

9 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Una vez se han visto todos los condicionantes que influyen en la zona de estudio, se ha realizado un análisis multicriterio de las tres alternativas propuestas, con la finalidad de ver cuál de ellas es la más ventajosa.

A continuación, se muestra una tabla (Tabla 9.1) resumen en la que se incluyen todos los factores que se han mencionado en los apartados anteriores y que se han tenido en cuenta para la toma de decisiones final. Se han señalado los aspectos favorables de alguna de las alternativas con respecto a las otras en verde, mientras que se han señalado los valores más perjudiciales o negativos en color rojo.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Orografía	Arenas, margas, lutitas, calizas	Margas, areniscas y lutitas	Margas, areniscas, lutitas Algo de arcillas y limos
Usos de suelo	Labor	Labor	Labor
Relieve	130 - 200 msnm Pendiente suave	150 - 200 msnm Pendiente suave	200 - 280 msnm Pendiente alta
Hidrografía	5 cauces	7 cauces	11 cauces
Zonas limitantes	14.3 ha 4.08%	13.58 ha 4.34 %	36.03 ha 8.44 %
Climatología	Mediterráneo continental 17 °C 600 mm	Mediterráneo continental 17 °C 600 mm	Mediterráneo continental 17 °C 600 mm
Núcleos de población	Más de 1 km	Más de 7 km	Más de 3 km
Redes de transporte	Acceso desde vía pecuaria	Acceso desde carretera	Acceso desde vía pecuaria
Otras infraestructuras	Edificaciones aisladas	Edificaciones aisladas	Edificaciones aisladas
Espacios protegidos	Más de 6 km	Más de 2 km	Más de 5 km
Riesgos naturales	Sin afección	Sin afección	Sin afección
Patrimonio histórico	Sin afección	Sin afección	Sin afección
Impacto visual	Poblaciones y carreteras afectadas	Poblaciones y carreteras afectadas	Poblaciones y carreteras afectadas

Tabla 9.1. Análisis multicriterio de las alternativas estudiadas

Como se puede ver la alternativa 3 es la que más factores en rojo tiene, es decir, las otras dos alternativas tienen valores más positivos en general. La composición del suelo, con la posibilidad de aparición de elementos arcillosos o limosos y la pendiente alta del terreno son desfavorables con respecto a las otras alternativas. Observando la red hidrográfica, es la alternativa que se encuentra más cercana a un mayor número de cauces (11), siendo por tanto la que mayor área queda restringida en las parcelas de estudio. Por tanto, se ha desechado esta alternativa.

Las otras dos alternativas son bastante similares, con una composición del suelo y unas pendientes del terreno favorables y sin afecciones a espacios protegidos o infraestructuras cercanas. Con respecto a los factores hidrológicos e hidráulicos también son similares, con un área limitada por estos factores del mismo orden, en ambos casos con una reducción del espacio útil del 4 % del área total disponible. Por lo tanto, se ha concluido que cualquiera de las dos opciones es óptima para la implantación de la futura planta solar fotovoltaica, optando por la **Alternativa 1** como implantación final.

A continuación, se adjunta una imagen en la que puede verse la implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”, en el T.M. de Écija (Sevilla).

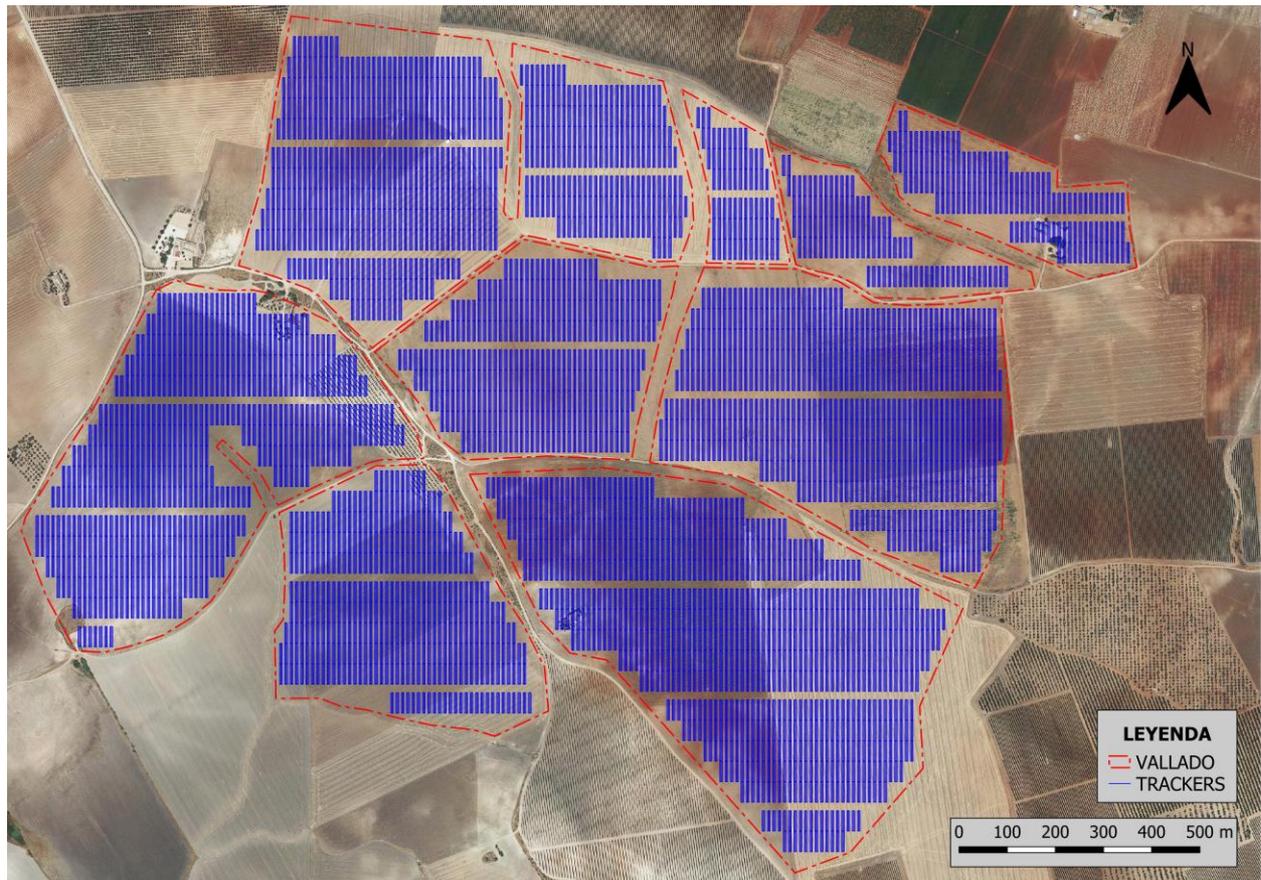


Ilustración 9.1. Implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA”

Se puede ver la disposición de los trackers que se quieren colocar en las parcelas de estudio, junto con el vallado de la planta. Cabe destacar que las placas solares quedan fuera de la envolvente de zonas limitantes obtenida de los análisis efectuados anteriormente, mientras que el vallado se sitúa fuera de la zona de servidumbre de los cauces públicos que afectan la zona de estudio, tal como se indica en la normativa.

En la siguiente imagen se puede ver la implantación de la futura planta y la envolvente de zonas limitantes.

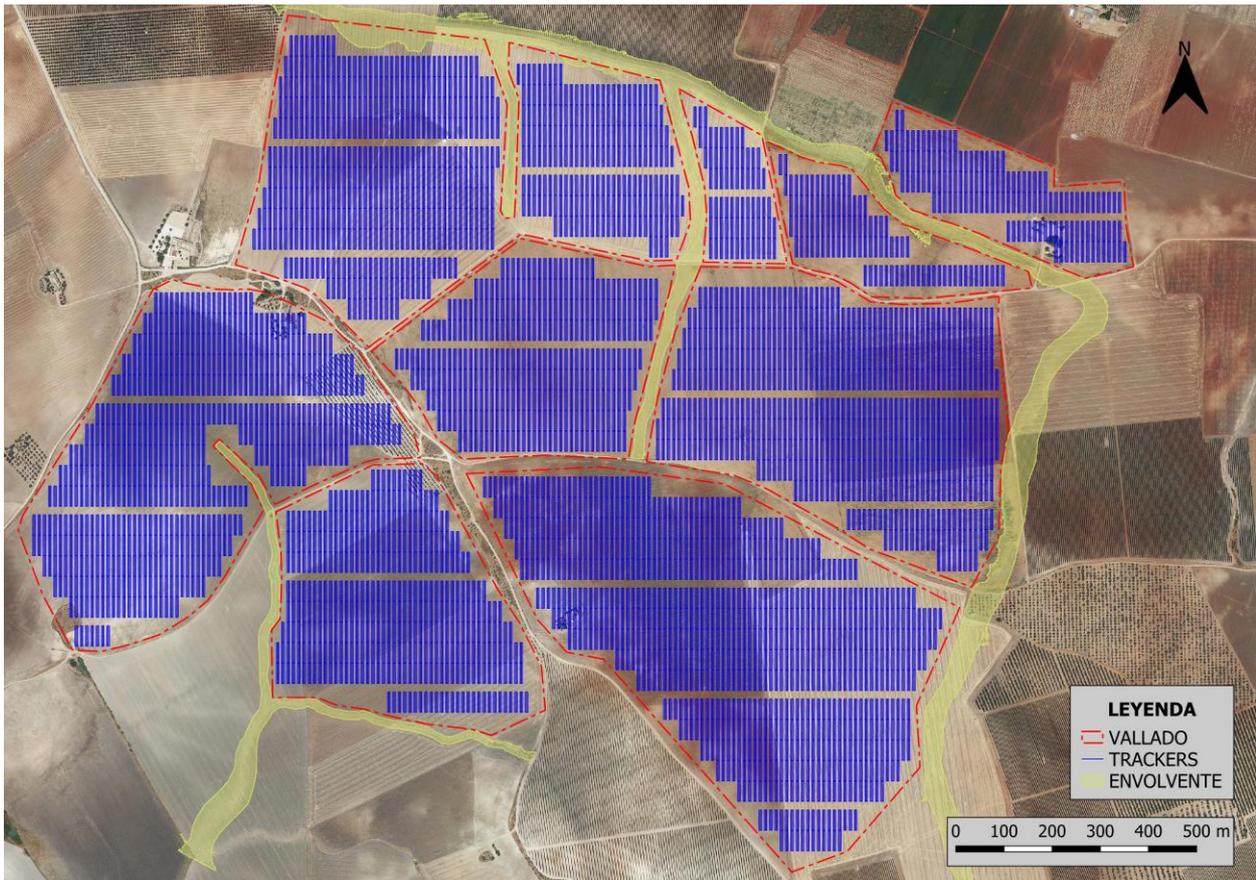


Ilustración 9.2. Implantación de la futura planta solar fotovoltaica junto con la envolvente de zonas limitantes

10 CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, se puede decir que los objetivos planteados para este trabajo han sido satisfechos, quedando definida la implantación de la futura planta solar fotovoltaica “VALHALLA” en el T.M. de Écija (Sevilla).

Se ha dividido este trabajo en varias partes diferenciadas. La primera de ellas, en la que se han tenido en cuenta distintos factores influyentes en la implantación de la futura planta, como son la descripción del medio físico (orografía, usos de suelo, relieve y climatología de la zona de estudio), el análisis de las infraestructuras existentes, teniendo en cuenta los núcleos de población y las vías de transporte adyacentes, los espacios protegidos (parques naturales, patrimonio histórico, zonas con riesgos naturales, etc) y el impacto visual que se genera con la implantación de una planta solar fotovoltaica en la zona de estudio.

A continuación, se ha realizado un análisis más exhaustivo de los condicionantes hidrológicos e hidráulicos de cada una de las alternativas propuestas. Este tipo de estudios se realizan con la intención de obtener unos resultados de calados y velocidades de los cauces analizados que tengan influencia sobre la planta que se quiere ejecutar, a partir de los cuales se delimitan unas zonas limitantes a la implantación de placas solares.

Por ello, en el estudio hidrológico se determinan las precipitaciones de diseño del estudio, teniendo en cuenta las pérdidas de precipitación que se generan según el tipo de suelo. Para el cálculo de estas precipitaciones se han utilizado varias metodologías, escogiendo el valor mayor obtenido como resultado final, por ser el más desfavorable. Una vez obtenidas estas precipitaciones se han calculado los caudales punta de diseño y los hidrogramas para cada una de las cuencas analizadas. Para el cálculo de estos caudales también se han empleado diferentes metodologías, Método Racional Modificado e Hidrograma Unitario, siendo ésta última la más desfavorable.

Una vez obtenidos los hidrogramas de cada una de las cuencas para los distintos periodos de retorno analizados (5, 100 y 500 años) se ha realizado un modelo hidráulico para cada una de las alternativas. Para ello, se ha empleado el software HEC-RAS 2D, definiendo como entradas de caudal los hidrogramas obtenidos en el estudio hidrológico previo. Mediante estos modelos se han obtenido los resultados de calados y velocidades en la zona de estudio, con los que se han definido posteriormente las zonas limitantes a la implantación.

Atendiendo a las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal definidas en los *Artículos 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 4 bis del Reglamento de Dominio Público Hidráulico*, la implantación de la futura planta solar fotovoltaica deberá atender a las siguientes limitaciones:

- La zona de Dominio Público Hidráulico (DPH), la Zona de Servidumbre y la Zona de Flujo Preferente (ZFP) deberá quedar libre de cualquier tipo de instalación.
- En lo referente a las construcciones e instalaciones en zonas inundables (100 años y 500 años), fuera de las zonas definidas anteriores, éstas no deberán suponer un obstáculo al flujo.

Por lo tanto, la superficie ocupada por el DPH, la Zona de Servidumbre y la ZFP de los cauces públicos con afecciones sobre la planta quedan excluidas del área útil para la implantación de placas solares. Además, se debe tener en cuenta para las zonas inundables que el flujo no se vea obstaculizado por la colocación de las placas, elevando éstas mediante perfiles hincados 50 cm sobre el terreno, pudiendo ocupar, por tanto, la llanura inundable para periodo de retorno de 500 años con calados por debajo de 50 cm.

Una vez definidas las zonas limitantes a la implantación para cada una de las alternativas propuestas, se ha realizado un análisis multicriterio teniendo en cuenta todos los factores anteriormente analizados, llegando a la conclusión de la opción óptima.

Por último, analizando las zonas limitantes a la implantación obtenidas para la alternativa final, se ha propuesto una distribución de los trackers y del vallado, respetando la envolvente de zonas limitantes en el caso de las placas solares y la zona de servidumbre en el caso del vallado.

Uno de los aspectos más importantes y destacables de este tipo de estudios es el uso de distintas metodologías para los cálculos realizados, ya que permiten la comparación de los resultados obtenidos, optando siempre por la solución más desfavorable. Además, el empleo de distintos métodos aporta un grado de confianza mayor a

los resultados al salir estos similares en las distintas metodologías propuestas.

Por otro lado, son dignos de mención los softwares empleados en este tipo de estudios. Tanto la herramienta SIG utilizada (QGIS) como el programa de modelización hidráulica (HEC-RAS 2D) facilitan en gran medida los cálculos correspondientes a este tipo de estudios, llegando a unas soluciones muy próximas a la realidad, si los parámetros introducidos en estos programas se han escogido correctamente, siendo ésta la labor más importante del autor de este tipo de estudios, además de la del análisis de los resultados obtenidos. Por distintos factores, como residuos del modelo hidráulico, pueden originarse algunos resultados que se alejan de la realidad, siendo de vital importancia esta fase de análisis de los resultados obtenidos por parte del ingeniero y su posterior corrección.

Tal como se ha comentado en el párrafo anterior, uno de los aspectos fundamentales en este tipo de estudios es la elección de los parámetros que se han empleado en los modelos hidráulicos. Como aspectos de mejora en este tipo de estudios en relación a esta afirmación, caben destacar distintos factores muy a tener en cuenta a la hora de implementar un modelo hidráulico.

En primer lugar, el empleo de capas más actualizadas de rugosidad o de modelos digitales del terreno permitirá la obtención de resultados más reales con la situación actual.

Otro aspecto a tener en cuenta es la mejora del terreno utilizado. Para este estudio se ha empleado el LIDAR de 1ª Cobertura del CNIG, aunque en estudios más profesionales puede ser de gran utilidad la realización de un levantamiento topográfico de la zona de estudio o las visitas a campo que permitan realizar mediciones que ayuden a corregir el terreno utilizado. Esto es importante, ya que en algunas zonas el LIDAR no recoge bien la sección de los cauces u otros elementos, debido a la vegetación existente u otros factores, que no permiten el correcto flujo del agua, generando unos resultados que pueden no corresponderse con la realidad. Debido a esto, tal como se ha comentado anteriormente, es fundamental la labor de análisis de los resultados obtenidos.

Por otro lado, estas visitas a campo mencionadas también son importantes para la modelización de Obras de Drenaje Transversales (ODTs). En este trabajo éstas se han obviado por imposibilidad de este tipo de visitas, pero es algo fundamental en estudios más profesionales, ya que permiten que el modelo hidráulico se ajuste más correctamente a la situación real.

Una interesante continuación de este trabajo podría incluir el análisis de la zona de estudio en un escenario futuro, con la planta ya ejecutada, actualizando los usos de suelo, una vez se tienen las placas colocadas, y ver así las diferencias que se producen en las llanuras de inundación y en las nuevas zonas de Dominio Público Hidráulico y sus zonas de protección.

Se adjuntan con este documento unos anexos en los que se detallan algunos aspectos de los cálculos realizado en este estudio de alternativas, así como unos planos en los que se pueden observar con más detalle los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- [1] Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA). Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. [consulta: 15 octubre 2021].
Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- [2] Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo sostenible. [consulta: 15 octubre 2021].
Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/datos-ambientales>
- [3] Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Instituto Geografico Nacional. [consulta: 15 octubre 2021].
Disponible en: <https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- [4] Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). Instituto Geografico Nacional. [consulta: 20 octubre 2021].
Disponible en: <http://www.aemet.es/es/portada>
- [5] Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG). [consulta: 15 octubre 2021].
Disponible en: <https://www.chguadalquivir.es/inicio>
- [6] Portal de Transparencia del Ayuntamiento de Écija. [consulta: 20 octubre 2021].
Disponible en: <http://transparencia.ecija.es/es/transparencia/indicadores-de-transparencia/indicador/Plan-General-de-Ordenacion-Urbana-PGOU-y-los-mapas-y-planos-que-lo-detallan-00041/>
- [7] EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ÉCIJA. CONSEJERÍA DE VIVIENDA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. OFICINA MUNICIPAL DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA. *Plan General de Ordenación Urbanística de Écija*. Écija: Ayuntamiento de Écija, 2019.
- [8] CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR. *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir*. Andalucía: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2015.
- [9] Sede Electrónica del Catastro. [consulta: 15 octubre 2021].
Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- [10] MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS. *Máximas lluvias diarias en la España peninsular*. Madrid: Dirección General de Carreteras, 1999.
- [11] MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. RELACIONES CON LAS CORTES Y MEMORIA DEMOCRÁTICA. *Ley 7/2021, del 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Madrid: Boletín Oficial del Estado (BOE), 2021.
- [12] SIMA - Écija (Sevilla). Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. [consulta: 3 noviembre 2021].
Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/sima/ficha.htm?mun=41039>
- [13] Territorio. Écija – Guía digital IAPH. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. [consulta: 3 noviembre 2021].
Disponible en: <https://guiadigital.iaph.es/ecija/contenidos/C00/Territorio.html>
- [14] El clima y el tiempo promedio en todo el año en Écija. Weatherspark. [consulta: 11 noviembre 2021].
Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/34178/Clima-promedio-en-%C3%89cija-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- [15] AGÈNCIA CATALANA DE L’AIGUA. *Guía Técnica Recomanacions tècniques per als estudis d’inundabilitat d’àmbit local*. Cataluña: Agència Catalana de l’Aigua, marzo 2003.

[16] MINISTERIO DE FOMENTO. *Norma 5.2.- IC de la instrucción de carreteras*. España: Ministerio de Fomento, 2019.