y las Administraciones Públicas cuyos bienes y/o derechos pudieran verse afectados por la ejecución del proyecto, podrán efectuar alegaciones, que deberán ser contestadas en un plazo no superior a 15 días por el solicitante de la AAP (REE T. P., 2023).

El órgano competente deberá resolver y notificar la AAP dentro de los 3 meses siguientes a la presentación de la solicitud. La falta de resolución expresa tendrá efectos desestimatorios.

Finalmente, la autorización administrativa expresará el período de tiempo contado a partir de su otorgamiento en el cual deberá ser solicitada la aprobación del proyecto de ejecución, indicando que se producirá su caducidad si transcurrido dicho plazo aquélla no ha sido solicitada, pudiendo solicitar el peticionario, por razones justificadas, prórrogas del plazo establecido.

Para la obtención de la AAC

El titular de la instalación presentará ante el mismo órgano que tramitó la AAP un proyecto de ejecución, junto con una declaración responsable que acredite el cumplimiento de la normativa que le sea de aplicación. Asimismo, se presentarán en forma de separata aquellas

partes del proyecto que afecten a bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones, para que establezcan el condicionado técnico procedente (Junta de Castilla y León, 2022).

La Administración competente remitirá las separatas del proyecto presentado a las distintas Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectadas en el plazo de 30 días. El titular de la instalación dispondrá de 15 días para responder a los condicionados técnicos o aceptarlos.

El órgano competente deberá proceder a la emisión de la correspondiente resolución en el plazo de 3 meses. La falta de resolución expresa tendrá efectos desestimatorios (REE T. P., 2023).

Por último, cabe destacar que la AAP y la AAC se pueden solicitar al mismo tiempo, pero siempre se debe tener en cuenta que el primer hito que establece red eléctrica a los seis meses de la obtención de la modificación de A&C es que la solicitud de la AAP haya sido admitida a trámite (Chance, 2020).

3.2 ARRENDAMIENTO DE TERRENOS PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO

Para poder llevar a cabo el proyecto es necesario ubicar donde se va a querer poner la planta solar fotovoltaica que se va a hibridar con el parque eólico ya que el nuevo centro geométrico de la hibridación no debe distar más de 10km al centro geométrico anterior (RD-1955-2000, 2000). Además, para poder localizar la planta solar fotovoltaica se debe tener criterio por un lado de ingeniería y por otro lado ambiental. Por el lado de la ingeniería se debe estudiar que el terreno debe ser lo más plano posible ya que facilita la colocación de los seguidores y reduce el presupuesto de obra, también, como los seguidores se colocan de norte a sur, se debe buscar las parcelas de mayor amplitud en estas coordenadas en el catastro virtual. A nivel de ingeniería lo habitual es requerir de 2 hectáreas por cada MWpico instalado, que en el caso particular de este proyecto harán falta en torno a las 110 Ha (Roca, 2020). Por otro lado, al localizar las parcelas se debe buscar en lo posible que no se encuentre próximo a

ningún monte bajo o tenga pies arbóreos que puedan ser un problema de cara al estudio medioambiental.

Una vez, se conoce las parcelas que se quieren arrendar, se realiza un RBDA (Tributaria, 2020) con las mismas con el que el asesor de terrenos se pondrá en contacto con los propietarios. Con esos propietarios se intentará llegar a un acuerdo y por lo tanto firmar un contrato de arrendamiento con ellos. A los cuales por un lado se les pagará una cantidad antes de que la planta solar fotovoltaica esté operativa y una cantidad mayor posteriormente.

Tras varios estudios y empleando modelos financieros se ha estimado que la cantidad por la cual es rentable firmar los terrenos con una TIR del 10% es de 200€/ha*año antes de que la planta esté operativa y 1400 €/ha*año posteriormente. Cabe destacar que normalmente en estos contratos se acuerda actualizar el importe de estos pagos con el IPC. De esta manera se estima que el proyecto tardará en estar operativo aproximadamente 3 años y estará en explotación durante 40 años (+10 años prorrogables), lo cual con las 110 Ha para el proyecto se puede estimar el coste de los terrenos entorno a los 625 k€ (Terrenos, 2021).

3.2.1 SELECCIÓN DE LOS TERRENOS

La manera en la cual se seleccionan los terrenos es mediante la utilización de la herramienta Google Earth, con la cual el primer proceso es marcar la posición de los aerogeneradores de los cuales se pretende realizar la hibridación a la vez que marcar su centro geométrico. Una vez realizado esto, debemos buscar una zona la cual cumpla con los criterios tanto de ingeniería como medioambiental y a su vez tenga un espacio holgado para abarcar el proyecto, ya que no siempre será posible firmar todas las hectáreas. Como se muestra en la Ilustración 2, para el proyecto en cuestión se ha tomado una superficie de 220 ha, lo cual es el doble de las hectáreas necesarias para llevar a cabo el proyecto. Además, se debe tener en cuenta que es de gran importancia que los terrenos sean cercanos al punto de acceso y conexión ya que esto supone una menor distancia para la línea de evacuación y por tanto un menor coste de construcción (CYPE, 2020).



Ilustración 2: Archivo .kmz de la localización del proyecto de hibridación

Una vez se realiza el terreno .kmz el siguiente paso sería la realización de la visita de los terrenos, acompañado de los asesores de ingeniería y medioambientales para que se pueda determinar la viabilidad del proyecto en la zona seleccionada. Además, la visita a los terrenos también es una primera toma de contacto con los propietarios de los terrenos y los alcaldes de los municipios para saber si están a favor de las renovables y les podría resultar interesante la implantación de la plata solar fotovoltaica. Además, es interesante realizar una sesión fotográfica de los terrenos, como se muestra en la Ilustración 3, ya que esta puede ser de ayuda para los asesores de ingeniería y medioambientales una vez comiencen a realizar los trabajos.



Ilustración 3: Site Visit de los terrenos para la implantación de la planta solar fotovoltaica

3.2.2 REALIZACIÓN DE RBDA

Un RBDA se trata de una tabla Excel donde se indica la descripción de las parcelas que se pretenden arrendar y principalmente contiene los siguientes cinco aspectos:

- Municipio en el que se encuentra los terrenos
- Polígono del terreno
- Número de Parcela
- Hectáreas que tiene la parcela
- Referencia catastral

Para poder realizar este RBDA se emplea la herramienta proporcionada por el Ministerio de Hacienda y Función Pública del Catastro Virtual (Catastro, 2023), donde se localiza cada una de las parcelas las cuales se habían seleccionado inicialmente tal y como muestra la Ilustración 4.



Ilustración 4: Localización de terrenos con el catastro virtual

Una vez se han localizado todas las parcelas en el catastro virtual y se ha realizado el RBDA que contenga todas las parcelas, este documento se le hace llegar al asesor de arrendamiento de terrenos para que este identifique y se ponga en contacto con los propietarios de las parcelas. Cuando el asesor confirma que el propietario de la(s) parcela(s), está dispuesto a firmar un contrato de arrendamientos de terrenos, se le hace llegar al propietario un contrato modelo para que el propietario lo cumplimente con su información y proceda a su firma.

3.2.3 CONTRATO MODELO PARA EL ARRENDAMIENTO DEL TERRENO

En un contrato de arrendamiento de terrenos se debe fijar todos los términos y condiciones por el cual se realizará el acuerdo por ambas partes. Como primera formalidad dentro del contrato se encuentra la introducción de las partes concretando el arrendador como el arrendatario. De la misma manera se expone cual es la intención del contrato de arrendamiento, así como la descripción de la finca o fincas en cuestión que se pretenden arrendar incluyendo:

- Número de la finca registral
- Polígono y número de parcela
- Datos registrales
- CRU
- Referencia Catastral

- Superficie registral
- Título de la propiedad
- Cargas y gravámenes

Una vez la parcela(s) en cuestión han sido descritas se procede a redactar las cláusulas bajo las que se va a encontrar el contrato. Para la realización del arrendamiento del proyecto en cuestión las cláusulas del arrendamiento de los terrenos son las siguientes:

1. Objeto: mediante el que se describe el propósito del contrato de arrendamiento mediante el cual se explica que se trata de un arrendamiento para implantar una planta solar fotovoltaica. Además, se indican las condiciones suspensivas del contrato en describiendo en qué términos se puede finalizar el contrato donde se encuentra los impagos por parte del arrendatario o la no obtención del estado “RtB” del proyecto en cuestión. También, se incluyen otras condiciones sobre el arrendador para que antes de la construcción de la planta solar fotovoltaica no modifique el terreno de ninguna manera de al que esta pueda afectar al proyecto.
2. Entrada en vigor, duración y prórroga: mediante la cual se establece que el arrendatario tendrá un plazo de 5 años hasta conseguir que el proyecto sea desarrollado y consiga la licencia de construcción. Una vez se comience a construir la planta el contrato tendrá una vigencia de 30 años se podrá realizar prorrogas de 5 años en el caso de que la vida útil del proyecto no haya finalizado hasta un periodo máximo de 60 años desde la toma de posesión de los terrenos.
3. Renta y forma de pago: se establece una retribución económica de 200 euros por hectárea al año durante los años en los que se desarrolla el proyecto, los cuales se actualizarán a 1.400 euros por hectárea al año una vez se haga la toma de posesión de la finca. Además, se incluye que los pagos serán actualizados anualmente con el IPC del mismo año y en caso de que el IPC sea negativo se le descontará el IPC al año próximo, no reduciendo el importe de la renta. Se indica que el importe se

- realizará de manera semestral en la cuenta sobre la que indique el propietario del terreno, pudiendo a su vez cambiar la cuenta a lo largo de la vida del contrato.
4. Servidumbre y derecho de tanteo y retracto: por el cual se establece que el propietario permitirá al arrendatario realizar las obras necesarias sobre el terreno para poder realizar la planta solar fotovoltaica y sus líneas de evacuación.
 5. Compromisos y obligaciones del arrendatario: por las cuales el arrendatario se compromete a una vez se termine la vida útil del proyecto a restablecer el terreno del arrendador al mismo estado a cuando se realizó la toma de posesión. Además, se compromete a que cualquier responsabilidad administrativa será abonada por el arrendatario.
 6. Compromisos y obligaciones del arrendador: por las cuales el arrendador manifiesta que no tiene inconvenientes en la implantación de la planta y que por su saber no hay ninguna restricción el cual pueda poner en peligro el desarrollo del proyecto.
 7. Otorgamiento de escritura pública: en el que se establecen las condiciones de la elevación a público del contrato y de su inscripción en el registro de la propiedad.
 8. Cesión: por la cual se establece que el arrendatario podrá realizar la cesión del contrato a otra parte que desee realizar la compra del proyecto en caso de que el proyecto salga a la venta. De la misma manera el arrendatario se compromete a notificar al arrendador de la cesión del contrato y a que este no sea modificado una vez realizada la cesión.
 9. Confidencialidad: por el cual ambas partes se comprometen a no dar datos a agentes externos sobre los comprometidos en el proyecto, ni a su vez sobre el estado de desarrollo del proyecto.

Finalmente se incluyen diversos anexos en los que se incluyen los datos de notificaciones de ambas partes, planos de la finca con su registro de la propiedad y un borrador de la autofactura que recibirá el arrendador cuando se le realicen los pagos semestrales. Una vez ambas partes quedan de acuerdo con el contrato se procede a la firma del mismo.

3.3 DEPOSITO DEL AVAL DE ACCESO

Una de las pautas necesarias para llevar a cabo un proyecto energético establecido como se menciona anteriormente en el Real Decreto 1183, para ejecutar un proyecto de hibridación se debe de presentar avales por una cantidad de 20k€/MW nominal instalado (BOE, 2020). Esta cantidad es muy importante ya que la potencia instalada podrá ser inferior pero nunca a mayor a la cantidad por la que se ha depositado los avales. En nuestro caso en concreto, como la planta solar fotovoltaica tendrá un 5% más de potencia instalada que el parque eólico de 50 MW, el aval que se debe depositar será para 52,5 MW y tendrá la cantidad de UN MILLÓN CINQUENTA MIL EUROS (1.050.000,00 €). Para ello se debe llegar a un acuerdo con un banco el cual emitirá el aval por este importe a nombre de la SPV (“*Special Purpose Vehicle*”) (Hayes, 2022), la cual es dueña del parque eólico. Una vez el banco reciba el justificante de haber presentado el aval desde el SECAD, se puede solicitar la constitución de la adecuada garantía (CACG) a la Dirección General de Política Energética y Minas a través del formulario del Registro Electrónico General de la AGE disponible en la sede del Punto de Acceso General (Redsara) (Gobierno_de_España, 2023). Para solicitar la CACG y sea válida para poder solicitar la modificación del punto de acceso y conexión se debe adjuntar los siguientes 5 documentos en la solicitud:

- **Solicitud adecuación de garantías**, escrito donde se menciona la necesidad de la comunicación para la actualización de permisos conforme al “apartado 6- del R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre y el artículo 23 -apartado 3 - del R.D. 1183/2020”, expositivo con lo anteriormente mencionado, y haciendo referencia a qué se solicita
- **Doc 1: Poderes**. Se adjuntarán los poderes del representante de la sociedad
- **Doc 2: Pronunciamiento previo del gestor de Red**, solo adjunto si se están actualizando los permisos, como por ejemplo en el caso de una hibridación

- **Doc 3: Justificante del recibo de la garantía**, se adjunta debido a que es el único lugar donde aparece reflejado que el aval que se ha depositado reúne el aval las características del artículo 24 del RD 937/2020.
- **Doc 4 Resguardo de la garantía.**

Se debe tener en cuenta que, para la solicitud de la modificación del punto de acceso y conexión, el resguardo acreditativo de la CACG será requisito imprescindible para iniciar el procedimiento de solicitud de actualización de los permisos de acceso y conexión (REE, REE, 2023). En este sentido, el órgano competente remitirá al solicitante la confirmación de la adecuada presentación de la garantía depositada, con el fin de poder presentar dicha confirmación ante el gestor de la red pertinente y así poder aceptar la solicitud de actualización del permiso de acceso y conexión.

3.4 INGENIERÍA NECESARIA PARA LLEVAR EL PROYECTO A SU ESTADO RTB

Antes de comenzar con el desarrollo de un proyecto de ingeniería, es necesario recibir un estudio de prefactibilidad por parte del asesor de ingeniería en el que como se comentaba anteriormente, se vea que el terreno es adecuado para poder instalar los paneles fotovoltaicos. De esta manera, cuando se recibe un análisis preliminar positivo por parte de la ingeniería se procede a firmar los arrendamientos de terrenos con la ingeniería y con las parcelas una vez firmadas se lanza el proyecto. Por parte de los asesores de ingeniería son necesarias tres trabajos:

- Fase I: Documentación para solicitud de consulta previa a Red Eléctrica (REE)
- Fase II: Anteproyecto de ingeniería para solicitar la modificación de Acceso y Conexión
- Fase III: Proyecto Técnico Administrativo para solicitar la AAP y AAC ante los órganos sustantivos

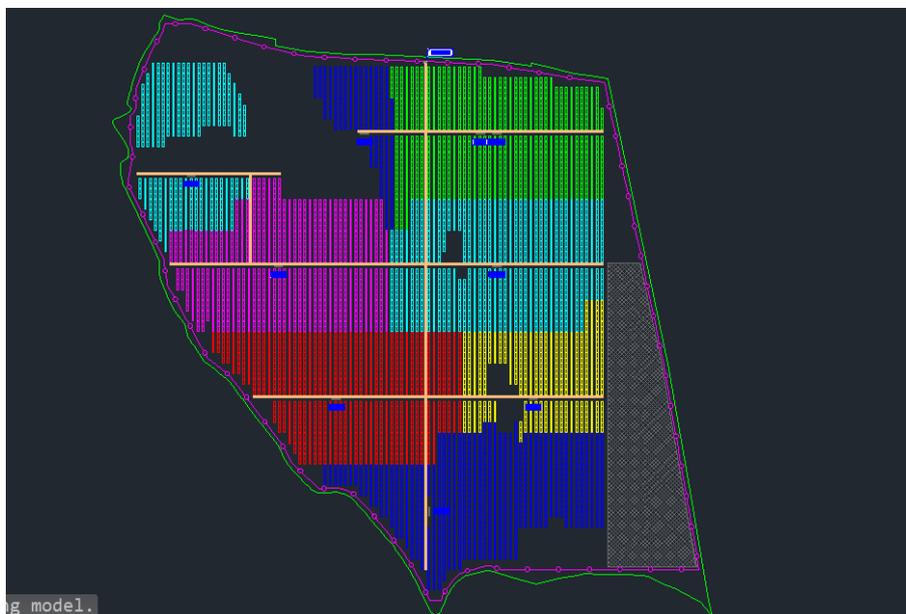


Ilustración 6: Layout .dwg de la implantación de la planta solar fotovoltaica

3.4.1 ANTEPROYECTO PARA LA SOLICITUD DE LA MODIFICACIÓN DEL PUNTO DE A&C ANTE REE

Para poder realizar la solicitud ante Red Eléctrica de España se debe presentar el respectivo anteproyecto del proyecto de hibridación mediante el cual se va a modificar el punto de acceso y conexión. Dicho anteproyecto suele tener una longitud aproximada de 60 páginas donde se recopilan los aspectos generales de la planta fotovoltaica. El anteproyecto debe comenzar con una breve descripción del proyecto donde se indique el nombre de la planta, su punto de conexión, su localización y la potencia en inversores y el número y tipo de módulos de los cuales contará.

En el caso del proyecto en cuestión el anteproyecto se redacta con objetivo de describir y justificar las instalaciones correspondientes a la planta solar fotovoltaica hibridada en el término municipal correspondiente. La planta solar fotovoltaica está diseñada por un sistema de seguidores solares a un eje, compuesto por un total de 871 seguidores tipo 3H30 y 155 seguidores tipo 3H20, 87.690 paneles fotovoltaicos de 650 Wp, 12 inversores de 4.200 kVA

cada uno y 1 inversores de 2.100 kVA, obteniendo una potencia pico instalada de 56.998,5 KWp .Se pretende instalar esta planta fotovoltaica en modalidad de hibridación con el actualmente instalado parque eólico, de 50 MW de potencia instalada compuesto por 25 aerogeneradores modelo AW 77/1500 de 2 MW de potencia unitaria. El parque eólico evacúa su energía en 20 kV hasta una subestación eléctrica transformadora 20/220 kV denominada SET en cuestión. Desde esta subestación sale una línea aérea de 220 kV desde la mencionada subestación hasta la subestación de alta tensión de 220/400 kV, y desde esta última subestación conecta con la subestación de transporte de 400 kV, la cual pertenece a Red Eléctrica de España, punto de entrega de la energía generada (REE, REE, 2023). Actualmente la medida de la energía generada se realiza en el lado de 400 kV de la subestación de alta tensión. La evacuación de la energía generada por la nueva planta solar fotovoltaica hibridada se realizará a través de un nuevo grupo de celdas de 20 kV a instalar en el sistema de 20 kV de la subestación en cuestión.

Además, junto a la descripción general del proyecto se debe adjuntar, tanto el plano del esquema unifilar general de la hibridación como el esquema unifilar simplificado de la SET en cuestión y la SET elevadora de alta tensión tal como se muestra respectivamente en la Ilustración 7, Ilustración 8 e Ilustración 9. En el anteproyecto también se deberán incluir los planos descritos en el apartado sobre la tramitación con REE.

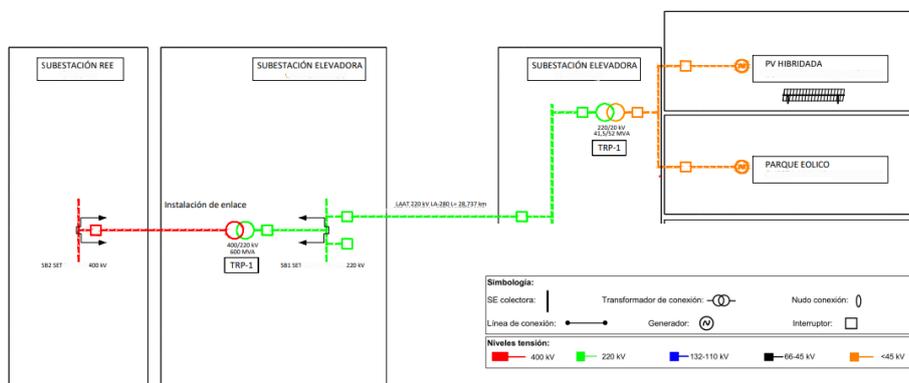


Ilustración 7: Plano del esquema unifilar general de la hibridación

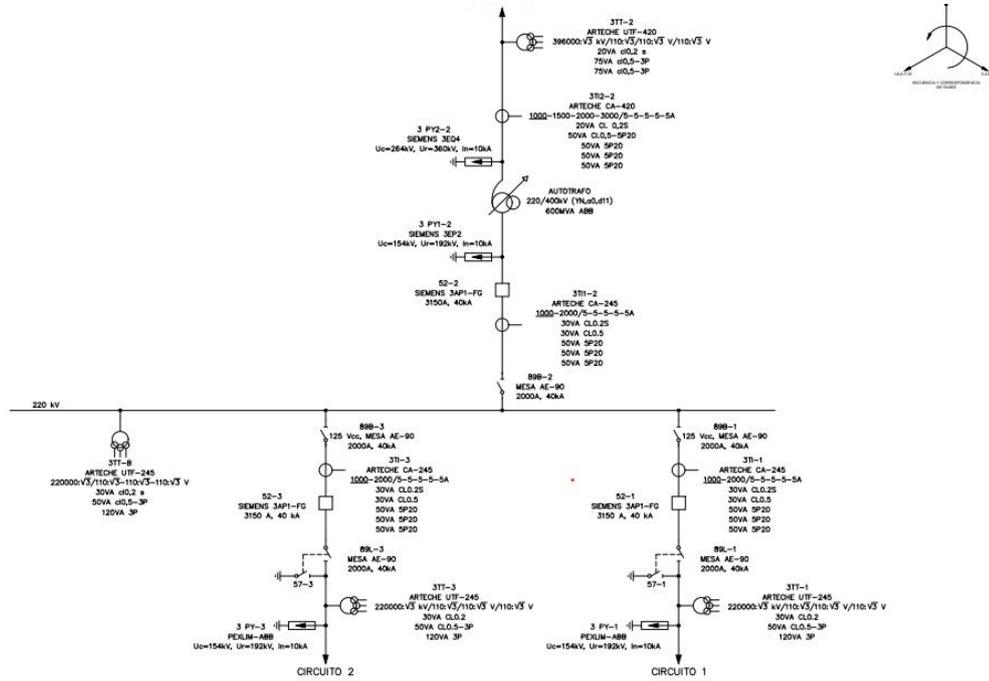


Ilustración 8: Esquema unifilar simplificado de la SET elevadora de AT

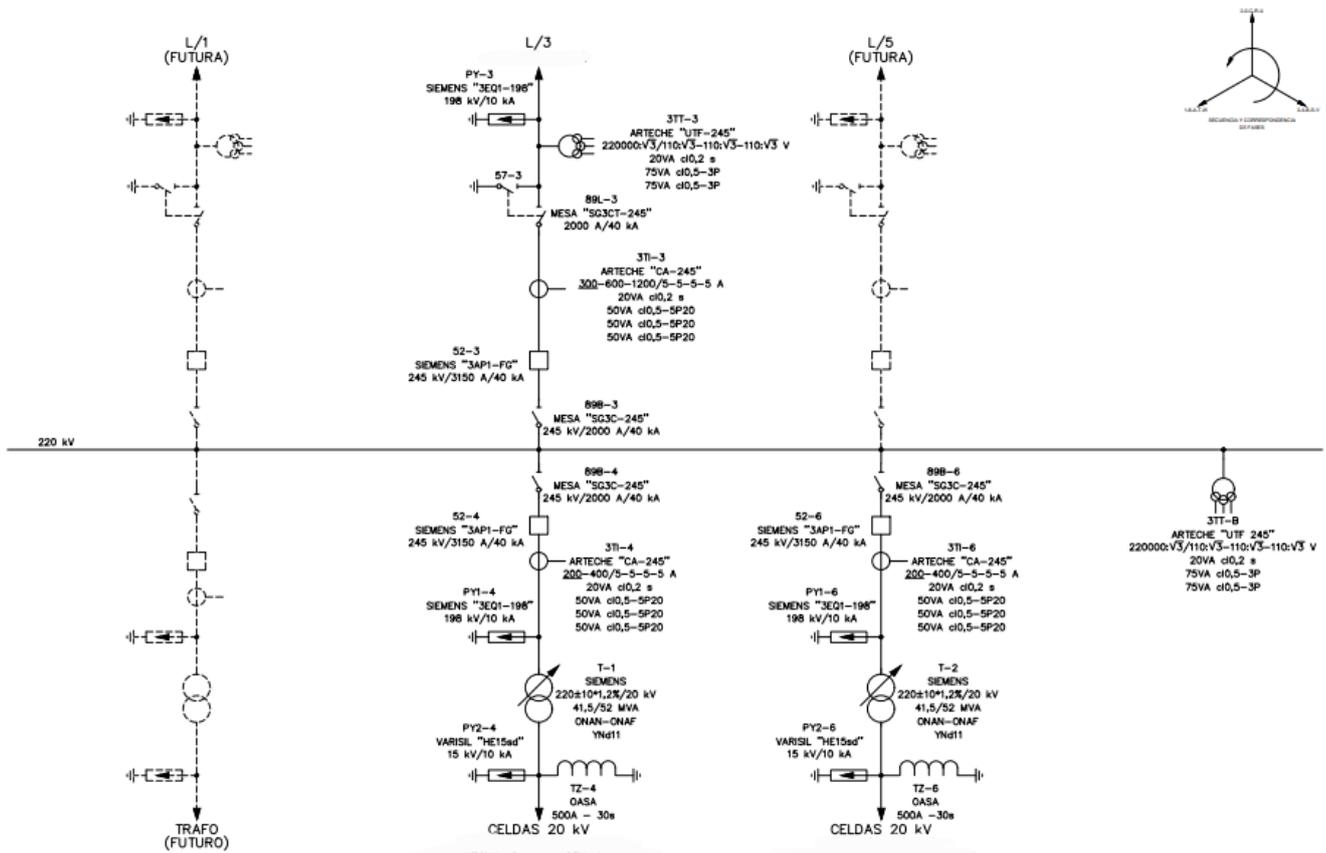


Ilustración 9: Esquema Unifilar Simplificado de la SET de transporte de REE

Una vez se han incluido los planos de los unifilares simplificados se procede a describir los equipos que se van a emplear en el proyecto, identificando todos aquellos elementos de la instalación de generación de electricidad, en cuyo caso de la planta solar fotovoltaica, los principales elementos son los siguientes:

- Generador fotovoltaico: formado por los paneles fotovoltaicos, elementos de sujeción y soporte.
- Conexiones: formado por el cableado de BT y MT, cajas de nivel I y conexión, interruptores fusibles.
- Centro de Transformación e Inversión (CTI): compuesto por el sistema inversor y cuadro general de baja tensión, transformador de MT y celdas de media tensión de salida del equipo.
- Transmisión de datos: compuesto por sensores y un sistema de adquisición de datos
- Elementos auxiliares: Elementos no indispensables para el funcionamiento de la central, pero necesarios en todo caso, entre otros:
 - Viales y obras de drenaje
 - Cerramiento perimetral
 - Sistema de seguridad perimetral

Una vez se ha descrito los elementos generales de la planta solar fotovoltaica, se procederá a describir los cableados necesarios para llevar a cabo la instalación eléctrica. Será necesario por lo tanto describir los siguientes cableados:

- Cableado de CC de las cadenas de módulos a las cajas de nivel
- Cableado de CC de las cajas de nivel a inversor
- Cableado de MT Corriente Alterna
- Cables de comunicación
- Zanjas, arquetas y canaletas
- Cable de tierra
- Equipos de protección
- Puesta a tierra

Para el diseño de estos cableados Red Eléctrica exige que se cumpla con la normativa de las condiciones técnicas del IDAE (IDAE, 2023), donde se deberá cumplir que:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123 (UNE-21123, 2017).

Además, más adelante en el Proyecto Técnico Administrativo se describen en profundidad los tipos de cables a emplear a su vez como los cálculos eléctricos para demostrar que el dimensionamiento del cableado eléctrico cumple con la normativa de baja tensión ITC-BT (ITC, 2023).

En el anteproyecto se debe incluir las principales características de las subestaciones las cuales el proyecto tendrá efecto, en el caso en cuestión serían:

- SET de transformación de la instalación en cuestión
- SET elevadora de alta tensión
- SET de transporte de REE

Donde para cada una de las subestaciones se debe describir los elementos dentro de la subestación y mostrarlos en una tabla tal como se muestra a continuación en la Tabla 2,

además de muchas otras especificaciones las cuales no entran dentro del alcance de este trabajo:

CARACTERÍSTICAS NOMINALES	
Tensión de servicio	20 kV
Tensión asignada	24 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto)	50 kV
Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50 µseg)	24 kV
Intensidad nominal asignada:	1.600 A
Corriente nominal de corta duración, 3 seg.	25 kA
Valor cresta de la corriente de corta duración	63 kA
Grado de protección S/UNE 20.324	IP3X
Ejecución resistente al arco interno	IEC-298

Tabla 2: Descripción Simplificada de la SET de transformación en cuestión

También dentro del área de la subestación se deben incluir una descripción de los embarrados y la descripción de las líneas eléctricas que unen las subestaciones:

Embarrados

- Tensión nominal 20 kV
- Relación de transformador $22.000:\sqrt{3} / 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3} - 110: 3 V$
- Embarrados 12 kV:
 - Secundario 1
 - Potencia 30 VA
 - Clase de precisión CI 0.5
 - Conexión Estrella
 - Secundario 2
 - Potencia 30 VA
 - Clase de precisión CI 0.5
 - Conexión Estrella
 - Secundario 3
 - Potencia 50 VA
 - Clase de precisión CI 3P
 - Conexión Triangulo abierto
 - Resistencia 50 Ω
 - Frecuencia 50 Hz

Línea Aérea 220 kV:

Sistema.....	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	220
Tensión más elevada de la red (KV).....	245,0
Nº de circuitos.....	1
Nº de conductores aéreos por fase.....	2
Tipo de conductor aéreo	LA-280
Tipo de cable de tierra	OPGW-24
Número de cables de tierra.....	1
Potencia máxima de transporte en aéreo (MVA)	437,45
Número de apoyos.....	87
Longitud (km).....	28,737
Zona de aplicación.....	ZONA B
Tipo de aislamiento.....	Cadenas de aisladores de vidrio
Apoyos.....	(2) HAYA y DRAGO
Cimentaciones	Hormigón
Puesta a tierra.....	Picas de toma de tierra doble

Además de otras muchas especificaciones técnicas sobre las subestaciones y líneas de alta tensión, las cuales no son objeto y no entran dentro del alcance del trabajo fin de máster en cuestión, resulta interesante comentar que dentro del anteproyecto se debe incluir de manera aproximada los siguientes estudios:

- Una aproximación de la potencia contratada prevista para el consumo de los servicios auxiliares (Tabla 3)
- Presupuesto estimativo de la instalación de generación eléctrica, así como su infraestructura de evacuación (Tabla 4)
- Programa de ejecución de la obra (Tabla 5)

Para el anteproyecto no es necesario que dichos estudios sean muy detallados, pero si realistas, ya que como se verá más adelante, en el proyecto técnico administrativo se deberá incluir un desglose completo de los estudios descritos.

CONSUMOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT)			
Equipo	Modelo	Consumo Standby unitario W	Consumo por CT (W)
PLC	Weidmuller-VR20-FBC-MOD-JCP-V2-2476450000	30	30
Switch	Hirschmann-RS20	50	50
Fuente Alimentación	ABB-15VR427034R0000	100	100
Relés	CR-M230AC3 x 4 unidades	5	5
UPS	ABB - 11 RT 3 KVA B	300	3.000
M2M	ABB- Analizador (x2 unidades)	70	70
Total por CT			3.255
Total para 8 CT			26.040
CONSUMOS INVERSORES			
Equipo	Modelo	Consumo Standby unitario (W)	Total (W)
Inversor	Power Electronics HEMK600V FS3630K	5.000	70.000
Total			70.000
CONSUMOS VIDEO VIGILANCIA			
Equipo	Modelo	Consumo Standby unitario (W)	Total (W)
Vídeo cámara	Cámaras IP inalámbrica 720p IP HD Serie 200	50	300
Total			300
CPU CONTROL DE LA PLANTA			
Equipo	Modelo	Consumo Standby unitario (W)	Total (W)
CPU	SCADA CONTROL	750	750
Total			750
CONSUMO SUBESTACION AMPUDIA			
Equipo	Modelo	Potencia (W)	Total (W)
Cargas esenciales	Cargadores baterías y UPS	8.200	8.200
Cargas no esenciales		18.000	18.000
Total			26.200
POTENCIA INSTALADA DE CONSUMOS PROPIOS (W)			123.290

Tabla 3: Consumo eléctrico estimativo de la instalación

RESUMEN DE PRESUPUESTO		
CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
01	PLANTA FV HIBRIDADA	23.211.440 €
02	AMPLIACION SUBESTACION 20/220	252.000 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		23.463.440 €
GASTOS GENERALES (13%)		3.050.247 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)		1.407.806 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		27.921.494 €

Tabla 4: Presupuesto estimativo de construcción

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA HIBRIDADA																											
	sep-23				oct-23				nov-23				dic-23				ene-24				feb-24				mar-24			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	SEM 27	SEM 28
IMPLANTACIÓN EN OBRA																												
MOVIMIENTO DE TIERRAS																												
HINCADOS CIMENTACIONES																												
ACOPPIO DE ESTRUCTURA																												
MONTAJE ESTRUCTURA																												
ACOPPIO DE MODULOS																												
MONTAJE MODULOS																												
APERTURA DE ZANJAS BT y MT																												
TENDIDO DE CABLEADO																												
ACOPPIO DE POWER STATIONS																												
CIMENTACIONES DE POWER STATIONS																												
MONTAJE ELECTROMECHANICO																												
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN																												

Tabla 5: Programa de Ejecución estimativo de construcción

3.4.2 PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO PARA LA SOLICITUD CONJUNTA DE LA AAP, AAC Y DIA

Para poder solicitar de manera conjunta la Autorización Administrativa Previa y de Construcción se deberá entregar el proyecto técnico administrativo al órgano administrativo correspondiente, en cuyo caso de estudio será la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM, 2023), ya que la suma de la potencia instalada total de ambos módulos a tener en cuenta en la hibridación supera los 50 MW. El proyecto técnica administrativo, es el proyecto de ingeniería completo en el cual más adelante se basará el proyecto de construcción y consta entre unas 700 y 900 páginas y redacta todos los puntos de ingeniería que se implementará para la planta solar fotovoltaica hibridada.

El proyecto administrativo comienza con una descripción general del proyecto al igual como se realizaba en el anteproyecto, incluyendo de la misma manera un apartado de antecedentes donde se describen los hitos obtenidos del proyecto hasta la fecha con anterioridad a la solicitud de las autorizaciones administrativas previas, como serían los siguientes puntos:

- Se han firmado los acuerdos para el 100% de los terrenos necesarios para desarrollar el proyecto
- Con fecha XX/XX/20XX se aceptó por parte de Red Eléctrica (REE) la consulta previa para llevar a cabo el proyecto. Considerando que las modificaciones propuestas sobre la instalación original permiten seguir considerando la

instalación como la misma que tiene otorgados los permisos de acceso y conexión.

- Con fecha XX/XX/20XX se remitió el documento de inicio medioambiental a la Dirección General de Política Energética y Minas para la solicitud del documento de alcance medioambiental.
- Con fecha XX/XX/20XX se recibió la Confirmación de la constitución de la adecuada garantía (CACG), la cual valida el aval emitido para la inclusión del módulo de generación híbrido fotovoltaico a instalar
- Con fecha XX/XX/20XX se aceptó por parte de Red Eléctrica (REE) el permiso de la modificación del punto de acceso y conexión, marcando la fecha de inicio en la que se deben cumplir los hitos marcados por el Real Decreto Ley 23/2020 de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica y las ampliaciones del RDL 29/2021 de 21 de diciembre

Además, se incluye al igual como se hacía en el anteproyecto, el objeto y el alcance del proyecto técnico administrativo junto con todas las normativas de aplicación general, de seguridad y salud, de obra civil y de instalaciones eléctricas por las cuales se regirá el proyecto y que se tendrán en cuenta para la hora de toma de decisiones, estas normativas se vean cumplidas (INSST, 2023).

A continuación, se presenta la localización donde se ubicará la planta solar fotovoltaica, junto con una plantilla Excel de la relación de bienes y derechos afectados (RBDA) incluyendo todas las parcelas del catastro las cuales se verán afectadas por la planta solar fotovoltaica y por la línea subterránea de evacuación de media tensión.

Tras describir la localización del proyecto, se incluye un estudio de la producción estimada en cada mes del año que producirá la planta solar fotovoltaica según su localización y los módulos fotovoltaicos que se implementen. En el trabajo en cuestión los datos de partida serían los siguientes:

- Módulos: Risen, modelo RSM132-8-650M, de 650Wp, 1.500V (Risen, 2023)

- Inversores: Power Electronics, modelos FS4200K y FS2101K, de potencia nominal 2.100 kW y 4.200 kW (40°C) (Power_electronics, 2023)
- Estructura de Seguidor: un eje N-S con seguimiento E-O, con inclinación $\pm 60^\circ$, orientada hacia el sur (0° de azimut)

Con estos datos de partida, con el modelo CAD de la implantación se puede realizar un modelo de generación con la herramienta PVSyst (Anexo III) (PVSyst, 2023) donde se puede observar que los resultados de generación anuales para la planta solar fotovoltaica hibridada serían los mostrados en la Tabla 6. Viendo, así como las horas anuales que tendría la planta solar fotovoltaica estaría entorno a las 2.100 horas de producción, las cuales aumentarían en casi el doble la generación del parque eólico si se tiene en cuenta que la producción media de un parque eólico en España se encuentra en 2.600 horas.

Mes	Energía generada MWh	PR %
Enero	3.675	89,7
Febrero	5.437	90,1
Marzo	9.106	87,7
Abril	10.852	86,6
Mayo	13.308	84,7
Junio	13.993	82,5
Julio	15.028	82,3
Agosto	13.645	82,7
Septiembre	10.201	84,4
Octubre	6.879	86,7
Noviembre	4.352	89,2
Diciembre	3.172	89,5
Anual	109.650	85,05

Tabla 6: Producción Estimada Anual de la PSFV Hibridada

A su vez se hace una descripción de los módulos fotovoltaicos, inversores y estructuras a implementar en la instalación y se incluyen sus fichas técnicas tal y como se muestran en los Anexos IV, V y VI de este trabajo fin de máster.

A su vez, en el apartado de la localización del proyecto se deberán incluir las separatas a los diferentes organismos afectados tanto por la planta solar fotovoltaica como la zanja para la

línea de evacuación. A cada organismo se le hará llegar una copia de dicho proyecto técnico administrativo con las afecciones presente a dicho organismo.

Una vez se han descrito la localización, el proyecto técnico administrativo pasa a la ingeniería de detalle donde se describen todos los elementos a implementar en la planta solar fotovoltaica hibridada con mayor detalle cómo se realizó en el anteproyecto. De los elementos a destacar como equipos principales serían:

- Los módulos fotovoltaicos monocristalinos (Anexo IV)
- Inversores a implementar para la transformación DC-AC (Anexo V)
- Estructura fotovoltaica: Seguidor a un eje N-S con seguimiento en dirección E-O (Anexo VI)
- Centros de transformación que se utilizarán en la instalación tal como se describen en la Tabla 7

CT	Tipo	P en Inversores (kW)	Nº inv 4.200 kW (40°C)	Nº inv 2.100 kW (40°C)	Potencia Pico kWp	Nº Módulos	Nº Series
CT1	3	2.100	0	1	2.242,5	3.450	115
CT2	1	8.400	2	0	9.126	14.040	468
CT3	2	4.200	1	0	4.563	7.020	234
CT4	1	8.400	2	0	9.126	14.040	468
CT5	1	8.400	2	0	9.126	14.040	468
CT6	2	4.200	1	0	4.563	7.020	234
CT7	2	4.200	1	0	4.563	7.020	234
CT8	2	4.200	1	0	4.563	7.020	234
CT9	9	8.400	2	0	9.126	14.040	468
TOTAL		52.500 kW (Limitada a 49.500 kW por P.P.C.)	12	1	56.998,5	87.690	2.923

Tabla 7: Centros de Transformación

- Transformadores de Tensión
- Centro de control: SCADA de operación
- Estación meteorológica
- Servicios auxiliares
- Infraestructura de comunicaciones
- Elementos de Seguridad
- Sistemas de monitorización
- Cableado de baja tensión
- Cableado de corriente continua de String a cajas de agrupación
- Cableado de corriente continua de cajas de agrupación a centros de transformación
- Cableado de media tensión de corriente alterna
- Cables de comunicación
- Sistemas de puesta a tierra
- Equipos de protección a través de un sistema IT tal como se muestra en la (Ilustración 10)

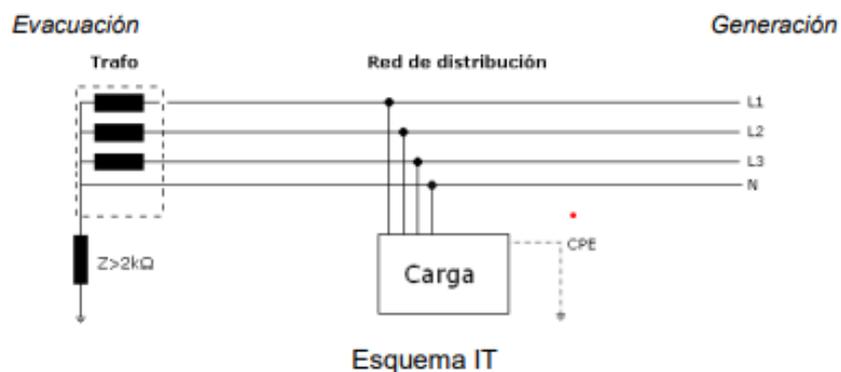


Ilustración 10: Sistema de puesta a Tierra IT

Cabe destacar que todos los puntos descritos anteriormente en el proyecto técnico administrativo se hace una descripción de detalle de cada uno de los elementos las cuales no se incluyen en este trabajo fin de máster ya que no entra en el alcance del mismo.

Una vez se han descrito los elementos necesarios para la implementación de la planta solar fotovoltaica, se procede a realizar los cálculos eléctricos que demuestran porque los elementos seleccionados para la implantación están seleccionados con criterio para que sigan la normativa vigente y los requisitos técnicos del código de red (los cuales también se explican dentro del proyecto técnico administrativo).

Dentro de los cálculos eléctricos destacamos los siguientes:

Corriente máxima de media tensión desde los módulos a las cajas de agrupación string:

Este cable se instalará al aire por la estructura del seguidor, atado a la estructura mediante bridas, o enterrado bajo tubo en zanja hasta las cajas de conexión. Se analiza la distribución de cadenas de módulos fotovoltaicos para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores enterrados bajo tubo en zanja. Concretamente el tipo de zanja que se muestra a continuación en la Ilustración 11:

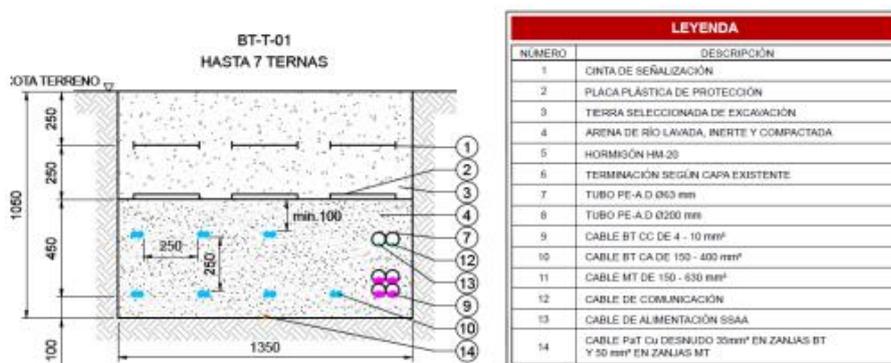


Ilustración 11: Zanja de BT

Se selecciona cable de cobre de 10 mm² aislamiento XLPE. Según la norma UNE- 60364-5- 52 (UNE, 2014) (Tabla 8) la intensidad máxima admisible en instalación enterrada bajo tubo para el cable de 10 mm² es 71 A.

Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno

Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Tabla 8: B.52.3 UNE-60364-5-52

Se deben aplicar factores de corrección según las condiciones de la instalación, dichos factores se obtienen de la norma UNE- 60364-5-52. Considerando una temperatura del terreno de 25°C, el factor de corrección por temperatura es 0,96.

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabla 9: B.52.15 UNE-60364-5-52

Se debe aplicar un coeficiente de ajuste debido a la resistividad térmica del terreno. Al no disponer de este dato, se considera 1,5 K.m/W. El factor de corrección por resistividad del terreno es 1,1.

La cantidad de circuitos por zanja y la separación entre ellos también influyen en los coeficientes de ajuste. En este tramo, se instalarán un máximo de 4 circuitos por cada tubo, con lo que el factor de corrección se considera 0,65. Se instalarán hasta 4 tubos en contacto, por lo que el factor de corrección se considera 0,65.

Aplicando todos los coeficientes de ajuste mencionados, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 71 * 0,96 * 1,1 * 0,65 * 0,65 = 31,68 \text{ A}$$

La máxima corriente que circula por este conductor es la corriente de 1 cadena de módulos de 650Wp, la cual es 18,23 A (Isc, 25°C). Se aplica un 125% de su intensidad, según la norma UNE-60364-7-712:

$$I_b = 18,23 * 1,25 = 22,79 \text{ A}$$

Puesto que $I_b = 22,79 \text{ A} < 31,68 \text{ A} = I_{adm}$, la elección de cable de 10 mm² Cu para el tramo enterrado bajo tubo queda justificada. El calibre de la protección necesaria para la protección del cable debido a la corriente inversa que puede circular por el módulo fotovoltaico debe cumplir con la condición descrita en la norma UNE 60364-4-43 (UNE, 2013).

$$I_b < I_n < I_{adm}$$

$$[22,79 < I_n < 31,68]$$

Por tanto, para la función de protección, el fusible será de 30 A. que está en el rango de fusibles permitidos por el fabricante del módulo.

Corriente máxima de media tensión desde las cajas de agrupación string a inversores:

El cálculo se realiza de la misma manera que en el apartado interior obteniendo como resultados que la conexión de los inversores al centro de transformación se realizará con conductor de 300mm² y 400mm² circuito simple de Aluminio con aislamiento XLPE, este cable se instalará directamente enterrado en zanja hasta el inversor, que se encuentra instalado en el interior del centro de transformación. Se analiza la distribución de inversores para identificar el peor caso y dimensionar la instalación en función de ello. El caso más desfavorable, corresponde al tramo con los conductores directamente enterrados en zanja con conductor de 300mm² en circuito simple. La intensidad máxima admisible en instalación directamente enterrada para el cable de 300mm² es 386 A y por ello se implementará la función fusible de 350 A.

Aplicando todos los coeficientes de ajuste, queda una intensidad admisible:

$$I_{adm} = 386 * 0,96 * 1,28 * 0,67 = 317,79 A$$

La máxima corriente que circula por este conductor es la corriente que sale de 1 caja de agrupación. A dicha caja llega un máximo de 11 strings, por lo que la corriente es:

$$I_b = 18,23 * 11 = 250,66 A$$

Puesto que $I_b = 250,66 A < 317,79 A = I_{adm}$, la elección de cable de 300 mm² Al para el tramo directamente enterrado queda justificada. El calibre de la protección necesario para la protección del cable debido a sobre intensidades que puedan circular debe cumplir con la condición descrita en la norma UNE 60364-4-43 (UNE, 2013):

$$I_b < I_n < I_{adm}$$

$$250,66 < I_n < 317,79$$

Por tanto, para la función de protección, el fusible será de 315 A.

Cálculo de caída de tensión baja tensión

Tras seleccionar los cables cumpliendo con el criterio de intensidad máxima admisible, se ha procedido a calcular la caída de tensión de los dos tramos de cable en baja tensión y corriente continua:

- Tramo en BT y corriente continua que está compuesto por los cables que van desde las cadenas de módulos (string) hasta las cajas de agrupación de string.
- Tramo en BT y corriente continua que está compuesto por los cables que van desde las cajas de agrupación de string hasta el inversor ubicado en los CT.
- Se han estudiado las 3 instalaciones tipo que conforman la planta.

Se han previsto cables unipolares de cobre de 10mm² para el tramo que une cadenas de módulos y los inversores, y conductores de 300/400mm² en circuito simple entre las cajas de agrupación y las celdas de BT de los CT, ambos de 1,5kV/1,5kV CC y aislamiento XLPE. La fórmula empleada para estos cálculos es la siguiente:

$$\Delta U = \frac{I * L}{S * \delta}$$

Siendo:

- ΔU = caída de tensión (V)
- I = intensidad (A)
- L = longitud del conductor (m)
- S = sección del conductor (mm²)
- δ = conductividad del conductor ($\Omega \cdot m / mm^2$), según sea cobre o aluminio

De esta manera los resultados obtenidos de caída de tensión son que desde las cadenas de los módulos a las agrupaciones string se produce una caída de tensión máxima de 1,162% y que para el caso de los módulos de agrupación string a los centros de transformación es 1,497%. En ninguno de ambos casos se supera una caída de tensión superior al 1,5%, cumpliendo así con la normativa vigente ITC-BT-40 (ITC-BT-40, 2023).

Cálculo de Red de Media Tensión

La fórmula aplicada para determinar la caída de tensión será:

$$\mu\% = \frac{\sqrt{3} \times L \times I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times 100}{U}$$

Siendo:

- $\mu\%$ = Caída de tensión en %
- L = Longitud en Km
- R X = Resistencia y reactancia del aluminio en Ω/km
- U = Tensión nominal en V
- $\cos \phi = 1$

Con la formula anterior se realizan unas tablas (Tabla 10) de cálculo en la que se comprueba que las líneas colectoras del parque, con las distintas magnitudes expuestas por columnas, cumplen los criterios de cálculo siguientes:

- Caída de tensión promedio menor del 2%
- Grado de utilización posible del cable del 96%

Además, se prestará especial atención a las pérdidas por efecto Joule (Amaya, 1985), que se calculan con la ecuación para la potencia en sistemas trifásicos:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos}\varphi$$

Siendo:

- V = Caída de tensión en V
- I = Intensidad que circula por el circuito en A
- $\cos \phi = 1$.

CALCULO DE RED 20 kV: CIRCUITO Nº 1

De CT		a CT	Tension	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
			kV	kW	A	%	km		m		mm2	A	%	kW	kW
2	1		20	8400	242,487	78,8	0,362	2	1,55	1	240	307,878	0,1	10,723	10,723
1	6		20	10500	303,109	84,3	1,202	4	1,55	1	400	359,456	0,5	34,796	45,519
6	SET		20	14700	424,352	95,9	6,127	7	1,55	1	630	442,425	1,9	212,846	258,365

CALCULO DE RED 20 kV: CIRCUITO Nº 2

De CT		a CT	Tension	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
			kV	kW	A	%	km		m		mm2	A	%	kW	kW
3	4		20	4200	121,244	45,5	0,474	1	1,55	1	150	266,200	0,1	5,785	5,785
4	SET		20	12600	363,731	93,6	6,464	7	1,55	1	500	388,471	1,9	228,323	234,107

CALCULO DE RED 20 kV: CIRCUITO Nº 3

De CT		a CT	Tension	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
			kV	kW	A	%	km		m		mm2	A	%	kW	kW
5	8		20	8400	242,487	69,5	0,432	1	1,55	1	240	348,940	0,2	12,788	12,788
8	SET		20	12600	363,731	93,6	6,746	7	1,55	1	500	388,471	2,0	238,280	251,068

CALCULO DE RED 20 kV: CIRCUITO Nº 4

De CT		a CT	Tension	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Numero Conduct	Sección	Intens máxima K-I	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
			kV	kW	A	%	km		m		mm2	A	%	kW	kW
9	7		20	8400	242,487	78,5	0,384	2	1,55	1	240	308,812	0,1	11,391	11,391
7	SET		20	12600	363,731	93,6	6,419	7	1,55	1	500	388,471	1,9	226,730	238,121

Tabla 10: Cálculo de Media Tensión

Cálculo de Puesta a Tierra

La puesta a tierra estará formada por una red radial que une las estructuras sobre las que se montan los módulos fotovoltaicos con un conductor de cobre desnudo de 35mm² directamente enterrado en las zanjas de baja tensión a una profundidad de 1 m. Este conductor servirá para la conexión de las cajas de agrupación de string e inversores al sistema de PaT. Se instalarán picas verticales de cobre con un diámetro de 16,2 mm y una longitud de 2 m para la puesta a tierra de cada caja de agrupación. La puesta a tierra del vallado perimetral se realizará mediante la conexión con la red de puesta a tierra de las zanjas de baja tensión con conductor de cobre desnudo de 16mm². La puesta a tierra del sistema de

media tensión se realizará con conductor de cobre desnudo de 50mm² directamente enterrado en las zanjas de media tensión a una profundidad de 1 m. Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

La puesta a tierra de los centros de transformación está compuesta por 4 picas verticales de cobre con un diámetro de 16,2 mm y una longitud de 2 m, unidas mediante un anillo de PaT de Cu desnudo de 50 mm² enterrado a 1 m de profundidad y por una red radial que une las estructuras con el conductor de tierra con el embarrado de tierras. Las uniones entre los conductores de puesta a tierra y/o los electrodos de puesta a tierra, se harán mediante abrazaderas, prensas de unión o soldaduras de alto punto de fusión. Los materiales empleados en estas uniones y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

De esta manera se toma una resistividad del terreno de 100 Ω m y se e procede a calcular las tensiones de paso y contacto tolerables. Para ello se efectúan los siguientes cálculos, según ITC-RAT 13 (ITC-RAT, 2014):

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_S}{1000} \right]$$

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{1000} \right]$$

Donde:

- U_c = Valor admisible de la tensión de contacto, V
- U_p = Valor admisible de la tensión de paso, V
- U_{ca} = Valor admisible de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta (1s), valor 107 V

- R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante, valor 2000Ω
- ρ_s = Resistividad superficial del terreno, valor $1000 \Omega \cdot m$

De esta manera se obtiene que la tensión de paso es de 5.992 V y la tensión de contacto es de 230,05 V, con una resistencia de puesta a tierra de $R=0,057\Omega$, siendo esta inferior al valor requerido de $R=2 \Omega$.

Además de estos cálculos se realizan otros cálculos constructivos como los cálculos de estructuras de los módulos fotovoltaicos, los cálculos de cimentaciones de los centros de transformación y cálculos geotécnicos.

Una vez descritos todos los cálculos se procede a realizar la descripción detallada de todos los aspectos de obra civil los cuales se deben tener en cuenta a la hora de la construcción de la planta solar fotovoltaica hibridada. Entre estos elementos se deben describir al detalle los siguientes:

- Construcción de la obra civil
- Estructuras de hormigón
- Estructuras de acero
- Movimientos de tierra
- Accesos y caminos
- Zanjas y arquetas
- Canaletas y tubos de protección
- Adecuación para el centro de control

Una vez descrito los elementos de construcción se deberá incluir un presupuesto general de la construcción más detallado (Ilustración 12: Presupuesto de Construcción PTA) que en el anteproyecto y un presupuesto desglosado en los anexos del proyecto técnico administrativo.

PARTE A. PLANTA FOTOVOLTAICA

1	COMPONENTES PRINCIPALES	14.678.728,45
-01.01	-SUMINISTRO DE MÓDULOS	13.223.652,00
-01.02	-SUMINISTRO CENTROS TRANSFORMACIÓN	1.250.000,00
-01.03	-SUMINISTRO CAJAS DE CORRIENTE CONTINUA	205.076,45
2	OBRA CIVIL	775.389,47
-02.01	-ACONDICIONAMIENTO	172.472,74
-02.02	-DRENAJES	7.500,00
-02.03	-CIMENTACIONES	278.625,00
-02.04	-ZANJAS	150.687,73
-02.05	-SEGURIDAD Y CONTROL	166.104,00
3	SUMINISTROS ELÉCTRICOS	1.917.530,89
-03.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A CAJA CC	322.062,30
-03.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CAJAS CC A CTs	245.725,20
-03.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN	1.208.701,60
-03.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	101.827,75
-03.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL	2.717,84
-03.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES	36.496,20
4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	665.246,49
-04.01	-CONEXIÓN ELÉCTRICA STRINGS A CAJA CC	278.973,03
-04.02	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CAJAS CC A CTs	110.599,20
-04.03	-CONEXIÓN ELÉCTRICA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A SUBESTACIÓN	259.936,70
-04.04	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	8.510,48
-04.05	-CONSUMOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL	1.612,28
-04.06	-SISTEMA DE COMUNICACIONES	5.614,80
5	ENSAMBLAJE MECÁNICO	4.849.144,80
-05.01	-ENSAMBLAJE MECÁNICO DE ESTRUCTURA Y MÓDULOS	4.849.144,80
6	MONITORIZACION	116.220,20
7	CCTV	100.000,00
8	SEGURIDAD Y SALUD	54.000,00
9	GESTIÓN DE RESIDUOS	31.250,25

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL PSFV 23.187.510,55

PARTE B. MODIFICACIÓN SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA 20/220 KV

1	AMPLIACIÓN EDIFICIO SET . PARQUE 20 KV	356.343,19
-01.01	-OBRA CIVIL EN EDIFICIO EXISTENTE	121.714,73
-01.01.01	-EDIFICIO	121.714,73
-01.02	-ARMARIOS PROTECCIÓN, CONTROL MEDIDA Y AUXILIARES	234.628,46
-01.02.01	-MEDIDA Y CONTROL	30.111,07
-01.02.02	-CELDA 20 KV. SISTEMA DE CABECERA	95.818,87
-01.02.03	-CELDA 20 KV. PARQUE HIBRIDACIÓN FOTOVOLTAICO EN SALA DE CELDAS	108.698,52
2	SEGURIDAD Y SALUD	6.555,97
-02.01	-SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD	6.555,97

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL SET 362.899,16

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 23.550.409,71€

GASTOS GENERALES (13%) 3.061.553,26€

BENEFICIO INDUSTRIAL (6%) 1.413.024,58 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA 28.024.987,55€

PRESUPUESTO TOTAL CON IVA (21%) 33.910.234,94€

Ilustración 12: Presupuesto de Construcción PTA

A su vez se incluye un plan de ejecución más detallado que en el anteproyecto tal y como se muestra en el Anexo VII.

Finalmente, en el proyecto técnico administrativo se incluyen sus correspondientes anexos donde se presentan todos los aspectos necesarios para llevar a cabo la construcción de la planta solar fotovoltaica hibridada, que no se han descrito anteriormente en este trabajo, los cuales serían los siguientes:

- Planos detallados de la implantación de la planta solar fotovoltaica
- Planos detallados de los circuitos de baja tensión
- Planos detallados de los viales, zanjas y arquetas
- Plano Unifilar de Arquitectura de Comunicaciones (Anexo VII)
- Planos detallados del edificio de operación y mantenimiento
- Estudios de Campos Electromagnéticos
- Gestión de Residuos
- Anexo de Presupuestos de Construcción desglosado
- Pliego de descripciones técnicas particulares
 - ❖ Obra Civil
 - ❖ Instalaciones Eléctricas. Planta Fotovoltaica
 - ❖ Instalaciones Eléctricas. Modificación de SET transformadora 20/220kV
- Estudio de Seguridad y salud
- Separatas para los Organismos Afectados

Con el proyecto técnico administrativo se puede proceder a realizar la solicitud conjunta de la autorización administrativa previa y de construcción y de esta manera que sea admitido trámite el proceso para poder cumplir el primer hito dictado por REE (REE, REE Generador Acceso y Conexión, 2023), de obtener la admisión a trámite de la AAP en los 6 meses posteriores a la recepción de la aceptación de la modificación del punto de acceso y conexión.

3.5 ESTUDIOS MEDIOAMBIENTALES Y URBANÍSTICOS NECESARIOS PARA LLEVAR EL PROYECTO A SU ESTADO RTB

Al igual que para los trabajos de ingeniería, antes de comenzar a realizar el proyecto es necesario llevar a cabo un análisis de prefactibilidad ambiental y urbanístico la zona donde se va a implementar la planta solar fotovoltaica. Se debe saber a priori que impactos medioambientales y urbanísticos puede llegar a tener y saber si el proyecto es viable. Una vez se recibe el análisis positivo por parte del asesor medioambiental se inician con los trabajos de campo y estudios de avifauna del cual se requiere un estudio de un año completo para obtener la aceptación de la Declaración de Impacto Ambiental. Además, se requieren de otros estudios tanto medioambientales y urbanísticos que se deben presentar a los órganos sustantivos correspondientes para la aceptación de la AAP y AAC para poder llevar el proyecto a su estado RtB.

De cara a los estudios medioambientales que se deben presentar ante los órganos sustantivos son los siguientes:

- Estudio de prefactibilidad ambiental
- Documento de Alcance ambiental
- Estudio de impacto ambiental
- Estudio de impacto cultural y prospección arqueológica
- Estudio de Fauna
- Estudio de incidencia paisajística
- Informe de repercusiones a la Red Natura 2000
- Estudio de prospección botánica e inventario de arbolado
- Estudio de inundabilidad para obras en zona de policía y DPH
- Resumen ejecutivo para solicitud de DIA fast track

Según lo establecido por el RD 6/2022 pueden proceder a una DIA con un resumen ejecutivo aquellos proyectos (como el proyecto en cuestión) que no tenga ninguna incidencia sobre la Red Natura 2000 y tenga una sensibilidad medioambiental íntegra de nivel bajo. La ventaja

de presentar este tipo de documento es principalmente que el tiempo de trámite de la aceptación de la DIA para este tipo de proyectos disminuye a los 6 meses.

Por otro lado, de cara a los estudios urbanísticos que se deben realizar son dos únicamente. Por un lado, el estudio de prefactibilidad para conocer la viabilidad del proyecto y por otro el estudio urbanístico completo para solicitar a la Autorización de Uso Excepcional de suelo (AUE).

3.5.1 ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD AMBIENTAL

Se trata de un estudio previo del entorno al que se quiere instalar la planta solar fotovoltaica híbrida mediante el cual a través de la herramienta QGIS (QGIS, 2023), en el cual se van aplicando capas de restricciones ambientales y urbanísticas y se busca la zona en la que el proyecto no se vea afectado, tal como muestra la Ilustración 13. De esta manera se estudian los factores ambientales más relevantes que pueden suponer limitaciones para la implantación de la planta solar, y se identifica la presencia de elementos ambientales de interés a considerar en el análisis.

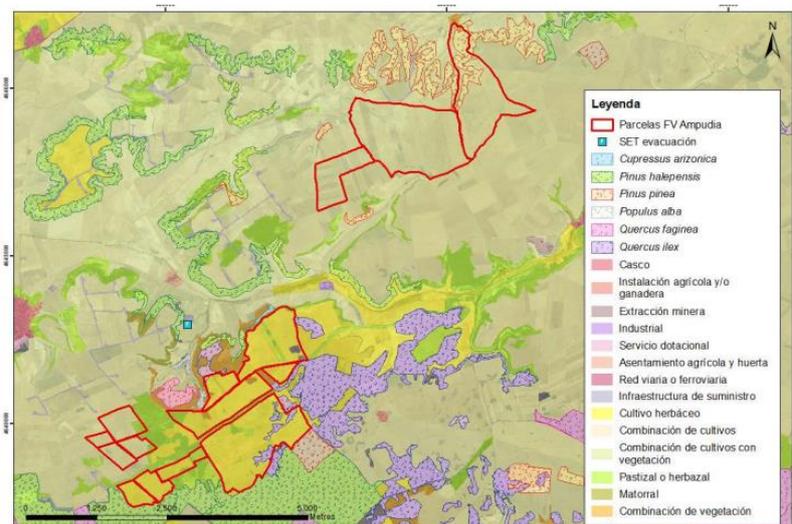


Ilustración 13: Capas QGIS

De esta manera se busca estudiar las siguientes características ambientales de la zona de estudio para implementar la planta solar fotovoltaica:

- Hidrología
- Vegetación
- Fauna
- Figuras de especial protección
- Patrimonio cultural
- Urbanismo
- Ordenación territorial
- Riesgos ambientales

De esta manera a continuación se muestran los resultados del estudio de prefactibilidad llevado a cabo:

Factor ambiental	Descripción	¿Posibles limitaciones?	Tramitación necesaria
HIDROLOGÍA	Según la información cartográfica disponible en la Confederación Hidrográfica del Duero, las parcelas estudiadas no coinciden con ningún cauce ni sus zonas de policía. Por otro lado, el trazado de la línea de evacuación podría realizar cruzamientos con los Arroyos del Salón y del Soto. Por otra parte, en el planeamiento municipal de Pedraza de Campos, se identifica un área dentro de las parcelas como "Suelo Rústico de Protección Natural con Protección de Márgenes de Riberas (Arroyos)", coincidiendo con las zonas de servidumbre y policía de un cauce no cartografiado por la confederación.	SI. No se podrá ocupar la zona de servidumbre de cauces ni por las instalaciones ni por el vallado (5 m). Se recomienda localizar fuera de la zona de policía de cauces (100 m) instalaciones susceptibles de producir vertidos al suelo y las aguas superficiales o subterráneas: estaciones de potencia, centro de seccionamiento, subestación, punto limpio, zonas de acopios e instalaciones auxiliares.	Autorización de obras e instalaciones en Dominio Público Hidráulico y Zona de Policía de Cauces por parte de Confederación Hidrográfica del Duero.
VEGETACIÓN	Si bien las parcelas en su mayor parte se corresponden con cultivos de secano, en el área propuesta se han identificado numerosos pies arbóreos aislados (56), así como diferentes manchas de vegetación natural. Además, en el área de estudio existen varios polígonos que contienen hábitats de interés comunitario (que podrían corresponderse con las manchas de vegetación natural) y se citan localizaciones de una especie de flora protegida.	SI. Se recomienda que en el diseño del layout no se afecte a masa forestales, árboles aislados, hábitats de interés comunitario o especímenes de flora protegida. En caso de posible afectación es preciso realizar una <u>prospección botánica en campo para identificar y cartografiar los pies arbóreos, los posibles hábitats de interés y la presencia o ausencia de flora protegida.</u> IMPORTANTE: la administración podría no autorizar la tala de pies arbóreos autóctonos y de gran porte.	Autorización para la ejecución de talas de arbolado por parte del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Palencia.
FAUNA	En las cuadrículas de estudio se ha inventariado la presencia de especies de avifauna protegidas: aguilucho cenizo (VU), milano real (PE), la ganga común (VU) y el sisón (VU). Algunas de ellas son aves esteparias, el principal grupo faunístico afectado por este tipo de proyectos debido a la pérdida de hábitat (cultivos de secano). También se han citado varias especies protegidas de quirópteros y mamíferos.	SI. La administración requerirá el desarrollo de un Estudio Previo de Avifauna. IMPORTANTE: estudio de las aves esteparias en el área de estudio (zonas de nidificación, etc.). En el diseño del proyecto se deberán tener en cuenta medidas correctoras y protectoras (vallados cinegéticos, prohibición de herbicidas y pesticidas, limitación de desbroces en épocas de nidificación del aguilucho, evitar las talas, siembras y plantaciones, etc.)	La reciente Instrucción 4/FYM/2020, de 15 de junio, de la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal, sobre los contenidos mínimos exigibles a los estudios de EIA de instalaciones de energía renovables para su compatibilidad con los hábitats naturales, la flora y la fauna, promueve la petición de estudios de avifauna para la

Factor ambiental	Descripción	¿Posibles limitaciones?	Tramitación necesaria
		También podrían ser necesarias medidas compensatorias.	promoción de instalaciones de este tipo. Según la experiencia de AmbiVior en este caso previsiblemente será preciso realizar un estudio previo de avifauna y mamíferos de 12 meses de duración.
FIGURAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN	El área de estudio no coincide con ningún Espacio Natural Protegido, ni con la Red Natura 2000, localizándose a más de 4 km del espacio RN2000 más cercano. Las parcelas de la zona sur colindan con los MUP nº 495 "Laderas de Ampudia" y nº 415 "Torozos", ambos pertenecientes al Ayuntamiento de Ampudia.	NO. Dado que no existe coincidencia geográfica ni cercanía con estos espacios protegidos. NO. Se localizan fuera de las parcelas.	- -
OTRAS ZONAS SUJETAS A ORDENACIÓN O RESTRICCIONES	El área de estudio es colindante en su zona sur con una vía pecuaria, la "Cañada de Fuentenegrillo" (también cartografiada en algunas fuentes bibliográficas como "Cañada Real de las Merinas". Las parcelas de la zona sur colindan con una fuente semillera de encina (<i>Quercus ilex</i>), denominada "Finca Particular" (FS/45/02/34/010).	SÍ. No se podrá ocupar la vía pecuaria por parte de las instalaciones (a excepción de posible cruce de línea de evacuación) y se deberán respetar los retranqueos establecidos en la normativa urbanística. En ningún caso se podrá interrumpir el tránsito ganadero de la vía pecuaria. SÍ. El monte se localiza en áreas muy marginales de las parcelas y el polígono no será afectado. No obstante, dada la proximidad de la fuente semillera, la Consejería de Fomento y Medio Ambiente puede pronunciarse de forma desfavorable en caso de solicitarse autorización para la tala de pies arbóreos de encinas en las zonas alledañas.	En caso de ocupación (por ejemplo, línea de evacuación eléctrica), autorización para la ocupación temporal de vías pecuarias ante el Servicio Territorial de Medio Ambiente de Palencia. -
PATRIMONIO CULTURAL	De acuerdo a las Normas Urbanísticas Municipales de Pedraza de Campos, en las parcelas de la zona norte existen dos áreas arqueológicas inventariadas. La localizada más al norte estaría asociada al entorno de la Ermita del Salvador, mientras que la que se localiza más al sur se encuentra junto al Camino de Picones, en el enclave del Páramo de Buenavista. En el entorno de las parcelas en estudio se ubican varios BIC	SÍ. Cualquier tipo de obra o movimiento de terreno que pretenda realizarse en estas zonas deberán contar con autorización previa del órgano competente en materia de patrimonio cultural. Será necesaria la presentación de un estudio arqueológico para la obtención de la licencia municipal. Por otra parte, se precisa la realización de una prospección arqueológica en las parcelas para descartar la presencia de hallazgos o yacimientos arqueológicos no inventariados. Trámite obligatorio dentro del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.	Autorización de prospección arqueológica y elaboración de informe de impacto cultural ante el Servicio Territorial de Cultura y Turismo de Palencia. Autorización de no afectación a BIC por parte de la Comisión Territorial de Patrimonio Cultural de Palencia en base a la Ley 12/2002 de 11 de julio, y el Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León

Factor ambiental	Descripción	¿Posibles limitaciones?	Tramitación necesaria
		Un elevado impacto paisajístico sobre los BIC, puede llegar a condicionar la viabilidad del proyecto. Se recomienda por lo tanto valorar tanto en la elección de las parcelas como en el diseño del Lay Out aquellas áreas con menor visibilidad desde los BIC	
URBANISMO	El área de estudio se ubica en suelos clasificados como: 1. Suelo Rústico Común, Suelo Rústico de Protección Natural (Forestal), Suelo Rústico de Protección Natural (Vía Pecuaria), Suelo Rústico con Protección de Infraestructuras (Red Eléctrica) y Suelo Rústico con Protección de Infraestructuras (Carretera), en el T.M. de Ampudia. 2. Suelo Rústico Común, Suelo Rústico de Protección de Márgenes de Riberas (Arroyos), Suelo Rústico de Protección Natural (Zona de Protección Forestal), Suelo Rústico con Protección de Infraestructuras (Protección de Tendidos Eléctricos), Suelo Rústico con Protección de Infraestructuras (Protección de Parque Eólico) y Suelo Rústico de Protección Cultural (Yacimientos Arqueológicos), en el T.M. de Pedraza de Campos.	SÍ. Se han detectado discrepancias entre el Reglamento Urbanístico de Castilla y León y la normativa municipal, que resulta más restrictiva. De este modo, tal como está formulada la normativa municipal, se entiende que la instalación de infraestructuras de producción energética quedaría prohibida en varias de las categorías de suelo interceptadas. De esta forma, sería necesario obtener la declaración de interés público del proyecto, o promover una modificación de las normas urbanísticas para poder implantar en aquellas categorías que lo permitan bajo dicho supuesto.	Autorización de uso excepcional en suelo rústico ante los Ayuntamientos de Ampudia y Pedraza de Campos. PREVIO: se recomienda solicitar Informe de Compatibilidad Urbanística.
ORDENACIÓN TERRITORIAL	De acuerdo a las Directrices de Ordenación de Ámbito Subregional de la Provincia de Palencia, el área de estudio no se localiza en corredores ecológicos, corredores verdes, o ASVE.	NO. El área de estudio no se localiza en corredores ecológicos, corredores verdes, o ASVE.	-
RIESGOS AMBIENTALES	El área de estudio se localiza en una zona de peligro bajo de incendios forestales, con un riesgo local de incendios forestales entre bajo (T.M. Ampudia) y Muy Bajo (T.M. Pedraza de Campos).	SÍ. El proyecto deberá contener las correspondientes medidas de protección contra incendios y se deberá tener en cuenta lo establecido en la Orden FYM/510/2013 debido a la colindancia con masas arboladas. La administración está solicitando retranqueos de 5 a 10 metros del cerramiento respecto a las masas forestales (zona de paso para vehículos de extinción de incendios).	-

Con los resultados obtenidos se realiza una búsqueda de aquellas parcelas que menores limitaciones ambientales y urbanísticas supongan para el desarrollo del proyecto.

3.5.2 DOCUMENTO DE ALCANCE AMBIENTAL

El documento de alcance ambiental es un estudio que se realiza a la par con el anteproyecto de ingeniería con el que se solicita la modificación del punto de acceso y conexión para la hibridación del parque eólico con la planta solar fotovoltaica. El fin del documento de alcance es evaluar si el proyecto que se presenta en, el anteproyecto es medioambientalmente viable, evaluar las repercusiones que puede tener y que soluciones se pueden implementar. Por norma general no es necesario realizar un documento de alcance medioambiental, sin embargo, REE lo tiene en cuenta a la hora de priorizar las solicitudes de acceso y conexión.

Se debe destacar que en el documento de alcance se deben estudiar cuatro alternativas:

- Alternativa 0: La no realización del proyecto
- Alternativa 2: El Proyecto en cuestión
- Alternativa 1 y 3: Son dos alternativas con mayor impacto ambiental negativo que la alternativa 2

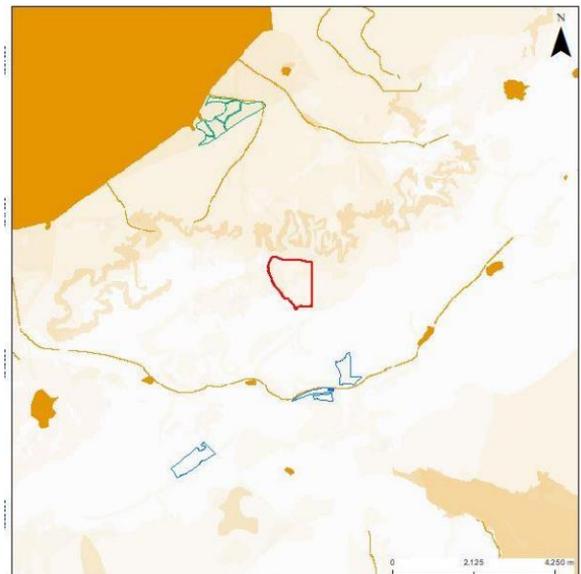
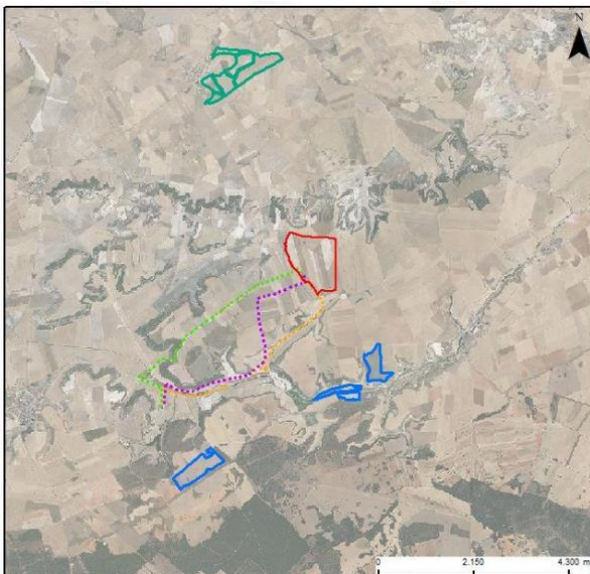


Ilustración 14: Alternativas Medioambientales

De esta manera se hace un estudio medioambiental sobre las tres alternativas para demostrar de esta manera que la del proyecto que se va a llevar a cabo es la mejor alternativa. A continuación, se muestra una tabla comparativa de los diferentes rasgos medioambientales mostrando como la alternativa 2, el proyecto, es la alternativa más viable.

FACTOR DEL MEDIO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Atmósfera, ambiente sonoro y contaminación lumínica	Red	Verde	Amarillo
Medio Edáfico	Verde	Verde	Amarillo
Aguas superficiales y subterráneas	Amarillo	Verde	Amarillo
Geología y geomorfología	Verde	Verde	Verde
Vegetación	Amarillo	Verde	Púrpura
Fauna	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Procesos	Verde	Verde	Verde
Figuras de especial protección	Red	Verde	Verde
Medio socioeconómico	Verde	Verde	Verde
Patrimonio Cultural	Púrpura	Verde	Amarillo
Paisaje	Púrpura	Amarillo	Amarillo

FACTOR DEL MEDIO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Aguas superficiales y subterráneas	Verde	Amarillo	Amarillo
Geología y geomorfología	Verde	Verde	Amarillo
Vegetación	Verde	Amarillo	Amarillo
Fauna	Verde	Verde	Red
Procesos	Verde	Verde	Verde
Figuras de especial protección	Verde	Verde	Amarillo
Medio socioeconómico	Verde	Verde	Verde
Patrimonio Cultural	Amarillo	Verde	Verde
Paisaje	Verde	Verde	Amarillo

Además, sobre la alternativa del proyecto en cuestión se realizan unos estudios detallados sobre su afección sobre el medio, cuyos resultados se muestran en el Anexo IX. Una vez se realiza el documento de alcance ambiental, este es remitido al Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico y se adjunta el justificante de presentación a la solicitud de la modificación del punto de acceso y conexión.

3.5.3 ESTUDIO DE IMPACTO CULTURAL Y PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA

Para poder realizar un estudio de impacto cultural y prospección arqueológica se debe primero presentar al servicio territorial de la provincia afectada por la planta solar fotovoltaica el permiso para realizar las tareas de prospección arqueológica como estudio adjunto del estudio de impacto ambiental.

Una vez recibido el permiso de prospección arqueológica se pueden realizar los trabajos de campo y el estudio de prospección donde se define el área de intervención se describe sus características geológicas, hidrográficas, paisajística y climatológicas. De esta manera en el estudio de prospección se incluyen los siguientes puntos:

- Se describe la documentación arqueológica antigua existente sobre el terreno donde se va a desarrollar el proyecto de la planta solar fotovoltaica.
- Se describe la normativa urbanística vigente del municipio(s) afectado(s)
- Se estudian los elementos considerados como Bienes de Interés Cultural más próximos al proyecto y se estudian si los mismos pueden ser afectados
- Se realiza un estudio arquitectónico sobre la zona próxima a la instalación
- Se describe la toponimia de la zona
- Se describen si hay edificaciones de carácter etnológico

Una vez realizados los puntos anteriores se describen los elementos encontrados a través del trabajo de campo de la prospección y se determinan su posible interés arqueológico y las posibles afecciones que podrá tener la planta solar fotovoltaica y su línea de evacuación. Cabe destacar que para el proyecto en cuestión no se detectaron ningún elemento arqueológico que pudiese poner en peligro el desarrollo del proyecto. Una vez realizado el estudio de prospección este se le es enviado a la comunidad autónoma en cuestión para que remita de carácter oficial la aceptación por la parte arqueológica de la construcción del proyecto.

3.5.4 ESTUDIO DE FAUNA

Para poder realizar un proyecto de carácter renovable, y según establece la normativa, se debe tener un ciclo anual completo de la fauna en un perímetro de 5km alrededor de la instalación para que se pueda otorgar una declaración de impacto ambiental positiva. Cada mes se realizan trabajos de campos tanto diurnos como nocturnos para realizar el avistamiento de especies, en concreto de aves en cuyos trabajos se describen en una ficha de campo de las especies avistadas tal como se muestra en la Ilustración 15.

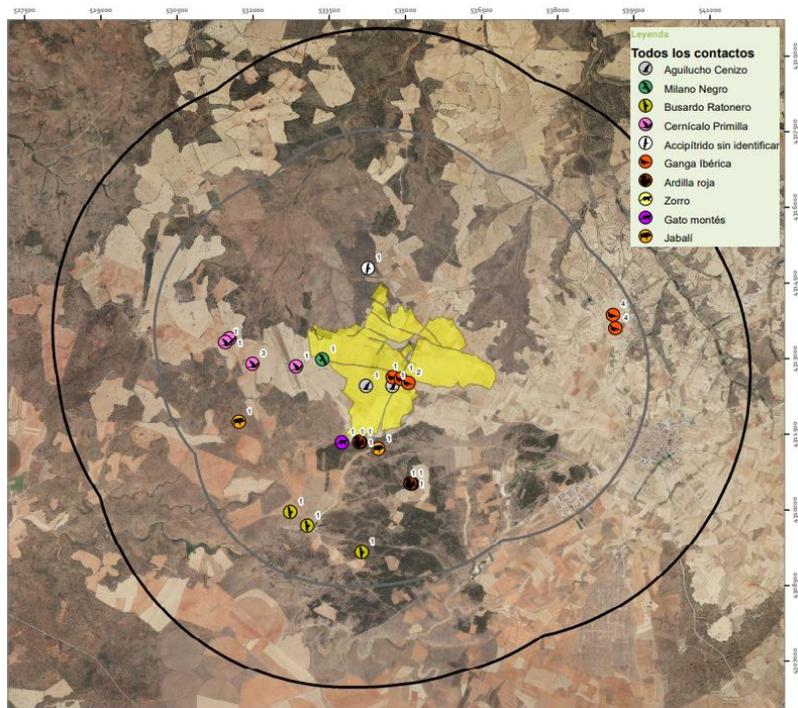


Ilustración 15: Estudio de Campo de avistamiento de Fauna

3.5.5 ESTUDIO DE INCIDENCIA PAISAJÍSTICA

El estudio de incidencia paisajística es un anexo del Estudio completo de impacto ambiental en el cual se busca primero dar una imagen actual del terreno donde se pretende realizar la planta solar fotovoltaica y segundo estimar que afecciones tanto positivas como negativas tendrá la planta solar sobre el paisaje.

Como primer parte del estudio se menciona toda la normativa relevante al paisaje que nos podemos encontrar, en cuyo caso de este trabajo fin de máster la normativa aplicable para el estudio paisajístico sería la siguiente.

- Autonómica
 - Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León
 - Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León
 -

- Regional:
 - Decreto 6/2009, de 23 de enero, por el que se aprueban las Directrices de Ordenación de Ámbito Subregional de la provincia de Palencia
- Municipal:
 - ACUERDO de la Comisión Territorial de Urbanismo de Palencia, por el que se aprueba definitivamente las Normas Urbanísticas Municipales del Municipio de Pedraza de Campos
 - ACUERDO de 12 de mayo de 2009, de la Comisión Territorial de Urbanismo de Palencia, de aprobación definitiva de las Normas Urbanísticas Municipales de Ampudia (Palencia), Subsanación de Deficiencias

Una vez se ha descrito la normativa aplicable sobre el paisaje y la importancia que tiene la realización del estudio se realizar una descripción de la localización de la planta solar fotovoltaica, incluyendo tanto la parte de ingeniería como la de medio ambiente. Con ello se procede a realizar un estudio de caracterización del paisaje del ámbito de estudio, donde se realiza un estudio del paisaje actual estudiando los tipos de paisajes y se hace referencia a las unidades del paisaje según las siguientes características:

- Forma: es el volumen o superficie de un objeto u objetos que aparecen unificados tanto por la configuración que presentan en la superficie del terreno como por el emplazamiento conjunto sobre el paisaje. Las formas se caracterizan por su geometría, complejidad y orientación.
- Línea: es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales o cuando los objetos se presentan con una secuencia unidireccional. La línea se caracteriza por su fuerza, complejidad y orientación respecto a los ejes principales del paisaje.
- Color: es la propiedad de reflejar la luz con una particular intensidad y longitud de onda, que permite al ojo humano diferenciar objetos que de otra forma serían idénticos. Es la principal propiedad visual de una superficie.

- Textura: es la agregación indiferenciada de formas o colores que se perciben como variaciones o irregularidades de una superficie continua. La textura se clasifica por:
 - Grano (fino, medio o grueso): tamaño relativo de las irregularidades superficiales.
 - Densidad: espaciamiento de las variaciones superficiales.
 - Regularidad: grado de ordenación y homogeneidad en la distribución espacial de las irregularidades superficiales.

A continuación, se presenta en la Ilustración 16 un plano con las diferentes unidades del paisaje encontradas en el proyecto en cuestión.

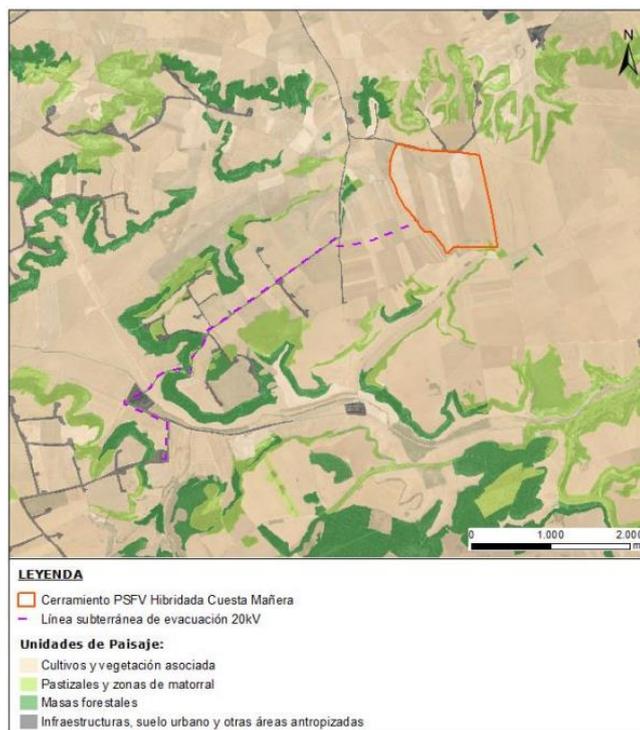


Ilustración 16: Unidades de Paisaje

Entre las diferentes unidades de paisaje a describir se encontrarían las siguientes:

- Cultivos, pastizales y matorrales
- Masas forestales

- Zonas de matorral y herbazal
- Infraestructuras, suelo urbano y otras áreas antropizadas

Una vez descrita se procede a realizar el análisis de afección paisajística según la clasificación de calidad visual por el método de Bureau of land management, 1980, teniendo en cuenta la siguiente puntuación:

Morfología	Relieves muy montañosos, o de gran diversidad superficial, o sistemas de dunas, o con algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas de interés, o relieve variado, presencia de formas interesantes pero no dominantes.	Colinas suaves, fondos de valles planos, no hay detalles singulares.
	5 puntos	3 puntos	1 punto
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas y texturas interesantes.	Alguna variedad en los tipos de vegetación, pero una a dos.	Poca o ninguna variedad y contraste.
	5 puntos	3 puntos	1 punto
Agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, cascadas o láminas de agua.	Agua en movimiento, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5 puntos	3 puntos	0 puntos
Color	Combinaciones de color intensas y variadas.	Alguna variedad de colores, pero no de carácter dominante.	Muy poca variedad de colores, contrastes apagados.
	5 puntos	3 puntos	1 punto
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no influye en la calidad del conjunto.
	5 puntos	3 puntos	0 puntos
Rareza	Único o poco frecuente en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	6 puntos	2 puntos	1 puntos
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente indeseadas.	La calidad escénica está afectada, aunque no en su totalidad.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
	2 puntos	1 puntos	0 puntos

Con esta puntuación se procede a determinar la afección del paisaje que tiene cada una de las unidades paisajísticas según su puntuación de capacidad de absorción visual (CAV) representadas en la siguiente Tabla 11:

Unidad	P	D	E	V	R	C	C.A.V.	Frágil.
Cultivos y vegetación asociada	3	1	1*	1	1	1	15	Alta
Masas forestales	1	2	3	3	2	2	12	Muy alta
Zonas de matorral y herbazal	2	1	2	2	3	1	18	Alta
Infraestructuras, suelo urbano y otras áreas antropizadas	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11: Resultados CAV

Finalmente, se procede a realizar un plano sobre la afección del proyecto en una envolvente de 5 km alrededor de la planat solar fotovoltaica tal como se muestra en la .

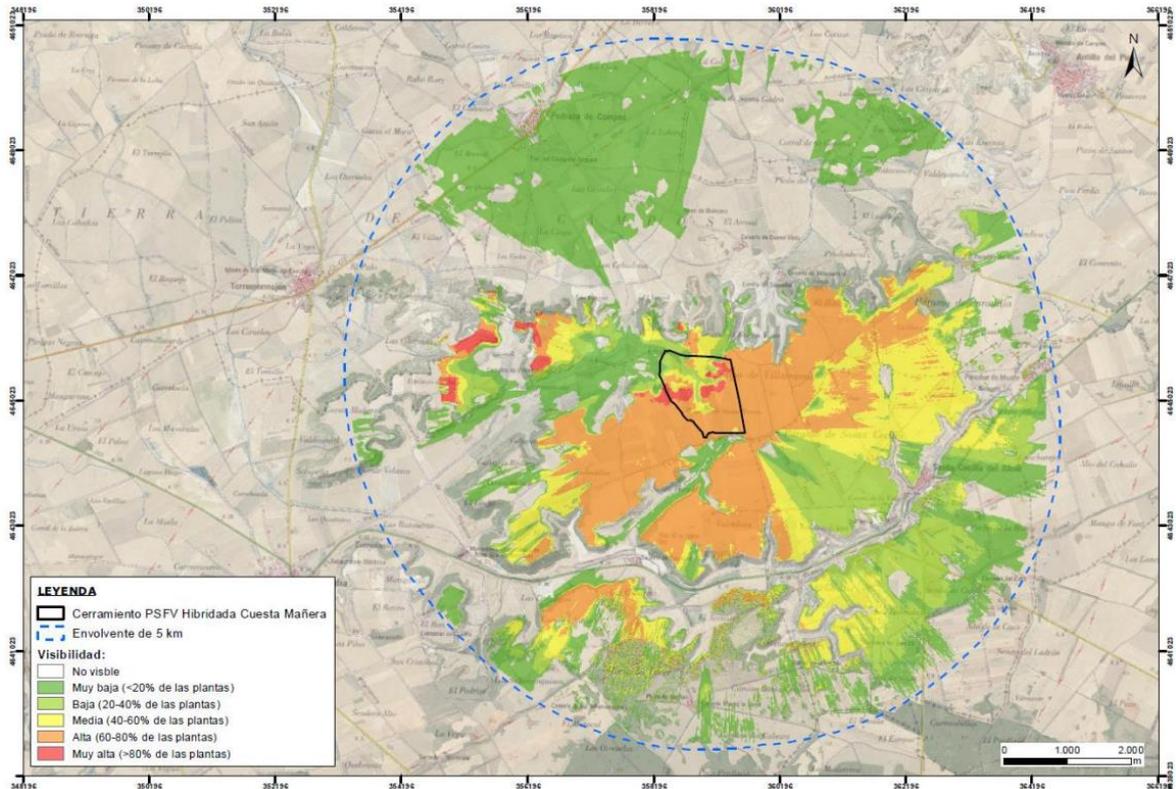


Ilustración 17: Afección Paisajística del Proyecto

3.5.6 INFORME DE REPERCUSIONES SOBRE RED NATURA 2000

El informe de repercusiones de Red Natura tiene como objetivo principal indicar que el proyecto no tendrá ninguna afección sobre el espacio considerado de gran interés ambiental que es la Red Natura 2000, espacio en el cual no se puede realizar ningún tipo de proyectos. Se pueden dividir los espacios de Red Natura 2000 en tres categorías diferentes:

- ZEC - Zona de Especial Conservación
- ZEPA – Zona de Especial Protección para las Aves
- LIC – Lugares de Importancia Comunitaria

Para el proyecto en cuestión, como la planta se prevé que se construya en la región de Castilla y León se realiza una descripción del Espacio Red Natura en dicha Comunidad Autónoma. Castilla y León cuentan con 120 áreas designadas como ZEC que incluyen la región biogeográfica mediterránea y atlántica que representan una superficie de 1.890.597 ha, y 70 ZEPA que abarcan una superficie de 1.997.971 ha, lo que supone respectivamente el 20,60% y el 21,20% de la superficie regional. De forma global, teniendo en cuenta el solapamiento existente entre distintos espacios, la superficie total de la Red en Castilla y León es de 2.461.759 ha, y ocupa el 26,13% del territorio regional. La Red Natura 2000 de Castilla y León supone el 16,63% de la Red Natura 2000 de España y el 2,37% de la superficie a nivel europeo, lo que da idea de la gran biodiversidad de la región.

Para la planta solar fotovoltaica se estima que no habrá ningún tipo de afección en los espacios definidos como Red Natura 2000, estando este ubicado a 4,2 km al noroeste de la ZEPA “La Nava – Campos Sur” (ES0000216). Además, dentro de la envolvente de 5 km que determina el alcance del presente estudio se localiza también otro espacio de la Red Natura 2000: la ZEC “Montes Torozos y Páramos de Torquemada y Astudillo” (ES4140129).

La metodología llevada a cabo para determinar la afección sobre Red Natura 2000 se precisa de una serie de datos que permitan elaborar un estudio de afección competente. Para ello, se ha utilizado la siguiente información:

- Formularios Normalizados de Datos MITERD de la Red Natura 2000
- Planes Básicos de Gestión y Conservación de los Espacios Protegidos Red Natura 2000
- Cartografía incluida en los Planes Básicos de Gestión y Conservación de los espacios Red Natura 2000
- Atlas y manual de los hábitats naturales y seminaturales de España (2005). MITERD
- Inventario Español de Especies Terrestres (2015). MITERD
- Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28. Comisión Europea

A continuación, se presenta a modo de esquema el procedimiento de evaluación llevado a cabo para el análisis de afección y/o evaluación de impactos sobre la Red Natura 2000.

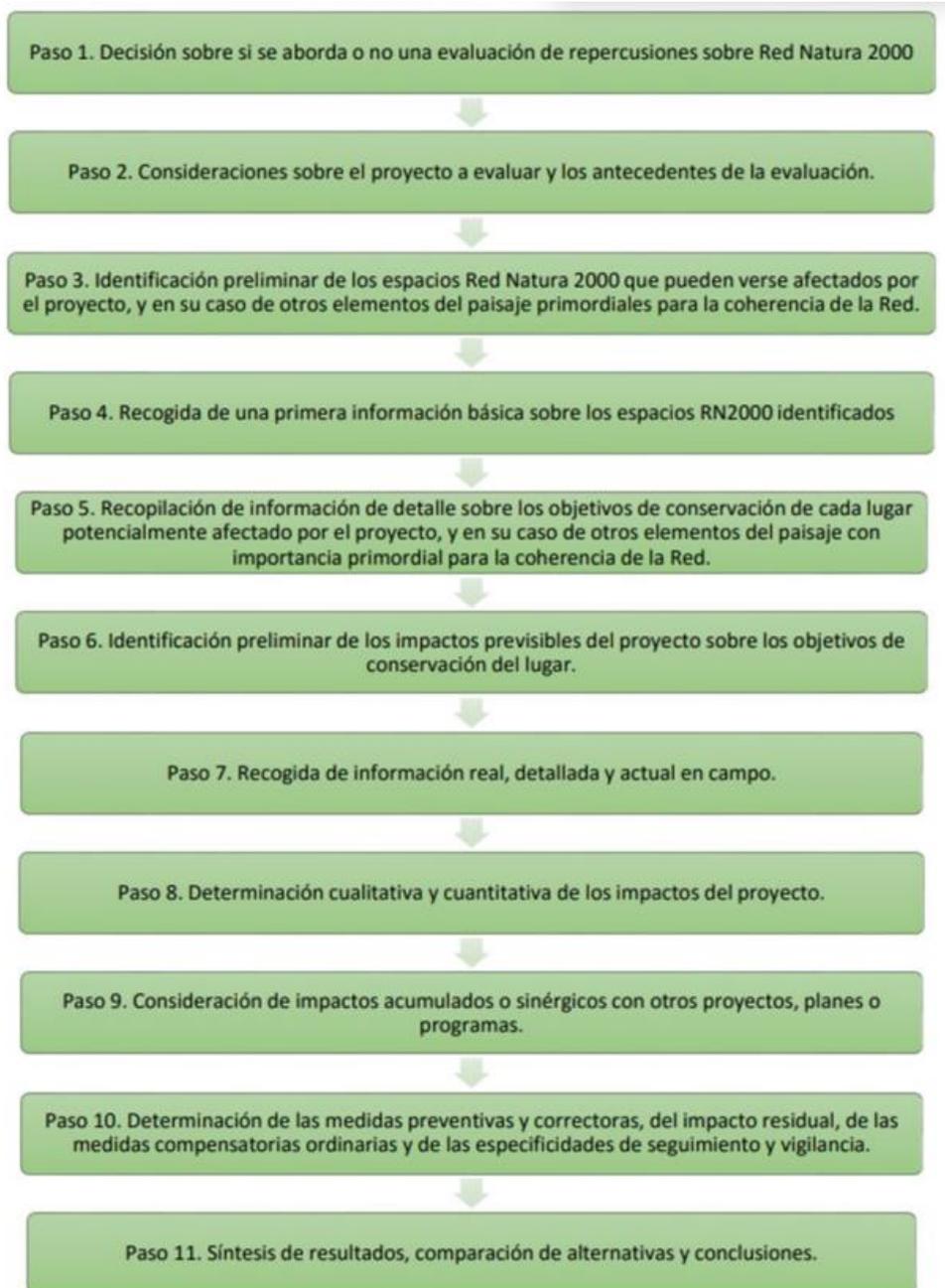


Ilustración 18: Metodología de determinación de afección sobre Red Natura 2000

3.5.7 MEMORIA DE AUTORIZACIÓN OBRAS EN ZONA DE POLICÍA Y DPH

Una de las solicitudes que se debe realizar es la solicitud de poder realizar obras en zonas denominadas de policía y zonas de dominio público hidráulico (DPH). Por el cual si el proyecto se encuentra próximo a un cauce, arroyo o río se deberá solicitar esta solicitud para que se permitan las obras la zona en cuestión. Para ello la memoria deberá contar con los antecedentes y la descripción del proyecto.

Una vez se refleja el proyecto se describen las características del cauce afectado y se reflejan todas las posibles afecciones que puedan tener sobre las zonas de policía y DPH. En el caso en cuestión, el proyecto se encuadra en la cuenca hidrográfica del río Duero. Según la información de la Confederación Hidrográfica del Duero, de un área de 5 km alrededor del proyecto, se pueden distinguir las siguientes cuencas vertientes:

- Río Valdeginete (Id: 1800035) desde cabecera hasta confluencia con río Retortillo (Id: 1800129), y arroyo Saetín (Id: 1810154) (Identificador de la cuenca: 248), sobre la que se sitúa el proyecto en su totalidad.
- Río Valdeginete (Id: 1800035) desde confluencia con río Retortillo (Id: 1800129) hasta confluencia con río Carrión (Id: 1800005) y arroyo del Salón (Id: 1800083) (Identificador de la cuenca: 250).
- Río Anguijón (Id: 1800149) desde confluencia con arroyo del Valle de Fuentes (Id: 1802839) hasta confluencia con río Sequillo (Id: 1800018), y arroyos del Azadón (Id: 1800324), de Quintanamarco (Id: 1800551) y del Valle de Fuentes (Id: 1802839) (Identificador de la cuenca: 124).
- Río Pisuerga (Id: 1800003) desde límite del LIC “Riberas del río Pisuerga y afluentes” hasta ciudad de Valladolid (Identificador de la cuenca: 264).
- Río Pisuerga (Id: 1800003) desde aguas abajo de confluencia con arroyo del Prado (Id: 1800525) hasta límite del LIC “Riberas del río Pisuerga y afluentes” (Identificador de la cuenca: 263)

Las cuencas vertientes de estudio se muestran a continuación en la Ilustración 19.

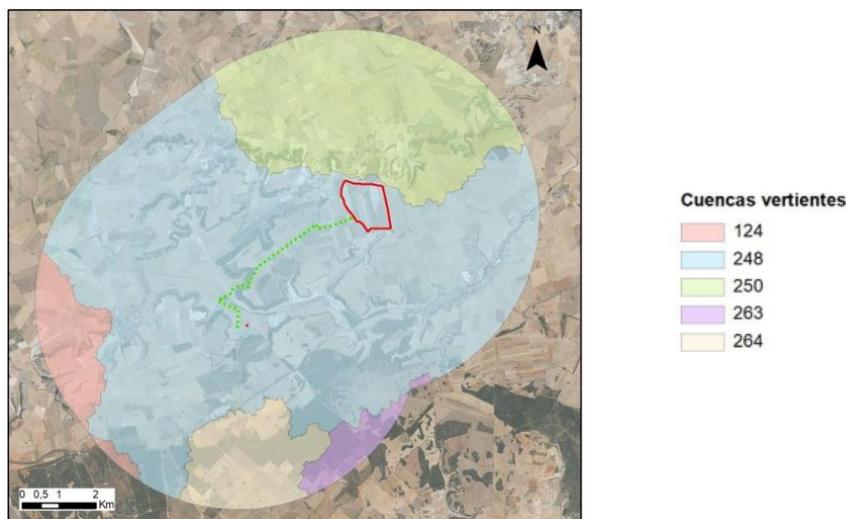


Ilustración 19: Cuencas vertientes de estudio

Tras realizar la memoria se debe presentar esta junto a dos solicitudes por separado, una para solicitud de obras en zona de policía y la siguiente para las obras en zona DPH y ambas dirigidas en el caso en cuestión a la confederación hidrográfica del Duero. Es importante realizar esta solicitud a la par que la solicitud de la declaración de impacto ambiental ya que ambas solicitudes suelen recibir respuesta en los mismos tiempos.

3.5.8 RESUMEN EJECUTIVO PARA SOLICITUD DE DIA FAST-TRACK

El resumen ejecutivo se trata de un resumen del estudio de impacto ambiental completo el cual se debe realizar cuando se quiere solicitar una DIA Fast-Track si el proyecto cumple con las condiciones para ello. De esta manera lo que se intenta conseguir es que la DIA en vez de recibir respuesta en un año o año y medio, al determinar que el proyecto es de afección ambiental baja la respuesta de la DIA debería durar entre 6 y 8 meses. Reduciendo considerablemente de esta manera el tiempo de desarrollo del proyecto. Por ello con el resumen ejecutivo se solicita a la subdirección General de Evaluación Ambiental que estime el proyecto de baja afección ambiental y que se realice DIA por la vía rápida. En este resumen ejecutivo, como en el resto de los trabajos ambientales se comienza describiendo los antecedentes, el objeto y el alcance de carácter vinculante del proyecto. A su vez se

vuelve a describir todos los aspectos esenciales de la planta solar fotovoltaica como la localización, el número de paneles y su tipo, los seguidores, etc.

Una vez descrito el proyecto se hacen resúmenes de los diversos anexos del estudio de impacto ambiental en el cual se describen los impactos sobre los factores ambientales, los cuales para el proyecto en cuestión serían los siguientes:

- Afección sobre Red Natura 2000, espacios protegidos y hábitats de interés comunitario
- Afección a la biodiversidad, especies protegidas, amenazadas y catalogadas
- Afección por vertidos a cauces públicos
- Afección por generación de residuos
- Afección por la utilización de los recursos naturales
- Afección al patrimonio cultural
- Incidencia socioeconómica sobre el territorio
- Afecciones sinérgicas

Finalmente se incluye una afección ambiental global en el cual se presenta una tabla sinóptica sobre los efectos globales de la planta solar fotovoltaica en todas sus fases: previa, construcción, operación y desmantelamiento. A continuación, se muestra la Tabla 12: Cuadro Sinoptico del Impacto Global con las afecciones globales del proyecto.

Tabla 12: Cuadro Sinoptico del Impacto Global

Tipo de impacto	Positivos	Compatibles	Moderados	Severos	Críticos	TOTALES
Número de impactos en la fase previa	0	1	0	0	0	1
Número de impactos en la fase de construcción	2	63	4	0	0	69
Número de impactos en la fase de explotación	3	17	0	0	0	20
Número de impactos en la fase de desmantelamiento	12	12	1	0	0	25

Se identificaron 98 impactos negativos, de los cuales sólo 5 fueron definidos como moderados y 93 como compatibles o no significativos con el medio en el que se desarrolla el proyecto. De estos 5 impactos moderados, cuatro son identificados sobre los suelos, a vegetación y la fauna por modificación del hábitat, asociados a las labores de desbroce y despeje, retirada del suelo fértil en fase de construcción. Por último, se identifica un impacto moderado en fase de desmantelamiento sobre el nivel o calidad de vida tras el fin de la actividad. A este respecto, se han establecido una serie de medidas protectoras y correctoras para minimizar estos impactos, entre las que destacan las medidas referidas a la protección de la avifauna y la vegetación. Tras su aplicación, estos impactos pasan a valorarse como compatibles.

De las acciones durante la fase de construcción, las más impactantes serán los movimientos de tierras y excavaciones, el desbroce y despeje, el transporte de materiales, circulación y funcionamiento de la maquinaria y la apertura y acondicionamiento de viales; mientras que en la fase de explotación las acciones más impactantes se corresponden con la presencia de las infraestructuras de la planta solar hibridada.

Los impactos positivos repercutirían de manera directa sobre la socioeconomía de la zona y la calidad atmosférica. Los impactos positivos se producen por la creación de empleo temporal y permanente, tanto en la fase de construcción y desmantelamiento como en la de operación de la planta por el aumento del nivel y calidad de vida de las zonas afectadas, pues este tipo de proyectos reactivan los ingresos de las zonas debido a las tasas de licencia de obras, así como los cánones de instalación del parque, mejora de las infraestructuras, impuestos anuales, etc. Otro impacto positivo se genera sobre la disponibilidad de recursos motivado por la generación y distribución de energía renovable frente a otro tipo de energías, reduciendo con ello el consumo de combustibles fósiles y generando un impacto positivo sobre el cambio climático.

De esta manera en el resumen ejecutivo del estudio de impacto ambiental de planta solar fotovoltaica en cuestión se determina que, pese a que podrían producirse efectos negativos sobre el medio, y teniendo en consideración que la valoración arroja los resultados más

desfavorables posibles, analizando una realidad futura en la que se autorizara la planta solar objeto de estudio, se puede concluir que, tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras propuestas en este documento, y con un adecuado Plan de Vigilancia ambiental, el proyecto no producirá un deterioro ambiental o paisajístico relevante. El impacto global del proyecto sobre la conservación de los recursos naturales, y sobre el mantenimiento de la calidad de vida del entorno de influencia resulta compatible.

3.5.9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

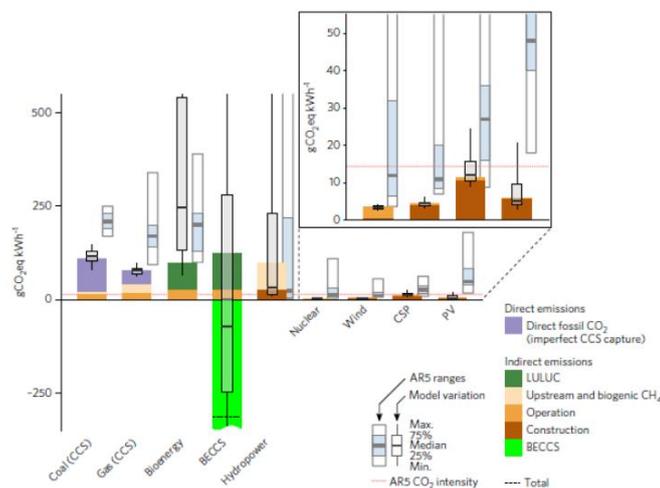
El estudio de impacto ambiental es el documento el cual se le entrega a la Subdirección general de Evaluación Ambiental mediante lo cual se expresa todos los aspectos relevantes, anteriormente descritos, sobre la afección de la planta solar fotovoltaica sobre el medio ambiente. El estudio tiene una longitud entorno a las 500 páginas el cual comienza como el resto de los estudios realizando la descripción del proyecto en cuestión y nombrando los aspectos más generales de la parte de ingeniería como los módulos, los inversores, la línea de evacuación y la subestación. Una vez se describe el proyecto se procede a indicar toda la normativa aplicable al ámbito ambiental a la cual estará sujeta la planta solar fotovoltaica. Cabe destacar que esta normativa se divide entre la normativa europea, la estatal y la autonómica.

Al igual como se realizó en el documento de alcance ambiental, en el estudio de impacto se vuelven a reflejar las alternativas del proyecto en cuestión, dando a ver como la mejor alternativa a llevar a cabo es la alternativa donde se instalará la planta solar fotovoltaica desde un punto de vista medioambiental.

Como se ha comentado anteriormente el Estudio de Impacto Ambiental, incluye todos estudios realizados los cuales dan a conocer que la planta solar fotovoltaica no tendrá impacto grave sobre el medio ambiente y todos los impactos existentes se consideran de carácter compatibles. Dentro de estos estudios se encuentran los ya descritos anteriormente e incluidos a continuación:

- Descripción del proyecto y sus acciones: Se incluye la descripción de las principales características del proyecto, así como de las acciones derivadas del mismo, así como aquellos aspectos relacionados con el consumo de recursos y emisiones. Además, se incluye un esquema como el que se presenta en la Ilustración 20 para dar a conocer como las emisiones de un proyecto de una planta solar fotovoltaica es de las fuentes de energía que menos contamina.

Ilustración 20: Emisiones Directas e Indirectas de Emisiones



- Inventario Ambiental: donde se define el área de estudio afectada, sobre la cual se recopila toda la información relevante para el proyecto. En el ámbito de estudio se tiene en cuenta tanto el área directamente influenciada como la que sufra repercusiones de modo indirecto. Las áreas de estudio variarán dependiendo del elemento del medio que se estudie. Se describe el ámbito territorial donde se ubica el proyecto y los factores ambientales: clima, geología, hidrología, medio biótico, paisaje, estructura territorial, planeamiento urbanístico, áreas protegidas y zonas sensibles y patrimonio cultural atendiendo a la información disponible, incluyendo las visitas de campo realizadas junto con las fichas de campo con los doce meses de estudio de avifauna.
- Identificación y valoración de impactos: Estudiando los elementos que conforman el área de estudio y que son susceptibles de verse afectados por la ejecución del

considera necesario la realización de un Estudio de repercusiones sobre la Red Natura 2000 independiente.

- Valoración de vulnerabilidad del proyecto: Se describen e identifican los posibles riesgos ambientales que pueden afectar al proyecto, así como, si procede, los riesgos de que se produzcan accidentes graves o catástrofes derivados de la ejecución del proyecto. Para el proyecto en cuestión se concluye que no hay ningún riesgo de accidente grave o catástrofe que pueda poner en riesgo el proyecto.
- Medidas propuestas: Se enumeran y definen para cada impacto significativo que pueda tener corrección, las medidas necesarias para prevenir, corregir o compensar los efectos ambientales negativos significativos previstos y así conseguir la integración ambiental del proyecto. Las medidas de corrección se pueden dividir en las siguientes tres:
 - Medidas preventivas y protectoras: Este tipo de medidas serán las aplicables sobre la actividad, ya que modificando las características de la actuación se puede disminuir la agresividad de la misma, o bien sobre la variable o variables potencialmente alteradas, al objeto de reducir su fragilidad. Las medidas incluidas en este grupo evitarán la aparición del impacto o disminuirán su intensidad a priori, por lo que deberán adoptarse previamente a la aparición del mismo.
 - Medidas correctoras: Se corresponden con aquellas medidas para minimizar o corregir los impactos ya originados, en un intento de recuperar el estado inicial o, al menos, disminuir la magnitud del efecto.
 - Medidas compensatorias. Serán las dirigidas a compensar el efecto negativo de la acción mediante la generación de efectos positivos, aprovechando las potencialidades del entorno para acometer trabajos de mejora del medio natural, mediante acciones no necesariamente relacionadas con los impactos que se han provocado.

Cabe destacar que el apartado de medidas correctoras en el Estudio de Impacto Ambiental es estrictamente necesario si se quiere obtener una declaración de

Impacto Ambiental favorable. Además, las medidas compensatorias deberán verse reflejadas en un cronograma tal y como se presentan en la Ilustración 22.

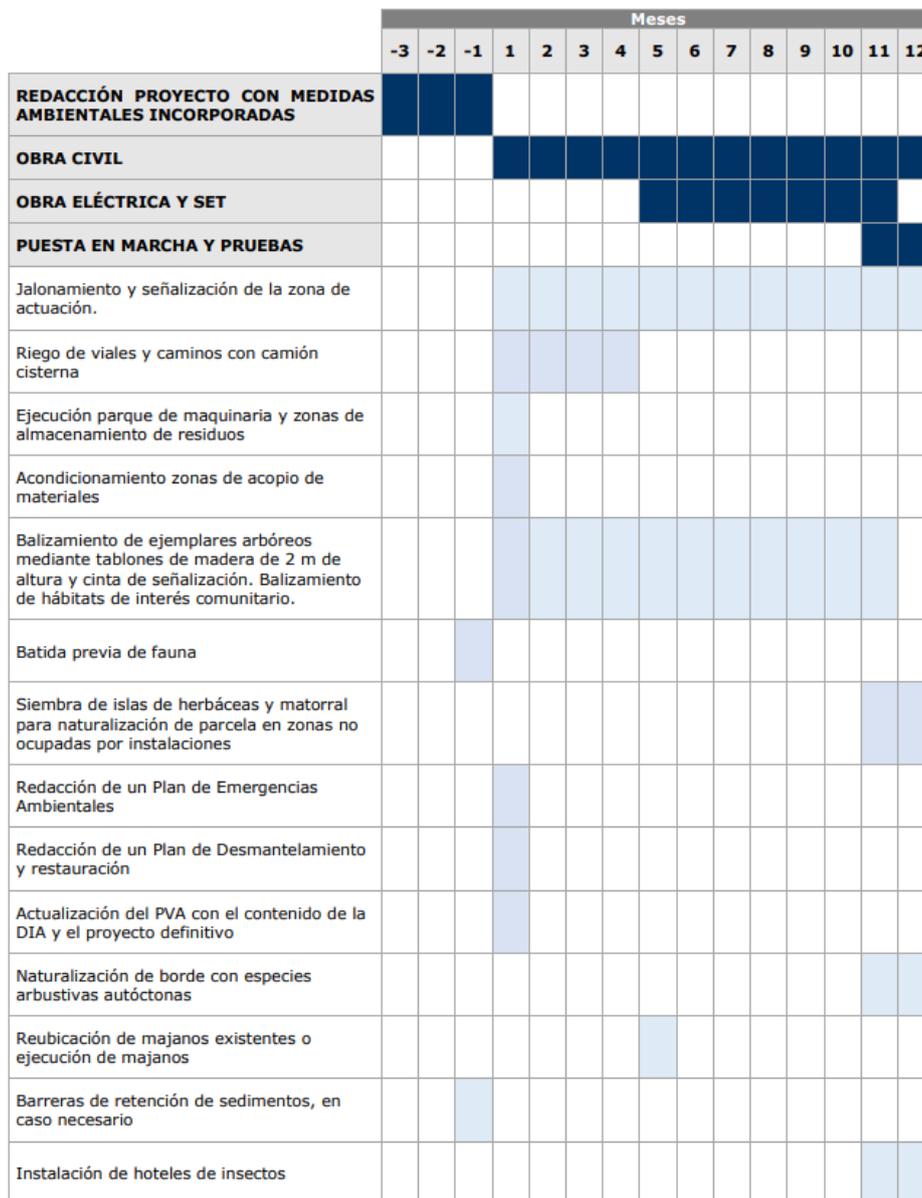


Ilustración 22: Cronograma de Medidas Compensatorias

- Programa de Vigilancia Ambiental: Se desarrolla el programa de actuaciones que garantiza el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras contenidas y vigila los impactos residuales que se ocasionan. Se realizará un plan de vigilancia

para cada uno de los siguientes aspectos en cada uno de los puntos del proyecto ya sea en la fase previa, construcción, operación o desmantelamiento:

- Comprobación documental de la obra
 - Jalonamiento de la zona de ocupación de obra
 - Control/Señalización por la ocupación de la zona de obra
 - Instalaciones Auxiliares
 - Protección atmosférica
 - Gestión de Residuos
 - Limpieza de Cubas de Hormigonado
 - Conservación de los suelos (Compactación)
 - Control de la retirada y acopio de tierra vegetal
 - Conservación de los suelos en niveles erosivos
 - Conservación de la composición del suelo y niveles de las aguas
 - Protección de calidad de las aguas
 - Protección de la vegetación
 - Protección de la fauna
 - Protección de los bienes etnológicos y arqueológicos
-
- Documento de Síntesis: Se presenta un resumen en lenguaje no excesivamente técnico que sintetiza de manera clara y concisa las conclusiones relativas a las diferentes partes del estudio de impacto ambiental, aportando un diagnóstico final sobre las estimaciones de los impactos que producirá la ejecución del proyecto.

Con dicho Estudio de Impacto Ambiental se presenta el mismo a través de la página web RedSara mediante la firma electrónica de la sociedad que lleva a cabo el proyecto a la Dirección General de Política Energética y Minas. Esta Dirección General es la encargada de transmitir la información a los diferentes órganos sustantivos, tanto estatales como autonómicos para que ellos puedan realizar las alegaciones que estimen necesarias. Si el

proyecto no presenta ningún riesgo para el medio ambiente se estima que se obtenga una Declaración de Impacto Ambiental favorable y que las medidas compensatorias no pongan en riesgo al proyecto de la planta solar fotovoltaica y de esta manera obtener su estado “*Ready to Built*” y de esta manera poder comenzar con la construcción del proyecto.

Capítulo 4. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

4.1 MOTIVACIÓN

Tras el estallido del conflicto bélico entre Rusia y Ucrania el pasado mes de febrero de 2022, en España, como en el resto del mundo se ha visto una escalada en los precios energéticos debido al encarecimiento del gas. De esta manera se ha visto la importancia que existe en la sociedad de tener un mix energético y no depender de una sola tecnología para el suministro de energía de una sociedad. Una solución viable para solventar este problema es la implementación de los sistemas híbridos para la generación de energía, haciendo además que estas provengan de fuentes renovables. De esta manera se reduce la dependencia del gas y se sustituye por energías limpias que reducen el efecto invernadero y la emisión de gases para reducir el impacto medioambiental energético.

Desde el punto de vista financiero como motivación para llevar a cabo proyectos de hibridación son dos principalmente. El primero es que la inversión inicial del proyecto es mucho menor ya que primero los avales a depositar son la mitad a cualquier otro proyecto de energía renovable. Y segundo, que la tecnología al conectarse a la misma línea de evacuación al del parque ya existente no es necesario tener que invertir en toda la infraestructura de evacuación ni modificaciones en las subestaciones de alto coste como supondría cualquier otro proyecto de generación eléctrica.

4.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo llevar a cabo el desarrollo de una hibridación sobre un parque eólico ya operativo con tecnología solar fotovoltaica. Se busca como objetivo final coger el proyecto desde su fase inicial y desde este punto llevarlo al estado RtB. Para ser capaces de hacer esto podemos dividir el proyecto en los siguientes objetivos.

Objetivos:

- Realizar estudios técnicos y medioambientales preliminares para la realización de la hibridación sobre el parque eólico
- Firma de terrenos con todos los propietarios necesarios
- Documentación necesaria para llevar a cabo la consulta previa con red y su aceptación
- Presentación y aceptación del aval para la hibridación
- Documentación necesaria para solicitar la modificación del punto de acceso y conexión
- Trabajos medioambientales y estudio de impacto ambiental
- Proyecto Técnico Administrativo
- Solicitud de AAP, AAC y DIA
- Otras consultas con los Órganos administrativos

4.3 ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Para este proyecto se podrían establecer como objetivos del desarrollo sostenible los siguientes puntos:

- 7. Energía asequible y no contaminante: ya que por un lado la energía renovable tiene objetivo reducir la huella de carbono en la producción de energía y por otro lado intenta reducir la independencia del gas que como se ha visto en el último año ha hecho que el precio de la energía se dispare y muchos hogares no sean capaz de hacer frente a estos precios.
- 8. Trabajo decente y crecimiento económico: ya que uno de los objetivos establecidos por el gobierno español es que en el año 2030 es tener una generación de energía 100% proveniente de fuentes renovables. Por tanto, el proyecto de la hibridación del

parque eólico en cuestión es una vía para la obtención de este objetivo y por tanto una vía para el crecimiento económico del país.

- 12. Producción y consumo responsable: ya que la hibridación busca como objetivo reutilizar o dar un mejor uso a las infraestructuras eléctricas ya existentes, ampliando de esta manera su vida útil y haciéndolas más rentables. De esta manera se consigue reducir los costes de desarrollo y hacer que el desarrollo de los nuevos sistemas de producción de energía sea más sostenible.



Ilustración 23: Objetivos ODS

Capítulo 5. DESARROLLO Y METODOLOGÍA

5.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología llevada a cabo en el proyecto fin de máster en cuestión, es la metodología Agile la que actualmente se está empezando a llevar a cabo por las industrias de forma innovadora. Con la metodología Agile las empresas buscan un incrementando de su organización y eficiencia a la hora de trabajar, a su vez se busca romper con la estructura lineal tradicional de la planificación de proyectos ya que estos normalmente se extendían en el tiempo por ser poco productivos y sobre todo no tenían en cuenta posibles cambios o actualizaciones sobre el proyecta hasta que este hubiese llegado a su fin. (UNIVERSIA, 2018). Dicha metodología se centra, principalmente, en ser ágil (como su propio nombre indica) y ser flexible para de esta forma poder realizar proyectos de una forma óptima. De esta manera esta metodología se puede considerar la óptima para el desarrollo de este proyecto debido a que muchas de las tareas ocurren de manera simultánea y debe existir una comunicación y coordinación entre todos los miembros del equipo que desarrollen el proyecto para que todas las tareas sean realizadas con el orden correcto y a la par de las tareas correspondientes. Cuando un proyecto se ejecuta mediante la metodología agile se busca en obtener entregas de trabajo veloces y continuas viendo mínimos cambios, pero cambios reales en el proyecto, para de esta manera poder obtener lo que se considera un mínimo producto viable (MPV). Para obtener este mínimo producto viable se establecían reuniones semanales donde cada miembro del equipo comentaba las tareas que había realizado nuevas e indicaban las nuevas metas a realizar a lo largo de esa semana, las cuales eran tareas que aportaban valor al proyecto ya que eran necesarias y eran reales en la medida del tiempo. Para ello, se debe tener necesariamente una planificación coordinada y organizada con el objetivo siempre enfocado en que el proyecto salga adelante y con la metodología agile esto se puede realizar de manera que, si fuera necesario realizar algún cambio, este se pueda realizar de manera más rápida posible para mitigar posibles problemas en el desarrollo. (UNIVERSIA, 2018)

Para este proyecto en concreto, para poder utilizar la metodología Agile, se ha decidido implementar la herramienta de trabajo JIRA, perteneciente a la empresa Atlassian. La herramienta de JIRA consiste en un software para la gestión de proyectos con la cual a partir de un modelo canvas permite la división de un proyecto en varios segmentos, y de esta manera diferenciar las tareas entre los diferentes departamentos, grupos e individuos necesarios para llevar a cabo el proyecto. De esta manera a cada uno de ellos se le asigna las tareas que se han concretado en cada reunión semanal y se establecen las fechas de plazos en las cuales cada tarea debe ser completada. Para ello, cada semana se realizaba una reunión de equipo para que todo el equipo estuviera coordinado en las tareas de la semana que se plasmaban en el Jira. En Jira, se analizaban aquellas tareas se podían considerar terminadas y se observaban en que punto del proyecto nos encontrábamos. Después, nos enfocábamos en las tareas que no se habían podido realizar y se analizaban el motivo del porque no se habían podido realizar dichas tareas. Finalmente, se definían los nuevos hitos y sprints (tareas) con su fecha de realización, y de esta forma se realizaban dichos sprints hasta la próxima reunión. Como podemos observar en la imagen siguiente estas tareas son almacenadas en modo backlog. El modo backlog como podemos observar permite ver las tareas que ya se han clasificado como finalizadas, aquellas tareas las cuales están en curso y las tareas pendientes por hacer.

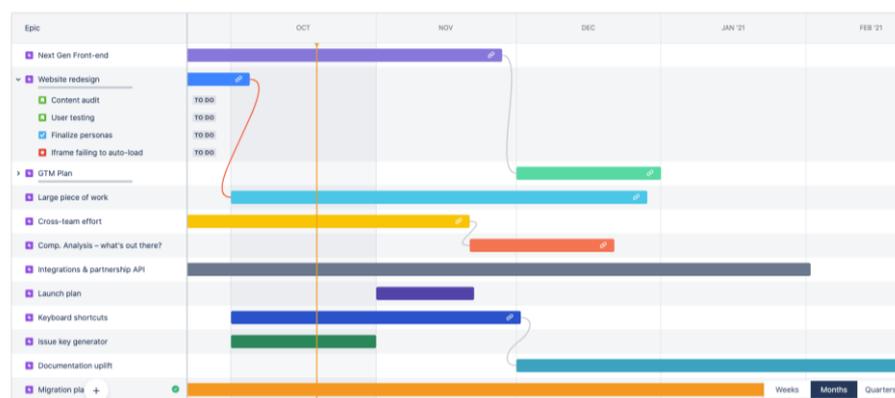


Ilustración 24: Backlog de la plataforma Jira con los sprints de trabajo

Por otro lado, una vez cada dos semanas se realizaba una “*expert session*” con el director del proyecto y junto a todos los miembros del equipo de desarrollo se le exponía al director todos los avances relacionados al proyecto, aquellas complicaciones y otras cuestiones relacionadas al proyecto. Además, en estas reuniones se establecían otras diversas reuniones con cada uno de los asesores para que comentaran aquellos aspectos relevantes y asignarles los diferentes pasos lo cual en ambos casos se dejaba plasmado en la hoja de ruta establecida en Jira en la que se plasma, de manera general, la evolución de los proyectos en desarrollo.

Una vez habiendo estudiado cual sería el desarrollo para el desarrollo de una planta solar fotovoltaica para su hibridación con un parque eólico en operación habiendo definido el trabajo que se quiere realizar se han definido los principales hitos u objetivos a conseguir desde el inicio del proyecto como los siguientes:

- Selección de los terrenos con criterio donde se estima óptimo realizar la planta solar fotovoltaica
- Firma de contratos con los propietarios del terreno
- Realización de los trabajos de ingeniería necesarios para tramitar con Red Eléctrica la Modificación del punto de Acceso y Conexión
- En paralelo realizar el lanzamiento de los estudios medioambientales necesarios, ya que son necesarios un ciclo anual completo de estudio de avifauna
- Tramitar con los bancos el aval necesario para poder realizar el proyecto
- Realización del proyecto Técnico Administrativo de Ingeniería para solicitar AAP, AAC y DUP a la administración correspondiente
- Realizar el estudio de Impacto Ambiental para la solicitud de la DIA al órgano competente
- Obtención de AAP-AAC-DUP y DIA
- Realizar trabajos adicionales según establecidos por los organismos para obtener los permisos finales de construcción de la planta

Para el desarrollo del proyecto se llevará a cabo un cronograma parecido al establecido en la siguiente tabla, observando que trabajo se llevará a cabo en cada mes para este trabajo fin

de máster 2022-2023. Dicho cronograma es de forma aproximada y es similar al que se ha establecido en la hoja de ruta de Jira.

Cronograma:

Actividades	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23
Localización de la hibridación	■														
Estudios de Prefactibilidad	■														
Estudio de Impacto Ambiental+Informe de Avifauna		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
RBDA + Firma de Terrenos		■													
Solicitud y Aceptación de Consulta Previa por REE		■	■												
Deposición de Aval de Acceso		■	■												
CACG			■	■											
Anteproyecto para modificación de A&C				■											
Documento de Inicio Medioambiental				■	■										
Solicitud de modificación de A&C					■										
Aceptación de modificación de						■	■								
Prospección Arqueológica							■								
Proyecto Técnico Administrativo							■	■							
Resumen Ejecutivo Ambiental								■							
Solicitud de AAP+AAC+AAC									■						
Realización de otros estudios pedidos por los organos admin.										■	■	■	■	■	
Aceptación AAP+AAC+DIA													■	■	
Obtención de otros permisos necesarios														■	■
Estado Ready to Build del Proyecto de Hibridación															■

5.2 FASES DEL PROYECTO

Para describir de manera más eficaz las fases del proyecto y que de esta manera se quede plasmado todas las etapas del mismo, se ha decidido tal como se muestra en la Ilustración 25, un flujograma de general de las fases de desarrollo del proyecto para poder llevar la planta fotovoltaica hasta su estado RtB para su futura hibridación con el parque eólico en operación.

PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE AUTORIZACIÓN DE INSTALACIONES HÍBRIDAS

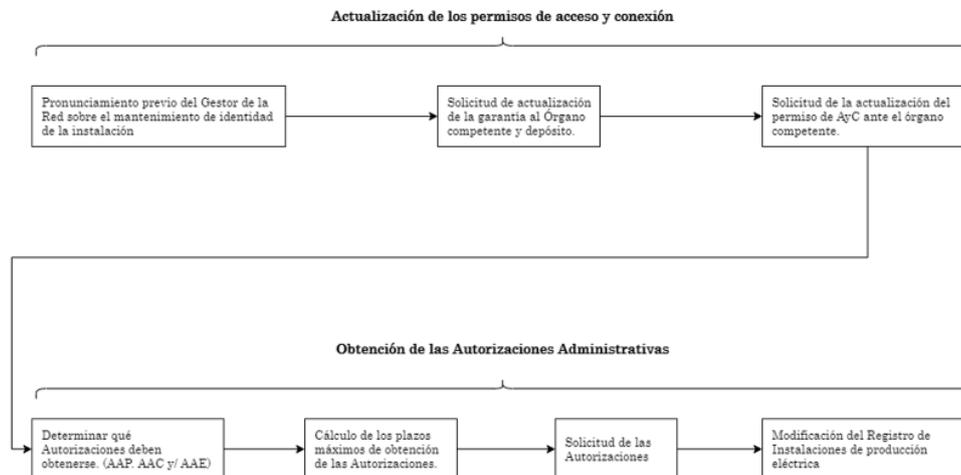


Ilustración 25: Flujoograma genérico.

Además del flujoograma anterior se ha realizado de manera interna en la empresa el siguiente diagrama mostrado a continuación en el cual se plantea como la compañía realiza los diversos proyectos en desarrollo de proyectos renovables. Cabe destacar que hay muchas maneras de plantear un proyecto renovable por ejemplo es el caso de que se quiera ser arriesgado y no firmar los terrenos para realizar del proyecto hasta el último momento para obtener la AAP y AAC. Sin embargo, en nuestro caso en concreto se prefiere ser más conservadores y para comenzar a realizar los proyectos se comienza por la firma de los terrenos con los propietarios.

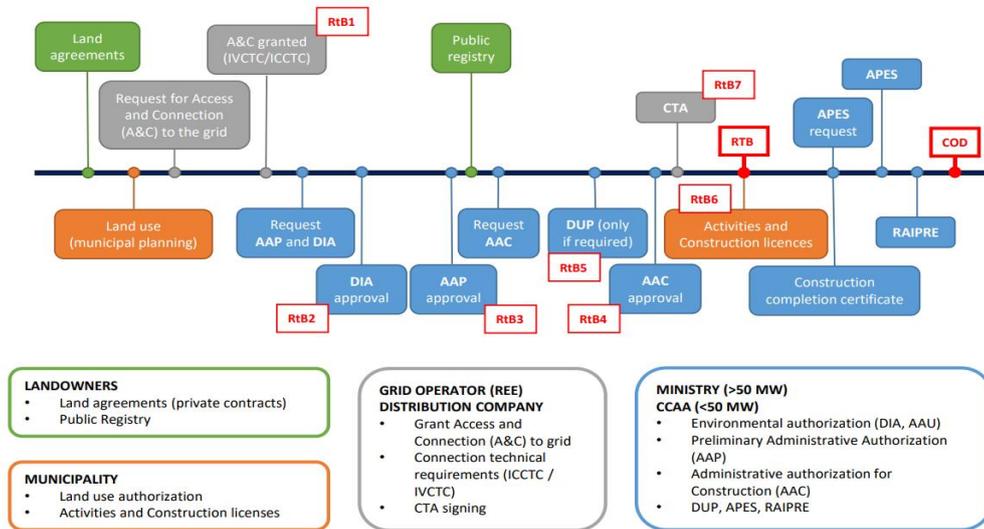


Ilustración 26: Cronograma para desarrollos de proyectos renovables

Capítulo 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 *COSTE DE ANÁLISIS TÉCNICO*

Previo al desarrollo de la hibridación es necesario la realización de un proyecto técnico en el cual se estudie la viabilidad de la hibridación entre las tecnologías eólica y la solar fotovoltaica con la que se va a hibridar. Con ello se pretende conocer cuál sería la potencia óptima solar a instalar para producir la mayor producción posible entre la tecnología solar y la tecnología fotovoltaica. Este estudio normalmente se realiza a través de un proceso de iteraciones buscando aumentar el máximo la producción posible con el menor número de pérdidas por hibridación (“*curtailment*”). Por lo general este estudio se le suele pedir a algún asesor técnico el cual por lo general lleva mucho tiempo y puede resultar muy caro ya que por lo general suele tener un costo entre los **9.000 y los 12.000 euros** con un asesor técnico fiable como podría ser un Barlovento Recursos Naturales (Barlovento, 2023) o DNV.

6.2 *COSTE DE INGENIERÍA*

Para el cálculo del presupuesto del desarrollo de la parte de ingeniería para la hibridación se divide en tres secciones principales. La primera sección es todo lo relacionado al estudio de prefactibilidad y a los planos necesarios para la solicitud de consulta previa a red eléctrica la cuál cuesta entorno a los **2.000€ - 3.000€**. La segunda parte se basa en el anteproyecto para la solicitud ante REE del punto de acceso y conexión, cuyo trabajo suele tener unos costes entorno a los **2.000€ - 3.000€**. Para el proyecto técnico administrativos se estiman un coste de entre unos los **7.000€ - 8.000€**. Finalmente, se incluyen otros estudios que se pueden llevar a cabo, los cuales normalmente suponen entorno uno **5.000 €** más de presupuesto, entre los cuales se encuentran *layouts* adicionales y las separatas del proyecto que se deben enviar a los órganos sustantivos afectados. A continuación, se presenta la Tabla 13 como resumen de los costes incurridos referidos a la ingeniería del desarrollo del proyecto.

	18,751 €
Phase I: Prefeasibility Study	2,558 €
Phase II: Preliminary draft for access and connection request	2,288 €
Phase III: Technical administrative project to request AAP and AAC	7,755 €
Layouts <u>Adicionales</u>	1,700 €
Supplements	2,800 €
Planos <u>DUP</u>	650 €
<u>Calculo estructura</u> PV	1,000 €

Tabla 13: Costes incurridos de ingeniería

6.3 COSTE MEDIOAMBIENTAL

El coste medioambiental para el desarrollo de una hibridación supone el mayor coste de todos ya que son necesarios muchos trabajos ya que primero son necesarios los trabajos de prefactibilidad los cuales suponen un coste inicial de unos **3.000€**, coste el cual no produce ningún avance en el estado del proyecto. Además, se debe incluir todos los trabajos de campo que se realizan durante todo un año para obtener el ciclo anual completo del estudio de avifauna y supone un coste total de entorno a los **22.000 €**. Además, se debe incluir los costes de los diferentes estudios adicionales como el estudio de paisaje, la prospección arqueológica, estudio de sinergias que pueden tener hasta un coste de **15.000 €**. Finalmente, el informe final denominado como el estudio de impacto ambiental el cual tiene un precio final entorno a los **9.000€**. De esta manera se estiman que para realizar un estudio completo medioambiental se deberán incurrir unos costes totales entre **50.000 y 55.000 euros** para el desarrollo de la planta solar fotovoltaica de 52,5 MW de potencia instalada. A continuación, se presenta la Tabla 14 con los costes medioambientales incurridos para el desarrollo en cuestión.

<i>Environmental Budget</i>		
Ambior		
Concepto	Completa	
Prefeasibility I Cuesta Mañera		52.414
Prefeasibility II Cuesta Mañera		985
DOCUMENTO INICIAL DE PROYECTO		788
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		2.178
ESTUDIO DE IMPACTO CULTURAL Y PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA		8.990
ESTUDIO DE FAUNA		2.180
REVISIÓN DOCUMENTAL Y DISEÑO DE MUESTREO		21.959
MUESTREO DE AVIFAUNA (DIURNO)		1.080
MUESTREO DE AVIFAUNA (NOCTURNO)		10.080
MUESTREO DE AVIFAUNA (AVES ESTEPARIAS)		1.880
ESTUDIO DE OTROS GRUPOS FAUNÍSTICOS		3.290
ANÁLISIS DE DATOS E INFORME PARCIAL		1.495
ANÁLISIS DE DATOS E INFORME FINAL		1.203
ESTUDIO DE INCIDENCIA PAISAJÍSTICA		2.931
INFORME DE REPERCUSIONES A LA RED NATURA 2000		1.974
ESTUDIO DE PROSPECCIÓN BOTÁNICA E INVENTARIO DE ARBOLADO AFECTADO		1.685
ESTUDIO DE EFECTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS		1.240
AUTORIZACIÓN DE OBRAS EN ZONA DE POLICÍA Y DPH		2.926
CONCESIÓN DE OCUPACIÓN PARA USO PRIVADO MUP		1.288
AUTORIZACIÓN USO EXCEPCIONAL EN SUELO RÚSTICO (Precio unitario/memoria, 1 memoria / proyecto u Avto. afectado)		1.123
ASISTENCIA TÉCNICA A LA TRAMITACIÓN (VARIABLE SEGÚN ÓRGANO SUSTANTIVO)SUSTANTIVO		1.363
Camisado primilla		2.640
Resumen Ejecutivo para DfA fast track		420
		675

Tabla 14: Costes medioambientales incurridos

6.4 COSTE LEGAL

Para toda la gestión legal se tenía por parte de contrata a un abogado al cual tenía un precio medio de **40 €** la hora, el cual tenía como desempeño realizar y revisar todos los contratos de terrenos además de realizar todos los escritos de las solicitudes administrativas cuando correspondían. De media el abogado en cuestión normalmente incurría entorno a unas 30 horas mensuales lo cual para un año en el cual se ha desarrollado el trabajo el coste total incurrido del asesor legal se encuentra entorno a los **15.000 €**.

6.5 COSTE URBANÍSTICO

El coste para los trabajos urbanístico son los costes que menos influyen en el desarrollo de la planta solar fotovoltaica hibridada ya que solo se deben realizar dos trabajos. El primero es el trabajo de la fase previa al desarrollo en el cual se hace un estudio de viabilidad urbanística el cual no sobrepasa los **1.000 €** de coste. Segundo, se realiza el estudio y trabajo para solicitar la autorización de uso excepcional de suelo rústico, el cual tiene un coste total de unos **2.000 €**, no sobrepasando el coste total de los estudios urbanísticos en más de 3.000 euros. A continuación, se presenta la Tabla 15 con los costes totales de estudios urbanísticos incurridos.

Urbanism					
PlanZ offer					
Phase I	Informes Previos	700.01	100%	Entrega de Informe de condicion	1.700
Phase II	Autorización de uso excepcional (ALE)	2.000.01	70%	Entrega document o completo de ALE para tramitació	1.1400
			30%	Concesión	1.600
Total					12.700

Tabla 15: Costes Urbanísticos Incurridos

6.6 COSTES ADICIONALES

Como costes adicionales nos encontramos tres principalmente. El primero está relacionado con la firma de los terrenos, ya que este trabajo se puede realizar internamente o se realiza a través de un asesor de firma de terrenos. Sin embargo, cabe destacar que la segunda opción es económicamente menos eficiente ya que este trabajo suele estar altamente remunerado y para la firma de las 110 hectáreas necesarias se incurre en un coste entre los **20.000 y 25.000 euros**.

El segundo coste adicional por incurrir es el de las tasas administrativas necesarias a pagar para las autorizaciones administrativas previa y de construcción. Para ello es necesario pagar la tasa 054 de la administración pública (054, 2023) la cual va relacionada con el presupuesto del proyecto el cual está reflejado en el proyecto técnico administrativo de ingeniería y para el proyecto en cuestión supone un coste de **16.700 euros** por cada una de las tasas. Además, se debe incluir una tasa de **20.000€** por la publicación del proyecto en el BOE y en la tribuna de la comunidad autónoma correspondiente, para que de esta manera se puedan presentar alegaciones sobre el proyecto. Existiría una tasa de construcción de entorno al 4% del presupuesto de construcción pero que no se considera dentro del coste de desarrollo si no se estima que dicho coste entraría en la primera fase de la fase de construcción

Finalmente, el ultimo coste por incurrir es el coste del equipo que realiza el proyecto el cual se estima entorno unos **200.000 €** por el desarrollo del proyecto entero. De esta manera y teniendo en cuenta los costes anteriores se puede estimar que los costes totales a incurrir para realizar la hibridación de un parque eólico de 50 MW con tecnología solar fotovoltaica de

52,5 MW y llevarla hasta su estado “*Ready to Built*” suponen de una inversión entorno a los **350.000 euros** en total. A estos costes no se le incluyen los costes de terrenos ya que esos costes se refieren al tiempo de operación. Aunque si se estimará que antes de la construcción se pagan 200 euros por hectárea al año y se estima un periodo de dos años desde que empiezas la firma de terrenos hasta obtener un estado de RtB el coste de las 100 hectáreas se estimaría entorno a los **40.000 euros**.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como conclusiones generales este trabajo fin de máster permite obtener una guía de seguimiento de todos los trabajos que deben ser realizados para obtener todos los permisos necesarios para poder realizar la construcción de una planta solar fotovoltaica para su hibridación con un parque eólico en operación. De esta manera buscar el aumento de producción de la planta hibridada conjunta. Por ello el propósito de este trabajo fin de máster es que sirva de una manera para aquellos desarrolladores y promotores de proyectos renovables los cuales quieran combinar tecnologías de producción para tener sistemas hibridados y de esta manera sus horas netas equivalentes de producción se vean aumentadas, utilizando solamente de esta manera un mismo punto de conexión. Cabe destacar las grandes oportunidades que están ocurriendo actualmente para el sector renovable y en las que se podrían proponer como trabajos fin de máster a futuro relacionado con el mismo. Por un lado, se podría continuar con el trabajo de la planta solar fotovoltaica en el que una vez obtenidos todos los permisos de construcción se realizase un proyecto de obra como EPCista para la construcción y finalizaría en la puesta en marcha de la planta hibridada. Segundo se podría realizar un estudio de la posible hibridación adicional con módulos de baterías de almacenamiento u incluso almacenamiento con una planta de hidrogeno verde como la que actualmente se está llevando a cabo por diferentes grandes promotores como podría ser Iberdrola o Enagás Renovable. Finalmente, otro trabajo que se podría realizar una vez acabase la vida útil del parque eólico, sería la repotenciación de este mediante la reducción del número de turbinas cambiando la tecnología del generador empleado y la altura de buje.

Como se puede observar según todos los posibles trabajos fin de máster planteados que se podrían realizar se ve como el sector de las renovables en España tiene un amplio margen de crecimiento y de esta manera seguir siendo un líder europeo en este sector.

En conclusión, el desarrollo de proyectos de energía renovable en España es de gran importancia por diversas razones. En primer lugar, la diversificación de la matriz energética es crucial para asegurar el suministro energético a largo plazo y reducir la dependencia de

combustibles fósiles. Además, la promoción de las energías renovables fomenta la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación de empleo en el sector. Además, la implementación de proyectos de energía renovable contribuye significativamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, al cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático. En resumen, el desarrollo de proyectos de energía renovable es fundamental para garantizar un futuro sostenible para España y para el planeta en su conjunto.

Finalmente, hacer hincapié, de que la motivación principal de la realización de este trabajo fin de máster es el de dar una visión general de todo el trabajo que existe detrás previo a cualquier construcción de un proyecto de generación renovable. Lo cual incluye la tramitación tanto con Red Eléctrica y a su vez con la administración y todos los estudios y permisos que son necesarios para poder conseguir el estado “Ready to Built” de cualquier proyecto renovable. A su vez de esta misma manera, realizar como conclusión una crítica a la política en España en donde de cara al público se defiende y se apuesta por la energía renovable y se enfocan objetivos a futuro de generación proveniente al 100% de energías renovables. Sin embargo, por otro lado, el desarrollo de estos proyectos son un proceso lento que mínimo dura 2 años hasta que la administración permita la construcción de los parques. Además, cabe destacar, que lo que la ley establece son plazos muy amplios para dar luz a las diferentes administraciones a los proyectos que se les presentan, mientras que, los plazos establecidos a los promotores siempre son mucho menores para presentar la información necesaria. Por todo ello, hay que indicar que, si los objetivos del país se quieren ver conseguidos de cara al sector energético renovable, se debería realizar una reforma de los reales decretos establecidos en los que se reduzca el tiempo de contestación por parte de la administración.

Capítulo 8. BIBLIOGRAPHY

(s.f.). doi:ISSN-e 1989-5666

054, T. (2023). *Tasa 054*. Obtenido de <https://sede.administracionespublicas.gob.es/pagina/index/directorio/tasa054/>

Abogados, A. (27 de April de 2023). Obtenido de ¿Qué hemos de saber sobre la Declaración de Impacto Ambiental?: <https://administrativando.es/declaracion-de-impacto-ambiental/#:~:text=La%20Declaraci%C3%B3n%20de%20Impacto%20Ambienta%20deber%C3%A1%20contener%20los,Administraciones%20P%C3%ABlicas%20afectadas%20y%20a%20las%20personas%20interesadas.>

Amaya, C. M. (1985). Obtenido de Sena: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1852/unidad_29_la_ley_de_joule.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barlovento. (2023). *Barlovento*. Obtenido de <https://www.barloventorecursos.com/es>

Benito, J. L. (16 de April de 2021). *Energy News*. Obtenido de Los beneficios de la hibridación renovable para el sistema eléctrico: <https://www.energynews.es/beneficios-de-la-hibridacion-renovable/#:~:text=El%20sistema%20el%C3%A9ctrico%20gracias%20a%20un%20mayor%20desarrollo,de%20solicitudes%20de%20puntos%20de%20acceso%20y%20conexi%C3%B3n.>

Bester. (2023). *Bester*. Obtenido de Desarrollo de Proyectos: <https://bester.energy/soluciones-renovables/desarrollo-de-proyectos/>

BOE. (29 de December de 2020). *BOE*. Obtenido de Real Decreto 1183/2020: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-17278&tn=6#:~:text=Real%20Decreto%201183%2F2020%2C%20de%2029%20d>

e%20diciembre%2C%20de,redes%20de%20transporte%20y%20distribuci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica.

Bueno, E. M. (05 de April de 2021). *Nergiza*. Obtenido de Hibridación y almacenamiento: Claves para alcanzar los objetivos del PNIEC: <https://nergiza.com/hibridacion-y-almacenamiento-claves-para-alcanzar-los-objetivos-del-pniec/>

Catastro. (2023). Obtenido de Sede Electrónica del Catastro: <https://www.sedecatastro.gob.es/>

Chance, C. (2020). *ASÍ SERÁ EL FUTURO DE LAS RENOVABLES*. Obtenido de <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/briefings/2020/06/As%C3%AD-ser%C3%A1-el-futuro-de-las-renovables-nuevo-RDL-23-2020.pdf>

Ciucci, M. (2022). *La política energética: principios generales*. Bruselas: Parlamento Europeo. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/68/la-politica-energetica-principios-generales>

CYPE. (2020). *Línea subterránea de 20 kV directamente enterrada*. Obtenido de Generador de precios: http://www.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/Urbanas/IUM_Lineas_subterraneas_de_alta_te/IUM010_Linea_subterranea_de_20_kV_directam.html#gsc.tab=0

DGPEM. (2023). Obtenido de Dirección General de Política Energética y Minas

EuropaPress. (16 de April de 2021). *Europa Press*. Obtenido de La hibridación supondría ahorros de entre el 10% y el 15% en los futuros proyectos renovables: <https://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-hibridacion-supondria-ahorros-10-15-futuros-proyectos-renovables-informe-20210416121134.html>

Ferrer, E. S. (25 de May de 2007). *Anteproyecto, Proyecto Básico y Proyecto de Ejecución*.

Obtenido de <https://www.administracionpublica.com/anteproyecto-proyecto-basico-y-proyecto-de-ejecucion/>

Garrett, C. (3 de February de 2023). *Climate Consulting Selectra*. Obtenido de Subida del

precio de la luz en 2022 en España: [https://climate.selectra.com/es/actualidad/precio-luz-](https://climate.selectra.com/es/actualidad/precio-luz-subida#:~:text=La%20escasez%20de%20suministro%20de%20gas%20y%20la,natural.%204%20La%20guerra%20de%20Rusia%20y%20Ucrania.)

[subida#:~:text=La%20escasez%20de%20suministro%20de%20gas%20y%20la,natural.%204%20La%20guerra%20de%20Rusia%20y%20Ucrania.](https://climate.selectra.com/es/actualidad/precio-luz-subida#:~:text=La%20escasez%20de%20suministro%20de%20gas%20y%20la,natural.%204%20La%20guerra%20de%20Rusia%20y%20Ucrania.)

Gobierno de Energía. (June de 2018). Obtenido de [https://energia.gob.es/es-](https://energia.gob.es/es-es/Documents/manual-procedimiento-autorizacion-PCIs.pdf)

[es/Documents/manual-procedimiento-autorizacion-PCIs.pdf](https://energia.gob.es/es-es/Documents/manual-procedimiento-autorizacion-PCIs.pdf)

Gobierno_de_España. (2023). *RedSara*. Obtenido de Registro Electrónico:

<https://rec.redsara.es/registro/action/are/acceso.do>

Hayes, A. (23 de August de 2022). *What Is a Special Purpose Vehicle (SPV) and Why*

Companies Form Them. Obtenido de Investopedia:

<https://www.investopedia.com/terms/s/spv.asp>

Hedo, E. B. (2021). Actualidad Jurídica Ambiental. *CIEDA*, 119-120.

Iberdrola. (2023). Obtenido de Iberdrola Innovación:

<https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-hibrida>

IDAE. (2023). Obtenido de Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de

condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red:

<https://www.idae.es/publicaciones/instalaciones-de-energia-solar-fotovoltaica-pliego-de-condiciones-tecnicas-de>

INSST. (2023). *Normativa nacional en Sector de construcción*. Obtenido de Instituto

nacional de seguridad y salud en el trabajo: <https://www.insst.es/normativa/sector-construccion>

ITC. (2023). Obtenido de <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Paginas/reglamento-2002.aspx>

ITC-BT-40. (2023). Obtenido de https://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_40.pdf

ITC-RAT. (2014). Obtenido de <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-alta-tension/Paginas/reglamento-seguridad-instalaciones-alta-tension.aspx>

Junta de Castilla y León. (2022). Obtenido de <https://www.jccm.es/tramitesygestiones/autorizacion-administrativa-de-construccion-de-nueva-instalacion-o-modificacion>

Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. (2023). Obtenido de <https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/preguntas-frecuentes-acceso-conexion.aspx>

Molina, F. G. (2022 de August de 21). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de <https://oa.upm.es/71501/>

Muñoz, C. F.-E. (2020). Real Decreto Ley 23/2020. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 99-127. doi: ISSN-e 1989-5666

Power_electronics. (2023). Obtenido de <https://power-electronics.com/en/solar-2/hemk/>

PVSystem. (2023). Obtenido de <https://www.pvsyst.com/>

QGIS. (2023). Obtenido de <https://qgis.org/es/site/>

RD-1955-2000, A. I. (2000). *BOE*. Obtenido de [BOE: https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/preguntas-frecuentes-acceso-conexion.aspx](https://energia.gob.es/electricidad/Paginas/preguntas-frecuentes-acceso-conexion.aspx)

- REE. (2023). Obtenido de REE Generador Acceso y Conexión: <https://www.ree.es/es/clientes/generador/acceso-conexion/normativa-guias-formularios-y-otra-documentacion>
- REE. (2023). *REE*. Obtenido de REE Clientes: <https://www.ree.es/es/clientes/generador>
- REE, T. P. (2023). Obtenido de <https://www.ree.es/es/actividades/proyectos-de-transporte/como-se-tramita-un-proyecto>
- Risen. (2023). Obtenido de https://es.risenenergy.com/uploads/20221017/HSA_RSM132-8-645-670M%20IEC1500V-35mm%202022H2-3-Spanish.pdf
- Roca, R. (17 de September de 2020). Obtenido de El Periodico de la Energía: <https://elperiodicodelaenergia.com/cuando-te-cuesta-mas-una-hectarea-de-paneles-fotovoltaicos-que-llena-de-olivos/>
- Terrenos. (2 de July de 2021). *Alquiler de terreno para energías renovables, un fenómeno en auge*. Obtenido de terrenos.com: <https://terrenos.es/blog/alquiler-de-terreno-energias-renovables>
- Tributaria, A. (2020). Obtenido de <https://www3.agenciatributaria.gob.es/Sede/ayuda/manuales-videos-folletos/manuales-practicos/irpf-2020/capitulo-6-rendimientos-actividades-economicas-generales/elementos-patrimoniales-afectos-actividad-economica/criterios-afectacion-bienes-derechos-ejerci>
- UNE. (2013). Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-hd-60364-4-43-2013-n0050710>
- UNE. (2014). Obtenido de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0054027>
- UNE-21123. (2017). *UNE*. Obtenido de Cables eléctricos de utilización industrial : <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057801>

VerificarRTVE. (07 de March de 2022). *RTVE*. Obtenido de Luz de gas. Explicamos por qué la guerra de Ucrania dispara el precio de la electricidad:
<https://www.rtve.es/noticias/20220307/guerra-ucrania-subida-gas-electricidad-precio/2304004.shtml>

ANEXO I: FORMULARIO PARA LA SOLICITUD DE CONSULTA PREVIA A REE PARA LA HIBRIDACIÓN DE UN PARQUE OPERATIVO

SOLICITUD DE PRONUNCIAMIENTO DEL GESTOR DE LA RED DE TRANSPORTE SOBRE MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN PARA LAS QUE EL SOLICITANTE DECLARA Y ASEGURA CUMPLIR CON LAS CONDICIONES DE LA DA14ª Y ANEXO II DEL R.D. 1955/2000

Red Eléctrica de España S.A.U.

NOMBRE Y APELLIDOS DEL REPRESENTANTE Y FIRMANTE

NOMBRE SOCIEDAD

CIF

Dirección de contacto

Teléfono:

Email de contacto:

Asunto: Solicitud de pronunciamiento del gestor de la red de transporte sobre la consideración de que las instalaciones de generación de electricidad en la subestación [NOMBRE y TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN] son las mismas a efectos de los permisos de acceso y conexión concedidos o solicitados tras las modificaciones propuestas

En nombre de la sociedad [NOMBRE SOCIEDAD], cuyos datos se indican en el encabezamiento, y que actúa como (seleccionar tipo de solicitante) en la subestación (Seleccionar tipo de subestación) [NOMBRE y TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN] kV para la posición (Seleccionar tipo de posición), se comunica la intención de realizar las modificaciones que se detallan en la presente. En virtud de lo establecido en la disposición adicional decimocuarta del Real Decreto 1955/2000 y con objeto de constituir una nueva garantía económica en cumplimiento de lo establecido en el artículo 23 del Real Decreto 1183/2020, y obtener del órgano competente la certificación de su adecuada constitución para poder realizar la correspondiente solicitud de actualización de permisos, se solicita el pronunciamiento del gestor de la red de transporte sobre la consideración de que las instalaciones de generación de electricidad resultantes tras las modificaciones propuestas pueden ser consideradas las mismas a efectos de los permisos de acceso y conexión concedidos o solicitados.

Dicho pronunciamiento se solicita como consecuencia de las motivaciones que se indican a continuación sobre las instalaciones de la Tabla 1:

- Modificación de la potencia instalada (RD 413/2014) de instalaciones según nuevos valores de la Tabla 1
- Cambio de ubicación para instalaciones de la Tabla 1 cuyo detalle se aporta en Tabla 2 (Ubicación)
- Unificación de instalaciones de la Tabla 1 cuyo detalle se aporta en Tabla 2 (Ubicación)
- Hibridación de instalaciones de la Tabla 1 cuyo detalle se aporta en Tabla 2 (Ubicación) y Tabla 3 (Módulos)

SOLICITUD DE PRONUNCIAMIENTO DEL GESTOR DE LA RED DE TRANSPORTE SOBRE MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN PARA LAS QUE EL SOLICITANTE DECLARA Y ASEGURA CUMPLIR CON LAS CONDICIONES DE LA DA14ª Y ANEXO II DEL R.D. 1955/2000

	Nombre Instalación	Tecnología (*)	Potencia [MW]		Municipio/s	Provincia	Nombre del titular	Código de proceso	Situación de Gestión (**)
			Instalada	Capacidad de acceso					
Datos Previos	Instalación 1								Estado (N)
Datos Nuevos	Instalación 1								
Datos Previos	Instalación 2								Estado (N)
Datos Nuevos	Instalación 2								

(*) En caso de ser una hibridación indicar como tecnología "hibridación" e indicar el detalle de los módulos de generación eléctrica que componen la instalación híbrida en la Tabla 3

(**) Se consignará Estado (N) de tramitación según proceda:

Estado (1): En servicio / Estado (2): Con CTA / Estado (3): Con permisos de acceso y conexión / Estado (4): Con permiso de acceso sin solicitud de permiso de conexión / Estado (5): Con permiso de acceso con solicitud de permiso de conexión realizado previamente

Tabla 1. Instalaciones sobre las que se proponen modificaciones de características que motivan la presente solicitud de pronunciamiento.

	Nombre Instalación	Municipio/s	Coordenadas UTM Centro geométrico instalación de generación			Distancia [km] entre Ubicación inicial y modificada
			X	Y	Huso	
Datos Previos	Instalación 1					
Datos Nuevos	Instalación 1					
Datos Previos	Instalación 2					
Datos Nuevos	Instalación 2					

Tabla 2. Detalle complementario de instalaciones de la Tabla 1 con cambio de ubicación.

Nombre Instalación	Módulos de generación de la hibridación	Tecnología	Potencia [MW]		Capacidad de almacenamiento (MWh)(*)
			Instalada	Capacidad máxima del módulo	
Instalación 1					
Instalación 2					

(*) Indicar únicamente en casos de hibridaciones con instalaciones de almacenamiento

Tabla 3. Módulo de generación de electricidad que componen la instalación híbrida de la Tabla 1.

En cumplimiento de lo establecido en la normativa vigente, se aporta a través del Portal de Servicios a Clientes de Red Eléctrica de España, la presente comunicación firmada junto con la documentación requerida en la normativa vigente.

Firma electrónica del solicitante y fecha:

NOMBRE Y APELLIDOS DE FIRMANTE

ANEXO II: FORMULARIO PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DEL PUNTO DE A&C A REE PARA LA HIBRIDACIÓN

SOLICITUD DE ACTUALIZACIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE
Declaración Responsable de modificaciones de características de instalaciones

Red Eléctrica de España S.A.U.

NOMBRE Y APELLIDOS DEL REPRESENTANTE Y FIRMANTE
NOMBRE SOCIEDAD
CIF
Dirección de contacto
Dpto.
Email de contacto:

Asunto: Solicitud de actualización de acceso (y conexión) a la red de transporte para las instalaciones de generación indicadas en la subestación [NOMBRE y TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN]

En nombre de la sociedad [NOMBRE SOCIEDAD], cuyos datos se indican en el encabezamiento, y que actúa como (seleccionar tipo de solicitante) en la subestación (seleccionar tipo de subestación) [NOMBRE y TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN] kV para la posición (seleccionar tipo de posición), se solicita actualización de acceso (y conexión) para las instalaciones de generación como consecuencia de las motivaciones que se indican a continuación sobre las instalaciones de la Tabla 1 cuyas modificaciones el solicitante declara y asegura cumplir:

- Desistimiento del permiso o solicitud de acceso de las instalaciones incluidas en la Tabla 1
- Modificación de la potencia instalada (RD 413/2014) de instalaciones según nuevos valores de la Tabla 2
- Modificación de la capacidad de acceso de instalaciones según nuevos valores de la Tabla 2
- Cambio de titularidad de instalaciones incluidas en la Tabla 2
- Cambio de ubicación para instalaciones de la Tabla 2 cuyo detalle se aporta en Tabla 3 (Ubicación)
- Hibridación de instalaciones de la Tabla 2 cuyo detalle se aporta en Tabla 3 (Ubicación) y Tabla 4 (Módulos)
- Modificación de la solución de conexión prevista a la red de transporte
- Resolución de observaciones reflejadas en el permiso de conexión.
- Otros cambios no indicados anteriormente incluidos en la documentación aportada (Indicar a continuación)

Descripción de Otros cambios indicados en el último punto

SOLICITUD DE ACTUALIZACIÓN DE ACCESO Y CONEXIÓN A LA RED DE TRANSPORTE
Declaración Responsable de modificaciones de características de instalaciones

Nombre instalación	Tecnología (*)	Potencia (MW)		Municipio/s	Provincia	Nombre del titular	Código de proceso	Situación de Gestión (**)
		Instalada	Capacidad de acceso					
Datos Previos	Instalación 1							Estado (N)
Datos Nuevos	Instalación 1							
Datos Previos	Instalación 2							Estado (N)
Datos Nuevos	Instalación 2							

(*) En caso de ser una hibridación indicar como tecnología "Hibridación" e indicar el detalle de los módulos de generación eléctrica que componen la instalación híbrida en la Tabla 4

(**) De cualquier Estado (E) de tramitación según proceda:

Estado (1): En servicio / Estado (2): Con CTA / Estado (3): Con permisos de acceso y conexión / Estado (4): Con permisos de acceso sin solicitud de permiso de conexión / Estado (5): Con permisos de acceso con solicitud de permiso de conexión resuelto previamente

Tabla 2. Instalaciones que cuentan con permisos previos de acceso (y conexión), para las que se solicita actualización de acceso (y conexión) por modificación de características y para las que el solicitante declara y asegura cumplir con las condiciones de la DA14^a y Anexo II del RD1385/2000.

Nombre instalación	Municipio/s	Coordenadas UTM Centro geométrico instalación de generación		Distancia [km] entre Ubicación Inicial y modificada
		X	Y	
Datos Previos	Instalación 1			
Datos Nuevos	Instalación 1			
Datos Previos	Instalación 2			
Datos Nuevos	Instalación 2			

Tabla 3. Detalle complementario de instalaciones de la Tabla 2 con cambio de ubicación, para las que el solicitante declara y asegura cumplir con las condiciones de la DA14^a y Anexo II del RD1385/2000.

Nombre instalación	Módulos de generación de la hibridación	Tecnología	Potencia (MW)		Capacidad de almacenamiento (MWh)(*)
			Instalada	Capacidad máxima del módulo	
Instalación 1					
Instalación 2					

(*) Indicar únicamente en casos de hibridaciones con instalaciones de almacenamiento

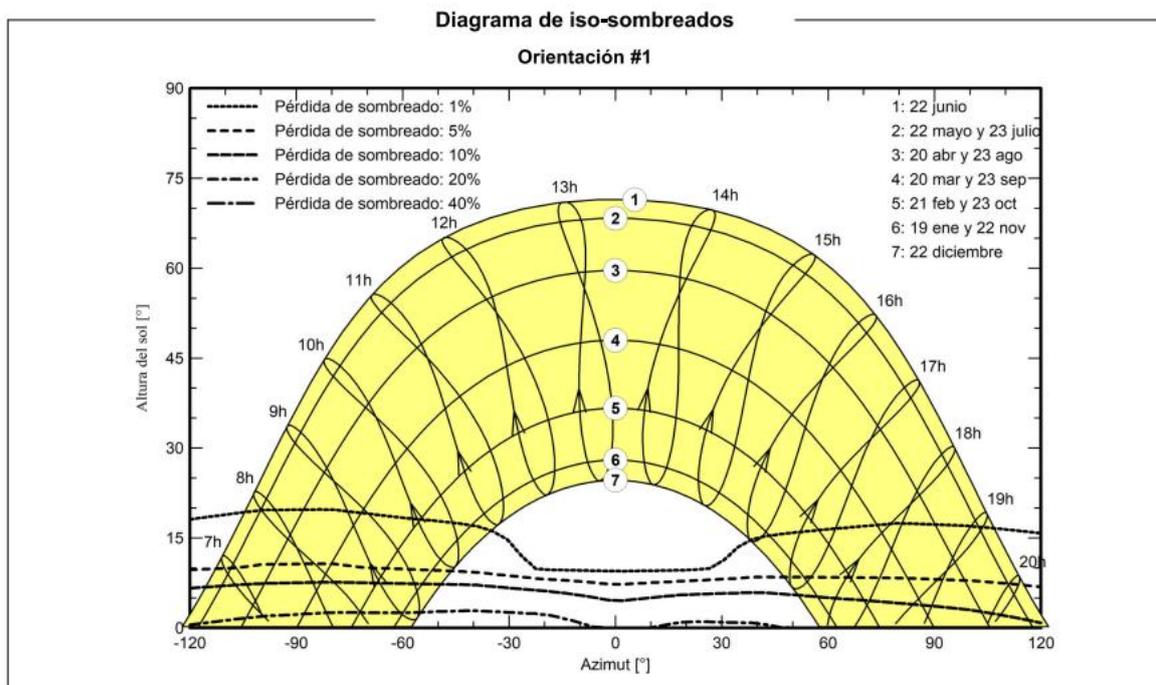
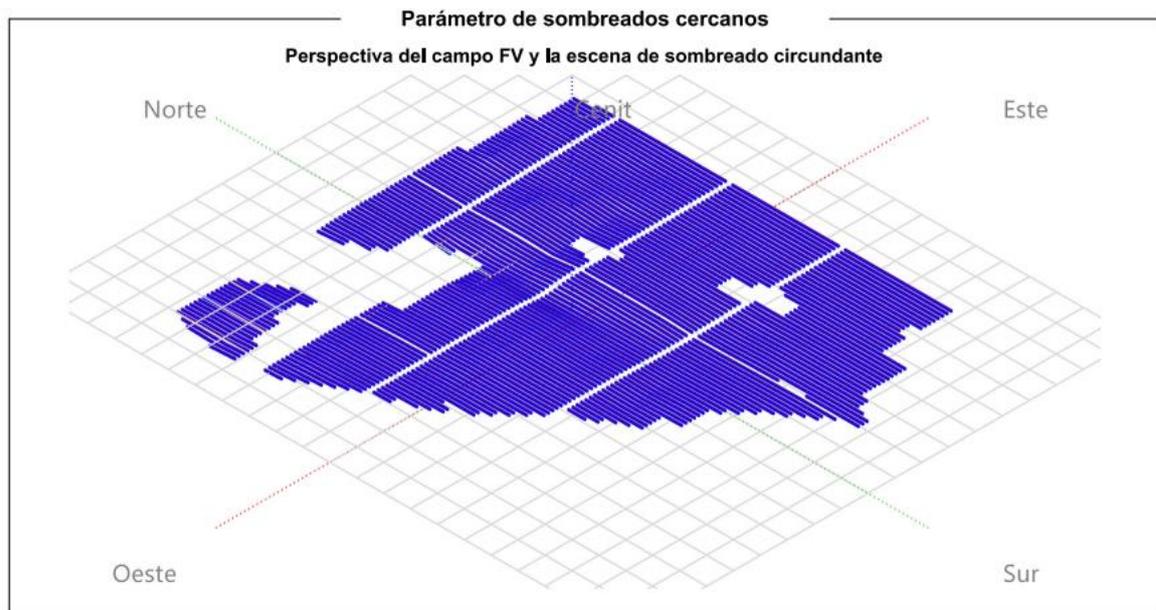
Tabla 4. Módulo de generación de electricidad que componen la instalación híbrida de la Tabla 2.

En cumplimiento de lo establecido en la normativa vigente, se aporta a través del Portal de Servicios a Clientes de Red Eléctrica de España, la presente comunicación firmada junto con la documentación requerida en la normativa vigente.

Firma electrónica del solicitante y fecha:

NOMBRE Y APELLIDOS DE FIRMANTE

ANEXO III: SIMULACIÓN DE LA PSFV HIBRIDADA CON LA HERRAMIENTA PVSYS



PVsyst V7.2.19

VC3, Fecha de simulación:
10/10/22 16:01
con v7.2.19

Ingeniería y Proyectos Innovadores (Spain)

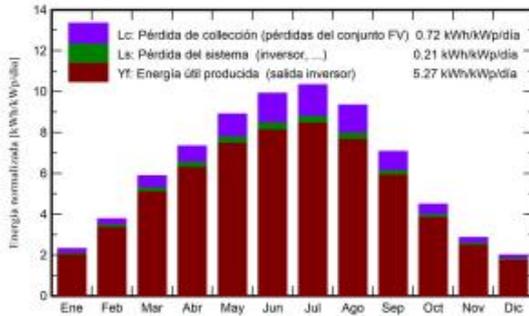
Resultados principales

Producción del sistema

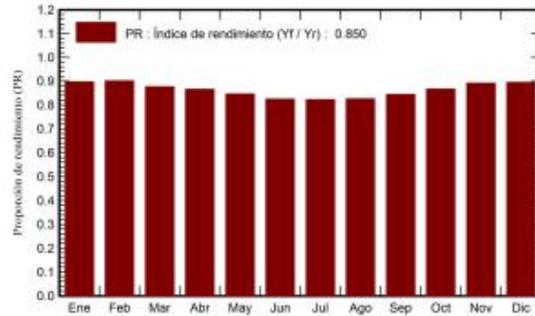
Energía producida 109650 MWh/año
Energía aparente 118509 MVAh

Producción específica 1924 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento (PR) 85.05 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



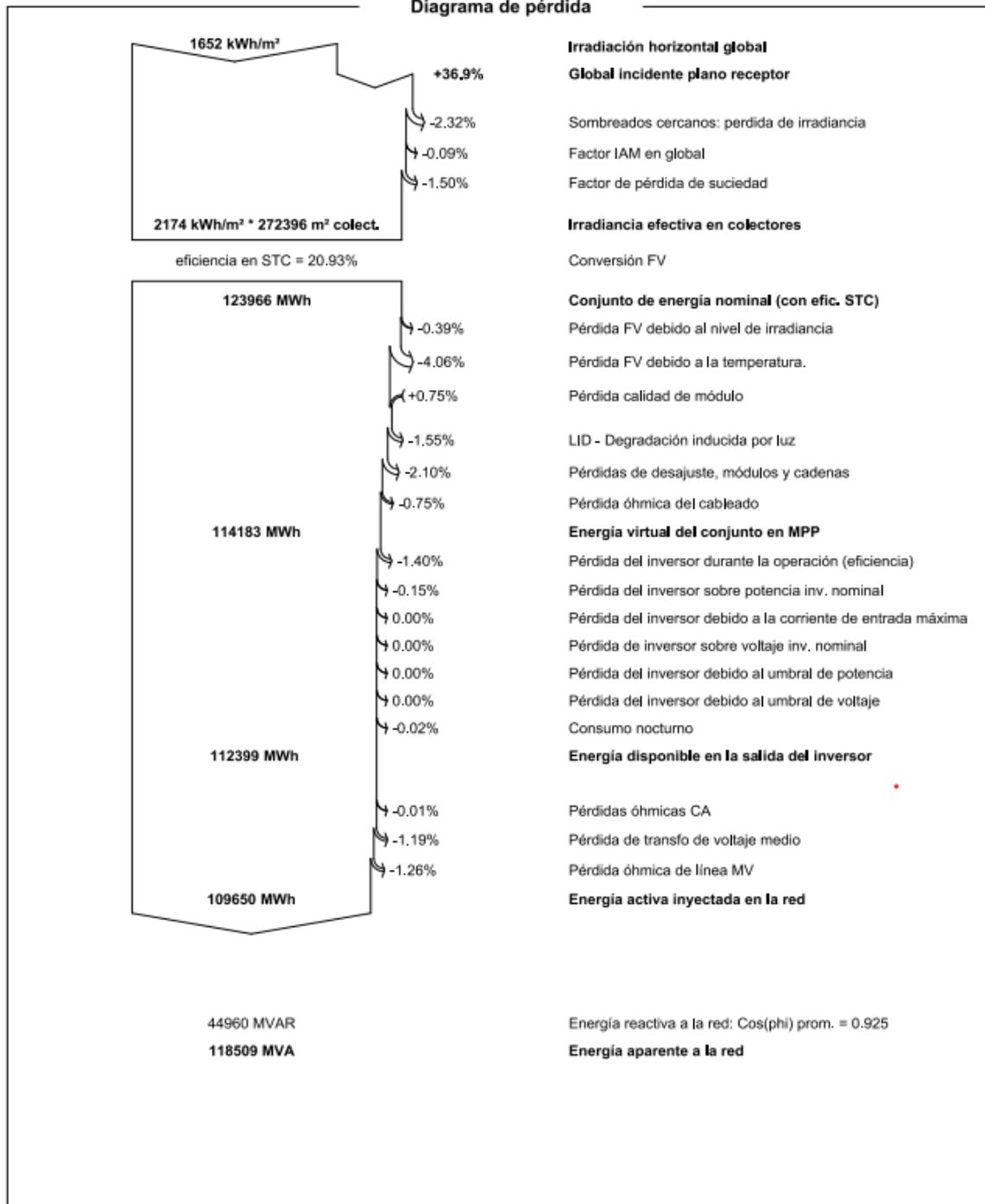
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	53.1	26.23	3.85	71.9	68.2	3814	3675	0.897
Febrero	78.1	32.45	5.28	105.8	101.5	5633	5437	0.901
Marzo	131.7	41.92	8.54	182.2	175.0	9467	9106	0.877
Abril	163.9	66.65	10.84	219.9	211.1	11281	10852	0.866
Mayo	203.6	72.87	15.06	275.7	265.5	13853	13308	0.847
Junio	217.7	57.60	20.15	297.6	287.2	14584	13993	0.825
Julio	232.8	66.44	22.95	320.2	308.9	15641	15028	0.823
Agosto	207.4	54.59	22.64	289.6	279.0	14197	13645	0.827
Septiembre	153.0	50.13	18.36	212.0	203.6	10600	10201	0.844
Octubre	103.0	41.64	13.46	139.2	133.2	7133	6879	0.867
Noviembre	61.9	28.25	7.31	85.6	81.8	4513	4352	0.892
Diciembre	46.0	21.30	4.51	62.2	59.1	3298	3172	0.895
Año	1652.3	560.07	12.79	2261.9	2174.2	114013	109650	0.850

Leyendas

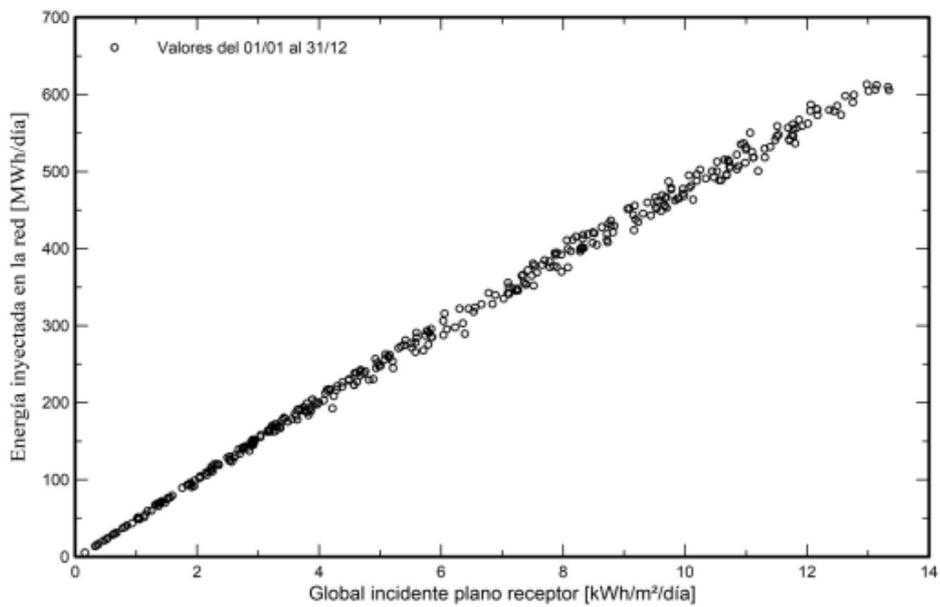
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

Diagrama de pérdida

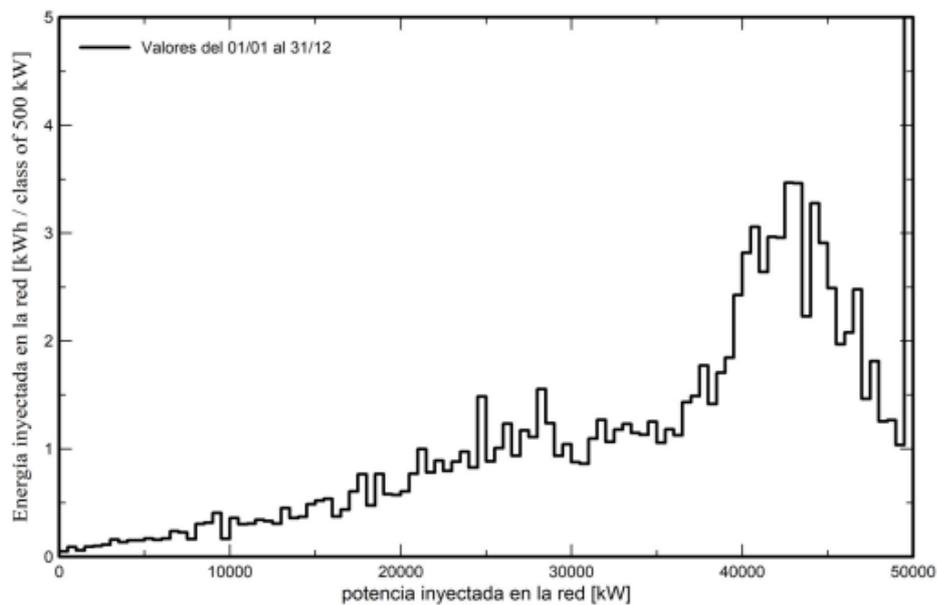


Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria

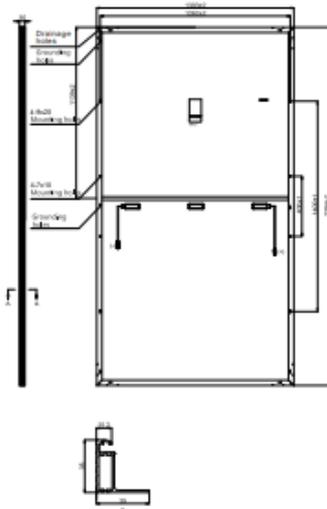


Distribución de potencia de salida del sistema



ANEXO IV: FICHA TÉCNICA MÓDULOS FV

Dimensions of PV Module Unit mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	645	650	655	660	665	670
Open Circuit Voltage-Voc(V)	45.15	45.35	45.55	45.75	45.95	46.15
Short Circuit Current-Isc(A)	18.18	18.23	18.28	18.33	18.38	18.43
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.58	37.76	37.94	38.12	38.30	38.48
Maximum Power Current-Imp(A)	17.17	17.22	17.27	17.32	17.37	17.42
Module Efficiency (%) *	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

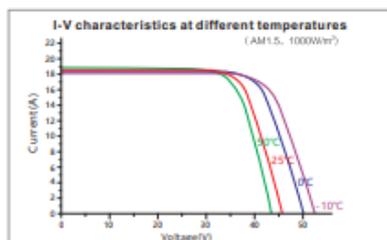
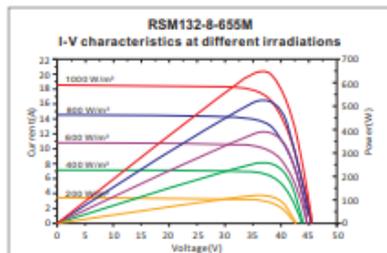
ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Maximum Power-Pmax (Wp)	488.6	492.4	496.2	500.0	503.8	507.6
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41.99	42.18	42.36	42.55	42.73	42.92
Short Circuit Current-Isc (A)	14.91	14.95	14.99	15.03	15.07	15.11
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	34.87	35.04	35.21	35.38	35.54	35.71
Maximum Power Current-Imp (A)	14.01	14.05	14.09	14.13	14.17	14.21

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	34kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+) 350mm, Negative(-) 230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68



Our Partners:

REM132-M-1288I-EN-H1-4-2022

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1320×1120×2515
Box gross weight[kg]	1105

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.
No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE

ANEXO V: FICHA TÉCNICA INVERSORES

HEMK

660V

	FRAME 2	FRAME 3	FRAME 4
REFERENCES	FS2101K	FS3151K	FS4200K
AC Output Power (kVA/kW) @40°C ¹³	2100	3150	4200
AC Output Power (kVA/kW) @50°C ¹³	1950	2925	3900
Max. AC Output Current (A) @40°C	1837	2756	3674
OUTPUT	Operating Grid Voltage (VAC) 660V ±10%		
	Operating Grid Frequency (Hz) 50/60Hz		
	Current Harmonic Distortion (THDi) < 3% per IEEE519		
	Power Factor (cosine phi) ¹⁴ 0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive power injection at night		
INPUT	DC Voltage Range ¹⁵ 934V - 1500V		
	Maximum DC Voltage 1500V		
	Number of Inputs Up to 40		
	Max. DC Continuous Current (A) ¹⁴ 2295	3443	4590
	Max. DC Short Circuit Current (A) ¹⁴ 3470	5205	6940
	Number of MPPT (floating systems) 1	1	1, optionally 2 or 4
	Number of Freemaq DC/DC ¹⁴ Up to 2 (Bus Plus Basic) or 4 (Bus Plus Advanced)		
EFFICIENCY	Efficiency (Max) (η) 98.81%	98.84%	98.90%
	Euroeta (η) 98.45%	98.48%	98.65%
CABINET	Dimensions [WxDxH] (ft) 9.8 x 6.6 x 7.2	Dimensions [WxDxH] (m) 3.0 x 2.0 x 2.2	
	Weight (lbs) 11465	11795	12125
	Weight (kg) 5200	5350	5500
	Type of Ventilation Forced air cooling		
	Degree of Protection NEMA 3R / IP55		
ENVIROMENT	Permissible Ambient Temperature -35°C to +60°C, >50°C / Active Power derating		
	Relative Humidity 4% to 100% non-condensing		
	Max. Altitude (above sea level) 2000m / >2000m power derating (Max. 4000m)		
CONTROL INTER-FACE	Communication Protocol Modbus TCP		
	Power Plant Controller Optional		
	Keyed ON/OFF Switch Standard		
PROTECTIONS	Ground Fault Protection GFDI and isolation monitoring device		
	Humidity Control Active heating		
	General AC Protection & Disconn. Circuit breaker		
	General DC Protection & Disconn. Fuses, DC switch-disconnectors		
	Overvoltage Protection Type 2 protection for AC and DC (optionally, Type 1+2)		
CERTIFICATIONS & STANDARDS	Safety UL 1741 / CSA 22.2 No.107.1-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2		
	Installation NEC 2020 / IEC		
	Utility Interconnect IEEE 1547.2018 / UL 1741 SB / IEC 62116.2014		

ANEXO VI: FICHA TÉCNICA ESTRUCTURA

MONOLine

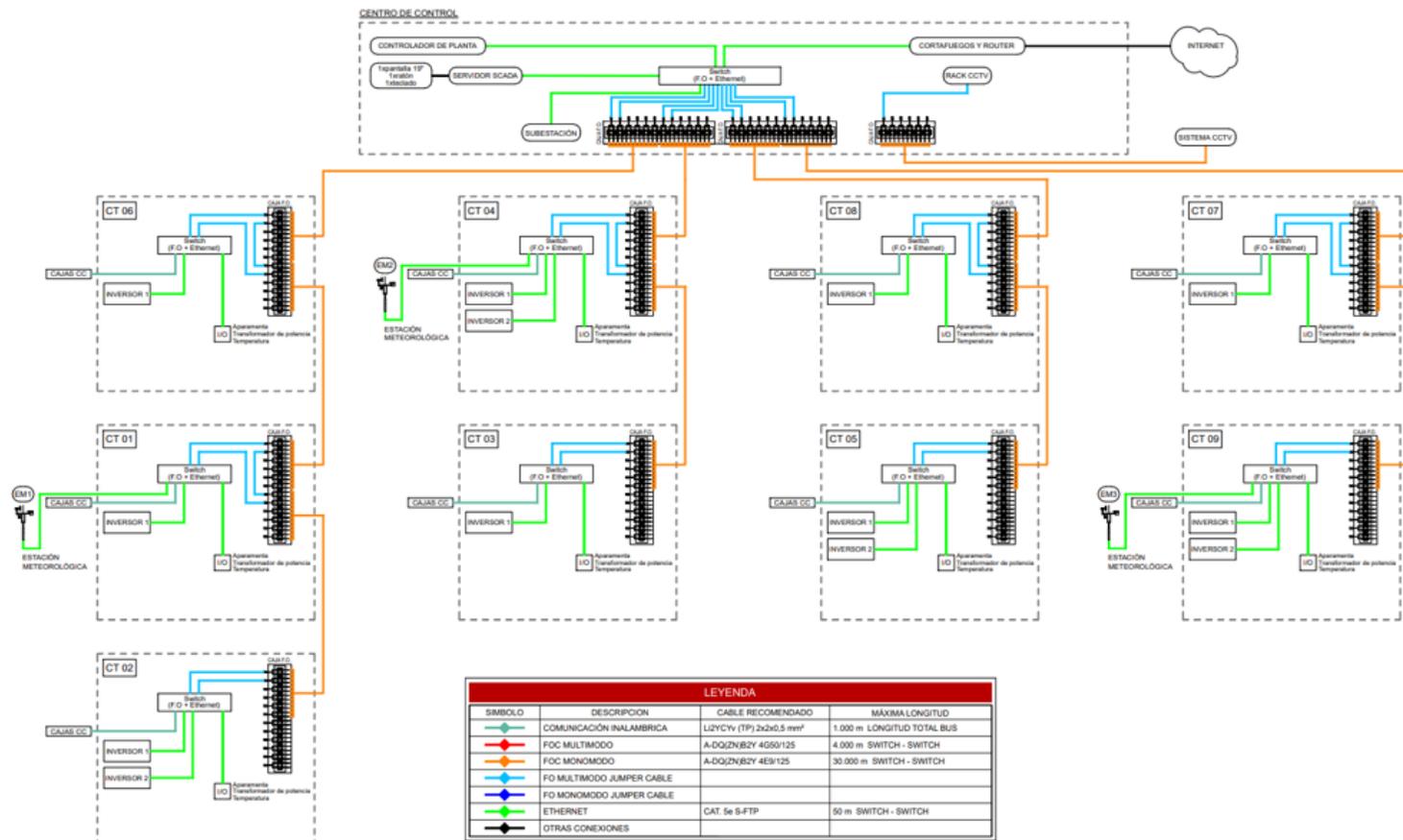
STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

Tracker	<i>Independent-row horizontal single-axis</i>
Rotational range	<i>+/- 60°</i>
Motor	<i>DC Motor</i>
Motors per MWp (390 Wp modules)	<i>42.7 (Monoline 2V), 28.5 (Monoline 3H)</i>
Ground cover ratio	<i>30-50%, depending on configuration</i>
Modules supported	<i>All market available modules, including thin film and bifacial</i>
Slope tolerances	<i>N-S: up to 14%, E-W: unlimited</i>
Module configuration	<i>2 modules in portrait / 3 modules in landscape</i>
Module attachment	<i>Direct mount to panel rail (configurable for clamps)</i>
Structural materials	<i>Magnelis / Hot-dipped galvanized steel per ASTM A123 or ISO 1461</i>
Allowable wind load	<i>Tailored to site specific conditions up to 120 mph/193 kph</i>
Grounding system	<i>Self-grounded via serrated fixation hardware</i>
Wind alarm	<i>Yes, stow position in up to 5 minutes</i>
Wind speed sensors	<i>Ultrasonic anemometer</i>
Solar tracking method	<i>Astronomical algorithm</i>
Controller electronics	<i>A central control unit per solar plant. Wireless communication with trackers. Redundancy of wireless gateways to guarantee communication</i>
SCADA interface	<i>Modbus TCP or OPC-UA</i>
Communication protocol	<i>Wireless LoRa</i>
Nighttime stow	<i>Yes, configurable</i>
Backtracking	<i>Yes</i>
In-field manufacturing	<i>No</i>
On-site training and commissioning	<i>Yes, included in tracker supply</i>
Standard warranties	<i>Structure: 10 years. Electromechanical components: 5 years</i>
Certifications	<i>UL3703, IEC 62817</i>
Structural adaptation to local codes	<i>Yes, verified by third-party structural engineers if required</i>





ANEXO VIII: PLANO DE ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES



ANEXO IX: RESULTADOS MEDIOAMBIENTALES DEL DOCUMENTO DE ALCANCE

(1) Impactos positivos (1) Impactos negativos		0 FASE PREVIA	1 CONSTRUCCIÓN								2 EXPLOTACIÓN					3 DESMANTELAMIENTO									
			1	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	201	202	203	204	205	206		301	302	303	304	305
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y SU SIGNO		1	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	201	202	203	204	205	206	301	302	303	304	305		
MEDIO RECEPTOR	FACTORES	1	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	201	202	203	204	205	206	301	302	303	304	305		
1. ATMÓSFERA Y AMBIENTE SONORO	Calidad del aire ambiente: contaminación						-1		-1													-1		3	
	Olores																							0	
	Contaminación lumínica																-1							1	
2. SUELOS	Confort sonoro						-1	-1	-1													-1	-1	5	
	Cantidad de suelo (pérdida de suelo)						-1	-1	-1															3	
3. AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	Composición del suelo: contaminación, salinización u otros		-1	-1	-1					-1													-1	-1	6
	Estructura del suelo: características físicas		-1					-1	-1			-1													4
4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Variaciones en la disponibilidad del recurso agua								-1	-1	-1													3	
	Modificación de la calidad de las aguas																								0
5. VEGETACIÓN	Modificación de la tecnología superficial: escurrimiento, drenaje, etc.						-1	-1	-1															4	
	Estabilidad: riesgos geotécnicos																								0
6. PROCESOS	Modificación de las perfiles del terreno																							0	
	Abundancia, densidad y productividad																							0	
	Diversidad																							0	
	Hábitats de interés comunitario																								4
7. FAUNA	Flora protegida																							4	
	Procesos de la atmósfera: contaminación secundaria, efecto sobre el cambio climático																							1	
	Procesos del suelo: deposición, sedimentación y erosión																	1						1	
	Procesos de las aguas: modificación de recarga y descarga de sistemas hídricos																							0	
8. FIGURAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN	Procesos sociológicos: relaciones interindividuales																							0	
	Modificación del hábitat y efecto barrera																							2	
	Normalidad directa o indirecta																							4	
	Diversidad y Abundancia																							3	
9. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS	Especies singulares o protegidas y endemismos																							7	
	Red de Espacios Naturales Protegidos																							0	
	Red Natura 2000																							0	
	Otras figuras de Protección (OPR)																							5	
10. PATRIMONIO CULTURAL	Habitabilidad de vida																							4	
	Empleo																							3	
	Uso y disponibilidad de los recursos. Actividades humanas																							3	
	Salud pública y seguridad																							5	
	Pérdida de los usos tradicionales del suelo																							2	
11. MEDIO PERCEPTUAL	Generación de debate social																							3	
	Patrimonio histórico, artístico y cultural. Yacimientos arqueológicos. Tradiciones																							2	
12. MEDIO PERCEPTUAL	Idiosincrasia																							0	
	Calidad estética del paisaje																							7	
13. MEDIO PERCEPTUAL	Estabilidad																							6	
																								6	

1	3	1	2	11	10	10	6	7	4	2	1	7	6	3	3	2	4	3	6	1	2
---	---	---	---	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---