

Estudio del Potencial Solar del Municipio de Alpedrete (Comunidad de Madrid, España)

J. Domínguez
A. M^a. Martín
J. Amador
G. Sande
J. A. Alfonso
G. Romero



Estudio del Potencial Solar
del Municipio de Alpedrete
(Comunidad de Madrid,
España)

J. Domínguez (*Dirección*)

A. M^a. Martín

J. Amador

G. Sande

J. A. Alfonso

G. Romero

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>

Depósito Legal: M-26385-2011
ISSN: 1135-9420
NIPO: 058-18-002-5

Editorial CIEMAT

CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

S14

SOLAR ENERGY; SOLAR THERMAL CONVERSION; SOLAR RADIATION;
PHOTOVOLTAIC CONVERSION; ENERGY SUPPLIES; ENERGY DEMAND;
ENVIRONMENTAL QUALITY

Estudio del Potencial Solar del Municipio de Alpedrete (Comunidad de Madrid, España)

Domínguez, J.; Martín, A. M^a.; Amador, J.; Sande, G.; Alfonso, J. A.; Romero, G.
99 pp. 18 refs. 34 figs. 3 tablas

Resumen:

El Ayuntamiento de Alpedrete ha realizado una clara apuesta por un cambio en su matriz energética fomentando el uso de las energías renovables. En esta línea se enmarca este estudio sobre el potencial solar del municipio de Alpedrete, realizado por el CIEMAT con el apoyo de la Universidad Politécnica de Madrid. El proyecto aplica el modelo gSolarRoof a los edificios del municipio, arrojando unos resultados alentadores para el aprovechamiento de la energía solar, tanto en la producción de electricidad de origen fotovoltaico como en la producción de agua caliente sanitaria mediante captadores solares térmicos.

El estudio se complementa con un análisis detallado del potencial fotovoltaico de algunos de los principales edificios de propiedad municipal (polideportivo, centro cultural, colegios...), condicionado por la actual legislación en la materia, sus resultados nos ofrecen el grado de cobertura de la demanda eléctrica que podría ser cubierto en estos edificios con energía solar.

Adicionalmente el informe recoge un detallado manual para el uso de la aplicación web donde podremos visualizar los resultados del proyecto, así como cartografía de detalle de los mismos.

La principal conclusión de este estudio es el gran potencial de Alpedrete para cubrir una buena parte de sus demandas energéticas domésticas mediante energía solar, solución que contribuirá sin duda a mejorar la calidad ambiental del municipio y el modo de vida de sus ciudadanos.

Study on the Potential for Solar Energy in the Municipality of Alpedrete (Region of Madrid, Spain)

Domínguez, J.; Martín, A. M^a.; Amador, J.; Sande, G.; Alfonso, J. A.; Romero, G.
99 pp. 18 refs. 34 figs. 3 tables

Abstract:

Alpedrete City Council has made a clear commitment to a change in its energy matrix by encouraging the use of renewable energy. In this line is framed this study on the solar potential of the municipality of Alpedrete, made by CIEMAT with the support of the Polytechnic University of Madrid. The project applies the gSolarRoof model to the buildings of the municipality, obtaining promising results for the use of solar energy, both in the production of electricity from photovoltaic sources and in the production of domestic hot water by means of solar thermal collectors.

The study is complemented by a detailed analysis of the photovoltaic potential of some of the main buildings of municipal ownership (sports center, cultural center, schools ...), conditioned by the current legislation on the subject, its results offer us the degree of coverage of the demand electrical that could be satisfied in these buildings with solar energy.

Additionally the report includes a detailed handbook for the use of the web application where we can see the results of the project, as well as detailed cartography of the same.

The main conclusion of this study is the great potential of Alpedrete to cover a good part of its domestic energy demands through solar energy, a solution that will undoubtedly contribute to improving the environmental quality of the municipality and the way of life of its citizens.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETO DE ESTUDIO	7
2.1. El municipio de Alpedrete.....	7
2.2. Los edificios municipales	8
3. FUENTES DE DATOS	10
4. METODOLOGÍA	12
4.1. Procesado de la información	12
4.2. Análisis del potencial solar del municipio con <i>gSolarRoof</i>	13
4.3. Análisis del potencial fotovoltaico de los edificios municipales.....	15
5. RESULTADOS.....	17
5.1. Término municipal	17
5.2. Edificios municipales.....	19
5.3. Presentación de los resultados	22
6. CONCLUSIONES.....	24
7. BIBLIOGRAFÍA	25
ÍNDICE DE FIGURAS.....	27
ÍNDICE DE TABLAS.....	28
ÍNDICE DE GRÁFICOS	28
ÍNDICE DE MAPAS.....	28
ANEXO I. RESULTADOS EDIFICIOS MUNICIPALES (<i>gSolarRoof</i>)	30
ANEXO II. POLIDEPORTIVO MUNICIPAL	31
ANEXO III. CENTRO CULTURAL ASUNCIÓN BALAGUER	36
ANEXO IV. COLEGIO CLARA CAMPOAMOR	42
ANEXO V. COLEGIO SANTA QUITERIA	46
ANEXO VI. COLEGIO EL PERALEJO	50
ANEXO VII. COLEGIO LOS NEGRALES.....	54
ANEXO VIII. MANUAL DE USUARIO DEL GEOPORTAL <i>gSolarRoof</i>	58
I. VENTANAS EMERGENTES.....	59
II. HERRAMIENTAS DE CONTROL	59
III. HERRAMIENTAS DE UTILIDADES	63
IV. BOTONES DESPLEGABLES	69
ANEXO IX. MAPAS TEMÁTICOS.....	74

PRESENTACIÓN

Año 2016: la energía eléctrica facturada en Alpedrete fue de 34 GWh (gigavatios-hora), según los datos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid. Esa electricidad fue lo que consumieron los ciudadanos en sus casas, empresas, locales y edificios públicos. ¿Son muchos o pocos gigavatios? ¿Dónde y cómo se producen?

El gobierno de Alpedrete sabe que el ahorro y la eficiencia energética es una obligación responsable. Es la respuesta a una realidad incuestionable: la energía es uno de los gastos más onerosos (por pesado y gravoso), también imprescindible, de un presupuesto municipal. Por ello, en Alpedrete se han tomado desde hace más de dos años medidas concretas que han reducido la factura energética en decenas de miles de euros y se han provocado y alentado comportamientos responsables.

Solpedrete es el nombre elegido, con los epígrafes: energía, verde, eficiencia y ahorro. Identifica intenciones y actos. Y una vez trazado el camino de la eficiencia y el ahorro, era momento de dar un paso desde el rigor científico. Por ello se buscó el apoyo del CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) para desbrozar el sendero de la energía verde.

La pregunta que el CIEMAT se comprometió a contestar fue ¿qué superficie de los tejados de los edificios de Alpedrete es óptima para instalar tecnología solar fotovoltaica y térmica? Una vez cartografiada la incidencia del Sol en los más de 4.000 edificios que existen, la respuesta es: en la superficie óptima de captación se podrían instalar paneles solares fotovoltaicos con una potencia de 23 MWp y una capacidad de generación de 33 GWh al año.

La conclusión obtenida es que la tecnología solar fotovoltaica podría generar 33 GWh de electricidad, una cantidad equivalente a los 34 GWh consumidos por toda la población del municipio en el año 2016. Es decir, el 100%.

En cuanto a las posibilidades de instalación de tecnología solar térmica, el análisis del CIEMAT estima que la energía disponible se eleva a 100 GWh.

El argumento, expuesto así, es cuestionable (no todos los vecinos querrán instalar fotovoltaica o térmica en su casa o no se puede fiar el total de la demanda a una fuente de producción no constante), pero bien observado ofrece una clave: el cambio de modelo energético es factible tecnológicamente e imprescindible ambientalmente.

La generación de 33 GWh eléctricos mediante tecnología solar fotovoltaica y de 100 GWh con tecnología solar térmica supondría evitar la emisión a la atmósfera de 21.417 Toneladas y 20.400 Toneladas de CO₂, respectivamente. De esta manera, se reduciría en casi 42.000 Toneladas el efecto en la atmósfera del principal gas causante del efecto invernadero y el cambio climático.

Una tonelada de CO₂ ocupa 510 m³, lo que equivale a un cubo de 7'75 metros por cada lado (a 1 atmósfera de presión y 0°C de temperatura). Para almacenar las 42.000 Toneladas sería necesario un cubo de 325.712 metros de lado. Utilizando otro parámetro más tangible, se dejaría de emitir a la atmósfera el CO₂ que generan 42.000 ciudadanos europeos para alimentarse, calentarse y desplazarse durante más de un mes.

El cambio de modelo energético trasciende el hecho de usar una fuente de generación u otra, incide en la propiedad de la producción y el consumo. La ciudadanía amplía su competencia exclusiva actual como usuario final a la de productor y gestor de su energía. Es el inicio (en otros países ya consolidado) de una revolución: la participación de los ciudadanos en la producción energética y la democratización que tanto parece preocupar a legisladores y empresas de producción.

El CIEMAT y el Ayuntamiento de Alpedrete ponen a disposición de la ciudadanía el presente informe, así como la herramienta telemática para que conozca las opciones que le ofrece la energía solar en su propia casa.

Solpedrete, el Sol como fuente de vida y Alpedrete como escenario de esa vida.

Guiomar Romero y Jose Antonio Alfonso (Ayuntamiento de Alpedrete)

1. INTRODUCCIÓN

Las cubiertas de los edificios representan una de las áreas en los entornos urbanos con mayor superficie disponible que puede ser aprovechada para la instalación de paneles solares. El objetivo de este trabajo es la implementación de un estudio para evaluar el potencial solar, térmico y fotovoltaico, de las cubiertas de los edificios en el municipio de Alpedrete, aprovechando la amplia capacidad de análisis que han demostrado tener los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Este estudio forma parte del proyecto *gSolarRoof* dirigido a la evaluación de la capacidad de los diferentes entornos urbanos para incorporar el uso de la energía solar. El proyecto ha sido desarrollado por el grupo de Tecnologías de la Información Geográfica y Energías Renovables del CIEMAT, en colaboración con Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (Universidad Politécnica de Madrid).

El análisis del potencial solar del municipio se realiza mediante la aplicación de un modelo geográfico desarrollado con el software ArcGIS¹, con el que se valoran cuáles son los mejores emplazamientos para la instalación de los sistemas solares y se realiza una aproximación sobre la energía producida.

En este trabajo se incluye la evaluación de 4.053 edificios de diferentes usos, tomando como unidad de análisis la parcela catastral y distribuidos en la totalidad del término municipal que ocupa una superficie de 12'66 km². La información necesaria ha sido obtenida de bases de datos geográficas estándares disponibles en diferentes organismos oficiales. El estudio está basado en el levantamiento de un modelo tridimensional de los edificios, con una resolución de 1m, generado a partir de la nube de puntos LIDAR² (Light Detection and Ranging) suministrada por el Instituto Geográfico Nacional.

¹ ArcGIS es un software desarrollado por ESRI en el sector de los Sistemas de Información Geográfica. Dispone de herramientas y aplicaciones para la captura y tratamiento de los datos, análisis de la información y la publicación e impresión de los mapas.

² LIDAR (Light Detection and Ranging) es una tecnología de teledetección óptica que utiliza un escáner láser aerotransportado para muestrear el terreno. El sistema realiza un barrido de la superficie, determina la altura y posición de cualquier elemento que localiza (edificios, árboles e infraestructuras) y registra los datos obtenidos formando una nube de puntos.

Además de evaluar el municipio de Alpedrete en su conjunto, este estudio también se ha centrado en las posibilidades que ofrecen los edificios municipales. Se han seleccionado como muestra varios edificios para llevar a cabo un análisis más detallado del potencial fotovoltaico mediante el software PVsyst³ de simulación de instalaciones fotovoltaicas. En el proyecto se han analizado diferentes configuraciones para instalaciones de módulos fotovoltaicos y seleccionado la mejor solución posible.

³ El software PVsyst es una herramienta desarrollada para el diseño de instalaciones fotovoltaicas en edificios. Permite dimensionar el tamaño del sistema mediante la simulación de las diferentes configuraciones posibles para una instalación, evaluar los resultados e identificar la mejor distribución en cada caso.

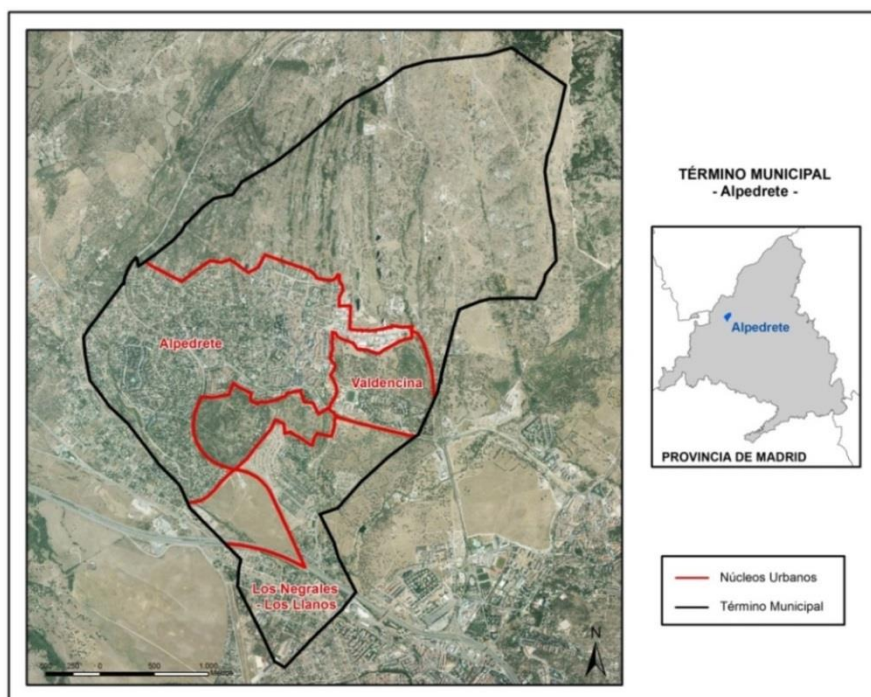
2. OBJETO DE ESTUDIO

2.1. El municipio de Alpedrete

Alpedrete es un municipio situado en el noroeste de la Comunidad de Madrid, en las estribaciones del Valle de Guadarrama a 47 km de la capital. Tiene una superficie de 12'66 km² y se localiza a latitud 40° 39' 30" Norte y longitud 4° 1' 56" Oeste.

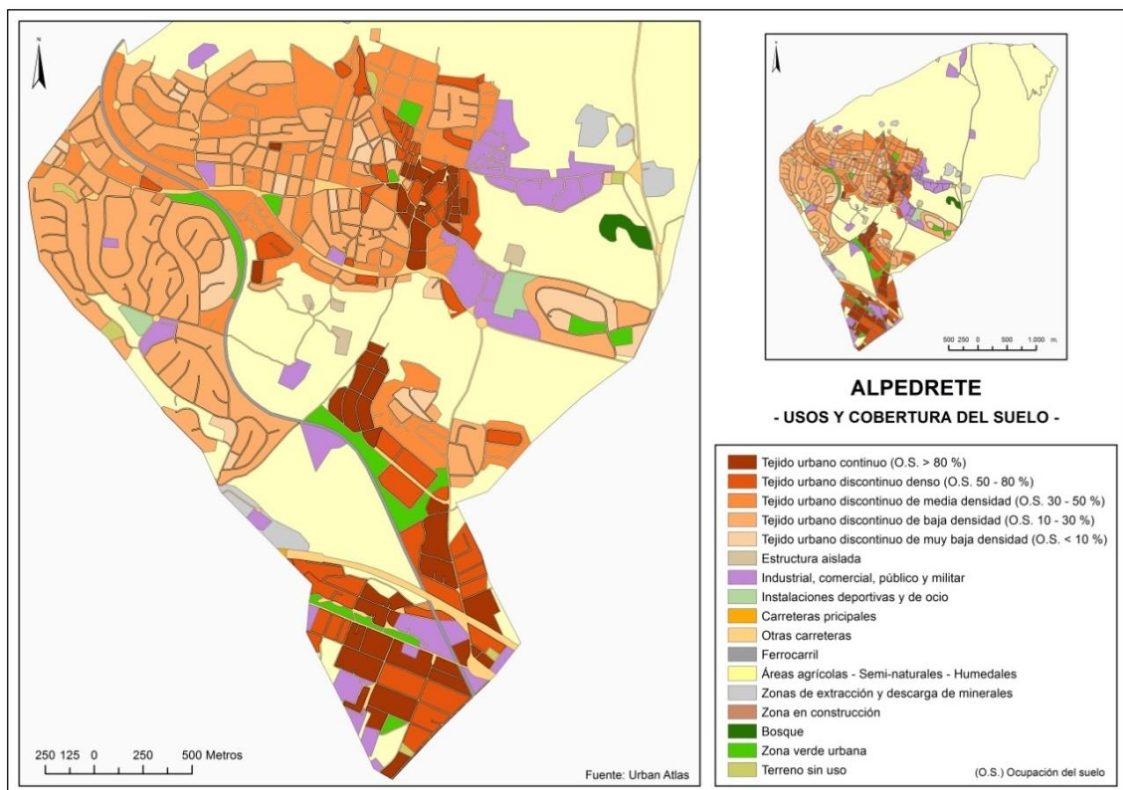
El municipio, asentado sobre rocas graníticas, tiene una topografía llana, rodeada por zonas elevadas, que va descendiendo suavemente hacia el oeste, siendo la altitud media del núcleo urbano de 919 m. El paisaje está dominado por antiguas dehesas de uso fundamentalmente ganadero que alternan hacia el este con las características canteras en su mayoría ya abandonadas. Las zonas urbanizadas, objeto de este estudio, ocupan una superficie de aproximadamente 4'86 km² estando formadas por los núcleos de Alpedrete, Valdencina y Los Negrals - Los Llanos.

La actividad económica ha evolucionado de las formas más tradicionales y la explotación de canteras de piedra hacia el sector servicios. Se trata de un municipio fundamentalmente residencial donde la población aumenta durante los meses de verano. Sin embargo, la población casi se ha triplicado en los últimos veinte años, multiplicándose con ello el número de residencias permanentes. El municipio cuenta con 14.417 habitantes (INE, 2016).



Mapa 1. Delimitación de la zona de estudio.

Al analizar las distintas áreas del municipio, como en cualquier configuración de un entorno urbano, se puede observar que las zonas que podría presentar un mayor aprovechamiento de los tejados para la instalación de sistemas solares son las áreas industriales, centros educativos y equipamientos deportivos o de ocio. Estos edificios con grandes superficies de tejados representan un 15% de la zona urbanizada que, dominada principalmente por la presencia de viviendas unifamiliares, constituye un tejido urbano en su mayor parte de media y baja densidad con una ocupación del suelo por edificios inferior al 50%.



Mapa 2. Usos y cobertura del suelo. Municipio de Alpedrete
(Fuente: Urban Atlas, 2012).

2.2. Los edificios municipales

Alpedrete cuenta con 25 edificios de titularidad municipal que abarcan un importante abanico de servicios públicos que incluyen actividades culturales y deportivas, servicios educativos, sanitarios, asistenciales, seguridad y administración. Han sido seleccionados los siguientes edificios para realizar un estudio más detallado del potencial fotovoltaico:

- Polideportivo Municipal.

- Centro Cultural Asunción Balaguer.
- Colegio Clara Campoamor.
- Colegio Santa Quiteria.
- Colegio El Peralejo.
- Colegio Los Negrals⁴.

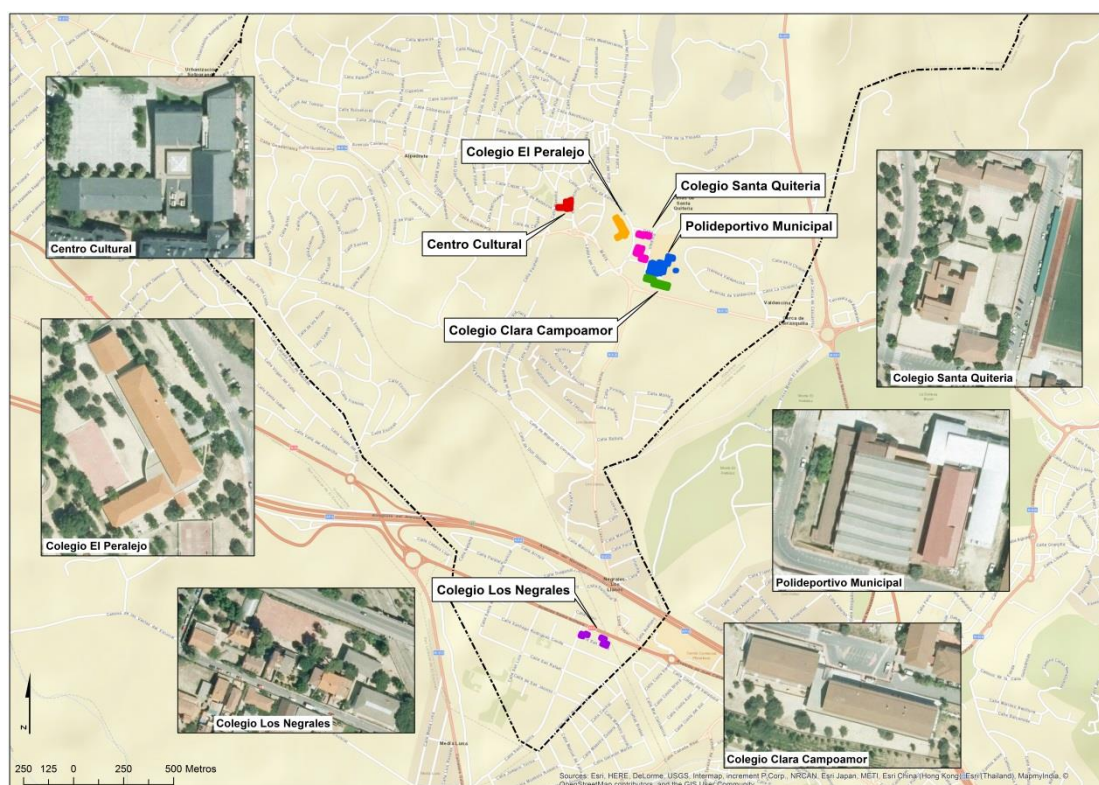


Figura 1. Edificios municipales con estudio de detalle.

⁴ Todos los colegios incluidos en el proyecto son centros públicos de enseñanza infantil y primaria.

3. FUENTES DE DATOS

Para llevar a cabo cualquier estudio, el primer paso es definir la información requerida para realizar el análisis. El modelo *gSolarRoof* (Martín et al., 2016) se caracteriza por alimentarse de una base de datos cuyas capas y tablas se obtienen principalmente a partir de la recopilación de información disponible en diferentes bases de datos geográficas y cartográficas de acceso libre. En la revisión de las fuentes de datos disponible se han recopilado las siguientes capas de información:

- *Nube de puntos LIDAR*: Los ficheros de nube de puntos son indispensables para realizar el análisis y a partir de ellos se creará el levantamiento tridimensional del municipio. Corresponden al vuelo LIDAR del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y son proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Los archivos están formados por hojas de 2x2 km con una densidad media de 0,5 puntos/m². Año 2010.
- *Fotografías aéreas*: Para disponer de una visión aérea del municipio analizado hemos consultado imágenes procedentes de diferentes servicios como las ortofotos del PNOA disponibles en el IGN y la Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad de Madrid (IDEM). Las ortofotos se utilizan como guía para delimitar el área de estudio y realizar una revisión de los edificios durante la preparación de los datos. Años 2009 a 2014.
- *Datos de temperaturas mensuales*: La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) facilita series de datos e información climatológica general de sus estaciones meteorológicas.
- *Datos de la posición del Sol*: El servicio web Solar Energy Services for Professionals (SoDa) proporciona enlace a diferentes recursos relacionados con la radiación solar. Uno de los servicios disponible es Solar Geometry 2 (SG-2), biblioteca para el cálculo de la posición del Sol, que se utiliza para establecer las zonas sombreadas de los tejados. Este portal web ofrece datos de la posición solar para una zona determinada, seleccionando la fecha y un intervalo de tiempo.
- *Datos de radiación solar*: La base de datos Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) del Instituto de Energía y Transporte de la Comisión Europea permite consultar datos de radiación solar y diferentes parámetros climáticos. Su base de datos nos permitirá ajustar los parámetros necesarios en la determinación de la radiación solar.

- *Distribución de los edificios:* Es necesario incluir en el modelo una delimitación de los edificios y la situación de los mismos. La Dirección General de Catastro ofrece un servicio de consulta con datos cartográficos en formato vectorial del catastro rústico y urbano. Están disponibles datos como las referencias catastrales, la delimitación de edificios y los diferentes elementos constructivos presentes en cada parcela, además de información pública asociada a las parcelas catastrales como los usos de los edificios.
- *Límites administrativos:* La delimitación del municipio, identificación y distribución de los núcleos urbanos se pueden consultar en el IGN y la IDEM.
- *Situación de los edificios protegidos y edificios municipales:* Datos procedentes del Ayuntamiento y del Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Alpedrete.
- *Planos de los edificios municipales:* En el estudio detallado del potencial fotovoltaico es necesario un conocimiento más preciso de los edificios, en particular las dimensiones y forma de los tejados. El Ayuntamiento dispone de los planos de planta y alzado de los proyectos de construcción de los mismos.
- *Información de los edificios municipales:* Datos proporcionada por el Ayuntamiento que incluye las actividades desarrolladas en cada edificio, consumo mensual de electricidad, facturación, potencia y tarifa eléctrica contratadas.

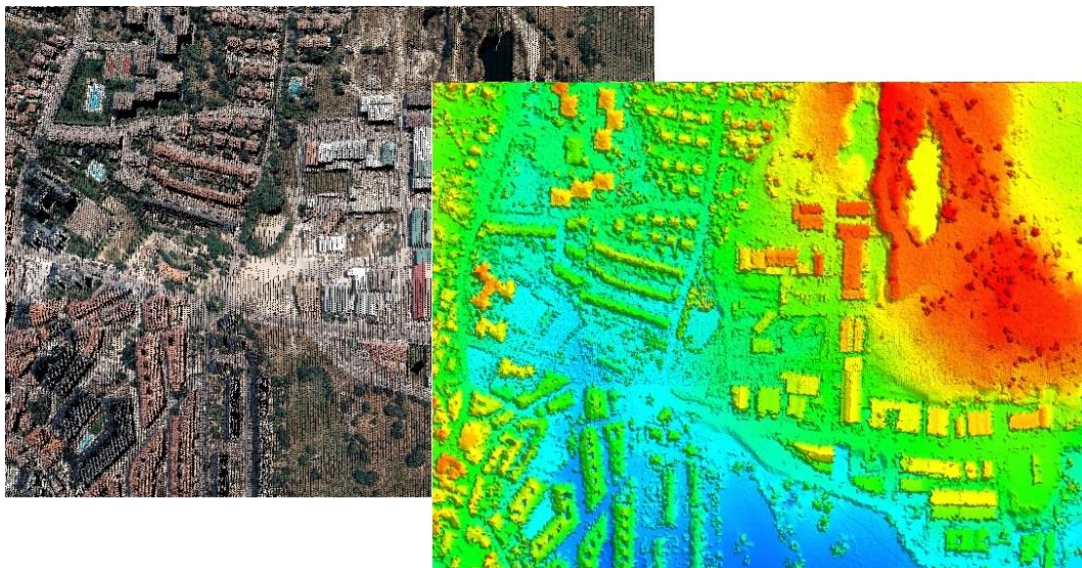


Figura 2. Muestra de la nube de puntos LIDAR del municipio de Alpedrete.

4. METODOLOGÍA

El estudio del potencial solar se ha desarrollado en tres fases que incluyen: el tratamiento previo de la información, un análisis geográfico del municipio y finalmente un análisis más detallado de una selección de edificios municipales.

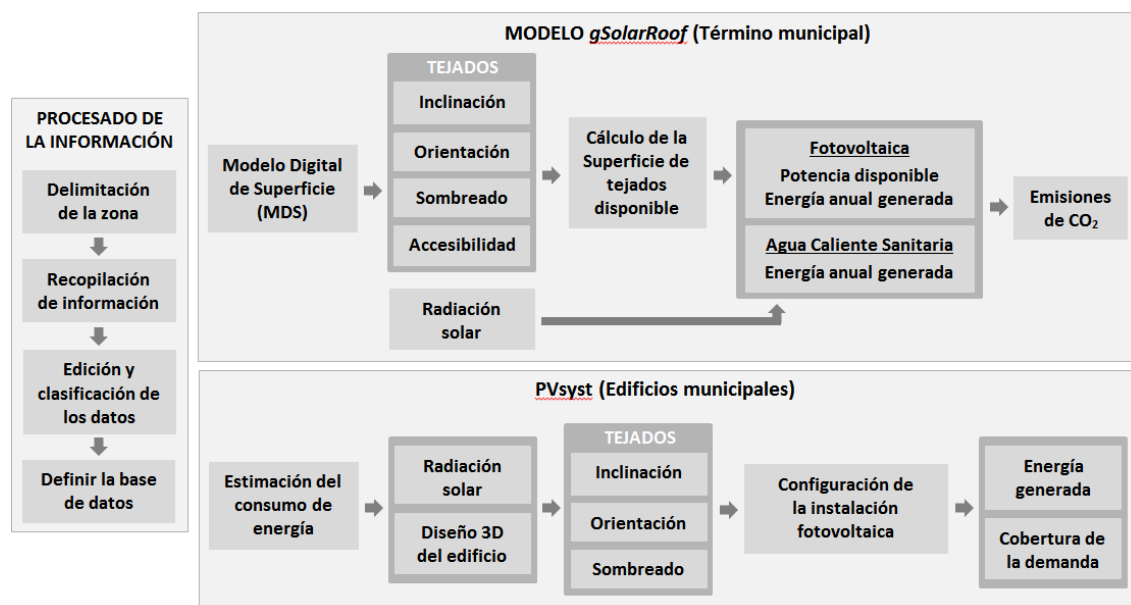


Figura 3. Principales fases de la metodología.

4.1. Procesado de la información

La estimación del potencial solar requiere de un detallado análisis de información espacial procedente de diferentes fuentes de datos que debe ser revisada para llevar a cabo el posterior análisis. El tratamiento de la información consta de los siguientes pasos:

- La edición de la nube de puntos LIDAR consiste, en primer lugar, en la depuración de posibles errores y en la revisión y correcta clasificación de cada elemento relevante para el análisis (cubiertas de edificios y elementos que generen sombras).

En el proceso de depuración se elimina el ruido presente en los datos, los posibles puntos duplicados o aquellos que sean redundantes, siempre preservando la delimitación de las superficies definidas por la nube de puntos. Posteriormente se clasifica la nube de puntos, extrayendo todos aquellos elementos necesarios para el estudio (edificios, masas de vegetación y superficie del terreno).

- Edición de las tablas y capas de datos (posición del Sol, temperaturas, límites administrativos, consumo mensual de electricidad, etc.), seleccionando del conjunto de datos la información utilizada en el estudio y dotándola de un formato, estructura y georreferenciación adecuados.
- Diseño de una base de datos donde se organiza toda la información previamente tratada y necesaria para la ejecución del modelo *gSolarRoof*. La distribución de la base de datos permitirá relacionar los datos espaciales con sus atributos y características, ofreciendo una visión conjunta de la zona.

4.2. Análisis del potencial solar del municipio con *gSolarRoof*

El conjunto de datos procesados se integra en el modelo geográfico *gSolarRoof* del CIEMAT para el estudio del potencial solar (Martín et al., 2016), modificado para adaptarlo al análisis del potencial solar fotovoltaico y térmico del municipio de Alpedrete. En este modelo se establecen las variables que influirán en el emplazamiento de los paneles solares y la energía generada, considerando la estructura de la zona urbana, la radiación solar recibida en los tejados y la tipología de los edificios.

La implementación del modelo incluye las siguientes secciones:

1. Levantamiento de un Modelo Digital de Superficies (MDS) de todo el entorno urbano del municipio donde se representa la distribución de los edificios. Considerando la densidad de la nube de puntos, el MDS resultante tiene un tamaño de celda de 1 m².
2. Análisis de la radiación solar recibida anualmente en cada punto del tejado teniendo en cuenta la diversidad de formas que pueden presentar los tejados y la distribución de los diferentes elementos situados a su alrededor. En el cálculo de la radiación solar se han utilizado la herramienta 'Radiación solar de áreas' de ArcGIS, configurando los parámetros topográficos y atmosféricos para ajustar la evolución de la radiación solar a lo largo del año.
3. La posición de los paneles solares sobre los tejados se basará en el análisis de la orientación e inclinación de los tejados considerando las pérdidas en la generación de energía ocasionadas por la situación de los mismos conforme a las directrices establecidas por el 'Código Técnico de la Edificación' de España.

4. En el diseño de instalaciones solares es importante evitar el sombreado, principalmente en las horas de mayor insolación, para aprovechar al máximo la producción de energía. El Análisis de la superficie de los tejados afectada por sombras se realiza para todo el año, teniendo en cuenta el efecto de los edificios adyacentes, zonas arboladas, o cualquier otro elemento sombreador del entorno circundante.
5. Cálculo de la superficie disponible en los tejados para la instalación de sistemas solares y selección de los emplazamientos más adecuados, considerando las diferentes tipologías de tejados (planos e inclinados).
6. Estimación de la potencia disponible y la producción de energía eléctrica anual con módulos fotovoltaicos del tipo 'Silicio Multicristalino' para todos los edificios del municipio.
7. Estimación de la producción de energía anual para agua caliente sanitaria (ACS) con colectores solares térmicos de 'Placa Plana' para los edificios de viviendas.
8. Cálculo de las emisiones a la atmósfera de CO₂ evitables con la energía solar generada y asignación a cada edificio del municipio de los resultados obtenidos en el modelo teniendo en cuenta su distribución según el parcelario catastral.

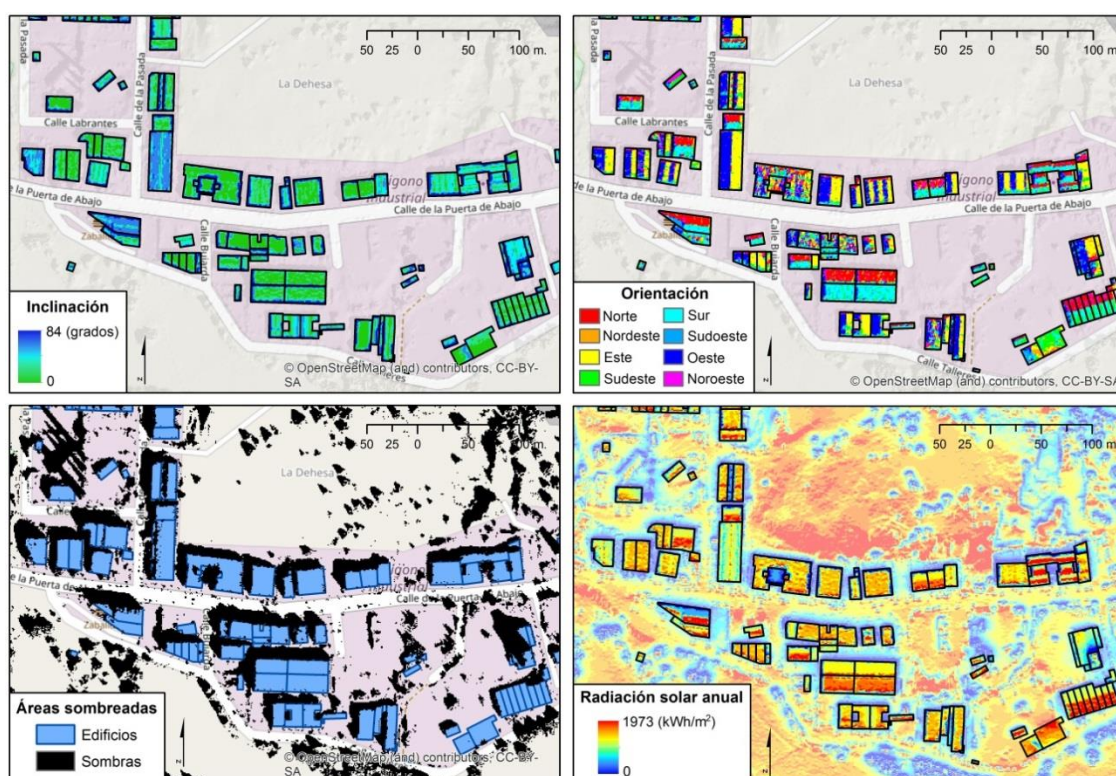


Figura 4. Principales factores analizados en el estudio del potencial solar.

4.3. Análisis del potencial fotovoltaico de los edificios municipales

Para los edificios municipales seleccionados se establecen una serie de variables en el software PVsyst con las que se simulan diferentes tamaños y configuraciones de instalaciones fotovoltaicas. En las pruebas realizadas se consideran diversos perfiles de producción de energía eléctrica, teniendo en cuenta varios tipos de módulos y en función de la radiación solar en la zona.

Basándose en lo establecido en el Real Decreto 900/2015, *por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo*, la potencia instalada para autoconsumo debe ser igual o inferior a la contratada. Los edificios analizados tienen una potencia contratada entre 15 y 80 kW, por lo que se han establecido estos valores como potencia de referencia.

El estudio no tiene en cuenta la superficie total de tejado disponible en la que puedan llegar a instalarse módulos fotovoltaicos, sino solamente la superficie necesaria para la potencia previamente fijada de acuerdo al mencionado RD.

El análisis del potencial fotovoltaico con PVsyst consistirá en:

1. Estimación de las curvas de consumo horario a partir de los datos mensuales de consumo de electricidad. Se establece un consumo aproximado para cada edificio diferenciando entre días laborables o festivos y tomando como base las franjas horarias 'punta y valle'. La asignación de los valores se realiza atendiendo a factores como el horario, las actividades desarrolladas, el aforo y el uso de los diferentes edificios a lo largo del año.
2. Establecer la ubicación de los edificios y determinar la radiación solar incidente en la zona para lo que se incorporará la base de datos de PVGIS.
3. Diseño de los edificios en 3D tomando como base los planos del Ayuntamiento y disposición de los módulos en los tejados. También se configuran los elementos circundantes que puedan proyectar sombras como la presencia de árboles para calcular el porcentaje de pérdidas por sombras que tiene la configuración elegida.
4. Finalizada la modelización del edificio se define su orientación e inclinación de las diferentes secciones que forman su tejado. Estos factores son requeridos para establecer las pérdidas de energía.

5. Diseño del sistema para establecer la distribución de los módulos en el tejado (serie-paralelo). Una vez conocida la demanda y elegido el tipo de módulo se calcula la configuración de la instalación atendiendo a la elección del inversor y finalmente se establecen los puntos de conexión.
6. Ajustar la producción de energía eléctrica al consumo con la máxima rentabilidad comparando los resultados obtenidos con diversas distribuciones de la instalación para obtener la configuración más óptima. Se determina la capacidad fotovoltaica de la instalación estableciendo el número de módulos necesarios, la energía que puede llegar a generarse y cuantificar la cobertura de la demanda de electricidad.

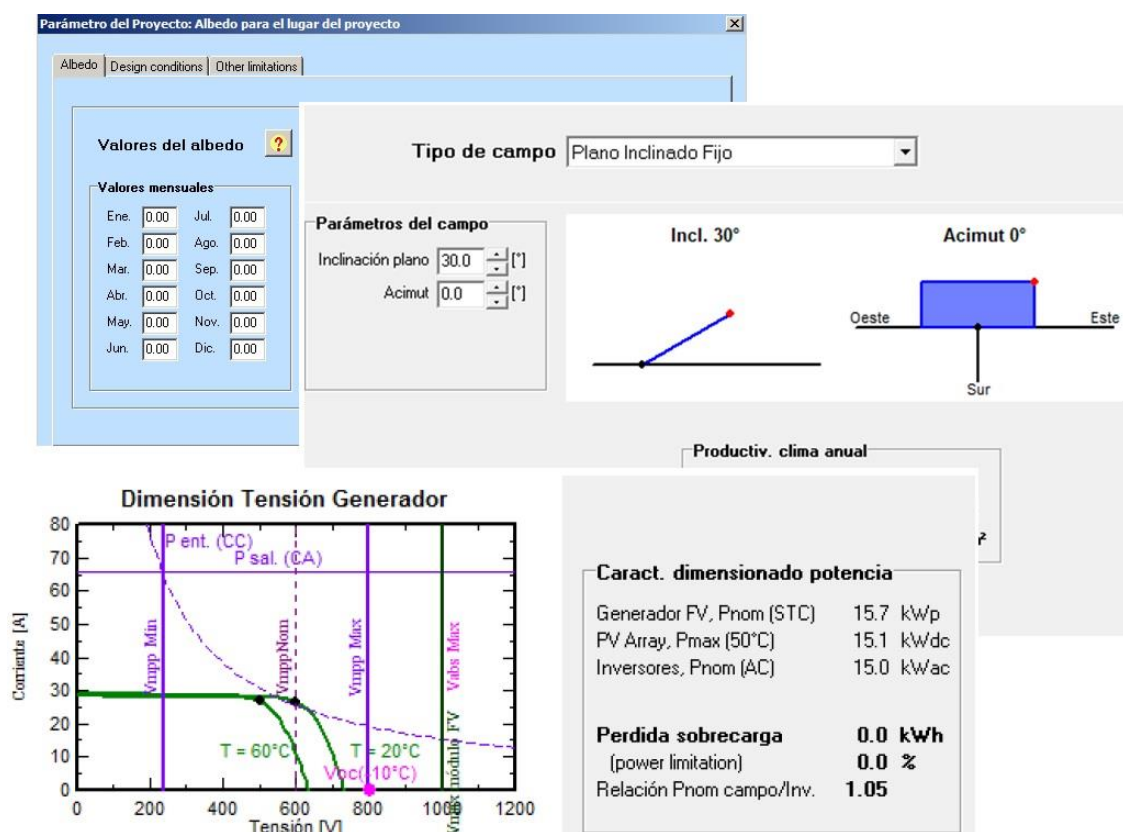


Figura 5. Configuración de PVsyst con los parámetros de las instalaciones fotovoltaicas.

5. RESULTADOS

5.1. Término municipal

Una vez realizado el análisis geográfico se han obtenido datos relativos a las 4.053 parcelas catastrales pertenecientes al municipio de Alpedrete, en los que se incluyen 25 edificios municipales (Anexo I). Del número total de edificios analizados con *gSolarRoof* sólo un 8% no dispone de superficie potencial de tejados para la instalación de módulos fotovoltaicos. Esta situación es debida a una inadecuada inclinación u orientación de los mismos, a no recibir suficiente radiación o a estar afectados por sombras. Asimismo, un 3% tampoco presentan superficie disponible donde situar colectores solares térmicos para agua caliente sanitaria (ACS).

Módulos Fotovoltáicos (Silicio Multicristalino)	
Número de edificios analizados ⁵	4.053
Superficie total construida	698.677 m ²
Número edificios con superficie disponible	3.656
Superficie disponible	186.903 m ²
Potencia disponible	23 MWp
Energía disponible	33 GWh
Emisiones evitadas de CO ₂ ⁶	21.417 T
Colectores Solares Térmicos (Placa Plana)	
Número de edificios de viviendas analizados	3.746
Superficie total construida	573.895 m ²
Número edificios con superficie disponible	3.412
Superficie disponible	135.214 m ²
Energía disponible	100 GWh
Emisiones evitadas de CO ₂ ⁷	20.400 T

Tabla 1. Síntesis de resultados generales para el municipio de Alpedrete.

⁵ En el municipio se han identificado 93 edificios sin información suficiente para realizar el análisis.

⁶ Los valores obtenidos según los factores de emisiones de CO₂ para electricidad correspondiente a electricidad convencional en la Península (IDAE, 2014).

⁷ Los valores obtenidos según los factores de emisiones de CO₂ para energía térmica correspondientes a gas natural (IDAE, 2014).

La morfología de los tejados influye en la energía que puede llegar a generarse. Al tratarse de una zona urbana con numerosas viviendas unifamiliares rodeadas de vegetación, la presencia de edificios con altas tasas de generación de energía, formados por grandes superficies homogéneas y libres para la instalación de paneles solares es limitada.

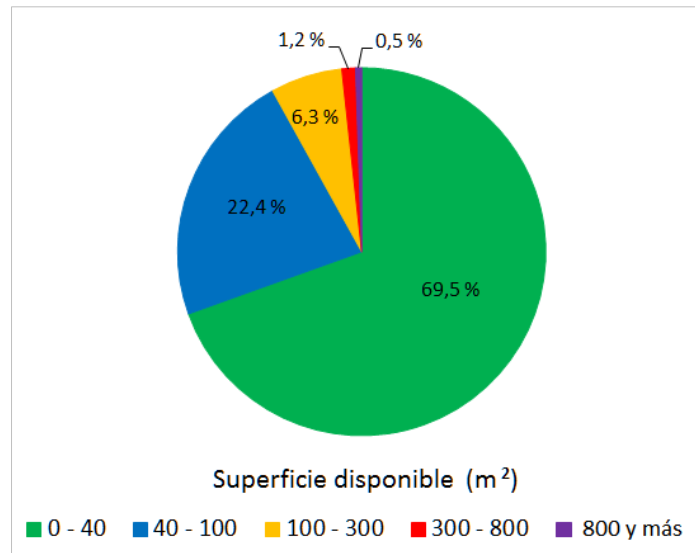


Gráfico 1. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para energía fotovoltaica.

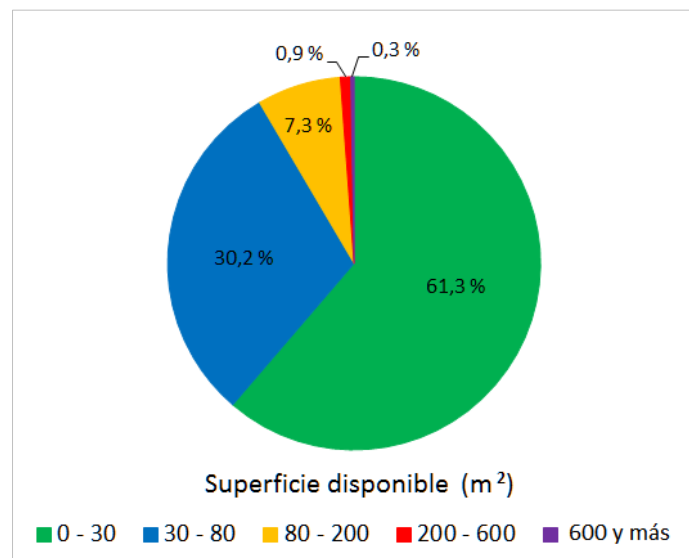


Gráfico 2. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para agua caliente sanitaria en viviendas.

Los edificios disponen de una superficie de tejados suficiente para considerar el aprovechamiento de este espacio para la generación de energía, siempre que la

estructura de los tejados sea adecuada para soportar la instalación de estos sistemas. Hay que tener en cuenta que las características del estudio no entran en el detalle de cada uno de los edificios, por lo que no se consideran (por carecer de ese nivel de precisión) las peculiaridades de cada cubierta ni sus materiales.

5.2. Edificios municipales

Como hemos apuntado, el estudio en detalle de alguno de los edificios municipales se realiza de forma independiente con el software PVsyst. Una de las primeras consideraciones que hay que tener en cuenta es el diferente perfil de demanda que se puede observar entre estos edificios y las viviendas, así como el diferente comportamiento de los primeros a lo largo de la semana y a lo largo del año, tal y como puede apreciarse en los gráficos siguientes.

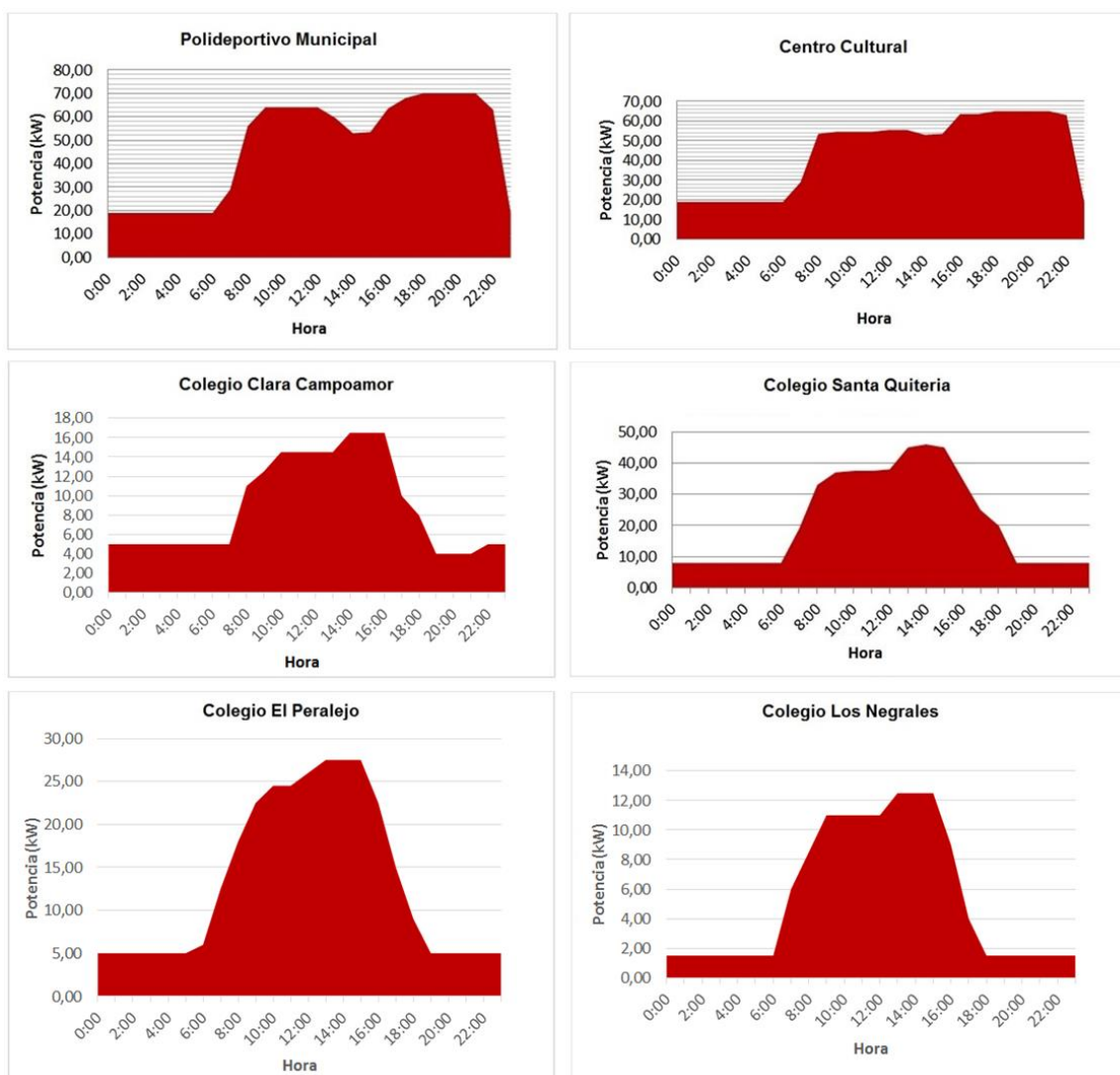


Gráfico 3. Comparativa de la demanda de los edificios municipales en el mes de enero.

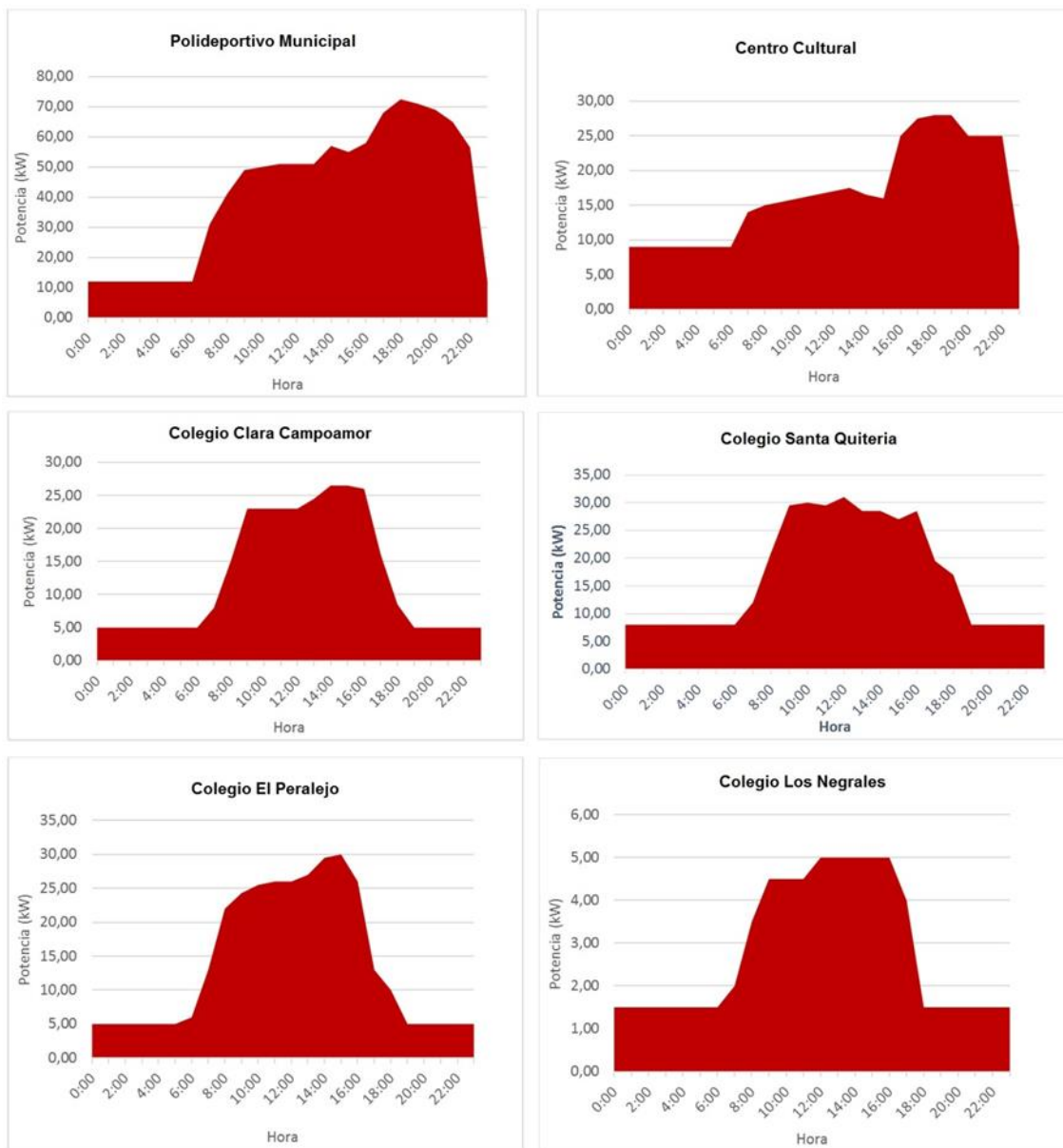


Gráfico 4. Comparativa de la demanda de los edificios municipales en el mes de junio.

En base a lo anterior, podemos deducir el nivel de satisfacción de la demanda que se podría dar con energía solar para diferentes escenarios, tal y como podemos apreciar en el caso del Centro Cultural Asunción Balaguer en los gráficos siguientes. La producción de energía representada supone una cobertura de la demanda del 15% en el mes de enero, llegando al 45% en el mes de septiembre.

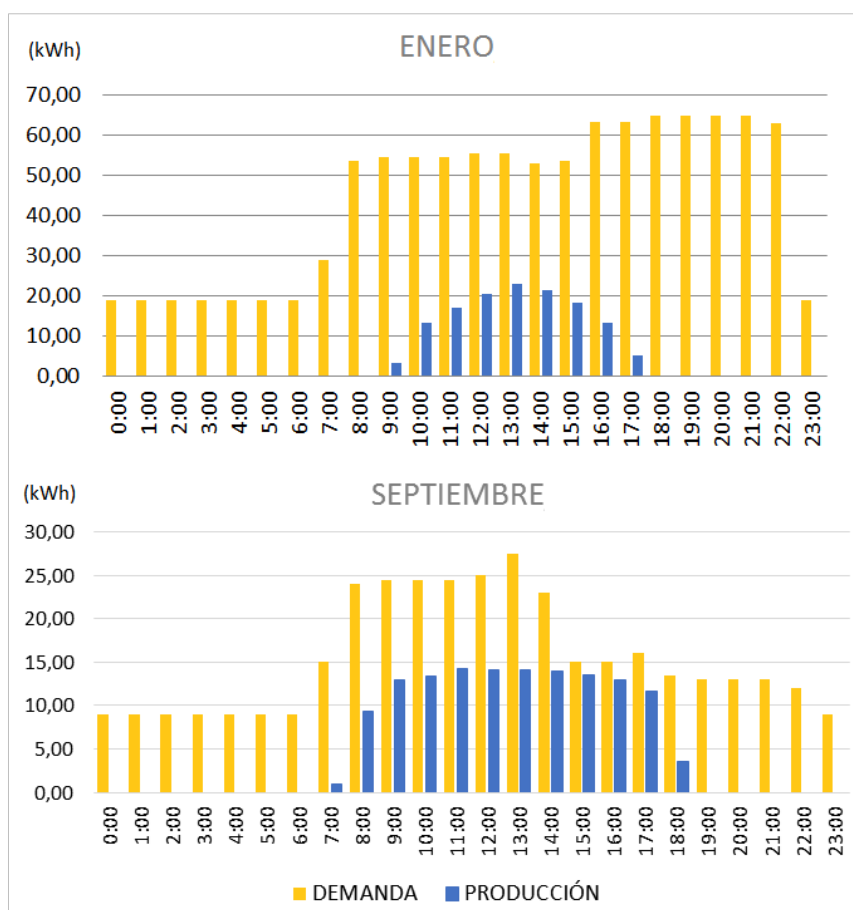


Gráfico 5. Cobertura de la demanda del Centro Cultural Asunción Balaguer

Los resultados para los edificios analizados pueden ser observados en la tabla siguiente:

Edificios	Potencia instalada (kWp)	Energía producida (MWh/año)	Energía consumida (MWh/año)	Cobertura de la demanda (%)
Polideportivo Municipal	48'1	81'25	346'75	23'4
Centro Cultural	47	78'53	202'73	38'7
Colegio Clara Campoamor	36'3	62	101'36	61'1
Colegio Santa Quiteria	42'1	70	106'48	65'7
Colegio El Peralejo	36'3	60'67	92'73	65'4
Colegio Los Negrals	13'2	22'45	25'55	87'8

Tabla 2. Tabla resumen de los resultados obtenidos con PVsyst.

Como podemos apreciar en la tabla, la cobertura de la demanda en los colegios es muy superior a la del polideportivo y el centro cultural. Esto se debe a varios factores como

pueden ser la localización de los edificios respecto al resto del casco urbano y del arbolado (problemas derivados de las sombras), la relación de superficie (mayor proporcionalmente en los colegios) y el perfil de uso, más intenso y con un carácter más nocturno en el caso del polideportivo y del centro cultural. Con esas condiciones, y siempre de acuerdo a las limitaciones del RD, podemos observar como el más desfavorecido es el polideportivo municipal, del cual no obstante se podría cubrir más del 20% de sus necesidades eléctricas sin ningún tipo de problema. En el caso de los colegios se va a superar el 60% (con los condicionantes apuntados) llegando en el caso del Colegio de Los Negrales a cerca del 90% de la demanda estimada.

5.3. Presentación de los resultados

En este estudio se asigna un papel importante a la representación y la difusión de la información. Para la presentación de los resultados, se ha creado un geoportal⁸ con el que los usuarios pueden visualizar los datos de los edificios, realizar consultas y compartir la información de una forma sencilla.

Entre las diferentes plataformas donde alojar los datos geográficos en internet, hemos seleccionado ArcGIS Online de ESRI para la publicación de los resultados en el [geoportal gSolarRoof](#). Esta plataforma nos permite cargar información en la nube y generar mapas online para la visualización de los resultados obtenidos en el análisis.

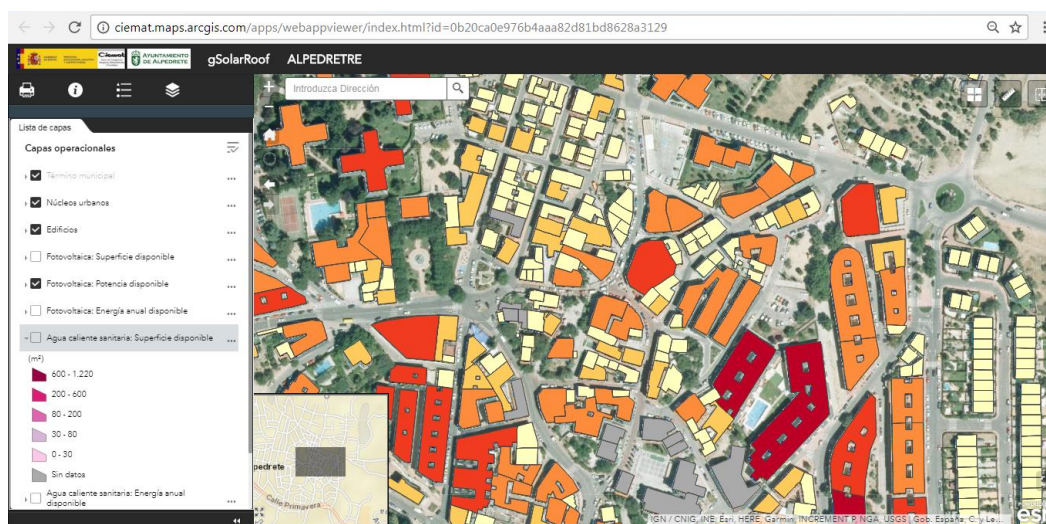


Figura 6. Geoportal *gSolarRoof* para el municipio de Alpedrete.

⁸ Se trata de un visor cartográfico alojado en una página web de internet que nos permite consultar a través de un mapa los resultados del proyecto. Puede ser visualizado pinchando [aquí](#).

En el desarrollo del geoportal se ha diseñado una interfaz que dispone de una serie de botones, desplegables y ventanas emergentes que permiten de forma cómoda acceder a la información (Para una información en detalle de su funcionamiento ver el Anexo VIII).

Las capas de información incluidas, se han representado mediante unos rangos de valores mostrados por su correspondiente escala de color que sirven para conocer las características más importantes de cada edificio, considerando como unidad de representación la parcela catastral. Estas capas de datos para el municipio de Alpedrete son las siguientes:

- Límite del término municipal de Alpedrete.
- Límites de los núcleos urbanos de Alpedrete.
- Distribución de edificios según las parcelas catastrales.
- Fotovoltaica: Superficie disponible (m^2).
- Fotovoltaica: Potencia disponible (kWp).
- Fotovoltaica: Energía anual disponible (MWh).
- Agua caliente sanitaria: Superficie disponible (m^2).
- Agua caliente sanitaria: Energía anual disponible (MWh).
- Radiación solar anual (Wh/m^2).

Además del [geoportal qSolarRoof](#), para consultar los datos obtenidos del municipio de Alpedrete, se ha elaborado un Atlas con todos los resultados (Ver Anexo IX).

6. CONCLUSIONES

La energía solar está jugando un papel preponderante en el cambio de nuestro modelo energético gracias a su versatilidad, sencillez, fiabilidad y economía. El papel de los ciudadanos en este cambio de modelo es fundamental. En este contexto, el rol de los municipios, tanto como grandes consumidores de energía, como canalizadores de las inquietudes de sus habitantes, es fundamental. Numerosos ayuntamientos están dando pasos decididos, implementando políticas de ahorro y eficiencia y ayudando a sus vecinos en la promoción de las energías renovables y la movilidad sostenible.

El CIEMAT, como centro público de investigación, es sensible a estas demandas y lleva colaborando activamente desde hace muchos años en la promoción y desarrollo tecnológico de las energías renovables. En el ámbito concreto del estudio que nos ocupa, el grupo de Tecnologías de la Información Geográfica y Energías Renovables (gTIGER), adscrito a la División de Energías Renovables del CIEMAT, ha desarrollado un modelo geográfico que permite analizar con rigor el potencial solar de los tejados de amplias áreas (polígonos industriales, zonas comerciales y de servicios, urbanizaciones, barrios o municipios).

El modelo *gSolarRoof*, estima a partir de diferentes fuentes de datos, la superficie de tejado disponible para aprovechamiento de la energía solar, valorando la potencia de las instalaciones y la energía que podría ser generada a lo largo del año.

Este modelo ha sido adaptado al municipio de Alpedrete arrojando unos resultados que cuantifican las posibilidades de generación solar muy próximas a las necesidades de la población, aplicando un criterio de máxima cobertura. En el caso de los edificios municipales, el análisis detallado utilizando una herramienta “ad hoc” arroja unos resultados variables pero en cualquier caso nada desdeñables. Todos estos datos, tomados con el rigor necesario del que ha partido el estudio, son una herramienta excepcional tanto para los ciudadanos como para las autoridades municipales, en su papel protagonista en la mejora de la calidad ambiental y de vida del municipio y de sus habitantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Ayuntamiento de Alpedrete, 2013. *Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Alpedrete (Madrid)*. Tomo IV: Catálogo de bienes y espacios protegidos.

Comisión Europea. Centro Común de Investigación, Instituto de Energía y Transporte, 2012. *Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica - Mapa Interactivo (PVGIS)*. Disponible en: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Comunidad de Madrid, 2017. *Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad de Madrid (IDEM)*. Disponible en: <http://www.madrid.org/cartografia/idem/html/index.htm>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Comunidad de Madrid. Instituto de Estadística, 2017. *ALMUDENA, Bando de Datos Municipal y Zonal*. Disponible en: <http://www.madrid.org/desvan/Inicio.icm?enlace=almudena>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), 2009. *Instalaciones de Energía Solar Térmica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*. Madrid: IDAE.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento, 2014. *Factores de emisiones de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*. Madrid: IDAE.

Instituto Nacional de Estadística, 2016. *Demográfica y población*. Disponible en: <http://www.ine.es/>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Martín A.M., Domínguez J. y Amador J., 2015. Applying LIDAR datasets and GIS based model to evaluate solar potential over roofs: a review. *AIMS Energy*, 3, 3, pp. 326-343.

Martín A.M., Domínguez J., Amador J., 2016. Desarrollo de un modelo geográfico para la evaluación del potencial fotovoltaico en entornos urbanos. *GeoFocus*, 18, pp. 147-167.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), 2017. *AEMET OpenData*. Disponible en: http://www.aemet.es/es/datos_abiertos/AEMET_OpenData. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Ministerio de Fomento, 2009, 2017. *Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE: Ahorro de energía*. Madrid: Ministerio de Fomento.

Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2017. *Centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica*. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Ministerio de Hacienda y Función Pública. Secretaría de Estado de Hacienda. Dirección General del Catastro, 2017. *Portal de la Dirección General del Catastro*. Disponible en: <http://www.catastro.meh.es/>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de octubre de 2015 (243), pp. 94874-94917.

MINES ParisTech. SoDa: Solar radiation data, 2017. *Solar Geometry 2 (SG2)*. Disponible en: <http://www.soda-pro.com/web-services/astronomy/solar-geometry-2>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Unión Europea. Agencia Europea de Medio Ambiente, 2012. *Urban Atlas*. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-urban-atlas>. [Consulta: 23 de febrero de 2018].

Verso A., Martín A.M., Amador, J., Domínguez, J., 2015. GIS-based method to evaluate the photovoltaic potential in the urban environments: The particular case of Miraflores de la Sierra. *Solar Energy*, 117, pp. 236-245.

Wiginton L.K., Nguyen H.T. y Pearce J.M., 2010. Quantifying rooftop solar photovoltaic potential for regional renewable energy policy. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, pp. 345-357.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Edificios municipales con estudio de detalle.....	9
Figura 2. Muestra de la nube de puntos LIDAR del municipio de Alpedrete.	11
Figura 3. Principales fases de la metodología.	12
Figura 4. Principales factores analizados en el estudio del potencial solar.	14
Figura 5. Configuración de PVsyst con los parámetros de las instalaciones fotovoltaicas.	16
Figura 6. Geoportal <i>gSolarRoof</i> para el municipio de Alpedrete.	22
Figura 7. Ventana emergente para los edificios.....	59
Figura 8. Herramienta ‘Buscador de direcciones’.	60
Figura 9. Resultado de la herramienta ‘Buscador de direcciones’.....	60
Figura 10. Herramienta ‘Zoom’.	61
Figura 11. Herramienta ‘Extensión predeterminada’.	62
Figura 12. Herramienta ‘Buscar mi ubicación’.	62
Figura 13. Herramienta ‘Extensión navegar’.....	63
Figura 14. Herramienta ‘Vista general del mapa’.....	63
Figura 15. Opción expandir la imagen de la vista general.....	64
Figura 16. Herramienta ‘Pantalla completa’.	64
Figura 17. Herramienta ‘Galería de mapas’.	65
Figura 18. Selección de mapas base.....	65
Figura 19. Herramienta ‘Medición’.	66
Figura 20. Opción ‘Medición de área’.	66
Figura 21. Opción ‘Medición de distancia’.	67
Figura 22. Opción ‘Medición de ubicación’.	67
Figura 23. Herramienta ‘Vista dividida’.....	68
Figura 24. Selección de capas a visualizar en la vista dividida.	68
Figura 25. Resultado de la herramienta ‘Vista dividida’.....	69
Figura 26. Herramienta ‘Imprimir’.....	69
Figura 27. Ventana para la impresión del mapa.	70
Figura 28. Opciones avanzadas para impresión del mapa.	70
Figura 29. Finalizar el proceso de impresión del mapa.	71
Figura 30. Botón ‘Ayuda’.	71
Figura 31. Botón ‘Leyenda’.....	72
Figura 32. Botón ‘Lista de capas’.	72
Figura 33. Opciones del menú desplegable en el listado de capas.....	73
Figura 34. Menú desplegable de cada capa de datos.	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de resultados generales para el municipio de Alpedrete.....	17
Tabla 2. Tabla resumen de los resultados obtenidos con PVsyst.....	21
Tabla 3. Síntesis de resultados obtenidos con el modelo <i>gSolarRoof</i> de los edificios municipales.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para energía fotovoltaica.	18
Gráfico 2. Distribución de edificios en función de la superficie de tejados disponible para agua caliente sanitaria en viviendas.	18
Gráfico 3. Comparativa de la demanda de los edificios municipales en el mes de enero.	19
Gráfico 4. Comparativa de la demanda de los edificios municipales en el mes de junio.	20
Gráfico 5. Cobertura de la demanda del Centro Cultural Asunción Balaguer	21

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Delimitación de la zona de estudio.	7
Mapa 2. Usos y cobertura del suelo. Municipio de Alpedrete (Fuente: Urban Atlas).	8
Mapa 3. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 1.....	75
Mapa 4. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 2.....	76
Mapa 5. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 3.....	77
Mapa 6. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 4.....	78
Mapa 7. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 5.....	79
Mapa 8. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 1.....	80
Mapa 9. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 2.....	81
Mapa 10. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 3.....	82
Mapa 11. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 4.....	83
Mapa 12. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 5.....	84
Mapa 13. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 1.....	85
Mapa 14. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 2.....	86
Mapa 15. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 3.....	87
Mapa 16. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 4.....	88

Mapa 17. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 5.....	89
Mapa 18. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 1.	90
Mapa 19. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 2.	91
Mapa 20. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 3.	92
Mapa 21. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 4.	93
Mapa 22. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 5.	94
Mapa 23. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 1.....	95
Mapa 24. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 2.....	96
Mapa 25. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 3.....	97
Mapa 26. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 4.....	98
Mapa 27. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 5.....	99

ANEXO I. RESULTADOS EDIFICIOS MUNICIPALES (*gSolarRoof*)

Nombre	Dirección	Superficie disponible (m ²)	Potencia disponible (kWp)	Energía anual disponible (MWh)	Emisiones de CO ₂ evitables (T)	Observaciones
Ayuntamiento	Plaza de la Villa 1	-	-	-	-	Edificio protegido
Oficina Ayuntamiento	Calle Doctor Varela 8	95	10'79	15'01	9'74	
Protección Civil	Plaza de la Constitución	55	6'04	8'55	5'55	
Antiguas Escuelas	Plaza de la Constitución	0	0	0	0	
Edificio Polivalente	Plaza de la Constitución	116	10'56	14'53	9'43	
Centro de Mayores Los Canteros de Alpedrete	Plaza de la Constitución s/n	228	25'52	36'52	23'70	
Punto Limpio	Calle de la Pasada	19	1'97	2'74	1'78	
Almacén – Naves	Calle Labrantes 4	202	19'09	26'14	16'96	
Colegio Clara Campoamor	Calle Campo de Fútbol 4	1.071	158'03	231'78	150'43	
Colegio Santa Quiteria	Calle Santa Quiteria 45	1.114	123'52	177'28	115'05	
Colegio Los Negrals	Calle San Pablo 1-17	333	41'56	59'87	38'86	
Colegio El Peralejo	Calle Santa Quiteria 28	1.222	158'77	225'48	146'34	
Escuela Infantil El Nogal	Calle Ramón y Cajal s/n	582	47'59	67'49	43'80	
Taller garaje P. Educación Vial	Calle Santa Quiteria 36	29	4'03	5'39	3'50	
Servicios Sociales	Calle del Pozo Nuevo 6	89	9'69	14'09	9'14	
Centro de Mayores Los Negrals	Calle Santiago Rodríguez Conde 14	76	8'16	11'93	7'74	
Policía Local	Calle de la Pozuela 7	-	-	-	-	Edificio protegido
Edificio de Juventud	Calle Félix Díaz 3	107	8'39	11'53	7'48	
Polideportivo Municipal	Calle Campo de Fútbol s/n	1.513	158'88	227'89	147'90	
Polideportivo Los Negrals	Calle Santa Emilia 18	1.132	88'77	125'77	81'62	
Centro Cultural Asunción Balaguer	Plaza de Francisco Rabal 2	415	55'90	81'78	53'08	
Centro de Salud	Plaza de la Tauromaquia s/n	839	69'84	97'75	63'44	
Oficina Judicial	Calle de la Pozuela 7	69	9'43	13'25	8'60	
Antiguas Escuelas Los Negrals	Calle Raso	37	5'18	7'36	4'78	
Tanatorio	Calle Santa Quiteria 43	62	9'29	13'06	8'48	

Tabla 3. Síntesis de resultados obtenidos con el modelo *gSolarRoof* de los edificios municipales.

ANEXO II. POLIDEPORTIVO MUNICIPAL

PVSYST V6.64		23/11/17		Página 1/5	
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto : POLIDEPORTIVO Alpedrete					
Lugar geográfico		Alpedrete		País	Espana
Ubicación		Latitud	40.65° N	Longitud	-4.02° W
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud	900 m
		Albedo	0.20		
Datos climatológicos:		Alpedrete	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis		
Variante de simulación : POLIDEPORTIVO_ALPEDRETE					
		Fecha de simulación	23/11/17 01h58		
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor		Inclinación	35°	Acimut	6°
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)					
Módulo FV		Si-poly	Modelo	CS6U - 325P	
Original PVsyst database		Fabricante	Canadian Solar Inc.		
Sub-generador "Sub-generador #1"					
Número de módulos FV		En serie	16 módulos	En paralelo	4 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	64	Pnom unitaria	325 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	20.80 kWp	En cond. funciona.	18.65 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	529 V	I mpp	35 A
Sub-generador "Sub-generador #2"					
Número de módulos FV		En serie	14 módulos	En paralelo	6 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	84	Pnom unitaria	325 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	27.30 kWp	En cond. funciona.	24.48 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	463 V	I mpp	53 A
Total		Potencia global generadores	Nominal (STC)	48 kWp	Total
		Superficie módulos	288 m²	Superf. célula	148 módulos
					259 m²
Sub-generador "Sub-generador #1" : Inversor Modelo Sunny Tripower 20000TL-30					
Original PVsyst database		Fabricante	SMA		
Características		Tensión Funciona.	320-800 V	Pnom unitaria	20.0 kWac
Banco de inversores		N° de inversores	1 unidades	Potencia total	20 kWac
Sub-generador "Sub-generador #2" : Inversor Modelo Powador 14.0 TL3					
Custom parameters definition		Fabricante	Kaco new energy		
Características		Tensión Funciona.	200-800 V	Pnom unitaria	12.5 kWac
Banco de inversores		N° de inversores	2 unidades	Potencia total	25 kWac
Total		N° de inversores	3	Potencia total	45 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Generador#1	253 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
		Generador#2	148 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
		Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	-0.4 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : POLIDEPORTIVO Alpedrete

Variante de simulación : POLIDEPORTIVO_ALPEDRETE

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 6°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 325P	Pnom 325 Wp
Generador FV	N° de módulos	148	Pnom total 48.1 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3	12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

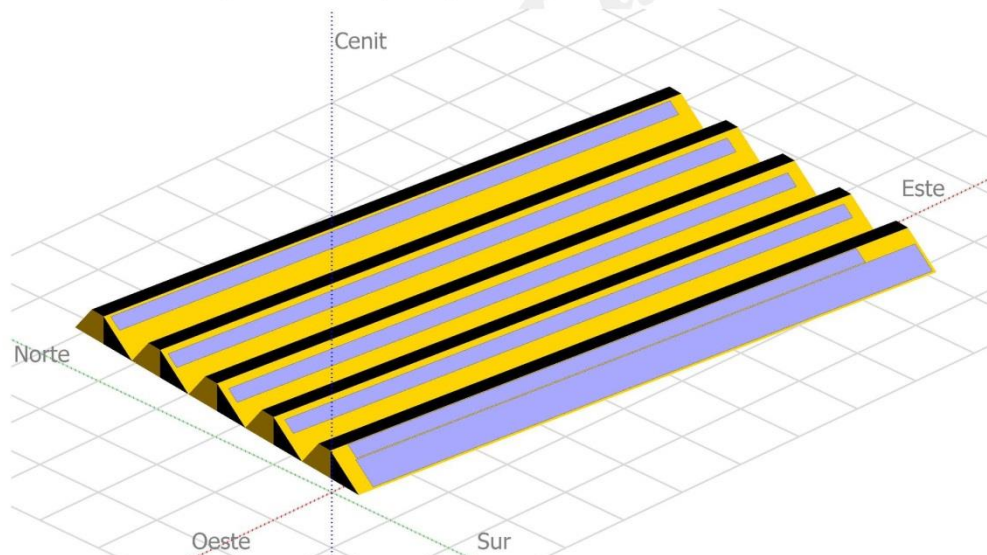
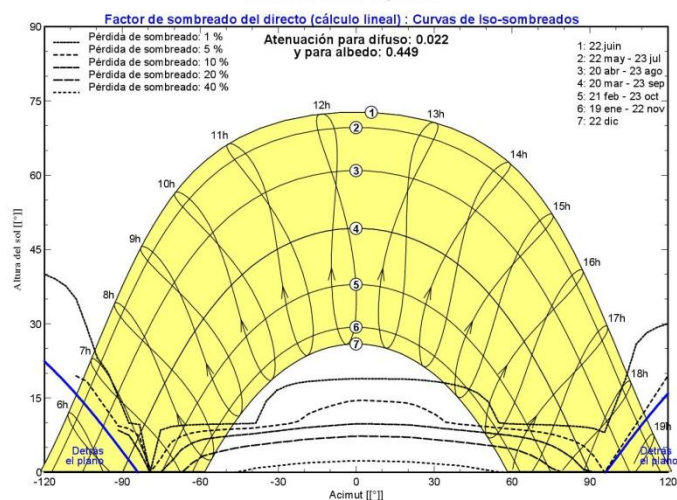


Diagrama de Iso-sombrados

POLIDEPORTIVO Alpedrete



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : POLIDEPORTIVO Alpedrete

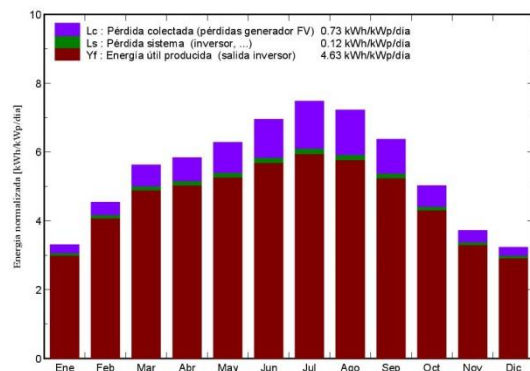
Variante de simulación : POLIDEPORTIVO_ALPEDRETE

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación	35° acimut 6°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 325P Pnom 325 Wp
Generador FV	N° de módulos	148 Pnom total 48.1 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30 20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0 Pnom total 45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

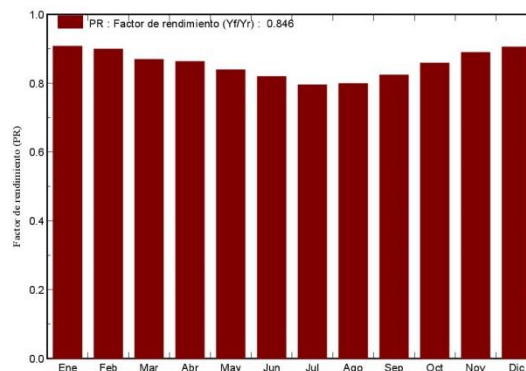
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida 81.25 MWh/año	Produc. específico 1689 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR) 84.58 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 48.1 kWp



Factor de rendimiento (PR)



POLIDEPORTIVO_ALPEDRETE Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	61.1	26.87	3.90	102.5	99.0	4.583	4.474	0.908
Febrero	85.4	32.45	4.00	127.2	123.7	5.634	5.499	0.899
Marzo	139.8	57.32	7.40	174.4	169.1	7.479	7.296	0.870
Abril	159.6	60.65	11.00	175.2	169.1	7.454	7.272	0.863
Mayo	201.5	70.52	14.80	194.6	187.1	8.061	7.858	0.839
Junio	226.8	63.51	19.80	208.5	200.4	8.430	8.217	0.819
Julio	245.8	51.63	24.20	231.8	223.7	9.108	8.873	0.796
Agosto	213.3	51.19	23.70	224.0	216.6	8.838	8.611	0.799
Septiembre	155.4	45.07	19.10	191.2	185.6	7.775	7.579	0.824
Octubre	109.4	40.49	13.60	155.8	151.2	6.594	6.435	0.858
Noviembre	68.1	28.60	7.90	111.5	108.4	4.891	4.771	0.889
Diciembre	56.4	24.82	4.80	100.2	97.0	4.470	4.362	0.905
Año	1722.6	553.11	12.90	1997.0	1930.8	83.318	81.248	0.846

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

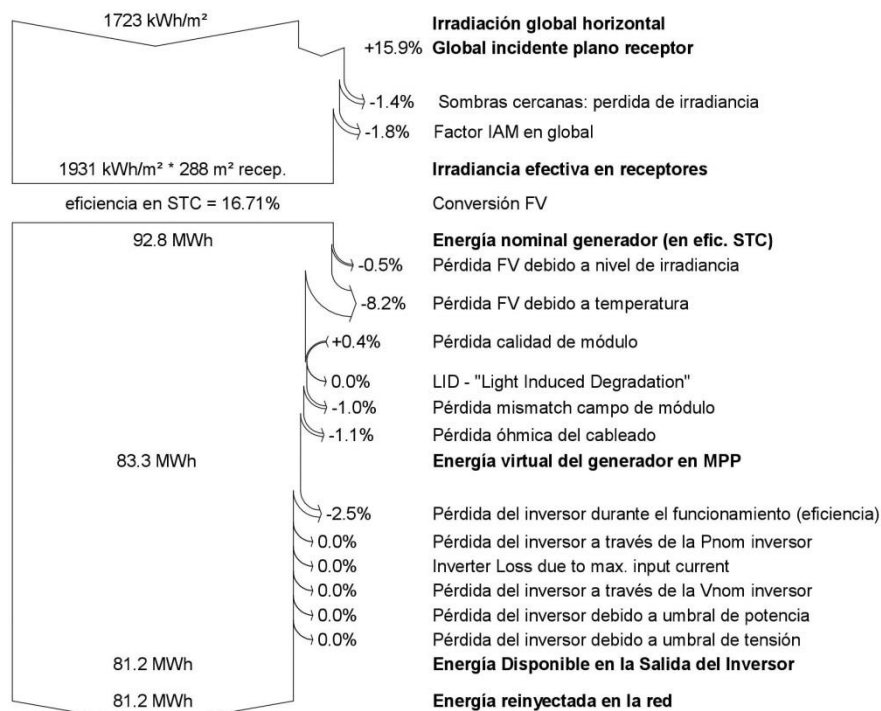
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : POLIDEPORTIVO Alpedrete

Variante de simulación : POLIDEPORTIVO_ALPEDRETE

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 6°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 325P	Pnom 325 Wp
Generador FV	N° de módulos	148	Pnom total 48.1 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 20000TL-30	20.00 kW ac
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3	12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO III. CENTRO CULTURAL ASUNCIÓN BALAGUER

PVSYST V6.64		17/12/17	Página 1/7
--------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Alpedrete_2

Lugar geográfico Alpedrete País España

Ubicación Latitud 40.65° N Longitud -4.02° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 900 m
 Albedo 0.20

Datos climatológicos: Alpedrete PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : Casa Cultural Asunción Balaguer2
 Fecha de simulación 17/12/17 01h03

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 30° Acimut 0°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Elevación Media 3.6°

Sombras cercanas Sombreado lineal

Características generadores FV (2 Tipo de generador definido)

Módulo FV Si-poly Modelo CS6K - 275P
 Original PVsyst database Fabricante Canadian Solar Inc.

Sub-generador "Aguas 1"

Número de módulos FV	En serie	19 módulos	En paralelo	3 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	57	Pnom unitaria	275 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	15.68 kWp	En cond. funciona.	14.08 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	526 V	I mpp	27 A

Sub-generador "Cuña 1"

Número de módulos FV	En serie	19 módulos	En paralelo	6 cadenas
N° total de módulos FV	N° módulos	114	Pnom unitaria	275 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	31.4 kWp	En cond. funciona.	28.15 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	526 V	I mpp	54 A

Total Potencia global generadores Nominal (STC) 47 kWp Total 171 módulos
 Superficie módulos 280 m² Superf. célula 250 m²

Inversor Modelo Sunny Tripower 15000TL-10
 Custom parameters definition Fabricante SMA

Características Tensión Funciona. 240-800 V Pnom unitaria 15.0 kWac

Sub-generador "Aguas 1" N° de inversores 1 unidades Potencia total 15.0 kWac

Sub-generador "Cuña 1" N° de inversores 2 unidades Potencia total 30 kWac

Total N° de inversores 3 Potencia total 45 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Pérdidas por polvo y suciedad del generador	Uc (const)	20.0 W/m²K	Fracción de Pérdidas	1.5 %
Factor de pérdidas térmicas			Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Generador#1	331 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Generador#2	166 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
26751	34170	30431	18880	12534	11061	19040	9598	10308	8210	24064	17716	222763 kWh/mth

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación (continuación)

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Necesidades de los usuarios : valores mensuales

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
26751	34170	30431	18880	12534	11061	19040	9598	10308	8210	24064	17716	222763	kWh/mth

Power factor

Cos(phi)

Phi 0.0°

Sistema Conectado a la Red: Definición del horizonte

Proyecto : Alpedrete_2

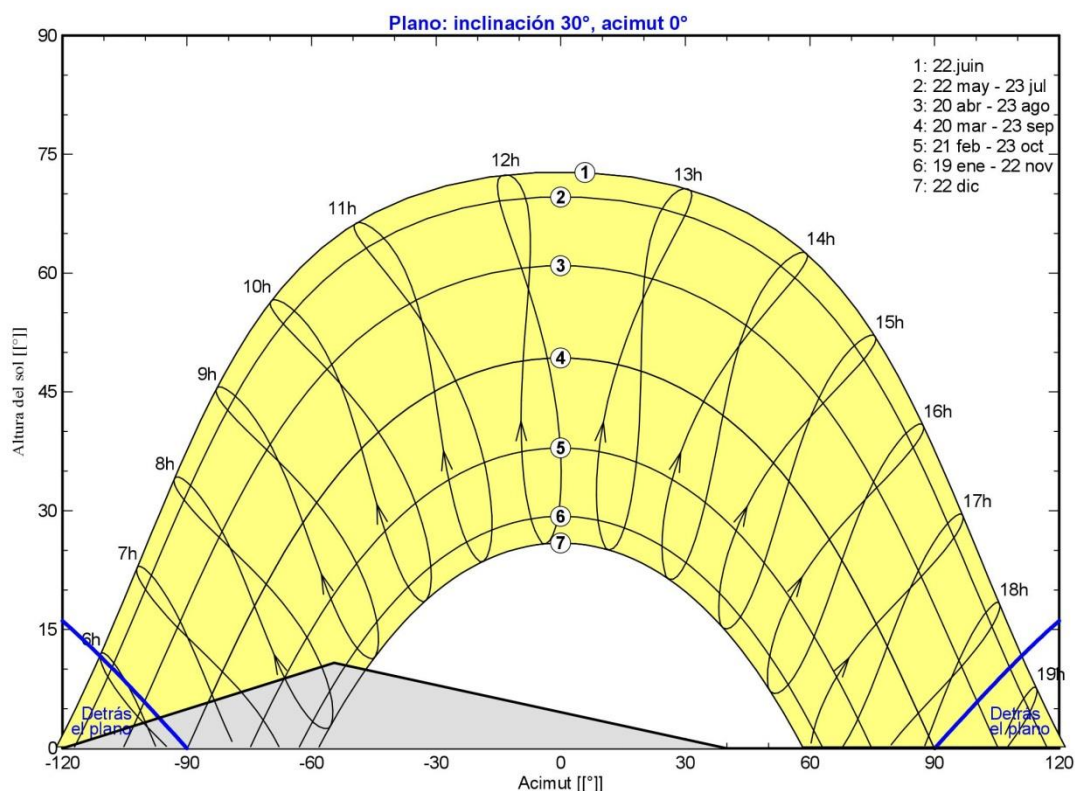
Variante de simulación : Casa Cultural Asunción Balaguer2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Perfil obstáculos	Elevación Media	3.6°		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp
Generador FV	N° de módulos	171	Pnom total	47.0 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	valores mensuales		global	223 MWh/año

Perfil obstáculos	Elevación Media	3.6°	Factor Difuso	0.97
	Factor Albedo	100 %	Fracción Albedo	0.77

Altura [°]	0.0	10.8	0.0	0.0
Acimut [°]	-120	-55	40	120

Línea del perfil de obstáculos en Madrid



Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : Alpedrete_2

Variante de simulación : Casa Cultural Asunción Balaguer2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Perfil obstáculos	Elevación Media	3.6°		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp
Generador FV	N° de módulos	171	Pnom total	47.0 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	valores mensuales		global	223 MWh/año

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

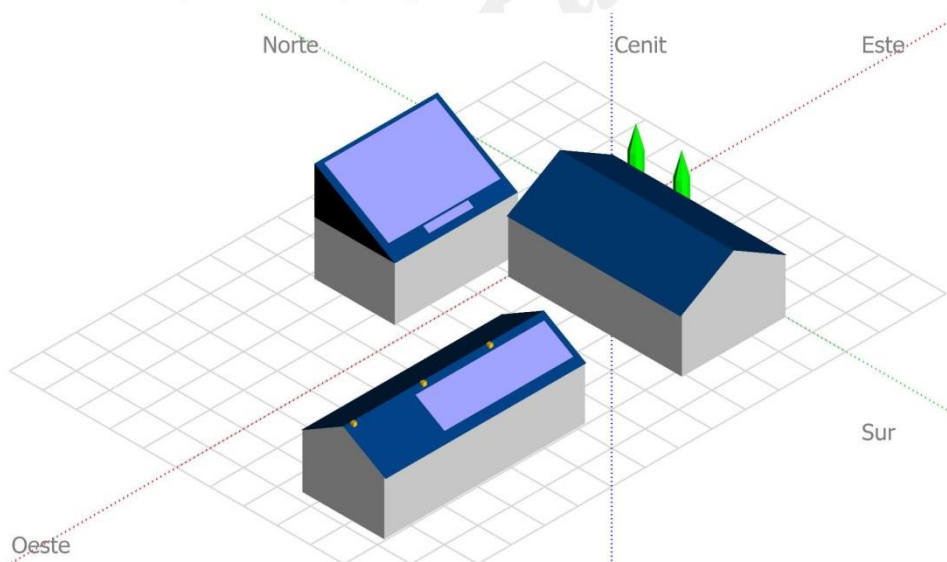
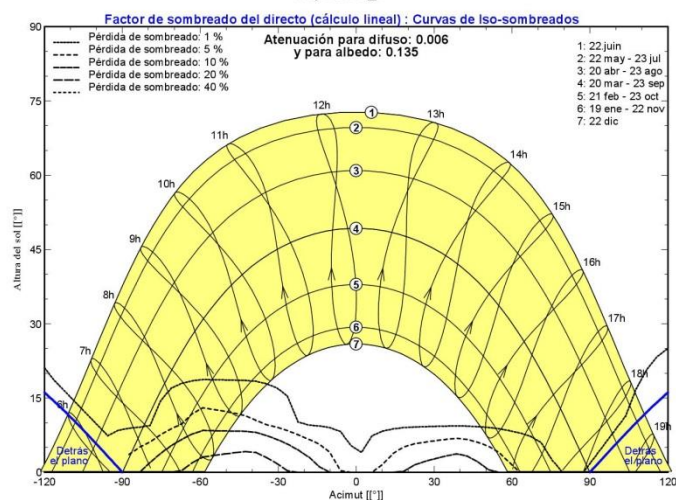


Diagrama de Iso-sombrados

Alpedrete_2



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Alpedrete_2

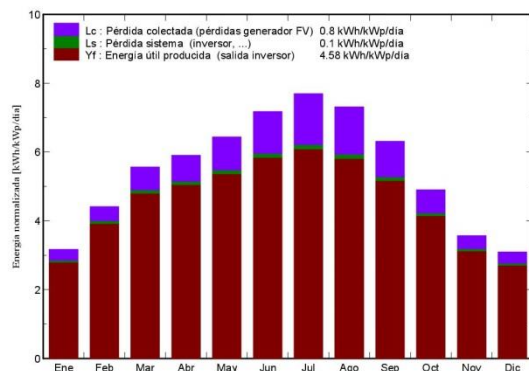
Variante de simulación : Casa Cultural Asunción Balaguer2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Perfil obstáculos	Elevación Media	3.6°		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp
Generador FV	N° de módulos	171	Pnom total	47.0 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10		15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total	45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	valores mensuales		global	223 MWh/año

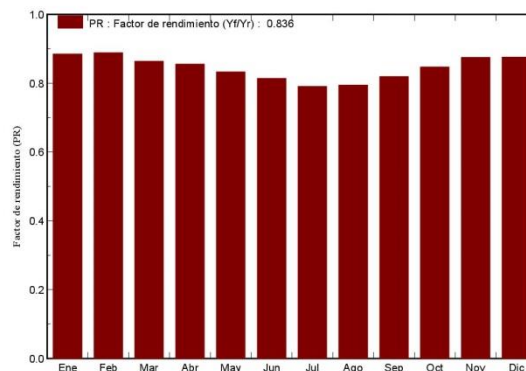
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	78.53 MWh/año	Produc. específico	1670 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	83.65 %	Fracción solar SF	26.57 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 47.0 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Casa Cultural Asunción Balaguer2 Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	MWh
Enero	61.1	26.87	3.90	98.2	91.6	26.75	4.073	0.014
Febrero	85.4	32.45	4.00	123.7	117.5	34.17	5.167	0.000
Marzo	139.8	57.32	7.40	172.5	164.2	30.43	7.002	0.004
Abril	159.6	60.65	11.00	177.1	167.9	18.88	6.218	0.908
Mayo	201.5	70.52	14.80	199.7	189.1	12.53	5.085	2.739
Junio	226.8	63.51	19.80	215.4	204.1	11.06	4.916	3.329
Julio	245.8	51.63	24.20	238.7	227.1	19.04	7.505	1.373
Agosto	213.3	51.19	23.70	226.8	216.1	9.60	4.239	4.242
Septiembre	155.4	45.07	19.10	189.4	180.7	10.31	4.120	3.180
Octubre	109.4	40.49	13.60	151.9	143.8	8.21	2.996	3.058
Noviembre	68.1	28.60	7.90	107.1	101.3	24.06	4.374	0.035
Diciembre	56.4	24.82	4.80	96.0	89.1	17.72	3.491	0.463
Año	1722.6	553.11	12.90	1996.5	1892.6	222.76	59.186	19.345

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)
	T Amb	Temperatura Ambiente	E User	Energía suministrada al usuario
	GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Grid	Energía reinyectada en la red

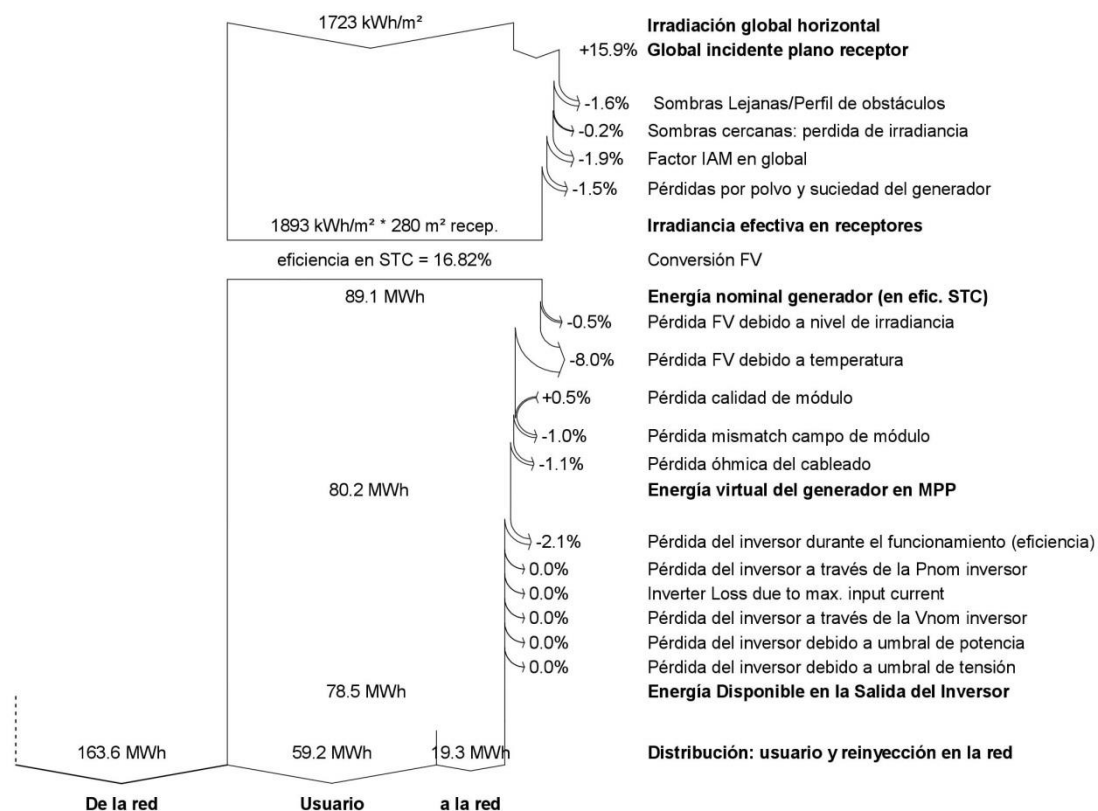
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Alpedrete_2

Variante de simulación : Casa Cultural Asunción Balaguer2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Perfil obstáculos	Elevación Media	3.6°	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	171	Pnom total 47.0 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Tripower 15000TL-10	15.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	3.0	Pnom total 45.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	valores mensuales		global 223 MWh/año

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO IV. COLEGIO CLARA CAMPOAMOR

PVSYST V6.64		18/12/17	Página 1/4
--------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : COLEGIO CAMPOAMOR_estación2

Lugar geográfico Madrid País **España**

Ubicación Latitud 40.45° N Longitud -3.72° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 665 m
 Albedo 0.20

Datos climatológicos: **Alpedrete** PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : variante 1 campoamor_RD
 Fecha de simulación 18/12/17 23h44

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 30° Acimut 8°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Según cadenas Efecto eléctrico 100 %

Características generador FV

Módulo FV Si-poly Modelo **CS6K - 275P**
 Original PVsyst database Fabricante Canadian Solar Inc.
 Número de módulos FV En serie 22 módulos En paralelo 6 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 132 Pnom unitaria 275 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **36.3 kWp** En cond. funciona. 32.6 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 609 V I mpp 54 A
 Superficie total Superficie módulos **216 m²** Superf. célula 193 m²

Inversor Modelo **Powador 20.0 TL3**
 Custom parameters definition Fabricante Kaco new energy
 Características Tensión Funciona. 200-800 V Pnom unitaria 17.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 2 unidades Potencia total 34 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 192 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas -0.5 %

Pérdidas Mismatch Módulos Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : COLEGIO CAMPOAMOR_estación2

Variante de simulación : variante 1 campoamor_RD

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Campos FV	inclinación 30°	acimut 8°
Módulos FV	Modelo CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos 132	Pnom total 36.3 kWp
Inversor	Modelo Powador 20.0 TL3	Pnom 17.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades 2.0	Pnom total 34.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

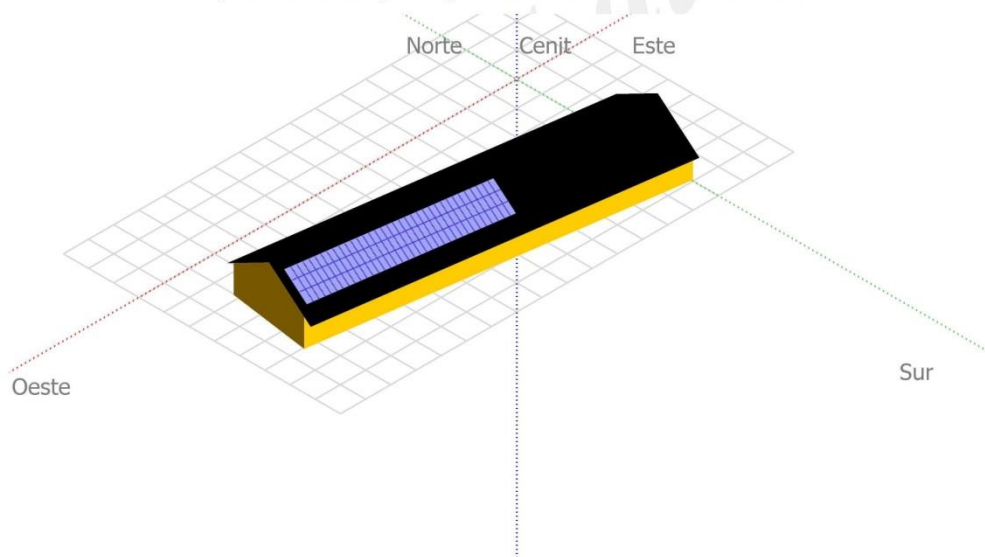
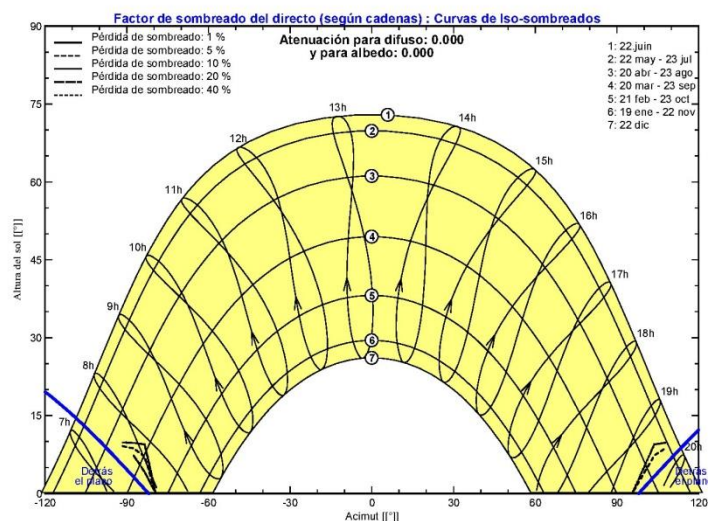


Diagrama de Iso-sombreados

COLEGIO CAMPOAMOR_estación2



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : COLEGIO CAMPOAMOR_estación2

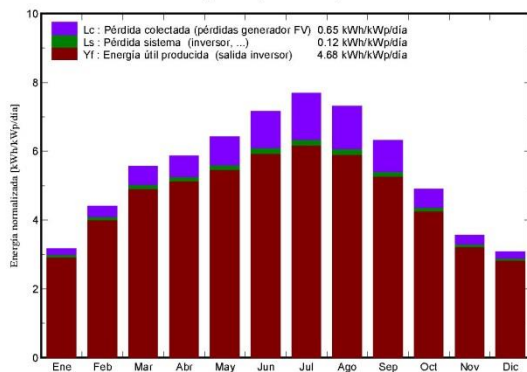
Variante de simulación : variante 1 campoamor_RD

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Campos FV	inclinación 30°	acimut 8°
Módulos FV	Modelo CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos 132	Pnom total 36.3 kWp
Inversor	Modelo Powador 20.0 TL3	Pnom 17.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades 2.0	Pnom total 34.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

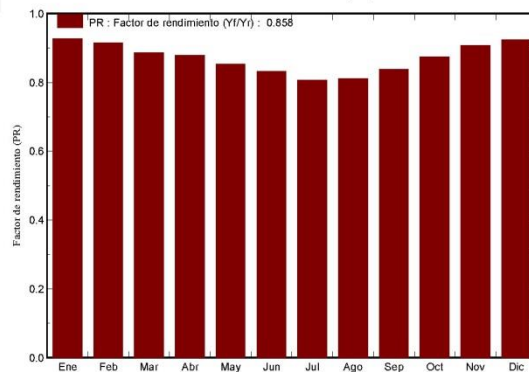
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida 61.98 MWh/año	Produc. específico 1707 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.85 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 36.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)



variante 1 campoamor_RD Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	61.1	26.87	3.90	97.8	95.9	3.371	3.290	0.927
Febrero	85.4	32.45	4.00	122.9	120.7	4.175	4.075	0.914
Marzo	139.8	57.32	7.40	172.2	169.1	5.669	5.531	0.885
Abril	159.6	60.65	11.00	175.6	172.0	5.733	5.594	0.878
Mayo	201.5	70.52	14.80	198.9	194.0	6.309	6.153	0.852
Junio	226.8	63.51	19.80	214.7	209.4	6.640	6.475	0.831
Julio	245.8	51.63	24.20	238.0	232.6	7.140	6.957	0.805
Agosto	213.3	51.19	23.70	226.4	221.7	6.830	6.657	0.810
Septiembre	155.4	45.07	19.10	189.3	185.9	5.896	5.750	0.837
Octubre	109.4	40.49	13.60	151.5	148.7	4.922	4.803	0.873
Noviembre	68.1	28.60	7.90	106.8	104.9	3.599	3.511	0.906
Diciembre	56.4	24.82	4.80	95.0	93.2	3.262	3.183	0.923
Año	1722.6	553.11	12.90	1988.9	1948.1	63.545	61.978	0.858

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

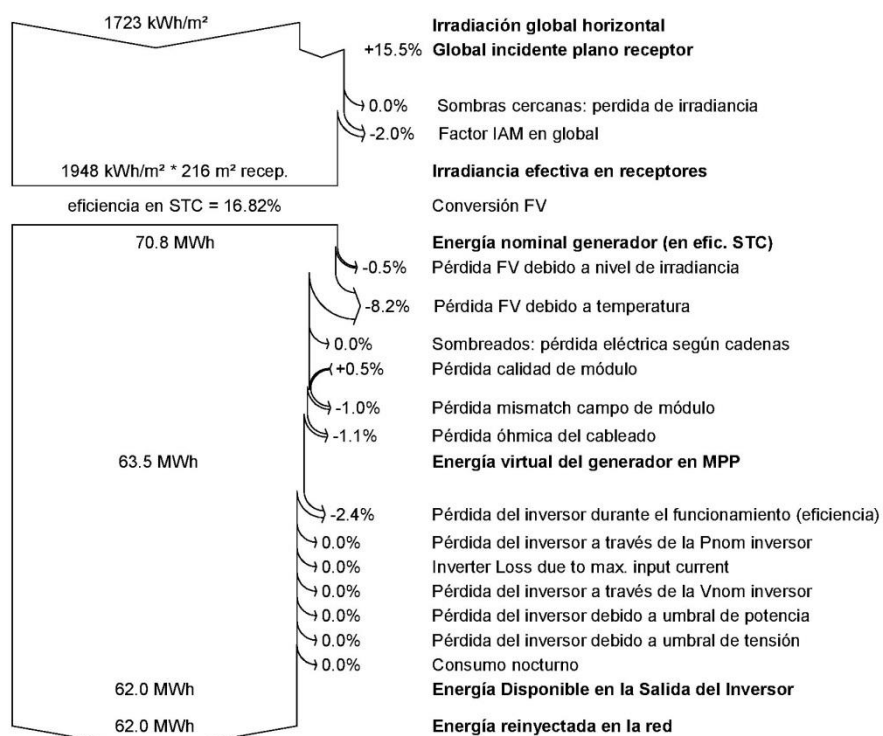
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : COLEGIO CAMPOAMOR_estación2

Variante de simulación : variante 1 campoamor_RD

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Campos FV	inclinación 30°	acimut 8°
Módulos FV	Modelo CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos 132	Pnom total 36.3 kWp
Inversor	Modelo Powador 20.0 TL3	Pnom 17.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades 2.0	Pnom total 34.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO V. COLEGIO SANTA QUITERIA

PVSYST V6.64				19/12/17	Página 1/4																		
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación																							
Proyecto :		Quiteria_275W_(A)																					
Lugar geográfico		Madrid		País	España																		
Ubicación		Latitud	40.45° N	Longitud	-3.72° W																		
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT	Altitud	665 m																		
		Albedo	0.20																				
Datos climatológicos:		Alpedrete	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis																				
Variante de simulación :		Alpedrete_3_quiteria240W_est2																					
		Fecha de simulación	19/12/17 00h28																				
Parámetros de la simulación																							
Orientación Plano Receptor		Inclinación	20°	Acimut	0°																		
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm																		
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos																					
Sombras cercanas		Según cadenas		Efecto eléctrico	100 %																		
Características generador FV																							
Módulo FV		Si-poly	Modelo	CS6K - 275P																			
Original PVsyst database			Fabricante	Canadian Solar Inc.																			
Número de módulos FV			En serie	17 módulos	En paralelo 9 cadenas																		
N° total de módulos FV			N° módulos	153	Pnom unitaria 275 Wp																		
Potencia global generador			Nominal (STC)	42.1 kWp	En cond. funciona. 37.8 kWp (50°C)																		
Caract. funcionamiento del generador (50°C)			V mpp	471 V	I mpp 80 A																		
Superficie total			Superficie módulos	250 m²	Superf. célula 223 m²																		
Inversor																							
Custom parameters definition			Modelo	Powador 14.0 TL3																			
			Fabricante	Kaco new energy																			
Características			Tensión Funciona.	200-800 V	Pnom unitaria 12.5 kWac																		
Banco de inversores			N° de inversores	3 unidades	Potencia total 38 kWac																		
Factores de pérdida Generador FV																							
Factor de pérdidas térmicas			Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s																		
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	99 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC																		
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	-0.5 %																		
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP																		
Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile																							
<table><tr><td>10°</td><td>20°</td><td>30°</td><td>40°</td><td>50°</td><td>60°</td><td>70°</td><td>80°</td><td>90°</td></tr><tr><td>0.998</td><td>0.998</td><td>0.995</td><td>0.992</td><td>0.986</td><td>0.970</td><td>0.917</td><td>0.763</td><td>0.000</td></tr></table>						10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°															
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000															
Necesidades de los usuarios :		Carga ilimitada (red)																					

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : Quiteria_275W_(A)

Variante de simulación : Alpedrete_3_quiteria240W_est2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Campos FV	inclinación	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	Pnom	275 Wp
Generador FV	N° de módulos	Pnom total	42.1 kWp
Inversor	Modelo	Pnom	12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	Pnom total	37.5 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

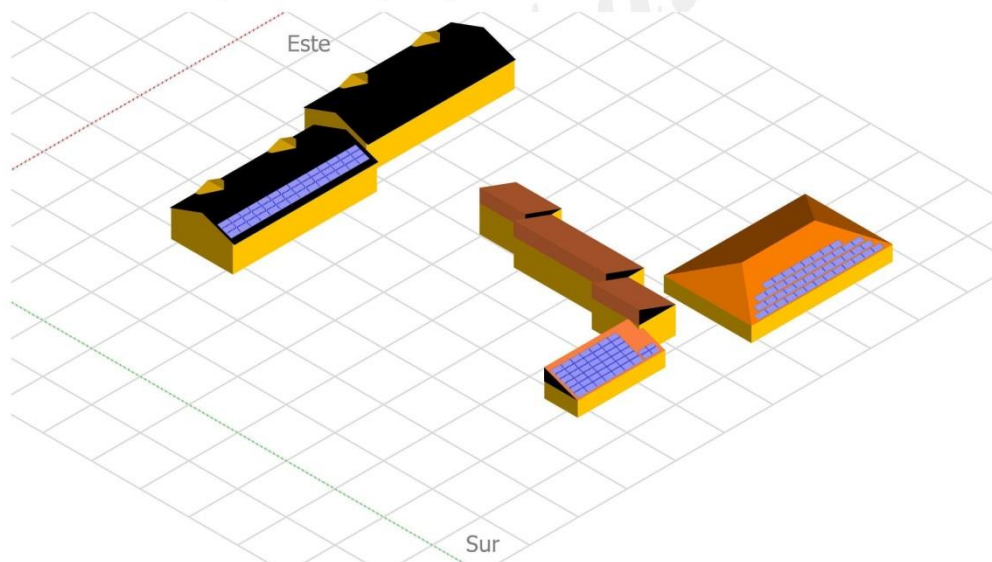
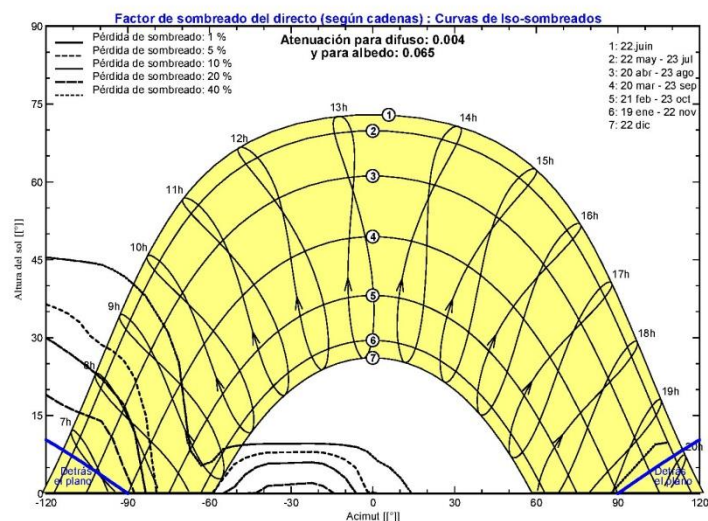


Diagrama de Iso-sombreados

Quiteria_275W_(A)



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Quiteria_275W_(A)

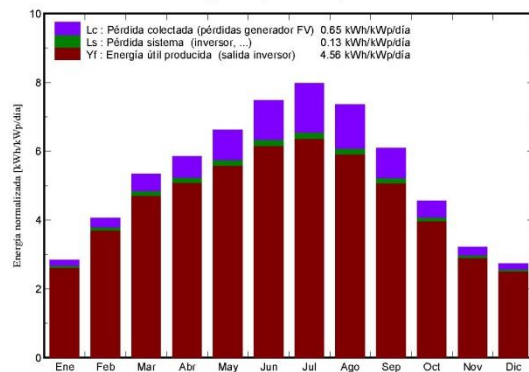
Variante de simulación : Alpedrete_3_quiteria240W_est2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Campos FV	inclinación 20°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos 153	Pnom total 42.1 kWp
Inversor	Modelo Powador 14.0 TL3	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades 3.0	Pnom total 37.5 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

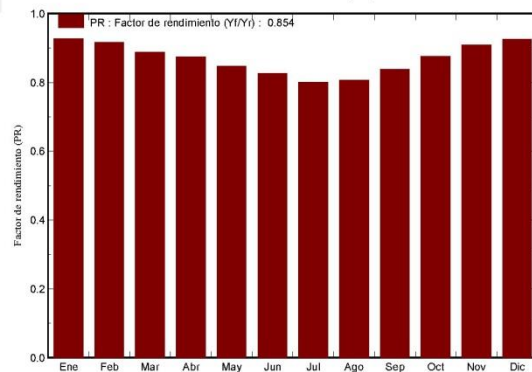
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida 70.06 MWh/año	Produc. específico 1665 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.43 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 42.1 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Alpedrete_3_quiteria240W_est2

Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	61.1	26.87	3.90	87.6	85.3	3.508	3.416	0.926
Febrero	85.4	32.45	4.00	113.4	110.8	4.485	4.369	0.916
Marzo	139.8	57.32	7.40	165.3	161.7	6.332	6.163	0.886
Abril	159.6	60.65	11.00	175.2	170.7	6.615	6.438	0.873
Mayo	201.5	70.52	14.80	204.8	199.3	7.504	7.296	0.847
Junio	226.8	63.51	19.80	224.1	218.2	8.001	7.777	0.825
Julio	245.8	51.63	24.20	247.0	240.7	8.552	8.307	0.799
Agosto	213.3	51.19	23.70	227.8	222.1	7.950	7.725	0.806
Septiembre	155.4	45.07	19.10	182.3	178.2	6.601	6.419	0.837
Octubre	109.4	40.49	13.60	140.9	137.5	5.329	5.188	0.875
Noviembre	68.1	28.60	7.90	96.1	93.9	3.774	3.674	0.908
Diciembre	56.4	24.82	4.80	84.5	82.2	3.372	3.284	0.924
Año	1722.6	553.11	12.90	1949.0	1900.7	72.024	70.056	0.854

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

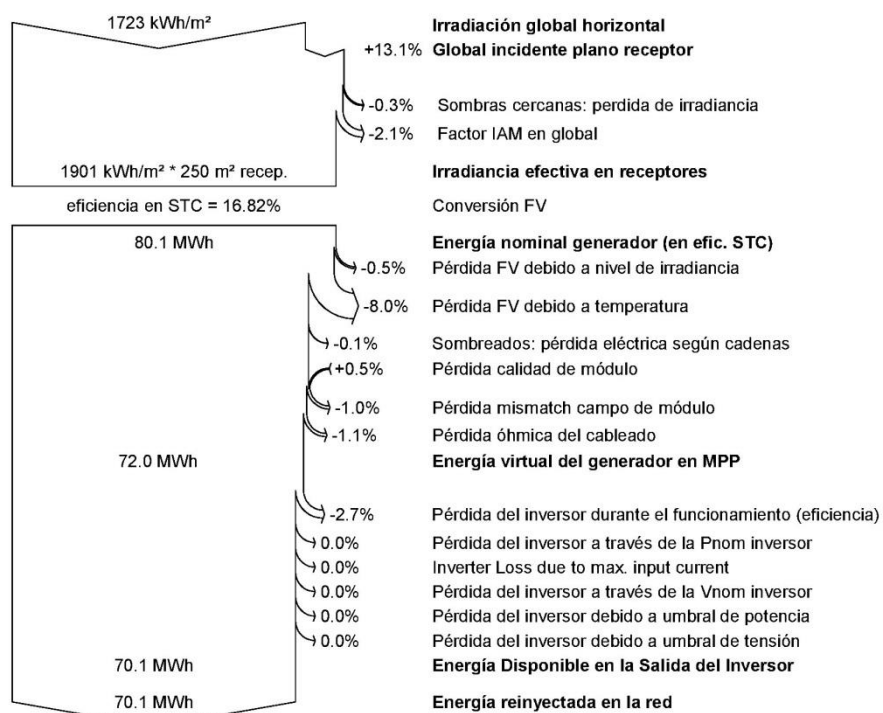
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Quiteria_275W_(A)

Variante de simulación : Alpedrete_3_quiteria240W_est2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Según cadenas	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Campos FV	inclinación 20°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos 153	Pnom total 42.1 kWp
Inversor	Modelo Powador 14.0 TL3	Pnom 12.50 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades 3.0	Pnom total 37.5 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO VI. COLEGIO EL PERALEJO

PVSYST V6.64		17/12/17	Página 1/4
--------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : COLEGIO EL PERALEJO

Lugar geográfico Alpedrete País España

Ubicación Latitud 40.65° N Longitud -4.02° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 900 m
 Albedo 0.20

Datos climatológicos: Alpedrete PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : PERALEJO 275 Wp
 Fecha de simulación 17/12/17 01h21

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclinación 25° Acimut 25°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sombreado lineal

Características generador FV

Módulo FV Si-poly Modelo **CS6K - 275P**
 Original PVsyst database Fabricante Canadian Solar Inc.
 Número de módulos FV En serie 22 módulos En paralelo 6 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 132 Pnom unitaria 275 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **36.3 kWp** En cond. funciona. 32.6 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 609 V I mpp 54 A
 Superficie total Superficie módulos **216 m²** Superf. célula 193 m²

Inversor Modelo **Powador 20.0 TL3**
 Custom parameters definition Fabricante Kaco new energy
 Características Tensión Funciona. 200-800 V Pnom unitaria 17.0 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 2 unidades Potencia total 34 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 192 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas -0.5 %

Pérdidas Mismatch Módulos Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : COLEGIO EL PERALEJO

Variante de simulación : PERALEJO 275 Wp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	25°	acimut 25°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	132	Pnom total 36.3 kWp
Inversor	Modelo	Powador 20.0 TL3	Pnom 17.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 34.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

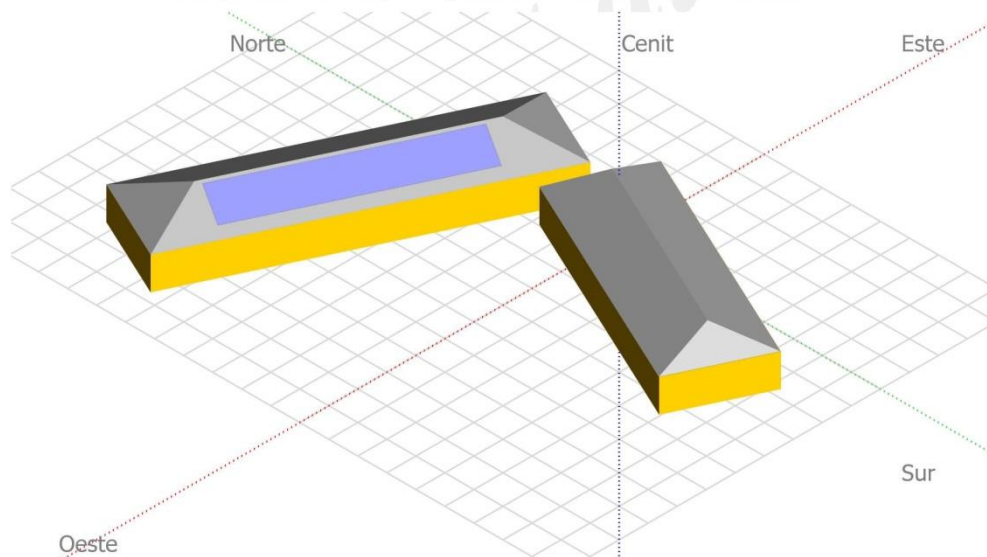
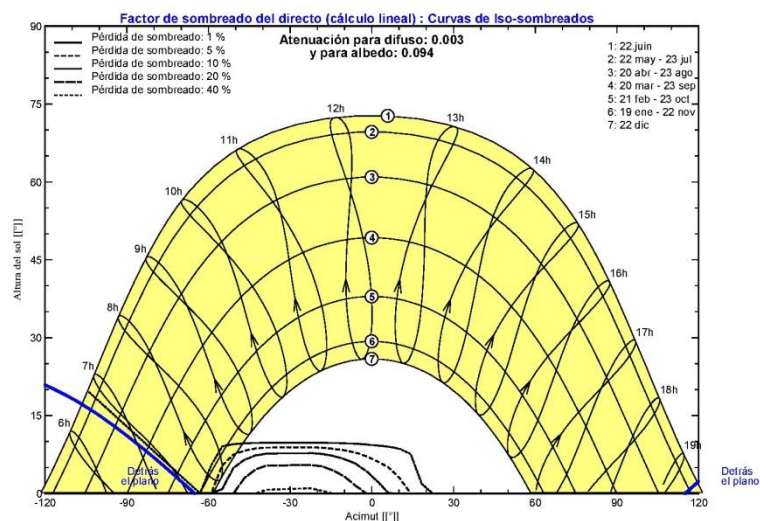


Diagrama de Iso-sombreados

COLEGIO EL PERALEJO



Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : COLEGIO EL PERALEJO

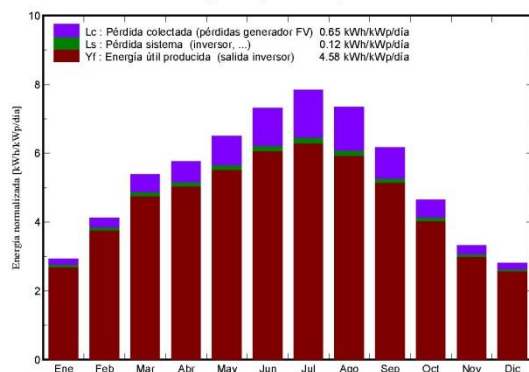
Variante de simulación : PERALEJO 275 Wp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	25°	acimut 25°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	132	Pnom total 36.3 kWp
Inversor	Modelo	Powador 20.0 TL3	Pnom 17.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total 34.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

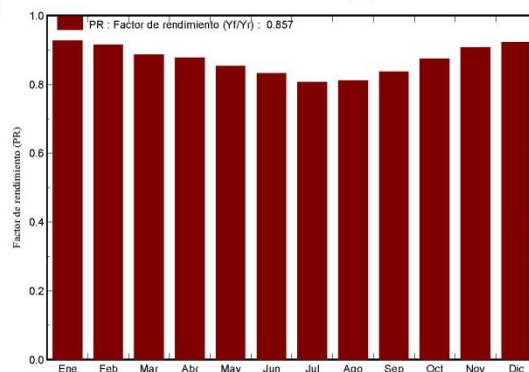
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	60.67 MWh/año	Produc. específico 1671 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.70 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 36.3 kWp



Factor de rendimiento (PR)



PERALEJO 275 Wp Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	61.1	26.87	3.90	90.7	88.4	3.123	3.047	0.926
Febrero	85.4	32.45	4.00	115.2	112.7	3.918	3.825	0.915
Marzo	139.8	57.32	7.40	166.7	163.2	5.490	5.357	0.885
Abril	159.6	60.65	11.00	172.8	168.7	5.634	5.497	0.877
Mayo	201.5	70.52	14.80	201.2	196.4	6.384	6.226	0.852
Junio	226.8	63.51	19.80	219.1	214.1	6.778	6.609	0.831
Julio	245.8	51.63	24.20	242.7	237.7	7.281	7.095	0.805
Agosto	213.3	51.19	23.70	227.4	222.4	6.853	6.680	0.809
Septiembre	155.4	45.07	19.10	184.8	180.9	5.753	5.610	0.836
Octubre	109.4	40.49	13.60	143.7	140.2	4.664	4.551	0.873
Noviembre	68.1	28.60	7.90	99.5	97.3	3.357	3.275	0.907
Diciembre	56.4	24.82	4.80	86.6	84.4	2.971	2.898	0.922
Año	1722.6	553.11	12.90	1950.3	1906.4	62.205	60.670	0.857

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

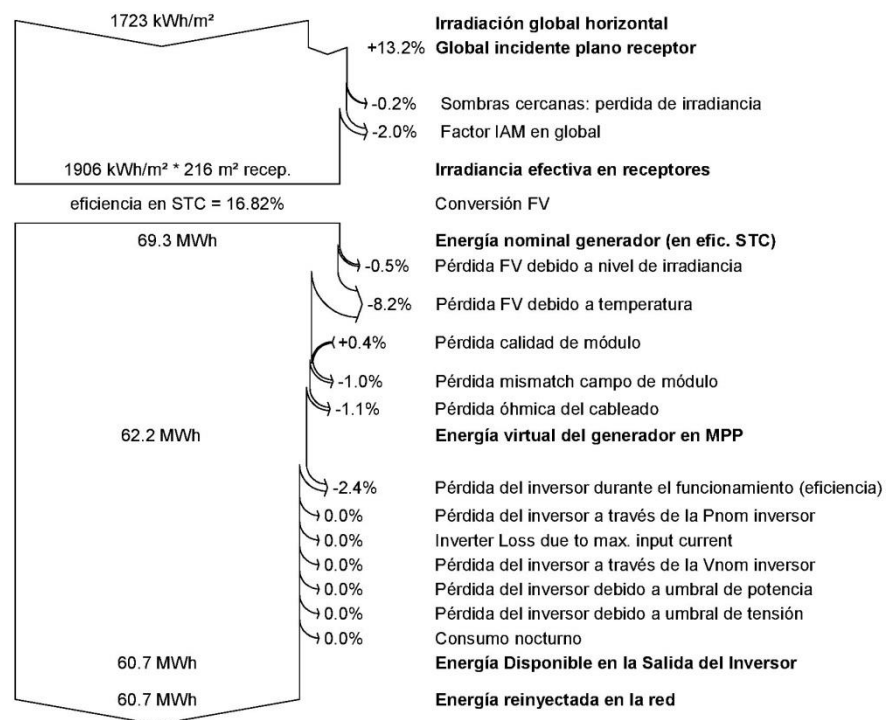
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : COLEGIO EL PERALEJO

Variante de simulación : PERALEJO 275 Wp

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
Sombras cercanas	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	25°	acimut	25°	
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp	
Generador FV	N° de módulos	132	Pnom total	36.3 kWp	
Inversor	Modelo	Powador 20.0 TL3	Pnom	17.00 kW ac	
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	34.0 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

Diagrama de pérdida durante todo el año



ANEXO VII. COLEGIO LOS NEGRALES

PVSYST V6.64		19/12/17	Página 1/4
--------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : colegio LOS NEGRALES

Lugar geográfico Madrid País España

Ubicación Latitud 40.45° N Longitud -3.72° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT Altitud 665 m
 Albedo 0.20

Datos climatológicos: Alpedrete PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis

Variante de simulación : Nueva variante de simulación
 Fecha de simulación 19/12/17 00h18

Parámetros de la simulación

Orientación Plano Receptor Inclclinación 30° Acimut 8°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sombreado lineal

Características generador FV

Módulo FV Si-poly Modelo **CS6K - 275P**
 Original PVsyst database Fabricante Canadian Solar Inc.
 Número de módulos FV En serie 16 módulos En paralelo 3 cadenas
 N° total de módulos FV N° módulos 48 Pnom unitaria 275 Wp
 Potencia global generador Nominal (STC) **13.20 kWp** En cond. funciona. 11.85 kWp (50°C)
 Caract. funcionamiento del generador (50°C) V mpp 443 V I mpp 27 A
 Superficie total Superficie módulos **78.6 m²** Superf. célula 70.1 m²

Inversor Modelo **Powador 14.0 TL3**
 Custom parameters definition Fabricante Kaco new energy
 Características Tensión Funciona. 200-800 V Pnom unitaria 12.5 kWac
 Banco de inversores N° de inversores 1 unidades Potencia total 12.5 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s

Pérdida Óhmica en el Cableado Res. global generador 279 mOhm Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC

Pérdida Calidad Módulo Fracción de Pérdidas -0.5 %

Pérdidas Mismatch Módulos Fracción de Pérdidas 1.0 % en MPP

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): User defined IAM profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : colegio LOS NEGRALES

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Sombras cercanas	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	8°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp
Generador FV	N° de módulos	48	Pnom total	13.20 kWp
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3	Pnom	12.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

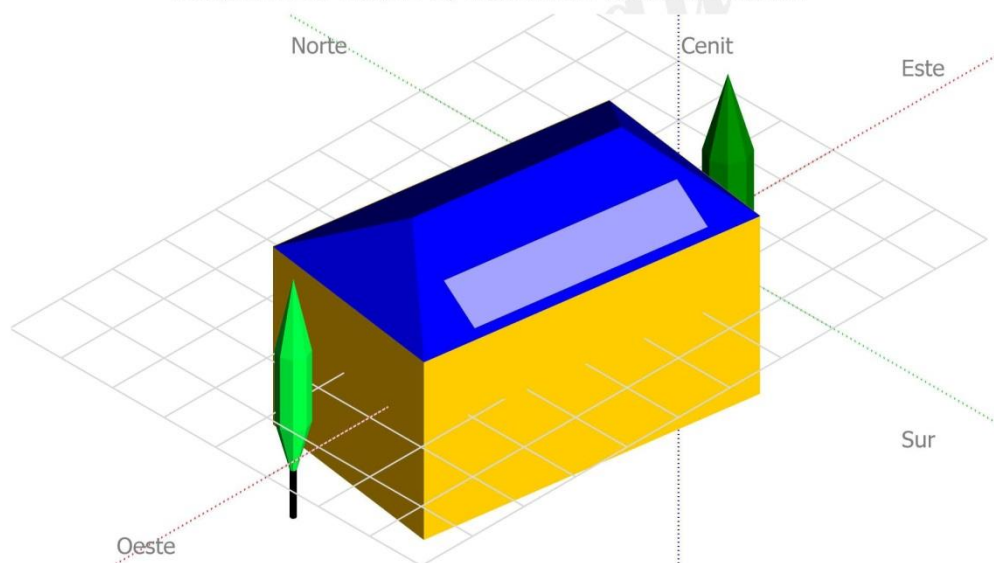
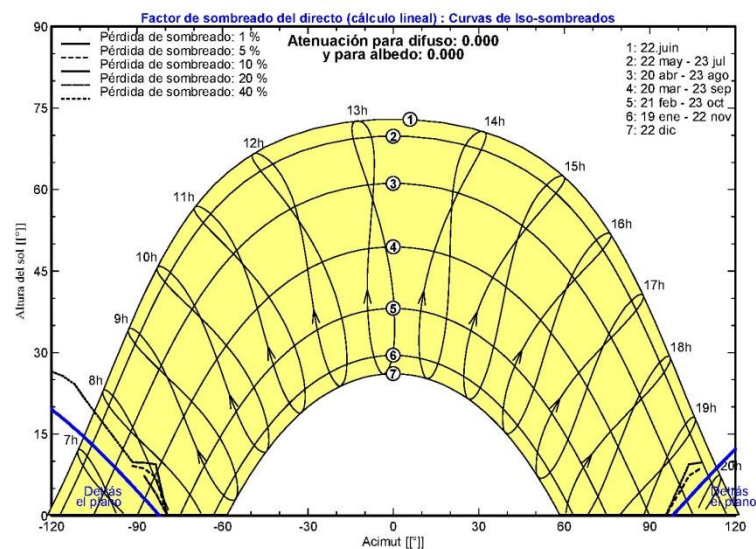


Diagrama de Iso-sombrados

colegio LOS NEGRALES



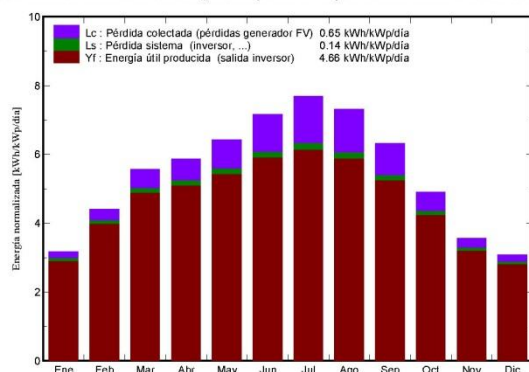
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : colegio LOS NEGRALES
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

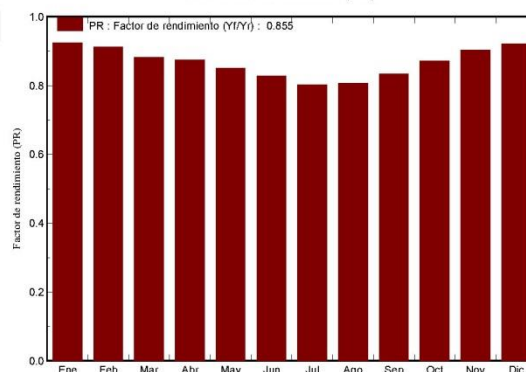
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red	
Sombras cercanas	Sombreado lineal		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut 8°
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	48	Pnom total 13.20 kWp
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3	Pnom 12.50 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación			
Producción del Sistema	Energía producida	22.45 MWh/año	Produc. específico 1700 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	85.50 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 13.20 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	61.1	26.87	3.90	97.8	95.9	1.226	1.192	0.924
Febrero	85.4	32.45	4.00	122.9	120.7	1.518	1.477	0.911
Marzo	139.8	57.32	7.40	172.2	169.1	2.062	2.004	0.881
Abril	159.6	60.65	11.00	175.6	172.0	2.085	2.026	0.874
Mayo	201.5	70.52	14.80	198.9	194.0	2.294	2.228	0.849
Junio	226.8	63.51	19.80	214.7	209.4	2.415	2.344	0.827
Julio	245.8	51.63	24.20	238.0	232.6	2.596	2.519	0.802
Agosto	213.3	51.19	23.70	226.4	221.7	2.483	2.410	0.806
Septiembre	155.4	45.07	19.10	189.3	185.9	2.144	2.082	0.833
Octubre	109.4	40.49	13.60	151.5	148.7	1.790	1.740	0.870
Noviembre	68.1	28.60	7.90	106.8	104.9	1.309	1.272	0.903
Diciembre	56.4	24.82	4.80	95.0	93.2	1.186	1.154	0.920
Año	1722.6	553.11	12.90	1988.9	1948.1	23.107	22.446	0.855

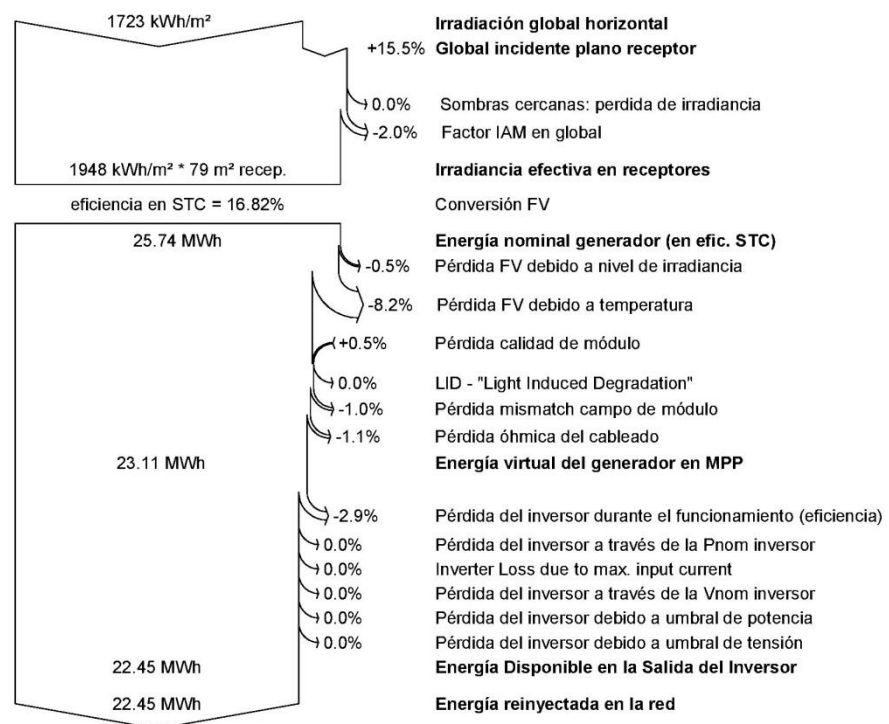
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : colegio LOS NEGRALES
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red			
Sombras cercanas	Sombreado lineal				
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	8°	
Módulos FV	Modelo	CS6K - 275P	Pnom	275 Wp	
Generador FV	N° de módulos	48	Pnom total	13.20 kWp	
Inversor	Modelo	Powador 14.0 TL3	Pnom	12.50 kW ac	
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)				

Diagrama de pérdida durante todo el año



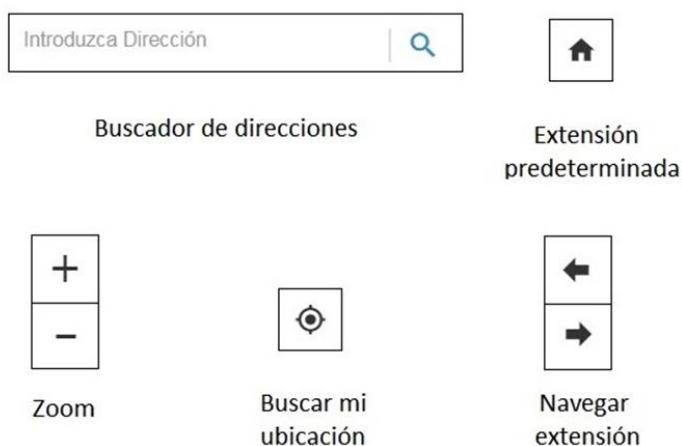
ANEXO VIII. MANUAL DE USUARIO DEL GEOPORTAL *gSolarRoof*

En esta guía se describen el funcionamiento del geoportal *gSolarRoof* para el municipio de Alpedrete, a través del cual se accede a la información relativa al uso de la energía solar mediante herramientas de búsqueda, visualización y navegación sobre un mapa.

Desde este geoportal se puede consultar los datos relacionados con cada edificio del municipio, considerando como unidad básica de representación la parcela catastral. En su desarrollo se ha tratado de diseñar una interfaz sencilla y de fácil comprensión. Las funciones básicas configuradas incluyen:

I. Ventanas emergentes

II. Herramientas de control



III. Herramientas de utilidades



IV. Botones desplegables



I. VENTANAS EMERGENTES

Las ventanas emergentes se generan al seleccionar cualquier edificio en el mapa y muestran la información relacionada con los atributos de cada capa de entidades del mapa. Al seleccionar los edificios aparece una breve descripción de sus características.



Figura 7. Ventana emergente para los edificios.

II. HERRAMIENTAS DE CONTROL

Buscador de direcciones

Permite a los usuarios buscar ubicaciones por las direcciones en el mapa. Al ser un motor de búsquedas internacional, hay que concretar el municipio correspondiente a la dirección deseada.

- [1] Cuando se introduce el nombre de un lugar en el cuadro de búsqueda, aparecen sugerencias de diferentes localizaciones como en cualquier sistema de búsqueda por direcciones.



Figura 8. Herramienta 'Buscador de direcciones'.

- [2] Aparecerá una ventana emergente en la ubicación del lugar con la información disponible.

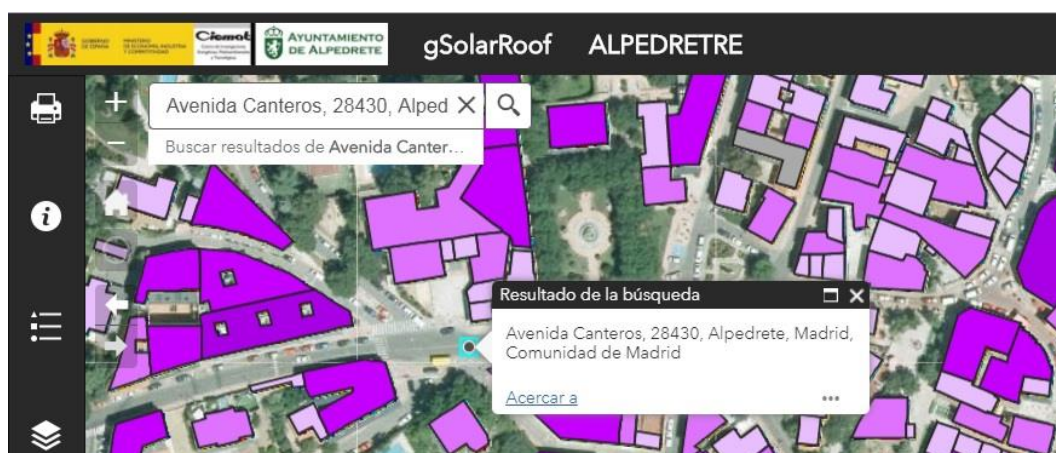
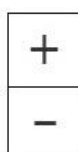


Figura 9. Resultado de la herramienta 'Buscador de direcciones'.

Zoom



Botones para acercar (+) o alejar (-) la vista del mapa en la que nos encontramos.

- [1] Para controlar el zoom en la visualización del mapa también es posible usar la rueda central del ratón. Además, se puede pulsar y mantener presionada la tecla Mayúscula y arrastrar un cuadro en el mapa.
- [2] Para desplazarse panorámicamente por el mapa se utilizan las teclas de flechas del teclado. Otra forma de desplazarse consiste en mantener presionado el ratón y arrastrando.



Figura 10. Herramienta 'Zoom'.

Extensión predeterminada



Establece la vista a la extensión del mapa inicial, aplicando el zoom del mapa a la posición de inicio.

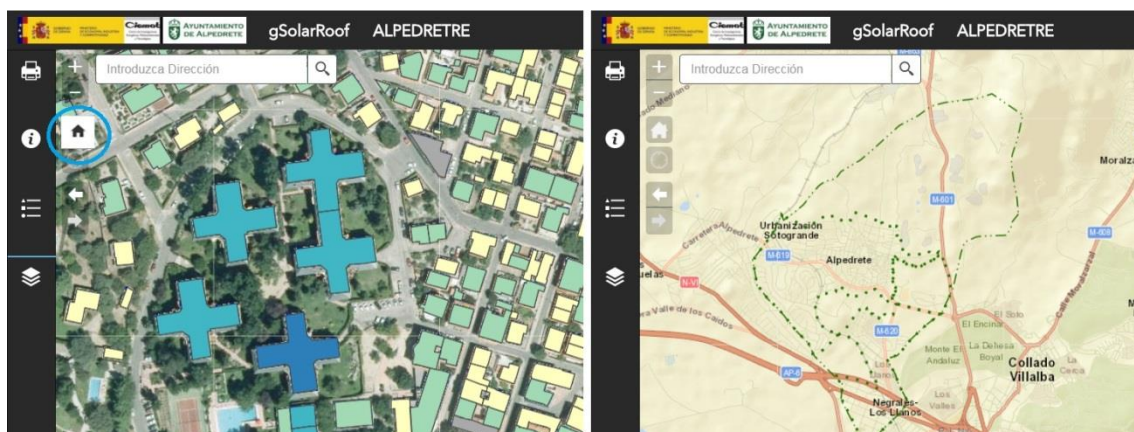


Figura 11. Herramienta 'Extensión predeterminada'.

Buscar mi ubicación



Si el dispositivo desde el que se realiza la consulta tiene GPS, permite detectar su ubicación y aplica el zoom centrando el mapa en la misma, mostrar la información referente a los edificios adyacentes.

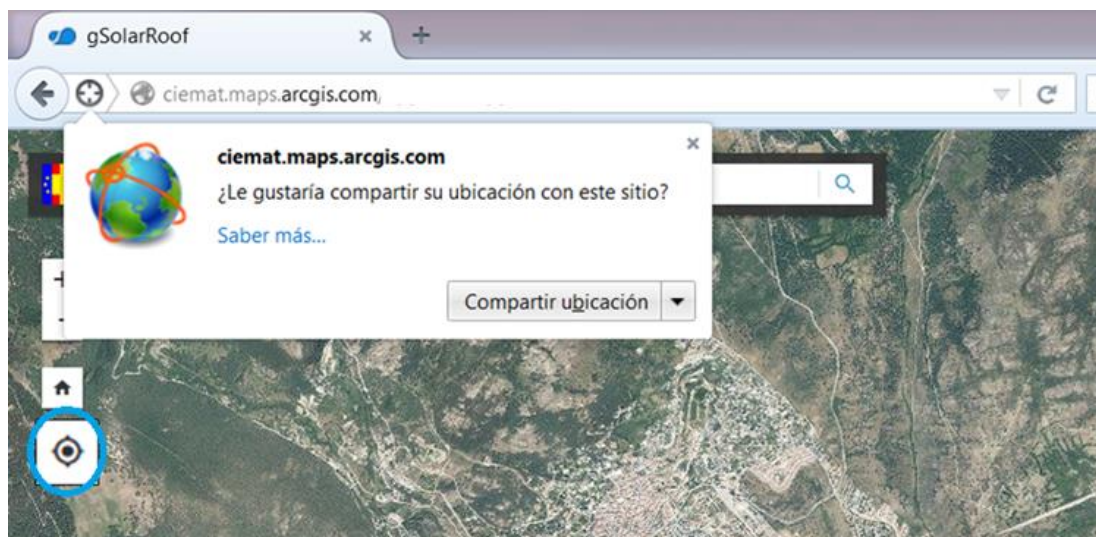


Figura 12. Herramienta 'Buscar mi ubicación'.

Navegar extensión



Permite navegar por el mapa hasta una extensión de la vista anterior o siguiente que haya sido visualizada previamente.

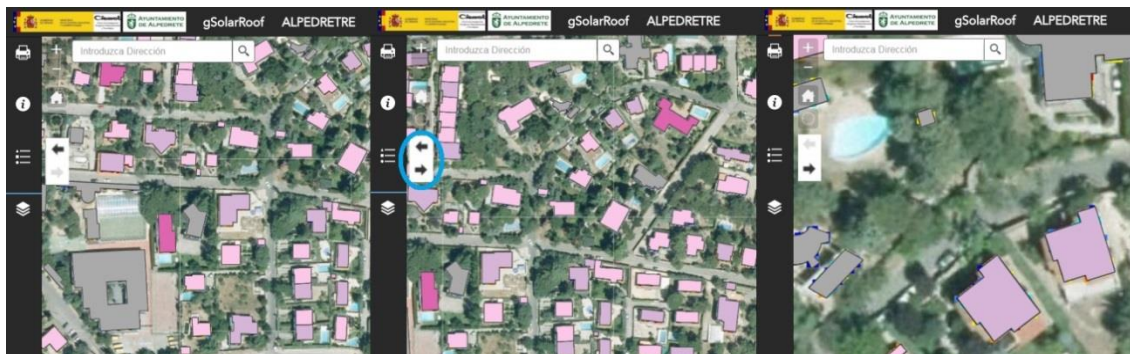
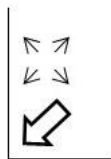


Figura 13. Herramienta 'Extensión navegar'.

III. HERRAMIENTAS DE UTILIDADES

Vista general del mapa



Botón desplegable que muestra la posición y extensión de la ventana visible en cada momento. La extensión actual del mapa se representa como un rectángulo dentro de la vista general del mapa, permitiendo su desplazamiento para modificar la posición de la vista actual.

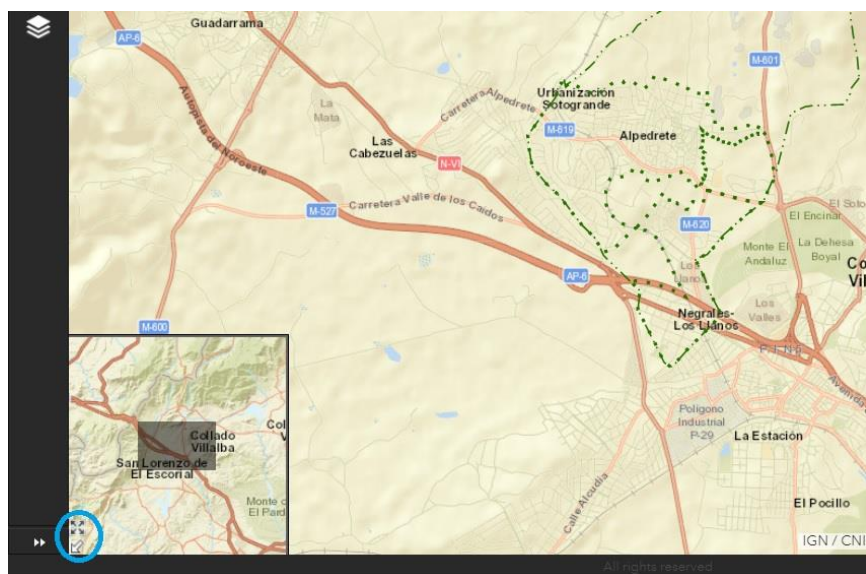


Figura 14. Herramienta 'Vista general del mapa'.

[1] Para expandir la imagen, utilizar el icono de maximizar.

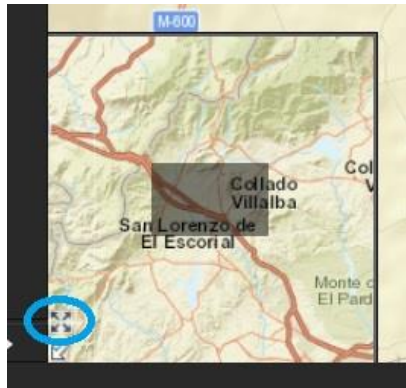


Figura 15. Opción expandir la imagen de la vista general.

[2] Para ocultar la vista general del mapa, volver a seleccionar el icono.



Pantalla completa



Permite abrir la escena al modo pantalla completa. Para volver a la pantalla inicial se puede utilizar el botón o pulsar 'Esc' en el teclado.

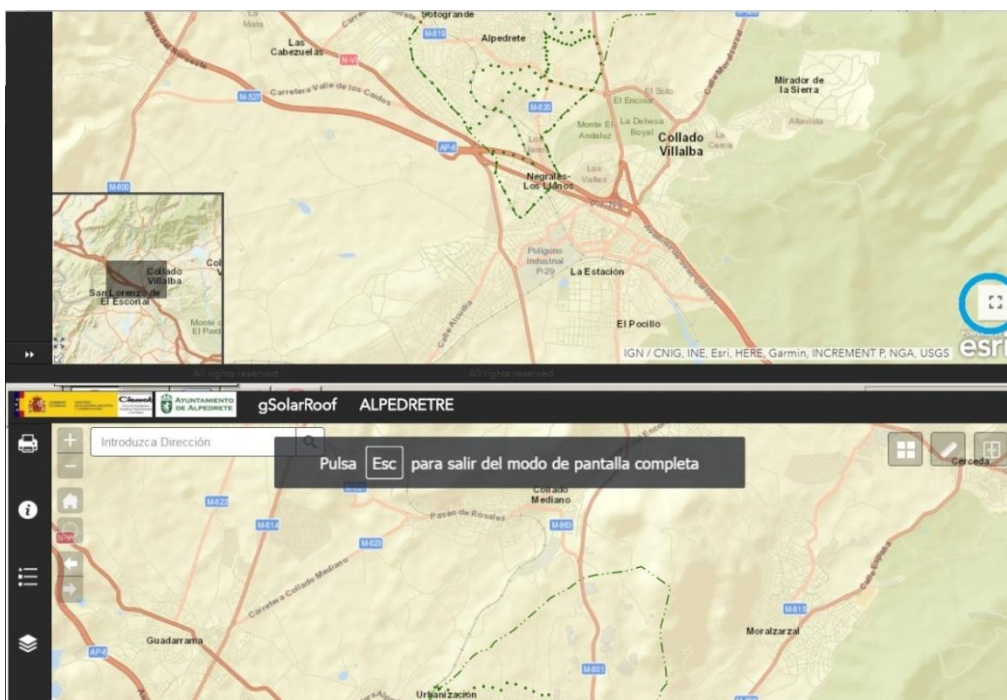


Figura 16. Herramienta 'Pantalla completa'.

Galería de mapas



Presenta una galería de mapas base y permite al usuario elegir el mapa base que más le convenga en cada momento, desde mapas físicos o imágenes de satélites a mapas de carreteras.



Figura 17. Herramienta 'Galería de mapas'.

- [1] Seleccionar la vista en miniatura del mapa que se desea visualizar para cambiar el mapa base.

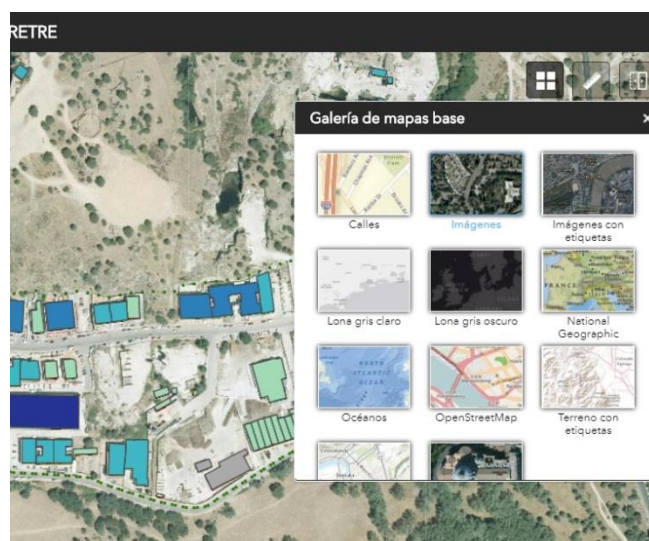


Figura 18. Selección de mapas base.

Medición



Permite al usuario medir el área de un polígono, la longitud de una línea o encontrar las coordenadas de un punto.

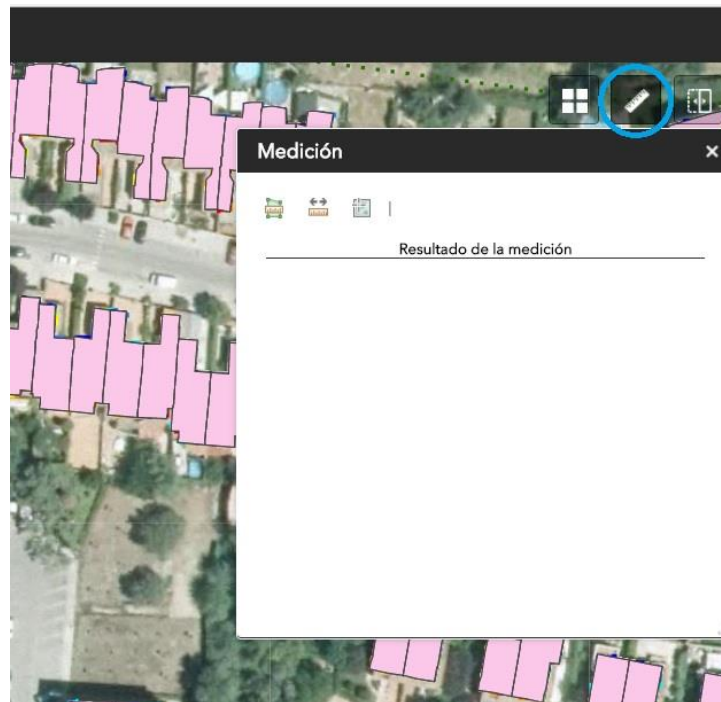


Figura 19. Herramienta 'Medición'.

- [1] Medición de área: Seleccionar el icono de medición de área y, a continuación, dibujar un polígono en el mapa. Para terminar de dibujar el polígono haga doble clic. Se pueden cambiar las unidades de área en el menú desplegable.



Figura 20. Opción 'Medición de área'.

- [2] Medición de distancia: Seleccionar el icono de medición de distancia, a continuación, dibujar una línea en el mapa con dos o más puntos. Para terminar de dibujar la línea haga doble clic. Se pueden cambiar las unidades de distancia en el menú desplegable.



Figura 21. Opción 'Medición de distancia'.

- [3] Medición de ubicación: Seleccionar el icono de medición de ubicación y, a continuación, marque un punto en el mapa. Se muestran las coordenadas del punto en grados (decimales). Se puede cambiar el formato de visualización de coordenadas a grados/minutos/segundos en el menú desplegable.



Figura 22. Opción 'Medición de ubicación'.

Vista dividida



Se trata de una barra deslizante que permite comparar dos capas visualizadas simultáneamente en el mapa.

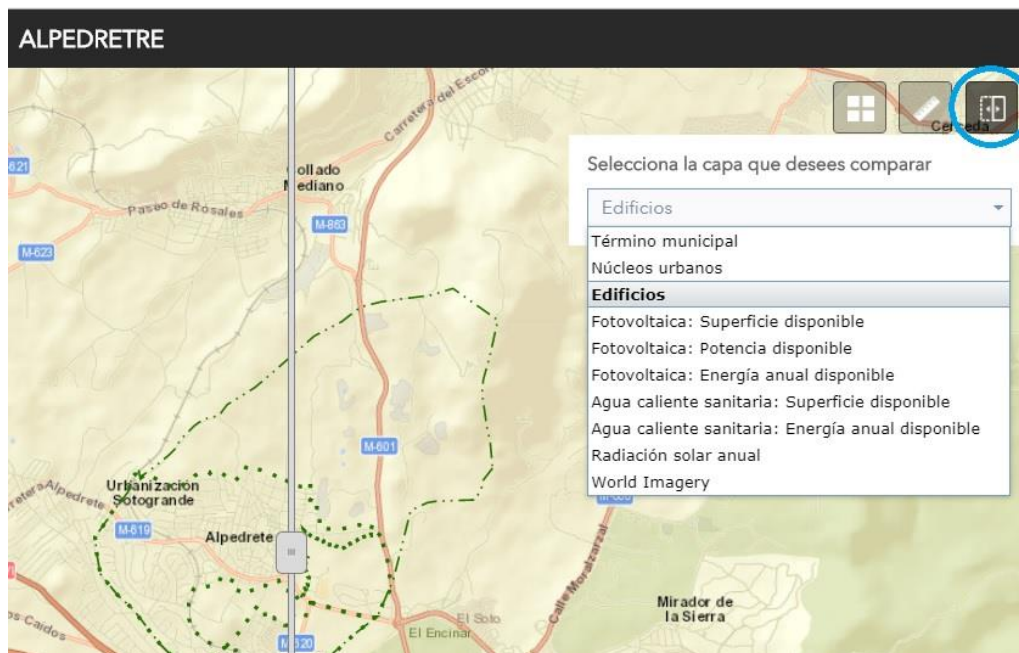


Figura 23. Herramienta 'Vista dividida'.

- [1] Siempre compara la capa marcada visible con la que esté inmediatamente por debajo. Para que se muestren las capas correctamente, en la ventana desplegable que se genera al ejecutar la aplicación se ha de seleccionar la capa superior visible en ese momento.



Figura 24. Selección de capas a visualizar en la vista dividida.

- [2] Una vez activado deslice la herramienta para mostrar el contenido de las capas visibles del mapa.



Figura 25. Resultado de la herramienta 'Vista dividida'.

[3] Seleccionar el icono de Vista dividida para desactivarlo.

IV. BOTONES DESPLEGABLES

Imprimir



Permite imprimir la vista del mapa actual en la que se encuentre el usuario con diferentes formatos de imágenes.



Figura 26. Herramienta 'Imprimir'.

- [1] Seleccione el 'Título del mapa', 'Diseño' y 'Formato' para el mapa que desee exportar. El formato MAP_ONLY muestra en la impresión el mapa pero no información marginal como como el título o la leyenda.

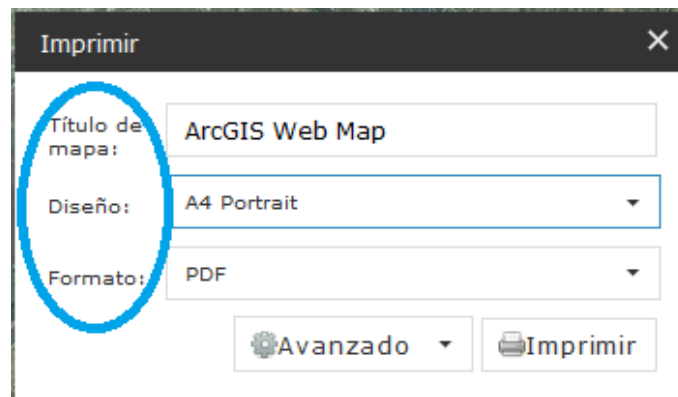


Figura 27. Ventana para la impresión del mapa.

- [2] En la pestaña 'Avanzado' se dispone de un menú con las opciones de impresión para establecer la escala, autor y la calidad de la impresión.

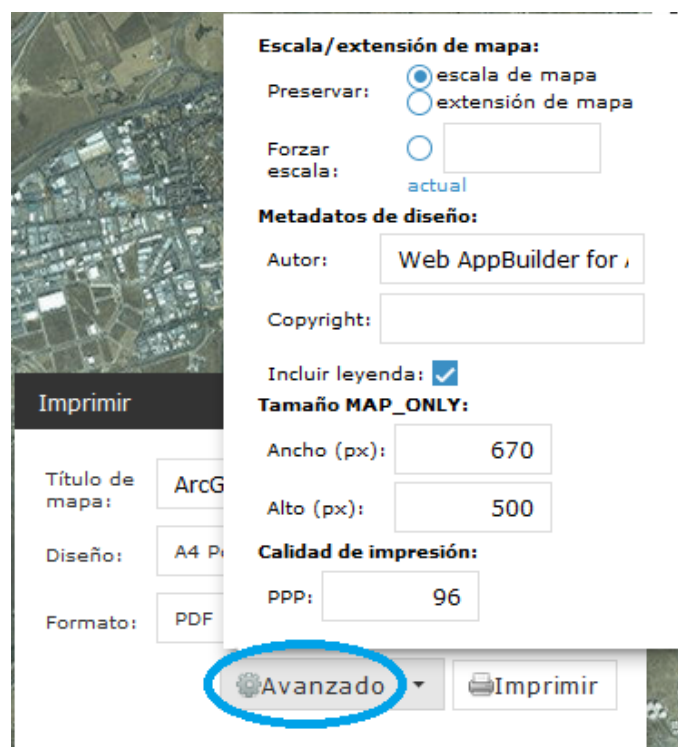


Figura 28. Opciones avanzadas para impresión del mapa.

- [3] Después de definir las opciones del mapa, al completarse el proceso de impresión se puede descargar el mapa.

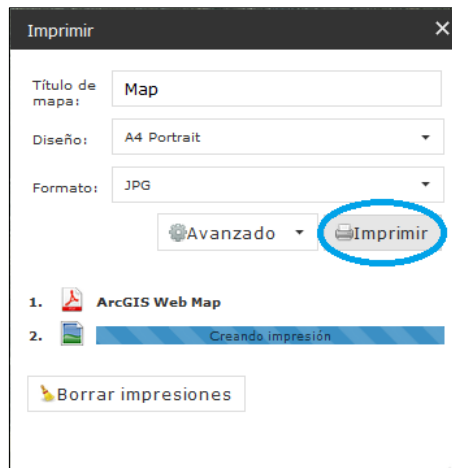


Figura 29. Finalizar el proceso de impresión del mapa.

[4] Finalizada la impresión es posible borrar el historial de impresiones en la pestaña de 'Borrar impresiones'.

Ayuda



Contiene el manual de usuario con una breve descripción del funcionamiento de las herramientas, botones y ventanas emergentes.



Figura 30. Botón 'Ayuda'.

Leyenda



Muestra la leyenda correspondiente a las capas visibles en cada momento.



Figura 31. Botón ‘Leyenda’.

Lista de capas



Muestra las capas de información presentes, marcando o desmarcando la casilla de cada capa se pueden hacer visibles o no.

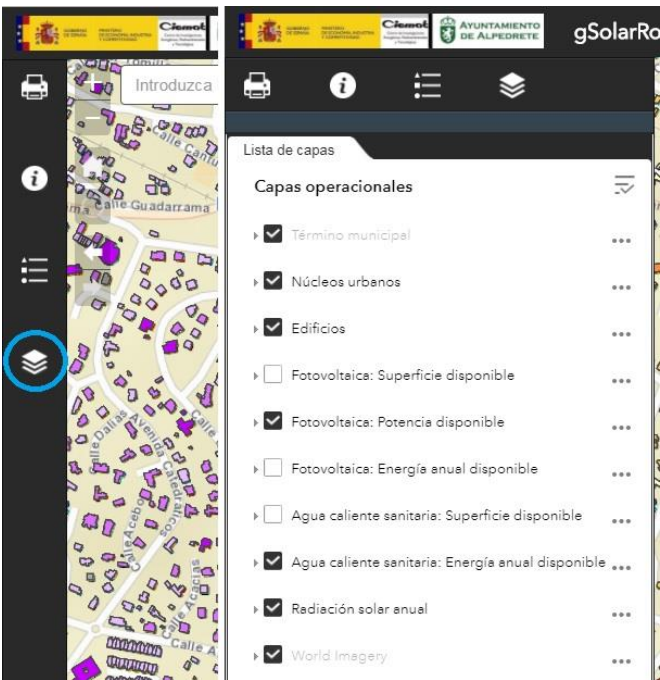


Figura 32. Botón ‘Lista de capas’.

- [1] Marcando cada una de las capas se muestra su simbología y usando el menú desplegable se activan y expanden todas a la vez.

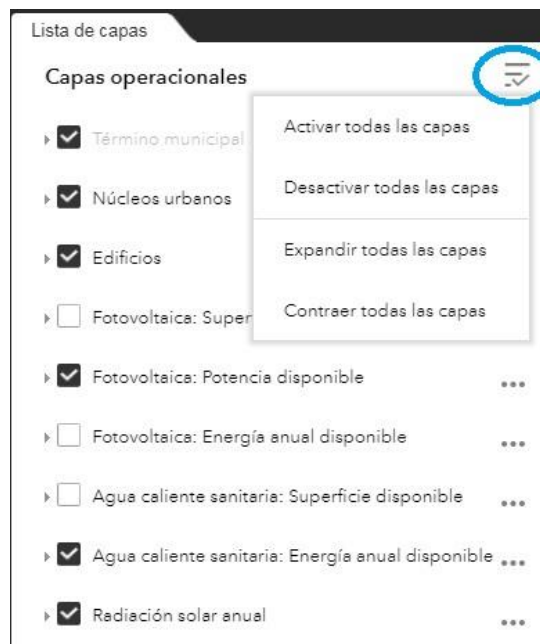


Figura 33. Opciones del menú desplegable en el listado de capas.

- [2] Usando el menú desplegable de cada capa con el icono (...) aparecen opciones para acercar la capa en la vista del mapa, modificar la transparencia del color y desplazarlas arriba o abajo en la lista.

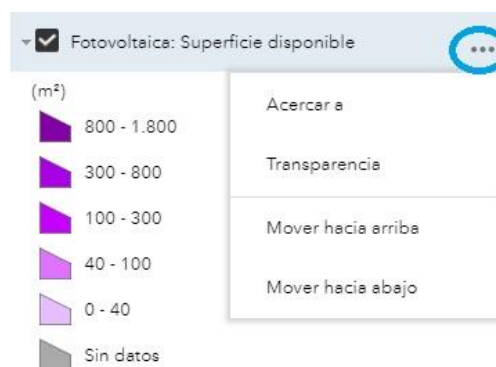


Figura 34. Menú desplegable de cada capa de datos.

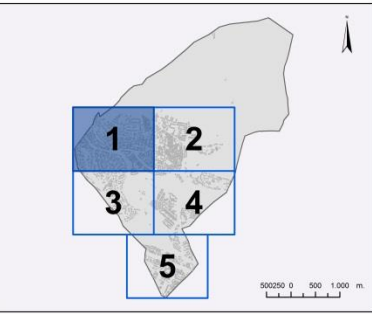
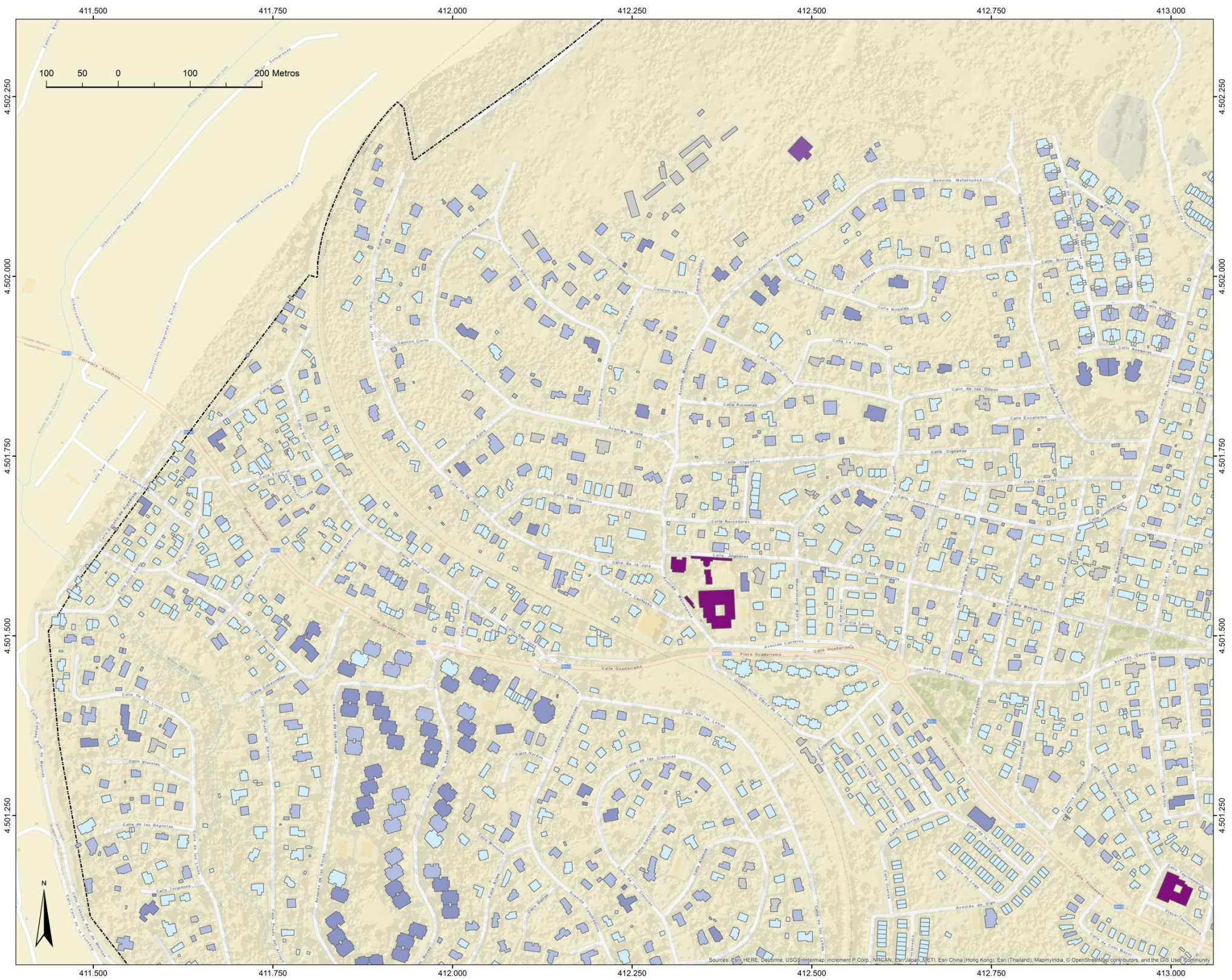
ANEXO IX. MAPAS TEMÁTICOS

La cartografía temática del municipio de Alpedrete incluye los siguientes mapas para cada uno de los cuales se ha dividido en el municipio en cinco hojas:

- Fotovoltaica: Superficie disponible. Hojas 1 a 5.
- Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hojas 1 a 5.
- Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hojas 1 a 5.
- Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hojas 1 a 5.
- Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hojas 1 a 5.

FOTOVOLTAICA

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Superficie (m²)

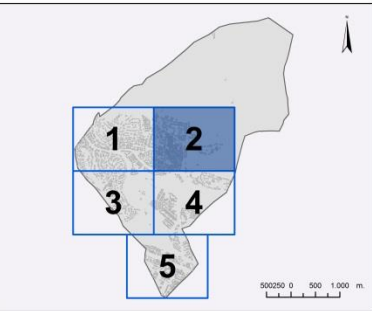
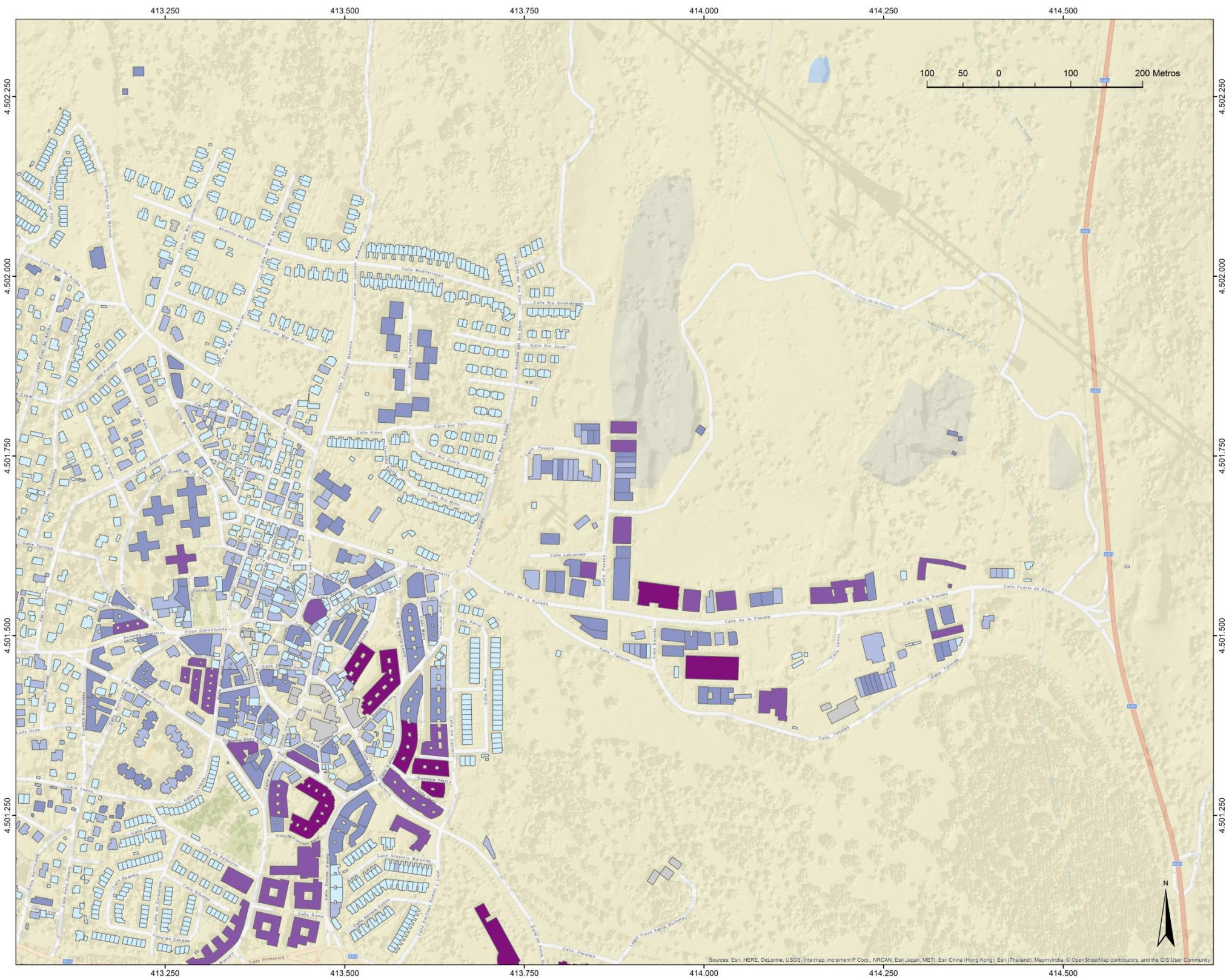
- 0 - 40
- 40 - 100
- 100 - 300
- 300 - 800
- 800 - 1.767
- Sin datos



Mapa 3. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 1.

FOTOVOLTAICA

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 2 -

Superficie (m²)

- 0 - 40
- 40 - 100
- 100 - 300
- 300 - 800
- 800 - 1.767
- Sin datos

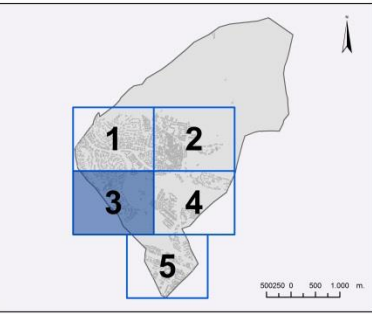
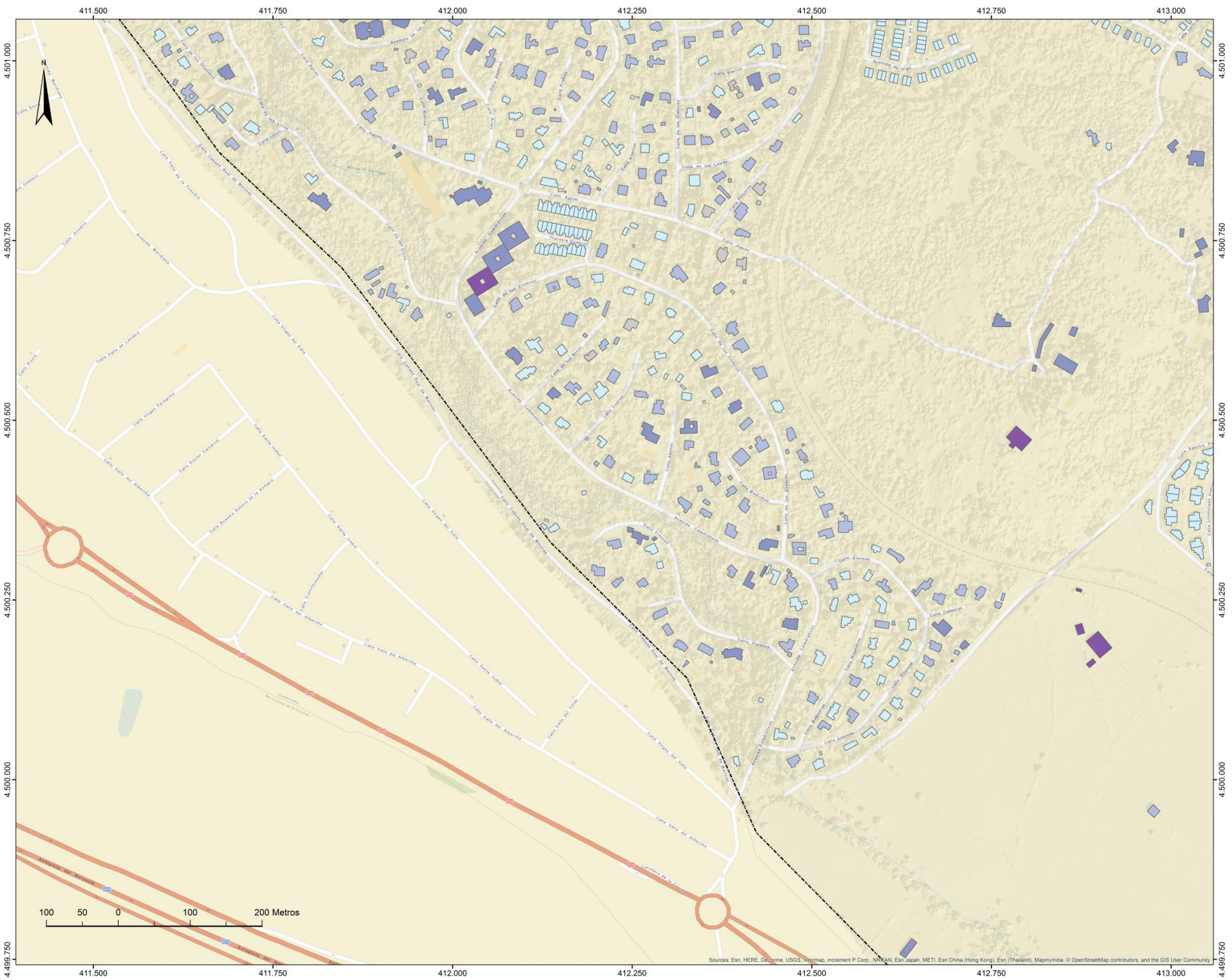
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 4. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 2.

FOTOVOLTAICA

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 3 -

Superficie (m²)

- 0 - 40
- 40 - 100
- 100 - 300
- 300 - 800
- 800 - 1.767
- Sin datos

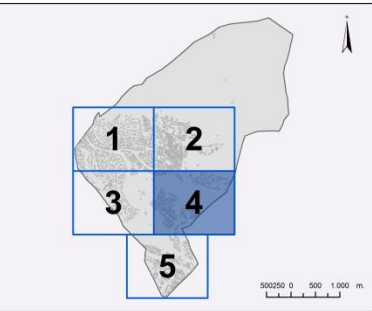
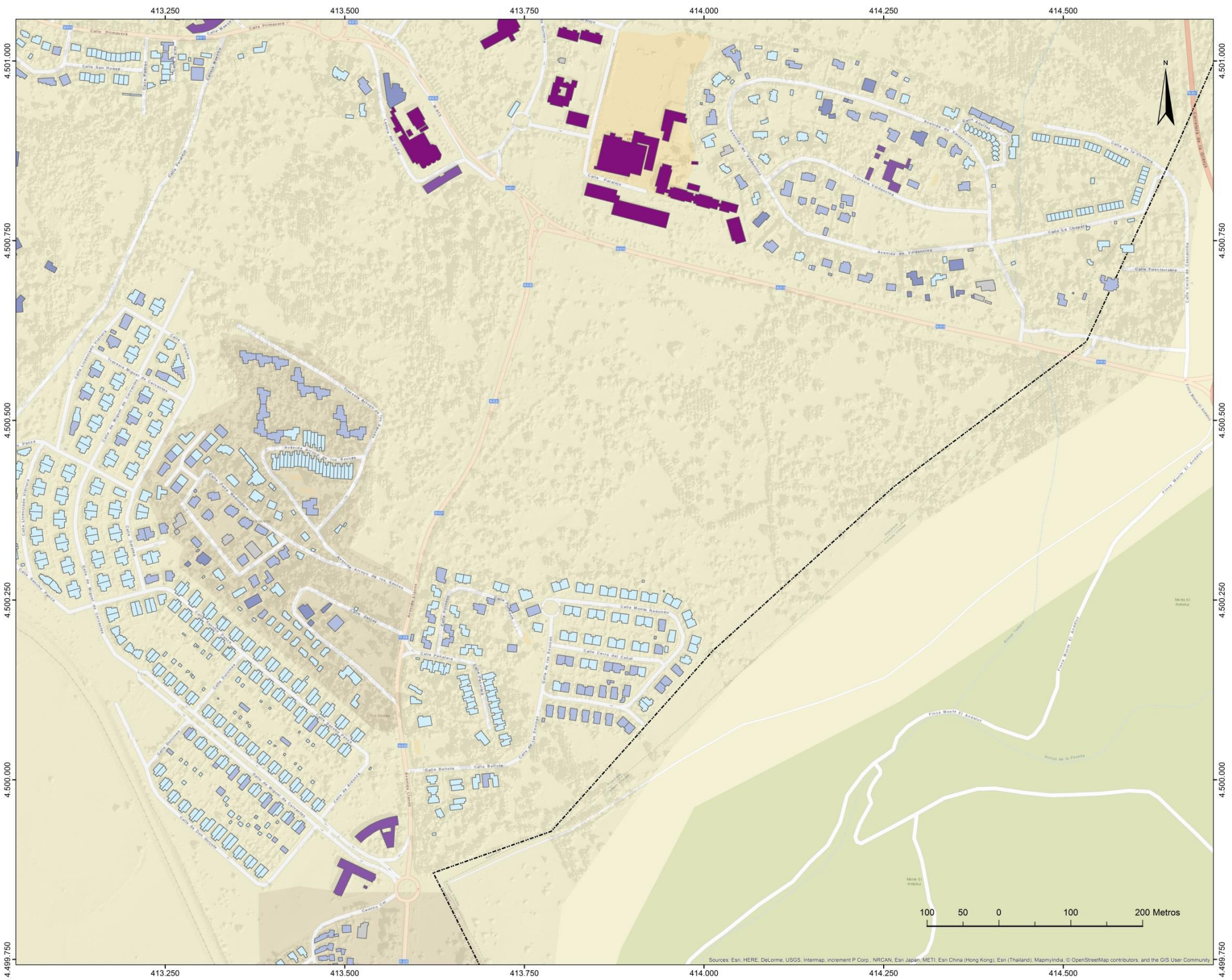
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 5. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 3.

FOTOVOLTAICA

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 4 -

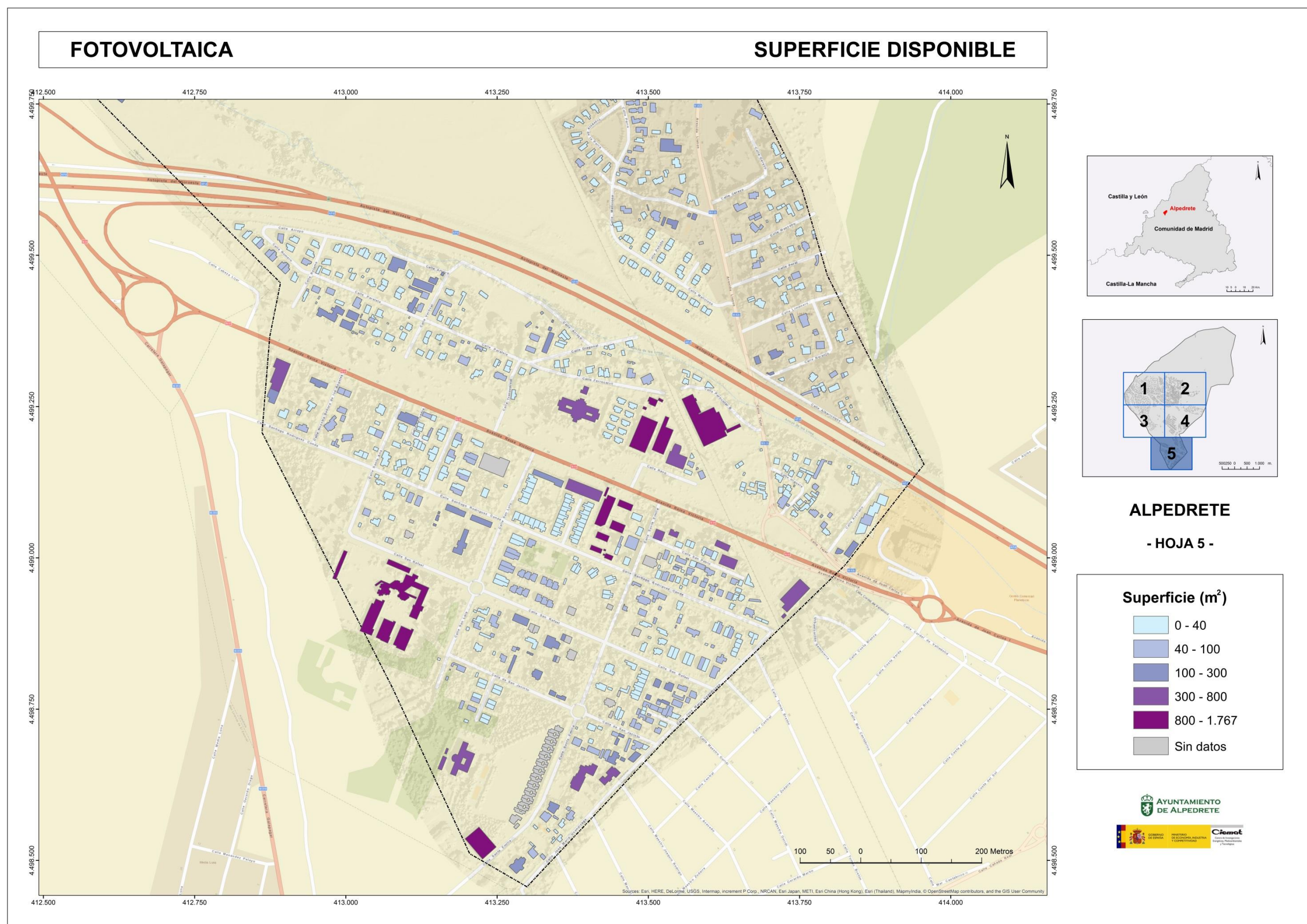
Superficie (m²)

- 0 - 40
- 40 - 100
- 100 - 300
- 300 - 800
- 800 - 1.767
- Sin datos

AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE

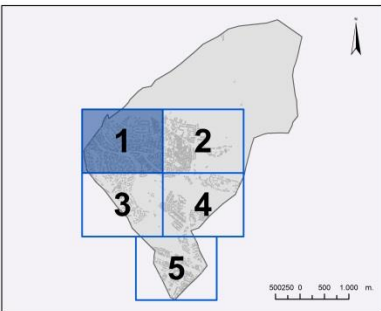
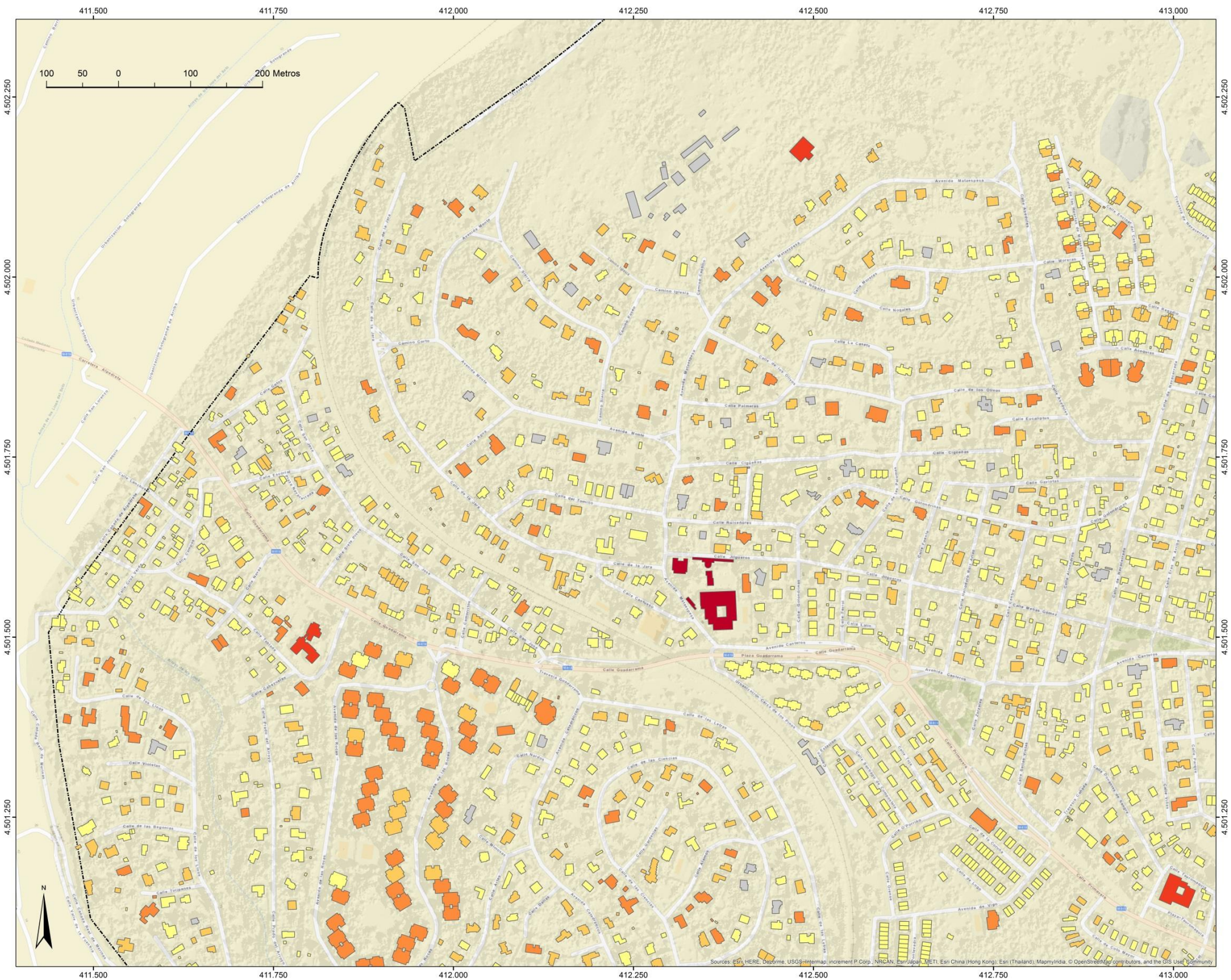


Mapa 6. Fotovoltaica: Superficie disponible. Hoja 4.



FOTOVOLTAICA

POTENCIA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Potencia (kWp)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- Sin datos

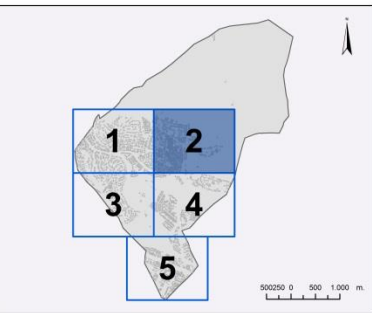
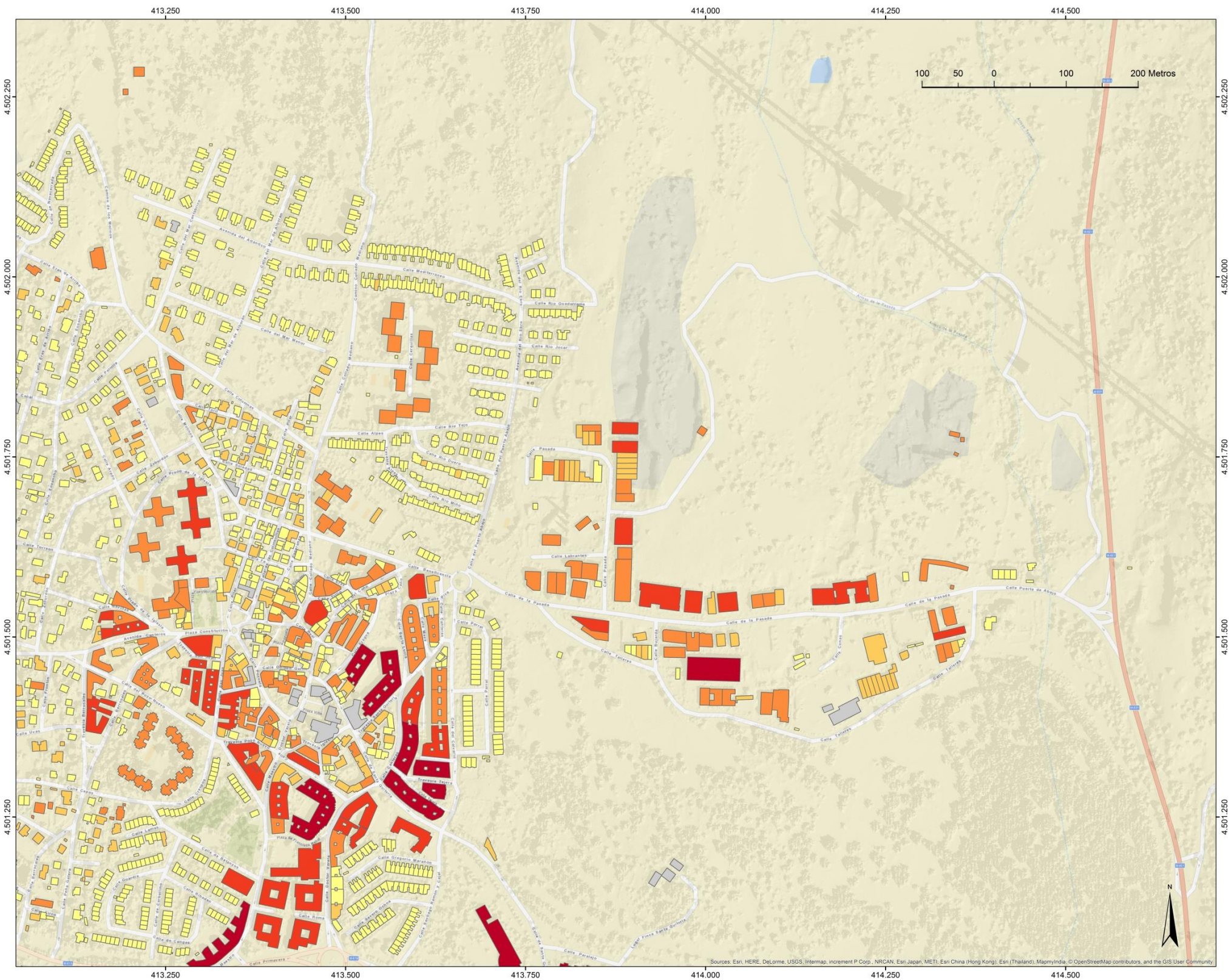
AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 8. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 1.

FOTOVOLTAICA

POTENCIA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 2 -

Potencia (kWp)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- Sin datos

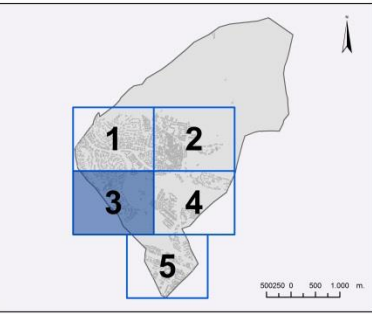
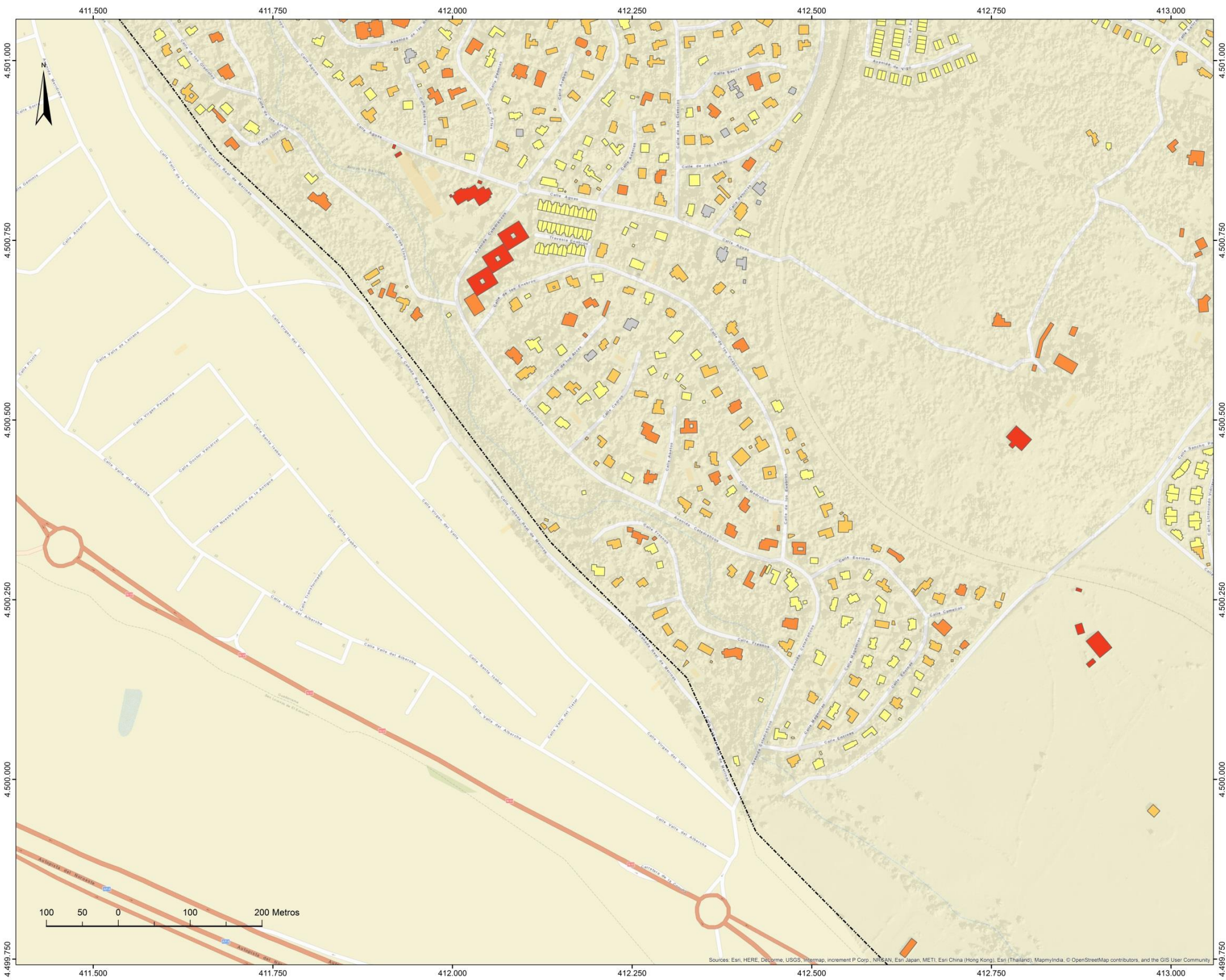
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 9. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 2.

FOTOVOLTAICA

POTENCIA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 3 -

Potencia (kWp)

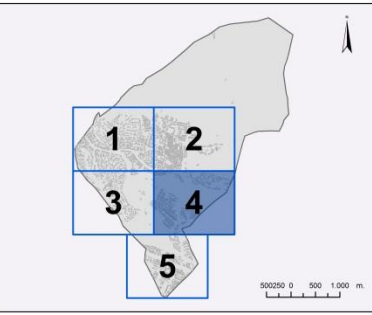
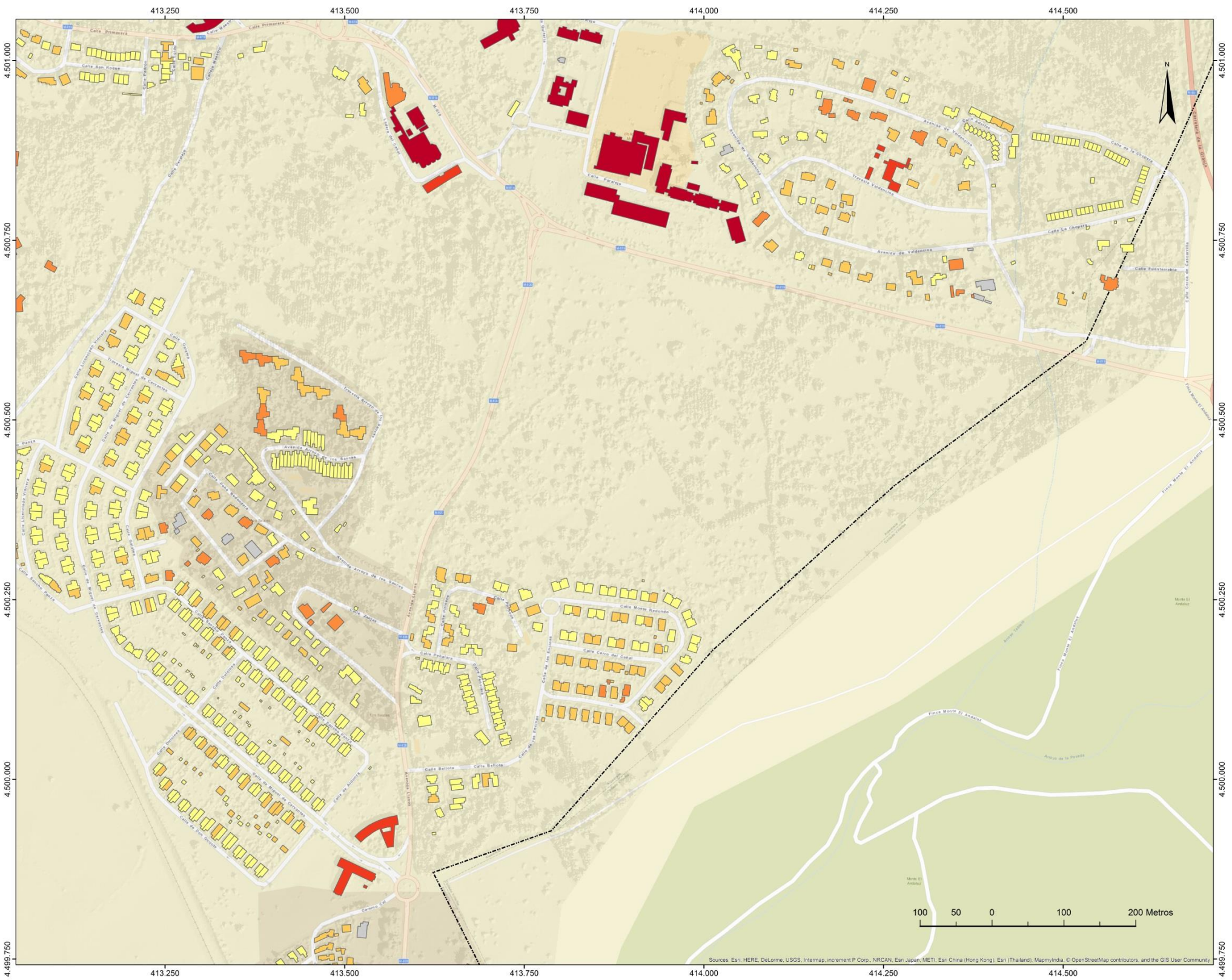
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- Sin datos



Mapa 10. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 3.

FOTOVOLTAICA

POTENCIA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 4 -

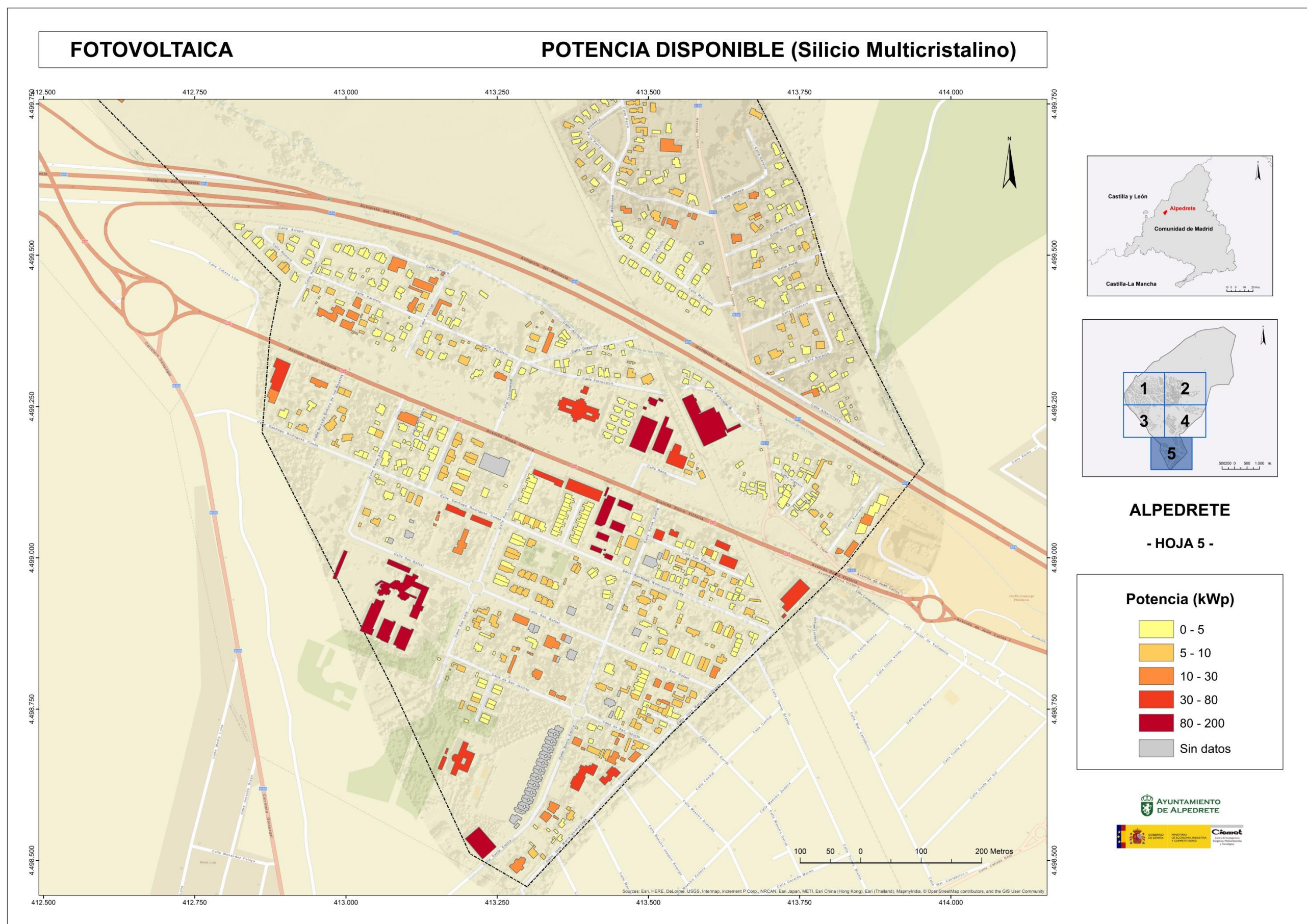
Potencia (kWp)

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- Sin datos

AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE

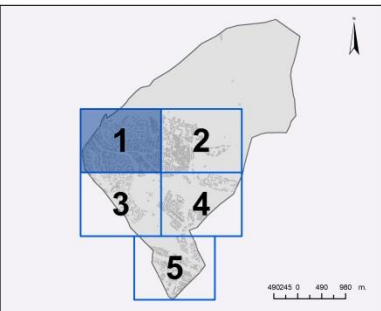
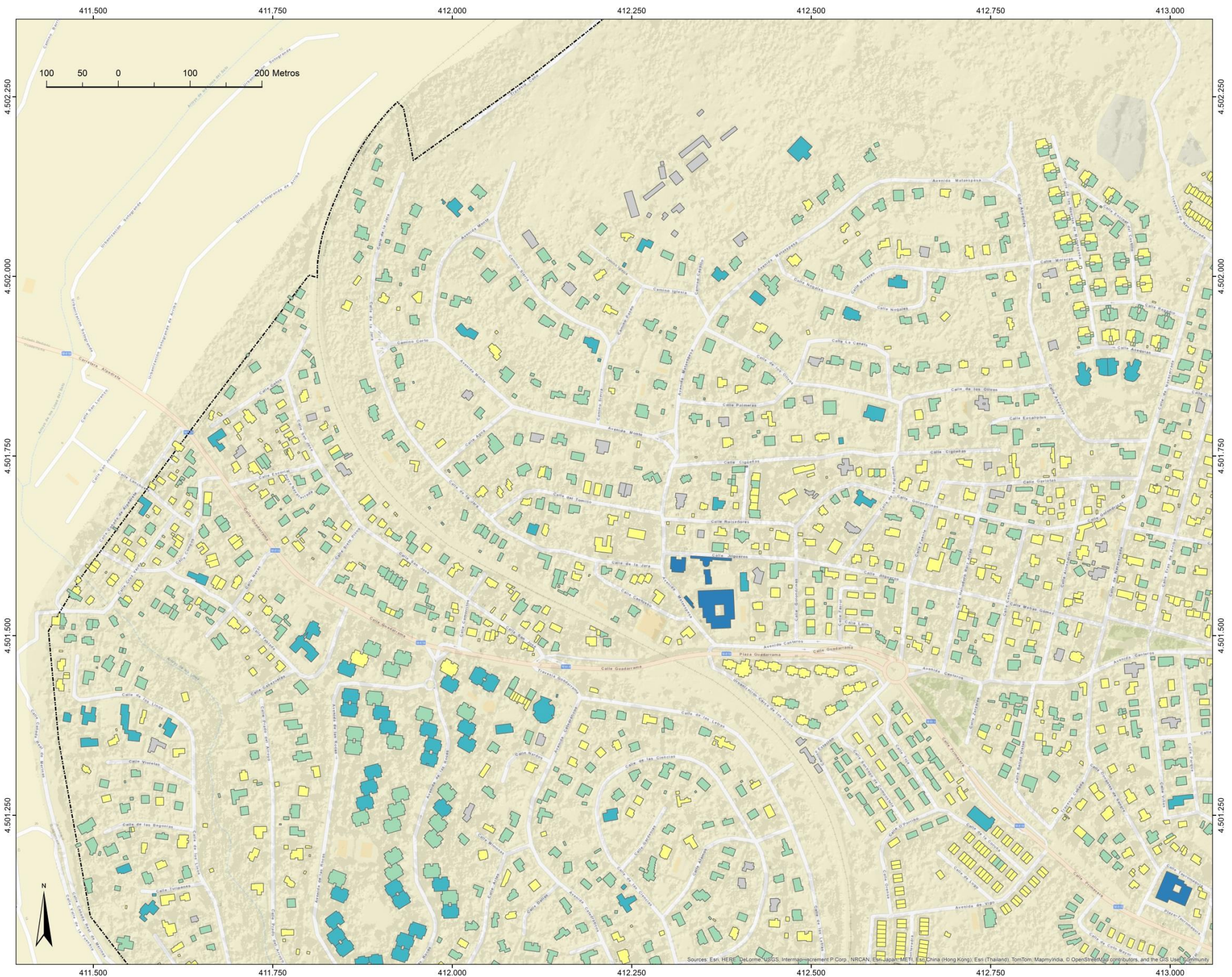


Mapa 11. Fotovoltaica: Potencia disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 4.



FOTOVOLTAICA

ENERGÍA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Energía anual (MWh)

- 0 - 5
- 5 - 20
- 20 - 50
- 50 - 150
- 150 - 278
- Sin datos

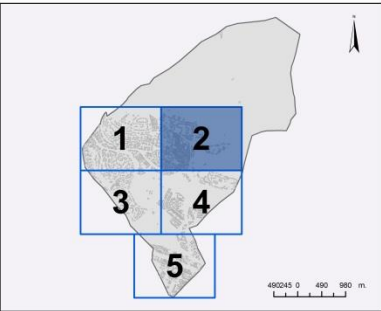
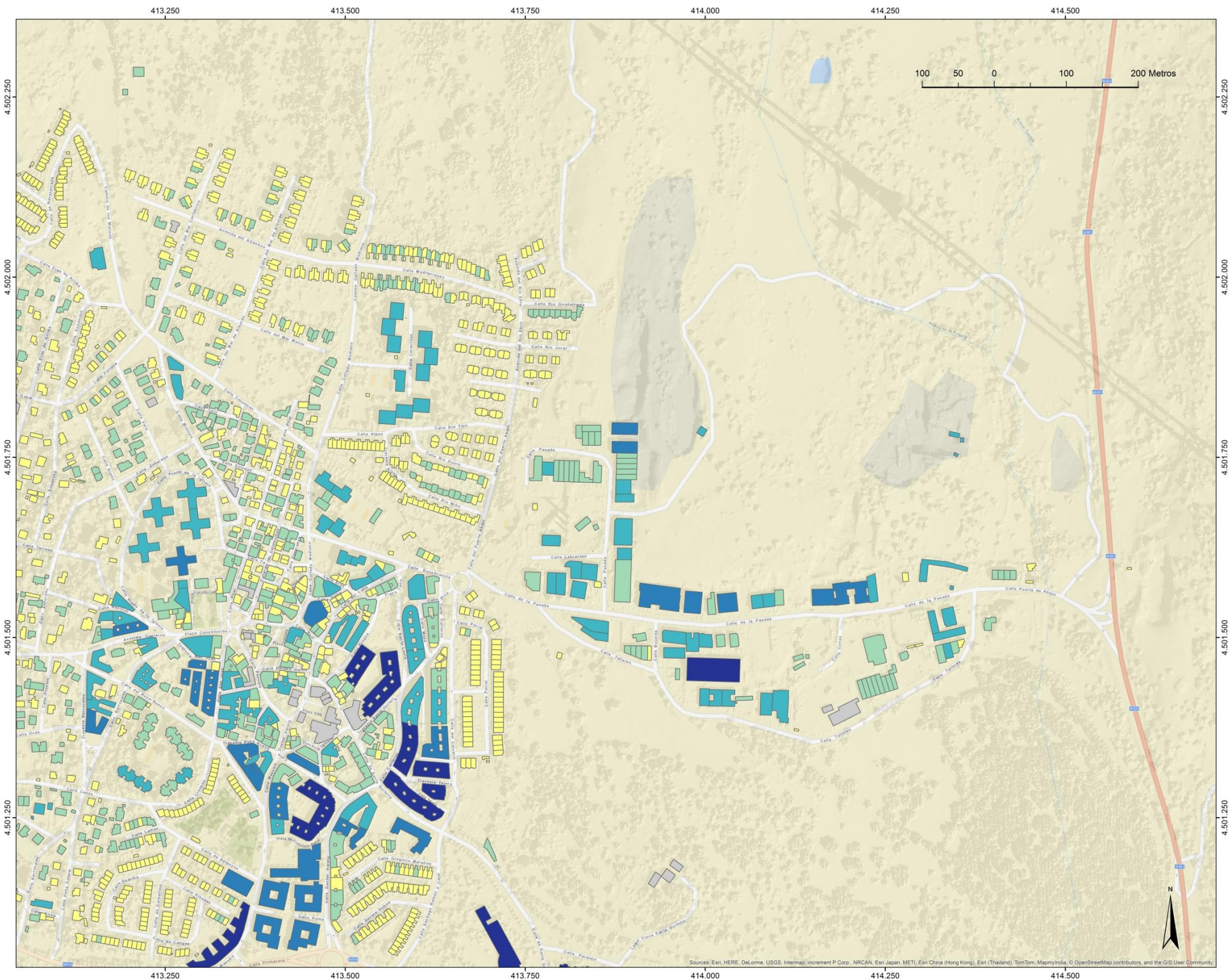
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 13. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 1.

FOTOVOLTAICA

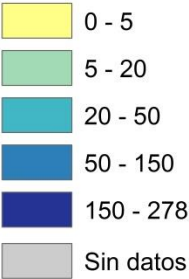
ENERGÍA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



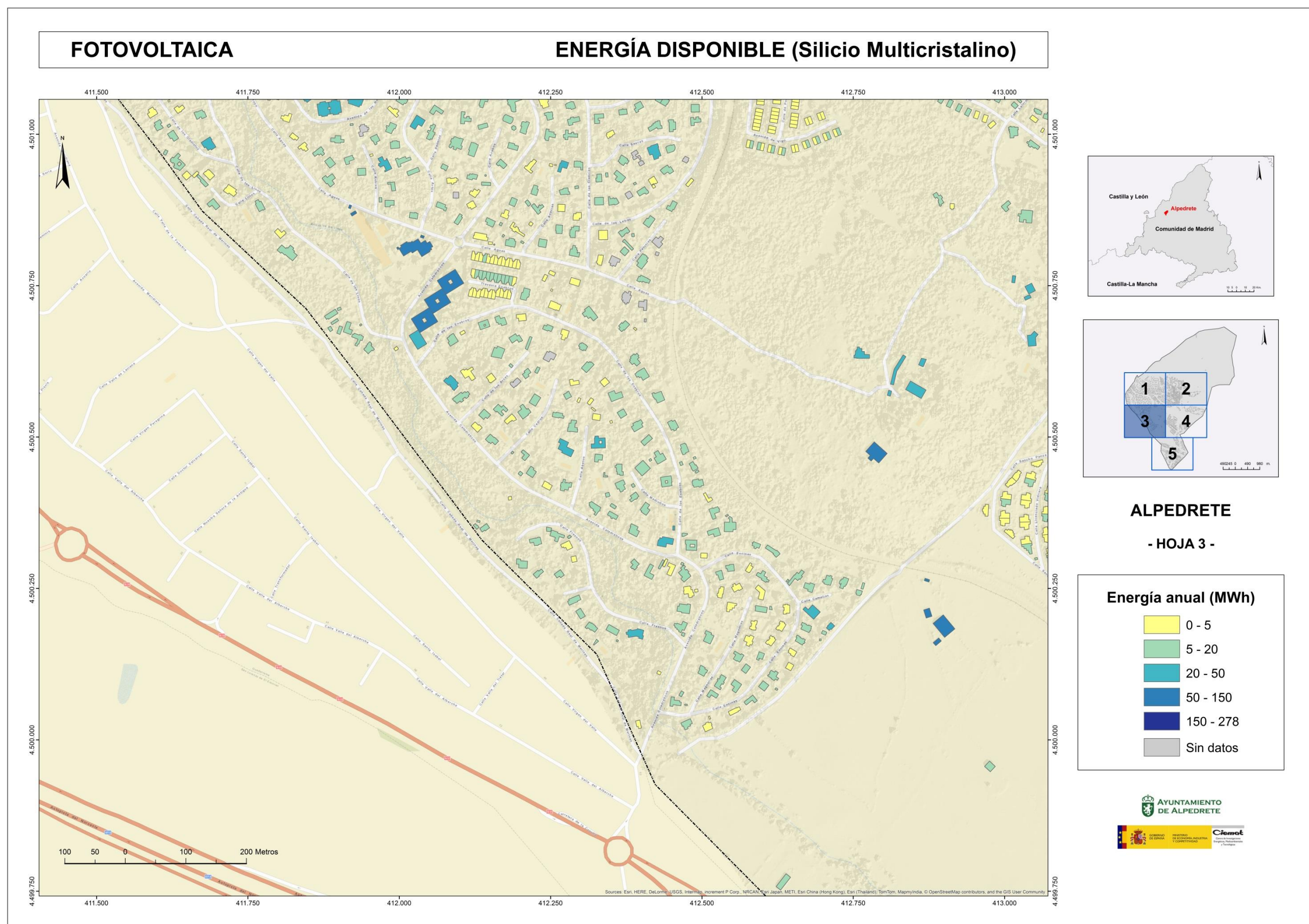
ALPEDRETE

- HOJA 2 -

Energía anual (MWh)



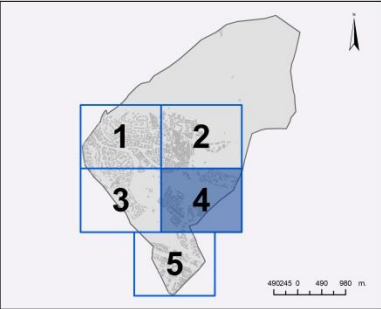
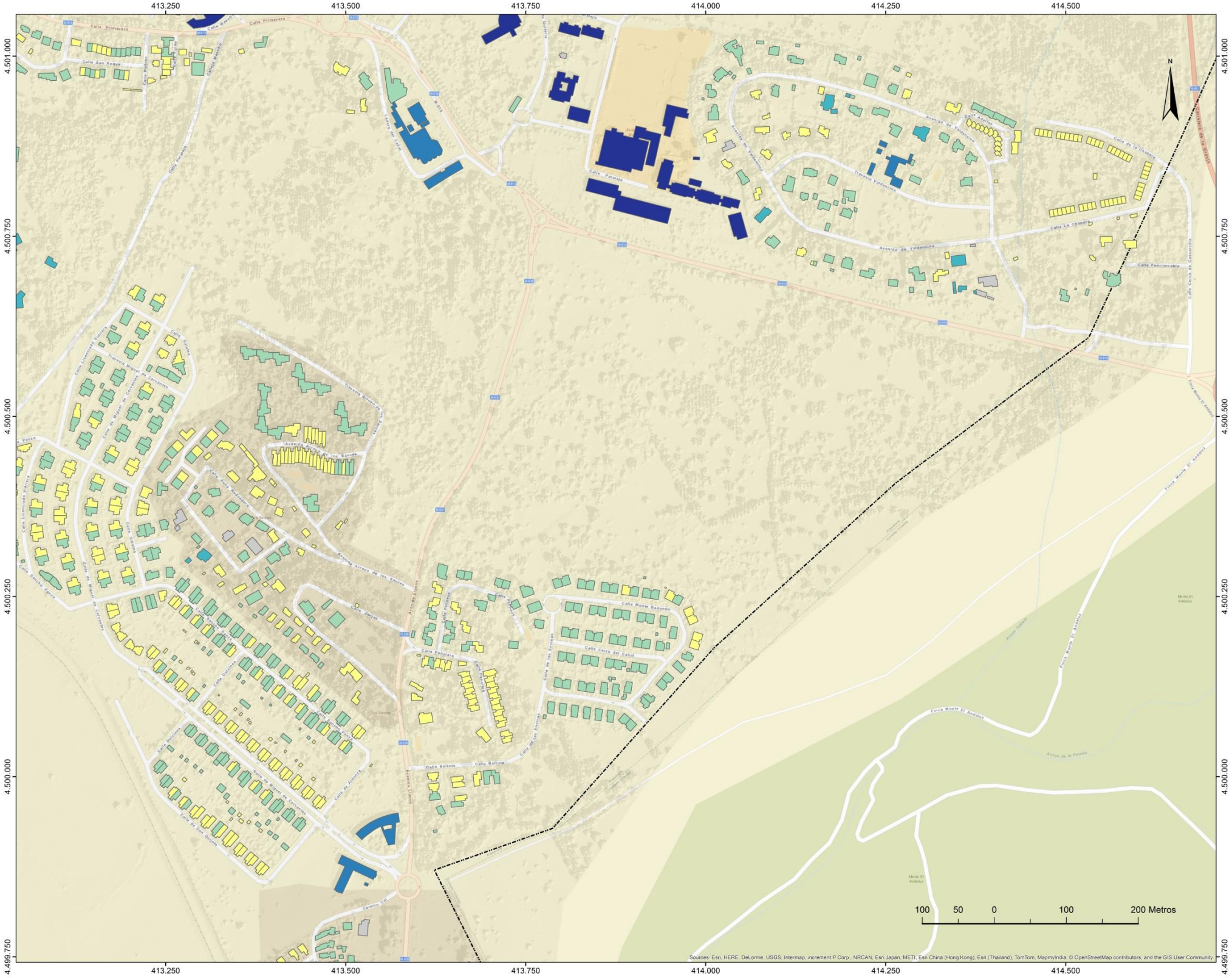
Mapa 14. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 2.



Mapa 15. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 3.

FOTOVOLTAICA

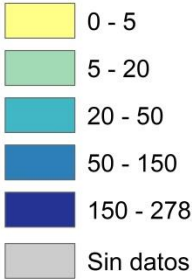
ENERGÍA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 4 -

Energía anual (MWh)



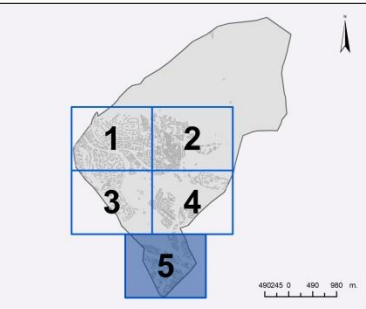
AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 16. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 4.

FOTOVOLTAICA

ENERGÍA DISPONIBLE (Silicio Multicristalino)



ALPEDRETE

- HOJA 5 -

Energía anual (MWh)

- 0 - 5
- 5 - 20
- 20 - 50
- 50 - 150
- 150 - 278
- Sin datos

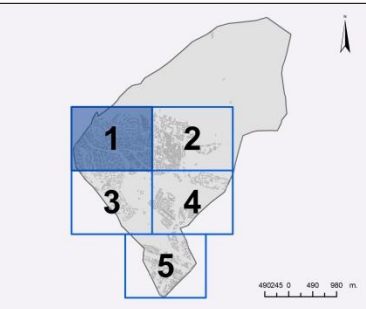
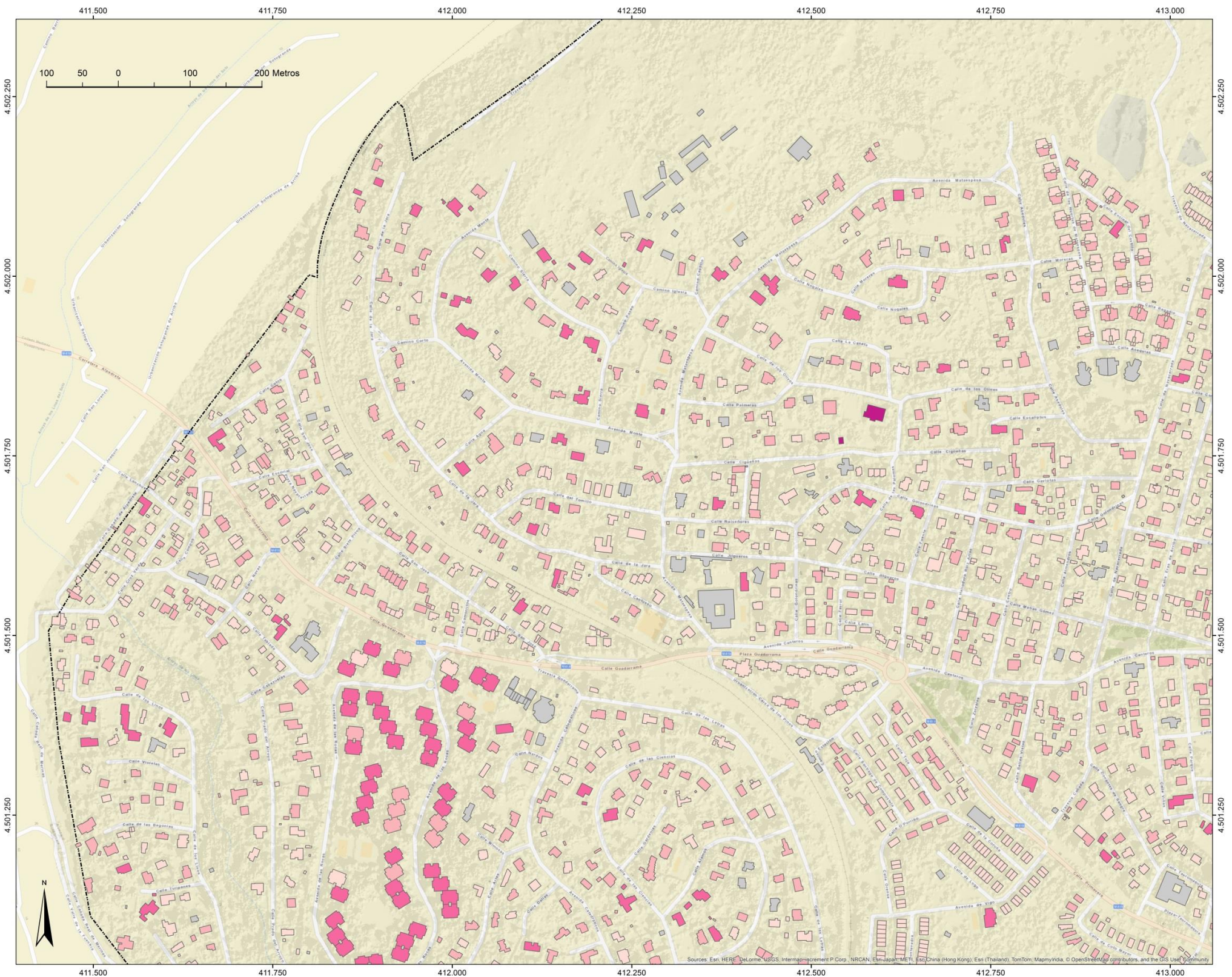
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 17. Fotovoltaica: Energía anual disponible (Silicio Multicristalino). Hoja 5.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Superficie (m²)

- 0 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- 200 - 600
- 600 - 1.217
- Sin datos

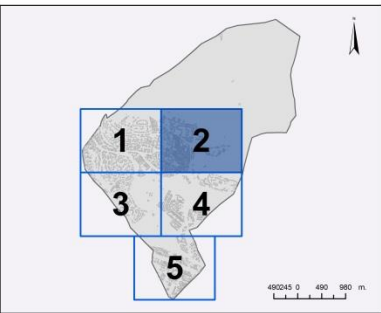
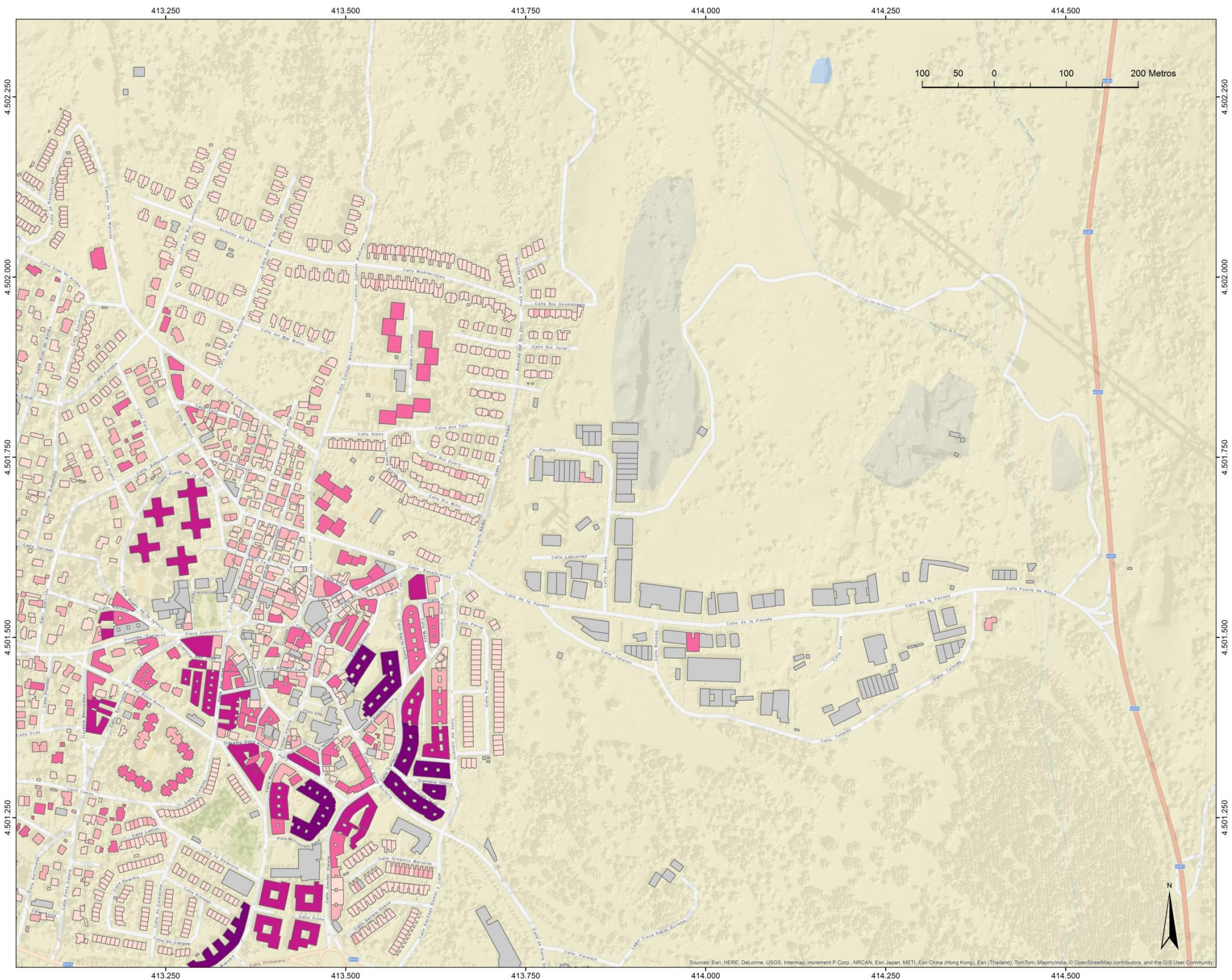
AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 18. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 1.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 2 -

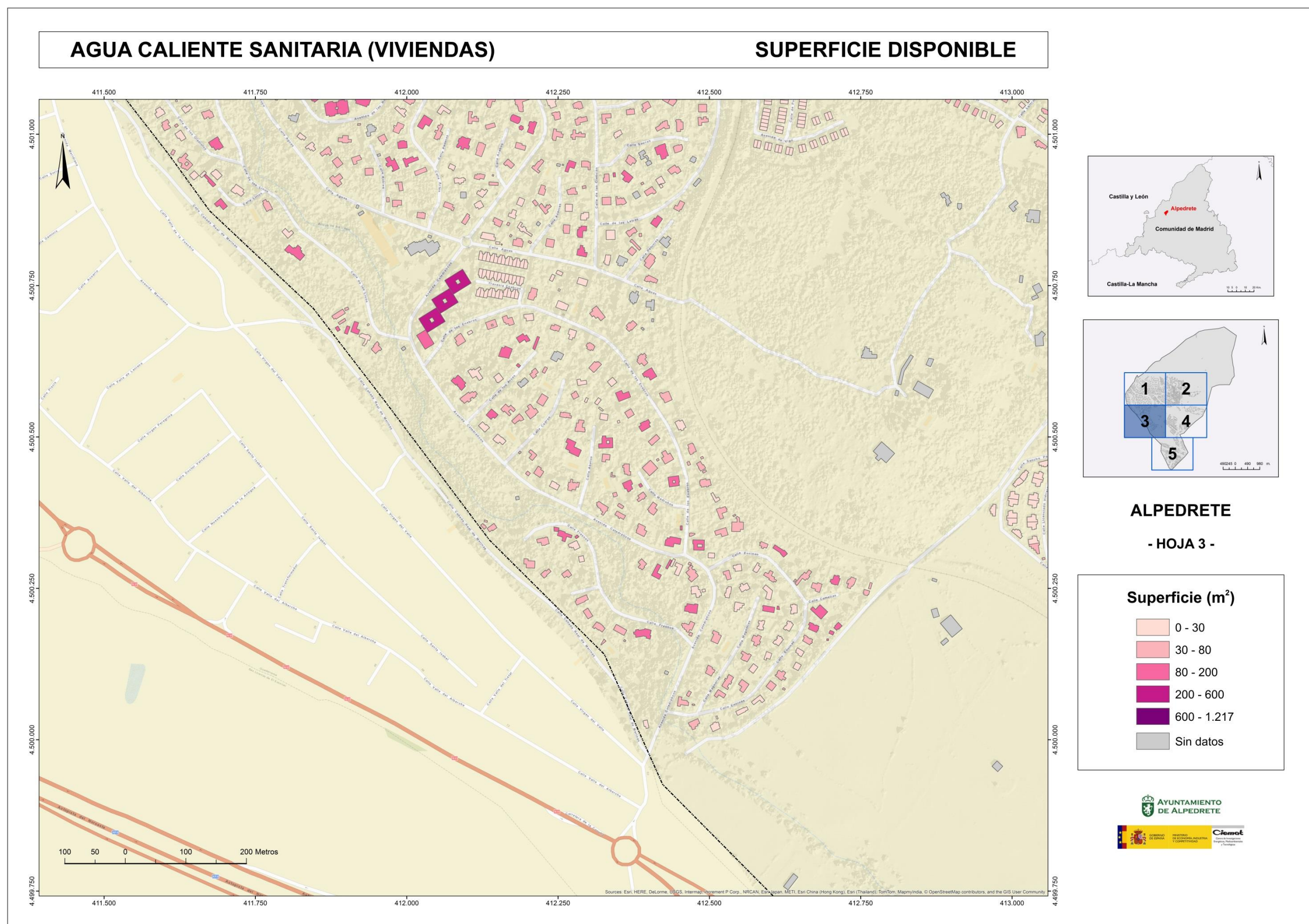
Superficie (m²)

- 0 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- 200 - 600
- 600 - 1.217
- Sin datos

AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



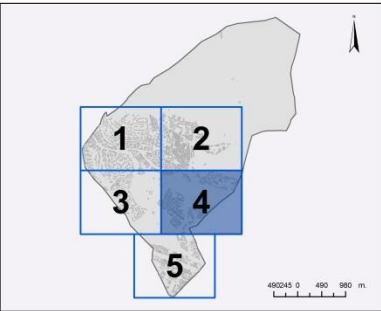
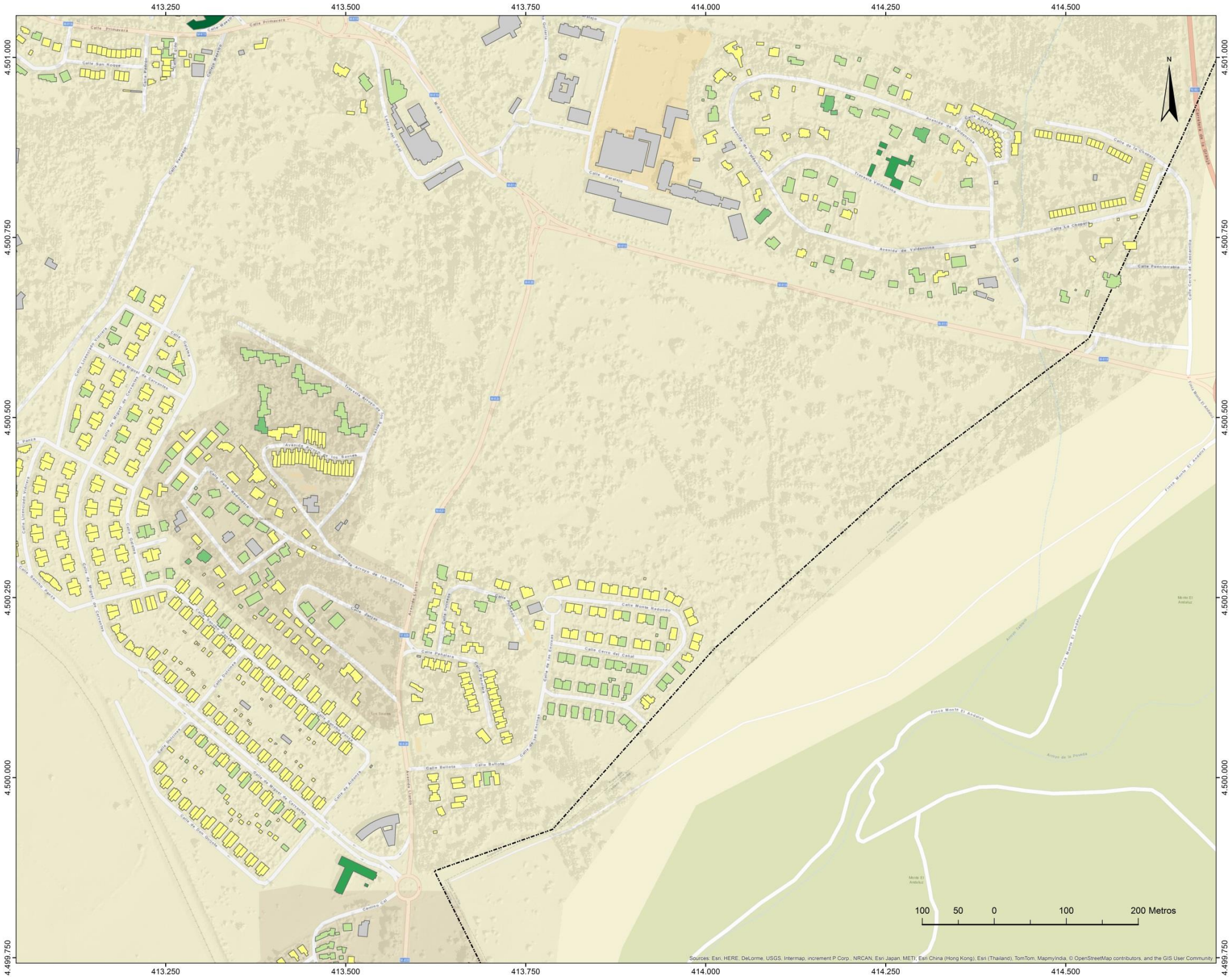
Mapa 19. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 2.



Mapa 20. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 3.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

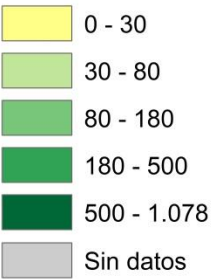
ENERGÍA DISPONIBLE (Placa Plana)



ALPEDRETE

- HOJA 4 -

Energía anual (MWh)



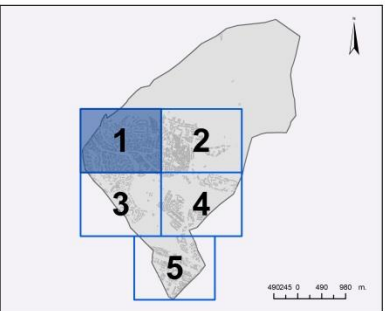
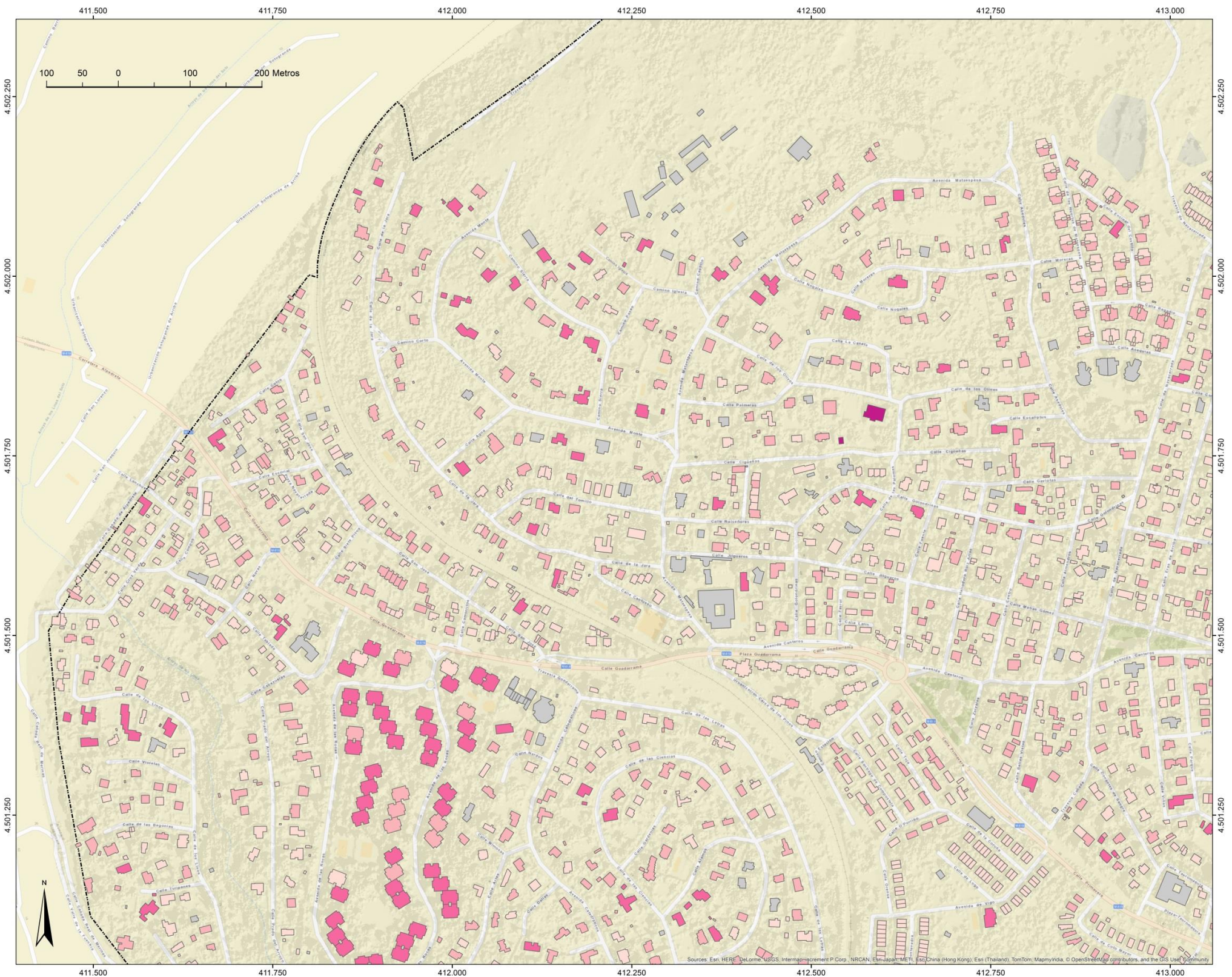
AYUNTAMIENTO DE ALPEDRETE



Mapa 21. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 4.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

SUPERFICIE DISPONIBLE



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Superficie (m²)

- 0 - 30
- 30 - 80
- 80 - 200
- 200 - 600
- 600 - 1.217
- Sin datos

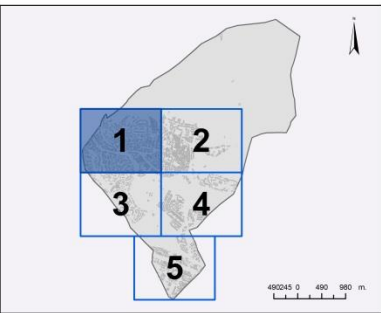
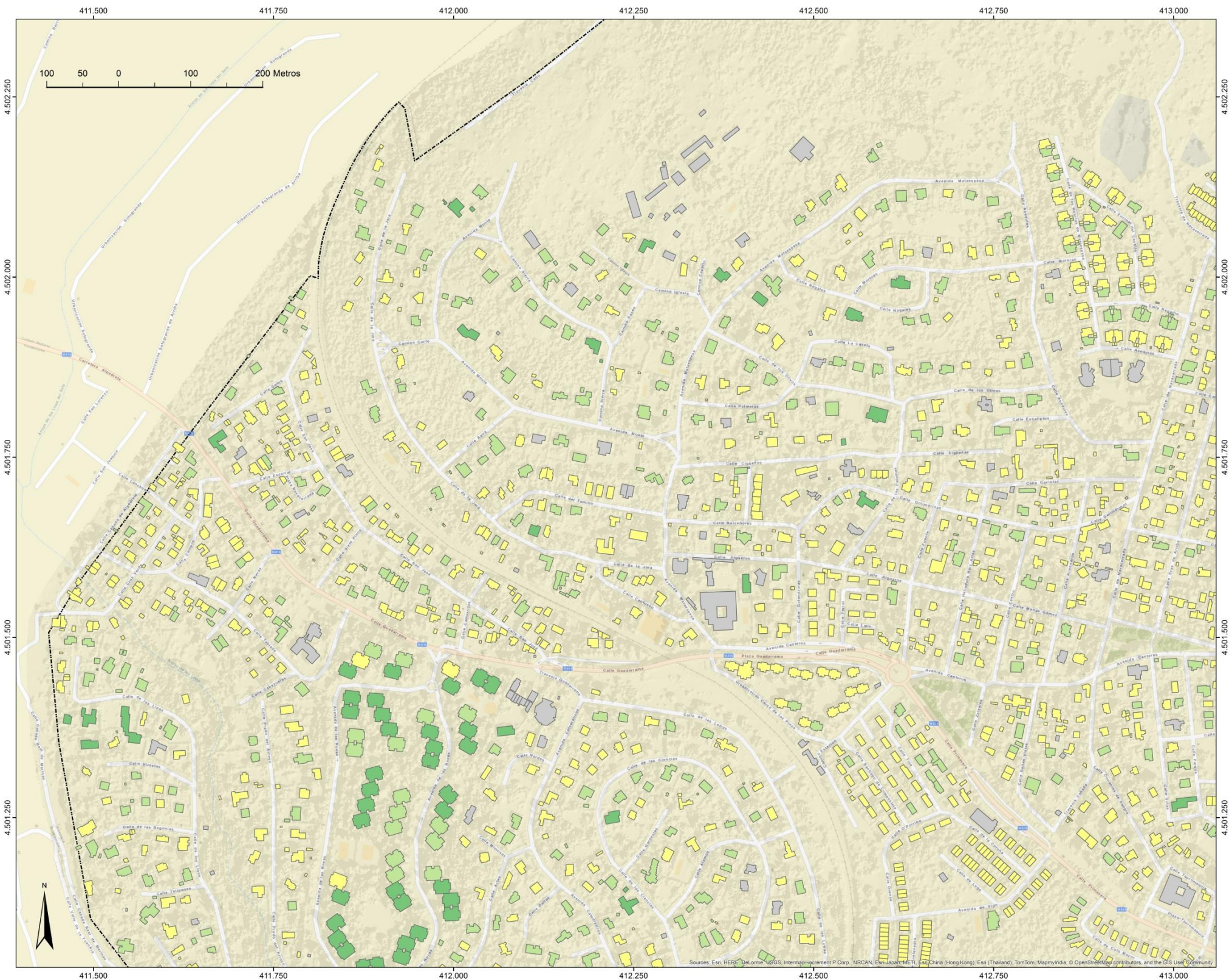
AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 22. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Superficie disponible. Hoja 5.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

ENERGÍA DISPONIBLE (Placa Plana)



ALPEDRETE

- HOJA 1 -

Energía anual (MWh)

- 0 - 30
- 30 - 80
- 80 - 180
- 180 - 500
- 500 - 1.078
- Sin datos

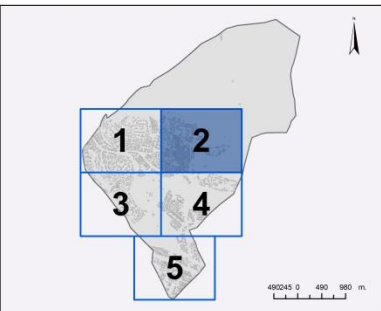
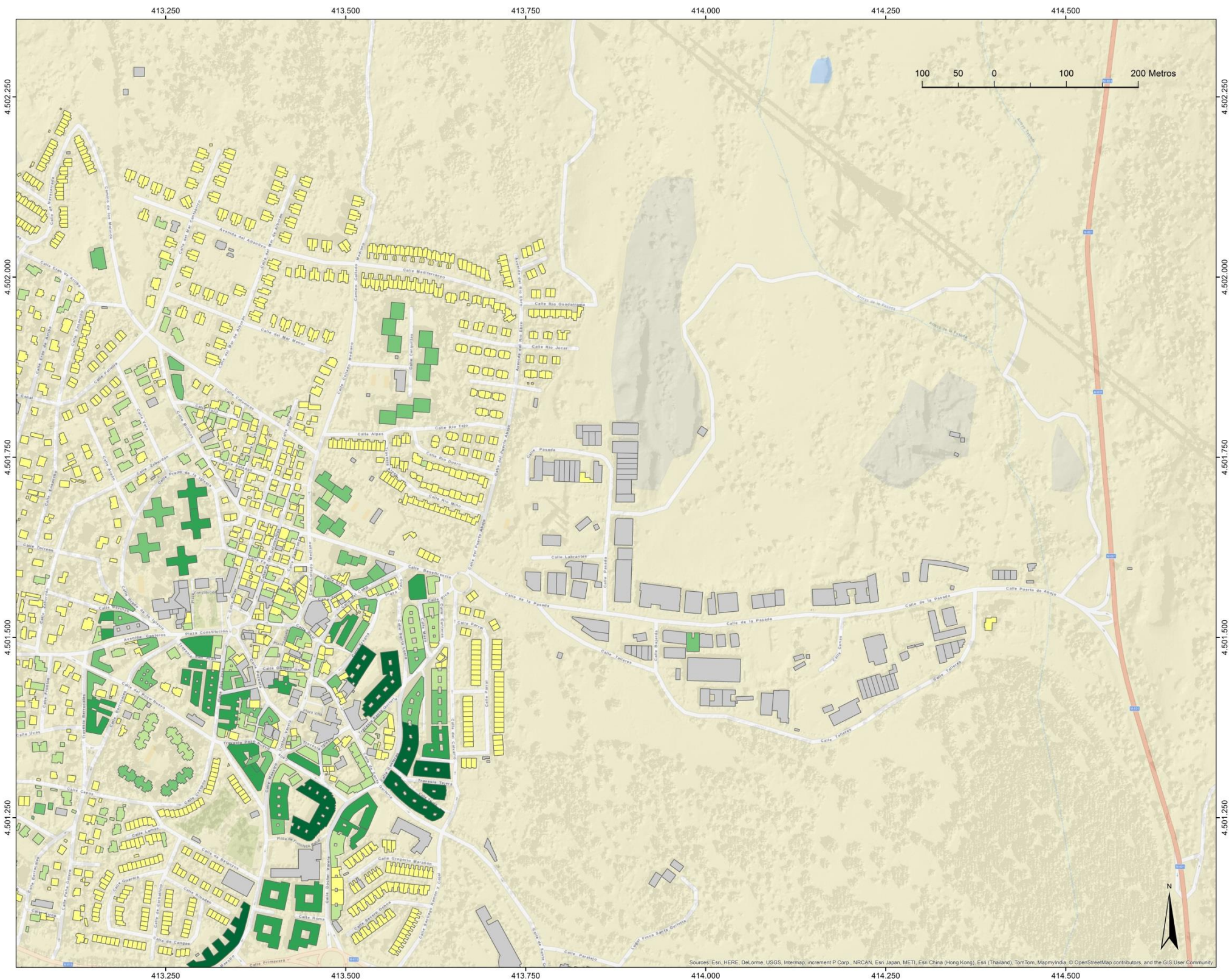
AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 23. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 1.

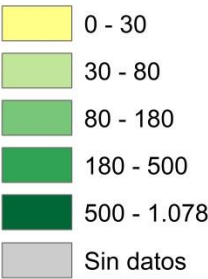
AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

ENERGÍA DISPONIBLE (Placa Plana)



ALPEDRETE
- HOJA 2 -

Energía anual (MWh)



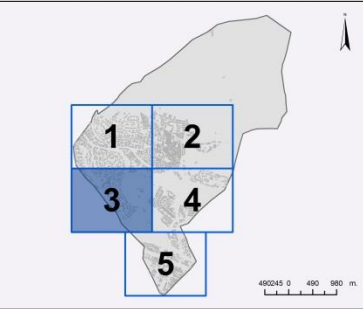
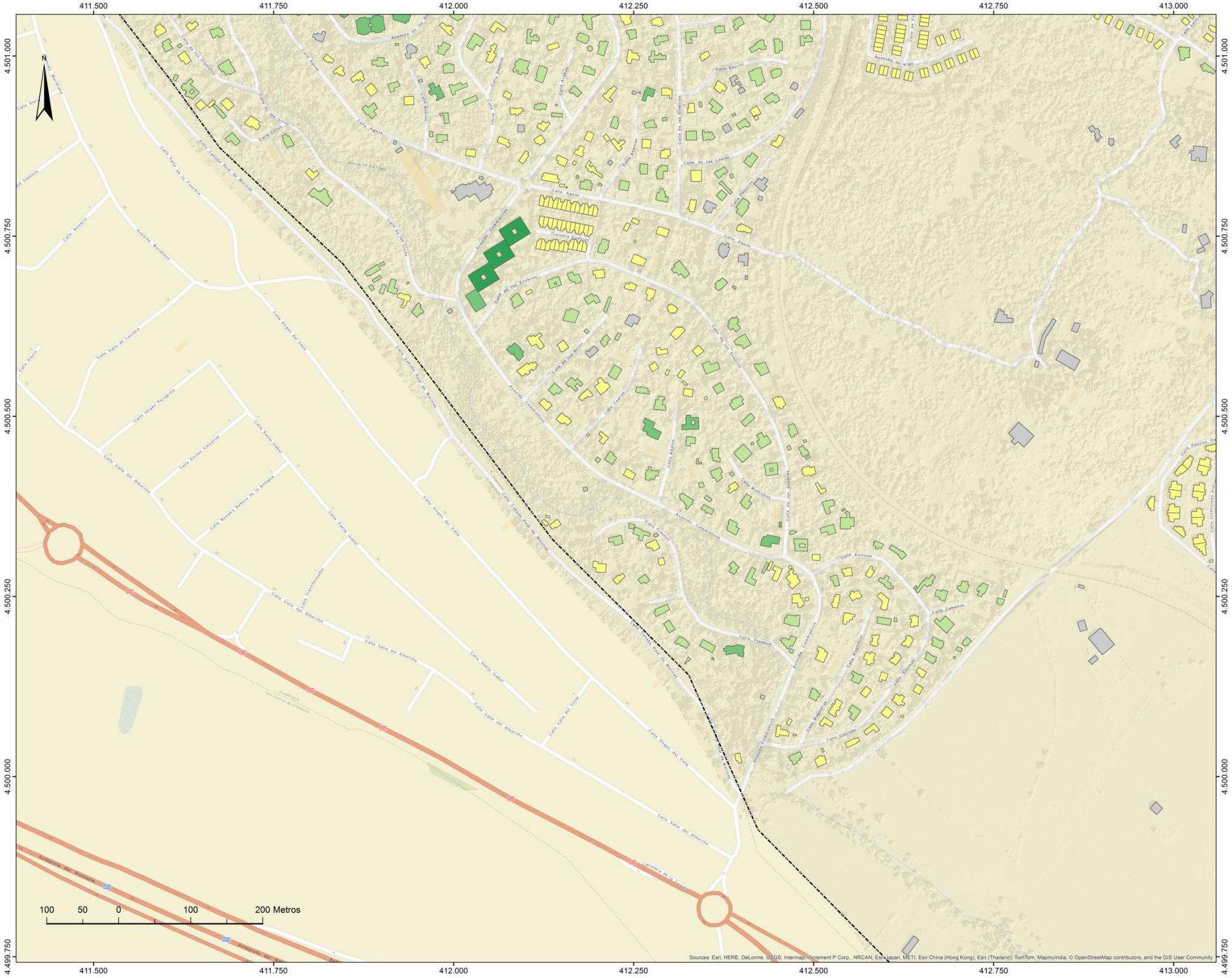
**AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE**



Mapa 24. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 2.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

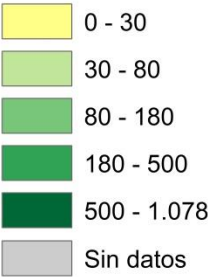
ENERGÍA DISPONIBLE (Placa Plana)



ALPEDRETE

- HOJA 3 -

Energía anual (MWh)



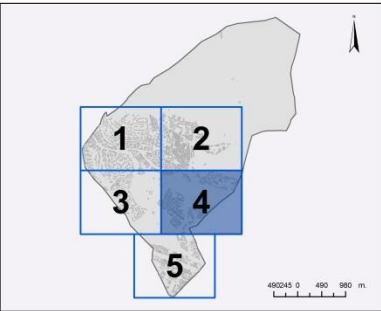
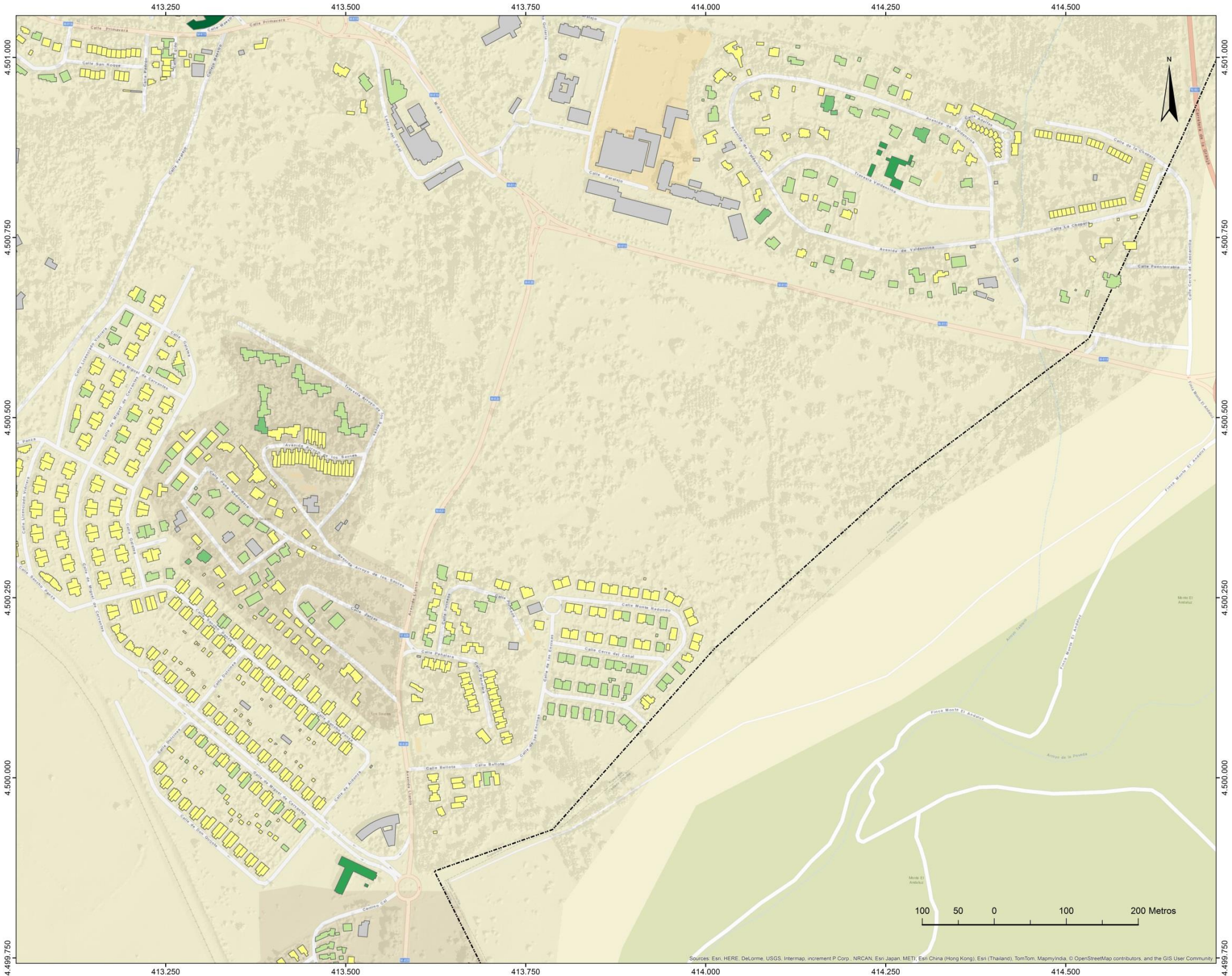
**AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE**



Mapa 25. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 3.

AGUA CALIENTE SANITARIA (VIVIENDAS)

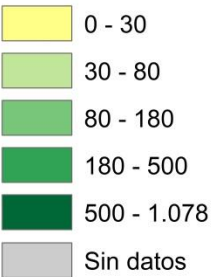
ENERGÍA DISPONIBLE (Placa Plana)



ALPEDRETE

- HOJA 4 -

Energía anual (MWh)



AYUNTAMIENTO
DE ALPEDRETE



Mapa 26. Agua caliente sanitaria (Viviendas): Energía anual disponible (Placa Plana). Hoja 4.

