



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

**SISTEMA DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN  
DE UN ÁREA MUNICIPAL:  
CASTILLO DE LOCUBÍN**

**Alumno:** Margarita Gutiérrez Castillo

**Tutor:** Prof. D. Francisco Javier Gallego Álvarez  
**Depto.:** Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

**Octubre, 2016**



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Informática

Don Francisco Javier Gallego Álvarez , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Sistema de Información Geográfica para la gestión de un área municipal, que presenta Margarita Gutiérrez Castillo, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Noviembre de 2016

El alumno:

Los tutores:

Margarita Gutiérrez Castillo

Francisco Javier Gallego Álvarez

**INDICE**

|       |                                                                                      |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Resumen.....                                                                         | 6  |
| 2     | Introducción .....                                                                   | 7  |
| 3     | Objetivos .....                                                                      | 9  |
| 4     | Antecedentes .....                                                                   | 10 |
| 4.1   | Zona de estudio.....                                                                 | 10 |
| 4.1.1 | Situación geográfica.....                                                            | 10 |
| 4.1.2 | Flora y fauna .....                                                                  | 10 |
| 4.1.3 | Orografía.....                                                                       | 14 |
| 4.1.4 | Hidrografía .....                                                                    | 15 |
| 4.1.5 | Entorno natural .....                                                                | 15 |
| 4.1.6 | Clima.....                                                                           | 15 |
| 4.2   | Fundamento de un SIG: trabajo con QGIS.....                                          | 16 |
| 4.2.1 | Estructura de información geográfica.....                                            | 17 |
| 4.2.2 | Funcionamiento de los SIG .....                                                      | 18 |
| 4.2.3 | Utilidades de un SIG .....                                                           | 19 |
| 4.2.4 | Componentes de un SIG.....                                                           | 21 |
| 4.2.5 | Software SIG.....                                                                    | 22 |
| 5     | Metodología .....                                                                    | 27 |
| 5.1   | Software .....                                                                       | 27 |
| 5.2   | Hardware.....                                                                        | 27 |
| 5.3   | Datos utilizados .....                                                               | 28 |
| 5.3.1 | Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA 100)..... | 28 |
| 5.3.2 | Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). .....                              | 28 |
| 5.3.3 | WIKILOC.....                                                                         | 31 |
| 5.3.4 | Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). 31                 |    |

|       |                                                             |     |
|-------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.5 | Cartografía catastral en formato shapefile .....            | 32  |
| 5.3.6 | Otras fuentes de información .....                          | 32  |
| 5.4   | Sistema de coordenadas.....                                 | 32  |
| 5.5   | Procedimiento general.....                                  | 33  |
| 5.5.1 | Modelo conceptual.....                                      | 34  |
| 6     | Creación de un espacio de trabajo y base cartográfica ..... | 37  |
| 6.1   | Creación del proyecto.....                                  | 37  |
| 6.2   | Incorporación de ortofotografías.....                       | 37  |
| 6.3   | Cartografía base.....                                       | 41  |
| 6.4   | Modelo digital del terreno .....                            | 45  |
| 7     | Establecimiento de rutas turísticas .....                   | 50  |
| 7.1   | Ruta1: Nacimiento del Río San Juan .....                    | 51  |
| 7.1.1 | Rasterización de la ruta .....                              | 53  |
| 7.1.2 | Cálculos de pendiente y orientación de la ruta .....        | 59  |
| 7.1.3 | Equipamiento de la ruta .....                               | 61  |
| 7.1.4 | Análisis de visibilidad .....                               | 76  |
| 7.1.5 | Usos de suelo para la ruta .....                            | 95  |
| 7.1.6 | Perfil topográfico de la ruta .....                         | 96  |
| 7.2   | Ruta 2: Torre de la Nava .....                              | 98  |
| 7.2.1 | Rasterización de la ruta .....                              | 99  |
| 7.2.2 | Cálculos de pendiente y orientación de la ruta .....        | 100 |
| 7.2.3 | Equipamiento de la ruta .....                               | 101 |
| 7.2.4 | Análisis de visibilidad .....                               | 107 |
| 7.2.5 | Usos de suelo para la ruta 2 .....                          | 120 |
| 7.2.6 | Perfil topográfico de la ruta 2 .....                       | 120 |
| 7.3   | Cartografía de las rutas .....                              | 121 |
| 8     | Datos geográficos del municipio .....                       | 124 |

|       |                                                                                                              |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1   | Digitalización de capas de información realizando una conexión WMS al servicio de la diputación de Jaén..... | 124 |
| 8.2   | Capas de información procedentes del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). ....                  | 129 |
| 8.2.1 | Hidrografía .....                                                                                            | 129 |
| 8.2.2 | Edificación.....                                                                                             | 130 |
| 8.2.3 | Curvas de nivel .....                                                                                        | 131 |
| 8.2.4 | Sendas.....                                                                                                  | 132 |
| 8.2.5 | Callejero.....                                                                                               | 133 |
| 8.3   | Capas de información procedentes del DERA .....                                                              | 134 |
| 8.3.1 | Equipo educativo .....                                                                                       | 134 |
| 8.3.2 | Edificaciones singulares.....                                                                                | 135 |
| 8.3.3 | Zonas verdes urbanas .....                                                                                   | 135 |
| 8.4   | Creación de otras capas de información .....                                                                 | 136 |
| 8.4.1 | Fuentes .....                                                                                                | 136 |
| 8.4.2 | Puntos singulares del municipio.....                                                                         | 138 |
| 8.4.3 | Red de caminos municipales y parcelas catastrales.....                                                       | 139 |
| 8.5   | Usos de suelo rústico .....                                                                                  | 145 |
| 9     | Geoportal web.....                                                                                           | 148 |
| 9.1   | GeoServer .....                                                                                              | 148 |
| 9.1.1 | Creación de un espacio de trabajo .....                                                                      | 149 |
| 9.1.2 | Añadir un almacén de datos .....                                                                             | 150 |
| 9.1.3 | Publicación de una capa .....                                                                                | 151 |
| 9.1.4 | Estilos SLD utilizados.....                                                                                  | 152 |
| 9.2   | GeoExplorer .....                                                                                            | 154 |
| 9.3   | Resultados y página web. ....                                                                                | 159 |
| 10    | Conclusiones .....                                                                                           | 162 |

|        |                                                   |     |
|--------|---------------------------------------------------|-----|
| 11     | Bibliografía.....                                 | 163 |
| 12     | Anexos.....                                       | 166 |
| 12.1   | Anexo 1. QGIS .....                               | 166 |
| 12.2   | Anexo 2. Ejemplos de códigos SLD utilizados. .... | 167 |
| 12.2.1 | Puntos.....                                       | 167 |
| 12.2.2 | Líneas .....                                      | 169 |
| 12.2.3 | Polígonos.....                                    | 173 |

## **1 RESUMEN**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas muy útiles para la gestión de un municipio, el cual se ha centrado en la gestión del término municipal de Castillo de Locubín.

Castillo de Locubín es un municipio agrario, situado en la sierra sur de Jaén (Andalucía).

El objetivo de este trabajo es la generación de un sistema de información útil para la gestión territorial por parte del Ayuntamiento y accesible a los ciudadanos, conteniendo cartografía básica del territorio e imagen ortofotográfica, rutas de senderismo (con diferentes capas de información como mobiliario, pendiente, orientación, papeleras, señalización, hitos, zonas de visibilidad, perfil topográfico), así como datos del casco urbano o del municipio (callejero, hidrografía, conducciones, edificación, curvas de nivel, red de caminos municipales y parcelas catastrales, zonas verdes urbanas, fuentes, comercios, farmacias, usos del suelo).

Además, se crea un Geoportal en la página web del ayuntamiento de Castillo de Locubín para la visualización de las capas de de información generadas.

El sistema generado, ampliado con más temas permitirá la gestión del municipio.

## 2 INTRODUCCIÓN

Se denomina SIG (Sistema de Información Geográfica) a la unión organizada de hardware, software y datos georeferenciados de un sistema diseñado para la captura, presentación, manipulación, análisis y almacenamiento de información georeferenciada. De este modo, podremos utilizar de un modo sencillo gran cantidad de información geográfica con componente espacial (Sende, s.f.).

Por su parte Duecker, 1979 sugiere que un SIG es un caso especial de sistemas de información, donde la base de datos radica en las observaciones de objetos, actividades o eventos distribuidos espacialmente, y que pueden ser representados en el espacio como puntos, líneas o áreas.

Así mismo la definición más extendida sobre SIG, con pequeñas variaciones, es la establecida por Burrough, 1986, el cual plantea a los SIG como un: “Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra” (Instituto Geográfico Nacional, s.f.).

Los SIG son una tecnología reciente fundamentada en el uso de datos espaciales y que se aplica cada vez más a un mayor de disciplinas. Los SIG ofrecen una gran variedad de utilidades y aplicaciones relacionadas con los trabajos específicos de ordenamiento urbano y territorial. A continuación se detalla algunos ejemplos:

- Las tareas de almacenamiento y sistematización de la información de entes públicos y privados (catastro, bases inmobiliarias, patrimonio público, redes de infraestructura urbana, etc.).
- La identificación, cuantificación y análisis de la distribución espacial de cualquier fenómeno urbano o de carácter territorial.
- El control y la gestión de la información para los procesos de toma de decisiones.
- Ahorra de costes.
- Mejorar la comunicación.

El presente trabajo está orientado hacia la aplicación de esta tecnología como herramienta de ayuda para la gestión territorial, más concretamente del municipio de Castillo de Locubín, mediante la creación de una base de datos georeferenciada incluyendo rutas de senderismo y una serie de datos del casco urbano y de la agricultura del municipio, para el uso por parte de su Ayuntamiento y consulta por parte de cualquier ciudadano a través de la web. Para mejorar de la calidad de la gestión que realizan los ayuntamientos sobre el municipio se crean bases de datos. Una base de datos se define como “un conjunto de datos reunidos en uno o más ficheros que se almacenan de forma no redundante y que pueden ser utilizados por un sistema de gestión” (Rodríguez & Rodríguez).

Para la gestión municipal se necesita información fiable y actual del municipio en concreto. Para poder realizar una buena gestión del municipio es necesario conocer muy bien el territorio para obtener una información más precisa y para poder realizar una toma de decisiones lo más correctas y fiables posible.

Una manera para que la información del municipio llegue a los ciudadanos es a través de un Geoportal web. Un Geoportal constituye el punto de entrada a los servicios de la IDE, enmarcados en un interface que proporciona el acceso a otras funcionalidades relativas a la consulta y obtención de datos cartográficos municipales (Leyva, s.f.). Un proyecto IDE se materializa a través de un Geoportal. Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) es un sistema informático integrado por un conjunto de recursos que permite el acceso y la gestión de conjuntos de datos y servicios geográficos, disponibles en Internet, que cumple una serie normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica. (IDEE, s.f.)

### 3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es la construcción de un Sistema de Información Geográfica conteniendo cierta información que pueda ser útil para la gestión municipal de Castillo de Locubín, y que esté a disposición de los ciudadanos para su consulta a través de internet. Dicha información, que se obtendrá de fuentes de libre acceso o será generada mediante análisis, será relativa a:

- Cartografía básica, así como caracterización topográfica (altitud, orientación y pendiente).
- Trazado de rutas de senderismo y posible localización de equipamiento como miradores, barandillas, papeleras, señales, mobiliario, elementos de interés visibles (iglesias, monumentos...), así como usos de suelo en su paso, áreas de visibilidad y perfiles topográficos.
- Infraestructuras y equipamiento del término municipal: callejero del núcleo de población principal, hidrografía, conducciones, edificación, curvas de nivel, red de caminos municipales y parcelas catastrales, zonas verdes urbanas, fuentes, comercios, farmacias y usos del suelo rústico.

Por otro lado, se pretende crear un geoportal que permita mostrar la información anterior en un espacio de la página web de Castillo de Locubín, con ayuda del servidor GeoServer.

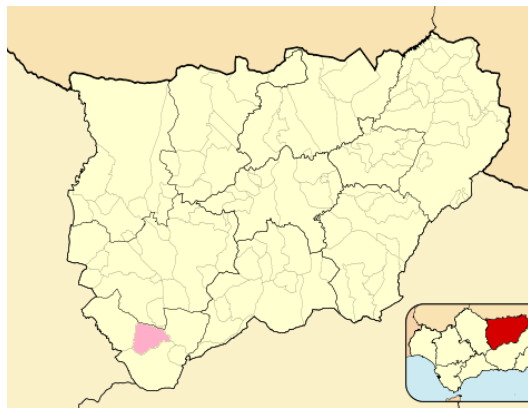
## 4 ANTECEDENTES

### 4.1 Zona de estudio

#### 4.1.1 Situación geográfica

Castillo de Locubín se encuentra situado en la provincia de Jaén (Andalucía), una región famosa por el cultivo de olivos y cerezas principalmente.

El término municipal se encuentra ubicado en el sur de España (fig. 1), más concretamente en la parte norte de Andalucía, en la sierra sur de Jaén. Limita con los pueblos de Alcalá la Real, Alcaudete y Valdepeñas de Jaén (fig. 2).



*Figura 1.- Provincia de Jaén.*



*Figura 2.- Sierra Sur Jaén.*

#### 4.1.2 Flora y fauna

La naturaleza de la Sierra Sur alberga especies de fauna y flora, así como hábitats con elevado interés de conservación, algunos de ellos realmente raros o amenazados. Dignos de ser protegidos.

Por tanto, este patrimonio natural representa un valioso legado que debemos transmitir intacto a las generaciones venideras. Pero además, constituye un recurso turístico, que debe ser gestionado de forma responsable, así como un recurso educativo de inestimable valor.

En total se han seleccionado 89 especies de flora y 79 especies de fauna. (Maestro, Francés, & Montoza, 2013).

Con respecto a la flora, se caracteriza por un paisaje típicamente mediterráneo se configura como una de las más ricas en especies. La sierra Sur de Jaén es rica en diversidad florística. Son varios los hábitats de interés

comunitario que aparecen, como son los enebrales, los bosques de quercineas o los pastizales de alta montaña.

En general, en el municipio hay especies significativas como la encina, el quejigo o el pino.

Las encinas (*Quercus rotundifolia*) son las más características en el paisaje del municipio. Las encinas son de hojas perennes (fig. 3) que duran aproximadamente 3 años, verdes por el haz y blanquecinas por envés. Las bellotas del *Quercus rotundifolia* son dulces y por su alto contenido en hidratos de carbono, son las más utilizadas como alimento para el ganado porcino.



**Figura 3. Hoja de encina**

El quejigo (*Quercus faginea*) es una especie de árbol (fig. 4) de tamaño medio de hasta 20 metros de altura. Florece entre abril y mayo, casi siempre antes que la encina.



**Figura 4. *Quercus faginea***

El álamo blanco (*Populus alba*) (fig. 5) o chopo blanco es un árbol de fronda perteneciente a las salicáceas.



**Figura 5. Álamo blanco (*Populus alba*)**

Otras plantas presentes son el lentisco (*Pistacia lentiscus*), la jara blanca (*Cistus albidus*), el tomillo (*Thymus mastichina*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*). Fuera de esta vegetación están los olivos, cerezos y las huertas tradicionales.

En cuanto a la flora una tarea difícil, la etiqueta de invertebrados tiene a los moluscos terrestres (caracoles y babosas), los artrópodos (insectos, crustáceos y arácnidos), los anélidos (lombrices terrestres) o los nematodos, se conocen vulgarmente como gusanos redondos debido a la forma de su cuerpo en un corte transversal. Además de los peces, los anfibios, reptiles, aves.

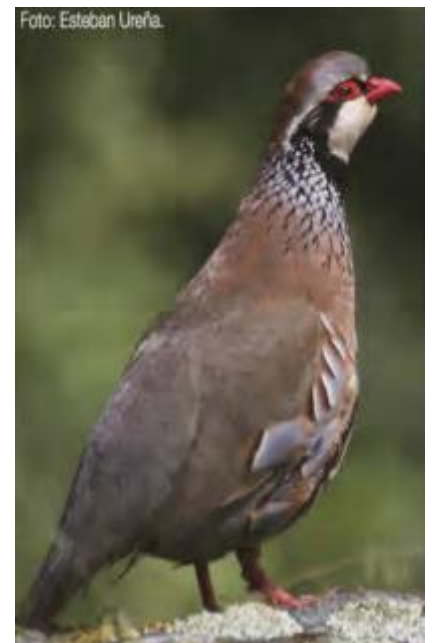
La lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la avispa alfarera (*Eumenes caniculata*) y la hormiga león (*Myrmeleon formicarius*), son otras especies interesantes visibles en Castillo de Locubín, más concretamente en el paraje natural del Nacimiento del Río San Juan.

Por ejemplo las perdices (fig. 7) son aves no migratorias de la familia Phasianidae, son aves de mediano tamaño, que anidan en el suelo y comen semillas. Algunas especies son reconocidas por su carne, de alto valor culinario. Además destaca la avícola, asociada principalmente a los roquedos, muy frecuentes en esta zona de la sierra. Anidan en el entorno la collalba negra (*Oenanthe leucura*) (fig. 6), el chochín (*Troglodytes troglodytes*) y el roquero solitario (*Monticola solitarius*), destacando sin embargo el búho real (*Bubo bubo*), de mayor porte.

Una especie muy común en el mundo de los mamíferos, es el conejo de monte (fig. 8) o la liebre. Se conoce como liebre a varias especies de la familia Leporidae caracterizadas por la precocidad de las crías, que son capaces de correr y alimentarse por sí mismas desde el momento del nacimiento (Gimeno, 2013).



**Figura 7. Collalba negra (*Oenanthe leucura*)**



**Figura 6. Perdiz**



*Figura 8. Liebre*

#### **4.1.3 Orografía**

Castillo de Locubín está situado en la sierra Sur de Jaén, delimitado por la Morenilla, el cerro del Duque, la Pandera, el Ventisquero y el Marroquí (fig. 9). Castillo de Locubín tiene unas vistas maravillosas desde la Nava, cerro del agua, Tajos de Acamuña, cerros de La Sierrezuela.



*Figura 9. Sierra sur de Jaén (Castillo de Locubín)*

#### 4.1.4 Hidrografía

El río más importante que pasa por Castillo de Locubín es denominado Río San Juan. Nace en la Cordillera Subbética, en la zona occidental de la Sierra de Alta Coloma. Junto con el río Víboras, constituyen los aportes más importantes de cabecera del río Guadajoz, afluente a su vez del Guadalquivir. Su nacimiento está situado en los pies de los cerros de la Serrezuela y la Nava (fig. 10)(Gimeno, 2013).



*Figura 10. Nacimiento del Río San Juan*

#### 4.1.5 Entorno natural

El entorno natural más apreciado es el Nacimiento del Río San Juan, un área recreativa situada a unos cuatro kilómetros; y la llamada Vega Castellera que, a sólo un kilómetro, ofrece una magnífica estampa del paisaje agrario típico del municipio.

#### 4.1.6 Clima

En el municipio predomina el clima mediterráneo. Caracterizado por sus inviernos húmedos y templados; y los veranos secos y calurosos. Aunque la principal característica de este clima es la presencia de un periodo de sequía, seguido de otro periodo de lluvias.

El mes más seco es julio, mientras que el mes de marzo es el que tiene las mayores precipitaciones del año. El mes más caluroso del año es julio con un promedio de 26.3 °C. El mes más frío del año es enero con un promedio de 7.2 °C (climate-data).

## **4.2 Fundamento de un SIG: trabajo con QGIS**

De manera general y abstracta se define SIG como:

“Un SIG abarca tecnología de la información, gestión de la información, asuntos legales y de negocios, y conceptos específicos de materias de un gran abanico de disciplinas, pero es implícito en la idea de SIG que es una tecnología usada para tomar decisiones en la solución de problemas que tenga al menos una parte de componente espacial” (Maguire, Goodchild y Rhin, 1991).

Una definición funcional determina las funciones principales de los SIG:

“Un SIG no es simplemente un sistema informático para hacer mapas, aunque pueda crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con distintos colores. Un SIG es una herramienta de análisis. La mayor ventaja de un SIG es que permite identificar las relaciones espaciales entre características de varios mapas. Un SIG no almacena un mapa en sentido convencional, ni almacena una imagen concreta o vista de un área geográfica. En vez de ello, un SIG almacena los datos a partir de los cuales se puede crear la escala deseada, dibujada para satisfacer un producto. En suma un SIG no contiene mapas o gráficos, sino una base de datos. El concepto de las bases de datos es central para un SIG, y es la principal diferencia entre un SIG y un simple graficador o sistema informático de cartografía, que solo puede producir buenos gráficos” (Palacios, s.f)

Además tecnológicamente podemos definir un SIG como un sistema formado por hardware y software que podrá ser utilizado como herramienta para la realización de estudios que tengan un componente geográfico.

En conclusión, un Sistema de Información Geográfica es un “sistema hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos

espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” (Morea Rodríguez & Huerta Rodríguez, s.f.).

Un SIG tiene las siguientes funciones:

- a) Incorporación de la información. Se incluye aquí no solo el paso de datos geográficos a una forma analítica sino también la integración en el sistema de las bases de datos.
- b) Gestión de la información. Toda la información incorporada debe poder ser gestionada por el sistema realizando búsquedas temáticas y espaciales para realizar todo tipo de análisis con las capas de información.
- c) Análisis de la información. Esta función es la específica de los SIG y es su elemento característico. A partir de la preparación de los datos se utilizan procedimientos de análisis territorial para la obtención de resultados. En definitiva lo que se pretende creando un SIG es la búsqueda de unos resultados finales.
- d) Interrelación con el usuario. Los puntos anteriores deben tener su finalización en una relación práctica con el usuario del sistema, de tal forma que pueda elegir la salida más adecuada de los datos utilizados y de los resultados obtenidos en relación con los fines perseguidos. Un SIG debe tener capacidad para ofrecer salidas interpretables por los usuarios finales, por ejemplos mapas.

Los principales objetivos de un SIG son:

- a) Conocimiento de la utilidad del SIG en un marco de planificación territorial.
- b) Conocimiento de los condicionantes para la elección de los datos geográficos, alfanuméricos, procedimientos y sistemas en un proyecto SIG
- c) Visualización de proyectos SIG relacionados con la planificación territorial.

#### **4.2.1 Estructura de información geográfica**

Un sistema de información geográfica se estructura en los diferentes conjuntos de información:

- Mapas interactivos. Proporcionan una nueva visión de la información geográfica que permite dar respuesta a cuestiones concretas, y presentar

un resultado como salida, por ejemplo los mapas. Con dichas salidas el usuario es capaz de interpretarlos para realizar un fin determinado.

- Datos Geográficos. En la base de datos se incluye información vectorial y ráster, modelos digitales del terreno, redes lineales. Por ejemplo datos vectoriales de la red de carreteras, u ortofotos.
- Modelos de geoprocésamiento. Son flujos de procesos que permiten automatizar tareas que se repiten con frecuencia, para un ahorro en tiempo.
- Modelos de datos. La información geográfica en el modelo de datos es algo más que un conjunto de tablas almacenadas en un Sistema Gestor de Base de Datos, ya que incorpora reglas de comportamiento e integridad de la información.
- Metadatos. Son la información de los datos propiamente dicha. Según Howe (1993), el término fue acuñado por Jack Myers en la década de los 60 para describir conjuntos de datos. La primera acepción que se le dio fue la de dato sobre el dato, ya que proporcionaban la información mínima necesaria para identificar un recurso.

Un catálogo de metadatos permite al usuario organizar, realizar búsquedas y acceder a información geográfica compartida (esri España, s.f.).

#### **4.2.2 Funcionamiento de los SIG**

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de los mapas digitales. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos (tabla de atributos) e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

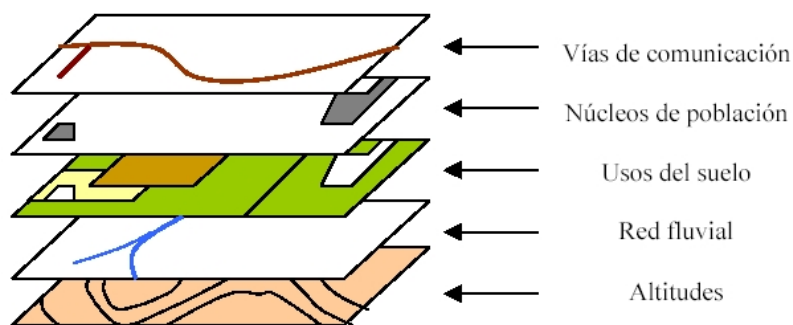
La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas (fig. 11) y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, con el fin de obtener los mejores resultados.

Las principales cuestiones que puede resolver un sistema de información geográfica son:

- Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.

- Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: comparación entre situaciones espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: cálculo de la mejor ruta entre dos o más puntos.
- Pautas: detección de pautas espaciales.
- Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

El campo de aplicación de los sistemas de información geográfica es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución. (Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS)



**Figura 11.- Capas temática. Fuente: Weka y Gis (s.f.)**

#### **4.2.3 Utilidades de un SIG**

Los SIG nos permiten hacer un análisis exhaustivo del territorio en los ámbitos más diversos.

Así, la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, para gestión de los recursos, en arqueología, en evaluación del impacto ambiental, para la planificación urbana, en cartografía, y en muchos otros ámbitos de aplicación.

Los SIG son necesarios para la toma de decisiones en las que la información espacial tiene una especial importancia. De alguna de estas decisiones depende en muchos casos el éxito o el fracaso de un proyecto.

Los SIG tienen una serie de ventajas (fig. 12) que los hacen importantes para la toma de decisiones.



**Figura 12.- Ventajas de un SIG(Confederación de Empresarios de Andalucía, s.f.).**

- Se trata de un sistema de almacenamiento y visualización de la realidad de manera eficiente, ya que trabaja con información exacta, de la realidad, ya que permite incorporar capas, actualizando en cualquier momento la realidad.
- El formato digital de los datos permite trabajar con formas compactas que nada tienen que ver con los mapas de papel, esto fue un gran avance para la utilización de los SIG.
- El tratamiento y el análisis de la información se realiza en grandes cantidades. También permiten trabajar e integrar información de distintas fuentes y escalas, y datos tanto espaciales como no-espaciales.
- Igual de rápido que es el procesamiento de la información, lo es la obtención de productos cartográficos, por ejemplo salidas de en forma de mapas, para ser interpretados por los usuarios.
- También a bajo coste y a una mayor velocidad puede realizarse el mantenimiento y la recuperación de datos.

#### 4.2.4 Componentes de un SIG

En la figura 13 se muestran los componentes de un SIG, estos son:

1. Software. Lo primero que se ha necesitado es un almacén de datos geográficos donde consultar toda la información. Una vez introducidos nuestros datos, con ayuda de un software de escritorio jugaremos con la información y veremos en todo momento las capas posibles o agregaremos aquellas que sean de nuestro interés. Cuando tengamos definida la información que queremos difundir, podemos desplegarla a otros ordenadores mediante servicios web. El software permite la manipulación de toda la información. Hay distintos tipos de software: software de aplicación, software de programación y software de sistema.
  - a. Software de Aplicación: aquí se incluyen todos aquellos programas que permiten al usuario realizar una o varias tareas específicas. Aquí se encuentran aquellos programas que los individuos usan de manera cotidiana como: procesadores de texto, hojas de cálculo.
  - b. Software de Programación: son aquellas herramientas que un programador utiliza para poder desarrollar programas informáticos.
  - c. Software de Sistema: es aquel que permite a los usuarios interactuar con el sistema operativo así como también controlarlo. Por ejemplo Windows.
2. Hardware. En el trabajo con SIG se requiere la utilización de una amplia gama de hardware (un PC común, un Smartphone con conexión a internet, etc.).
3. Datos. Existe gran diversidad de datos (ficheros SHP, KML, GML, TIFF...).
4. Procedimientos. Todo SIG debería operar de acuerdo a una organización y unos métodos de funcionamiento acordados.
5. Personas. Aquellas que actualizarán los datos del sistema y se preocuparán de la calidad del contenido del mismo y crearán nuevas consultas para nuevas necesidades de información (Llopis, s.f.).



Figura 13.- Componente de los SIG (Llopis, s.f.).

#### 4.2.5 Software SIG

Existen una gran cantidad de software SIG en el mercado. Los más utilizados se detallan a continuación.

##### A) ArcGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear y utilizar sistemas de información geográfica, ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo, por empresas, por universidades, etc. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario.

Personas de miles de organizaciones de muchos sectores diferentes emplean ArcGIS en una variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen de planificación y análisis, administración de activos, operaciones de

campo como inspección móvil e implementación de respuestas, investigación de mercado, administración de recursos, logística, educación y divulgación.

En general, las personas utilizan ArcGIS porque les permite:

- Resolver problemas
- Tomar mejores decisiones
- Planificar adecuadamente
- Utilizar los recursos más eficientemente
- Anticipar y administrar los cambios
- Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- Aumentar la comprensión y los conocimientos
- Comunicar de forma más efectiva

En conclusión, ArgGIS es un sistema con numerosas ventajas. (esri, s.f.)

## B) GvSIG

GvSIG es un Sistema de Información Geográfica que tiene su origen en la Generalitat Valenciana. GvSIG es un proyecto de desarrollo de software para Sistemas de Información Geográfica basado en software libre y además es gratuito.

GvSIG es un software integrador, capaz de trabajar con información de cualquier tipo u origen, tanto en formato ráster como vectorial, y comparte algunas otras características con JUMP como su arquitectura modular o su carácter multiplataforma. Además, permite trabajar con formatos de otros programas como Autocad, Microstation o ArcView, de acuerdo con los parámetros de la OGC (Open Geospatial Consortium) que regula los estándares abiertos e interoperables de los Sistemas de Información Geográfica.

Ya existen varias versiones, y aunque su funcionalidad está prácticamente cubierta y se ha convertido en una referencia dentro de las tecnologías SIG, continúa actualmente en fase de desarrollo y perfeccionamiento,

siempre bajo los principios de compartir y elaborar (Confederación de Empresarios de Andalucía, s.f.).

### C) GRASS

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) es una aplicación de escritorio programada en lenguaje C, que corre en numerosos sistemas operativos (Windows, Linux, Mac...) y ha sido publicada bajo la licencia de software libre GNU-GPL. Su primera versión se dio a conocer en 1984, lo que la convierte en una de las primeras aplicaciones GIS y probablemente la primera libre. Además fue uno de los primeros ocho proyectos acogidos bajo el paraguas de la Fundación OSGEO19.

Los desarrollos iniciales de GRASS fueron realizados por un laboratorio del ejército norteamericano (USA-CERL), aunque pronto se incorporaron al proyecto, especialmente tras la marcha del departamento militar de los Estados Unidos, numerosas agencias y universidades, que mantienen su evolución y mejora constante. De hecho, desde sus orígenes fue concebido, como una herramienta muy orientada al ámbito científico. La mayoría de sus geoprocesos están implementados siguiendo distintos algoritmos lo que permite al usuario escoger el más adecuado a la tarea concreta. Su interfaces de usuario sigue la filosofía UNIX de proveer de pequeñas herramientas usables de forma individual que pueden encadenarse para hacer tareas más complejas.

A pesar de que no es la aplicación más extendida o fácil de usar, sigue siendo muy usado en algunos ámbitos por su precisión con datos ráster, el modelo topológico que emplea para los datos vectoriales (prácticamente único). Posiblemente la conexión actual con GRASS desde otras aplicaciones más extendidas y que proveen de interfaces más amigables, como QGIS, facilitará el uso de sus algoritmos por muchos más usuarios (García, 2013).

### D) GeoMedia

GeoMedia Professional está compuesto por diferentes elementos básicos que es necesario conocer para poder entender las bases del software e imprescindible si lo que queremos es desarrollar una aplicación que

conecte con los componentes de GeoMedia. Dichos componentes básicos son el GeoWorkspace, los Warehouses (almacenes), las Legends (leyendas) y las Entidades.

El GeoWorkspace es donde se definen las características principales del proyecto que estemos usando en GeoMedia y el archivo donde se guarda la información es un archivo con extensión GWS. En un GeoWorkspace podemos configurar las leyendas, conexiones a los almacenes de datos geográficos, sistema de coordenadas de los datos y consultas realizadas entre otras cosas (García, 2013).

#### E) QGIS

El creador fue Gary Sherman en 2002, como una simple herramienta personal para visualizar información espacial de bases de datos PostGIS. La publicó como software libre. QGIS es una de las aplicaciones SIG de escritorio más joven. Su última versión estable la 2.0.1 es de Septiembre de 2013. QGIS es probablemente la aplicación SIG que ha experimentado un mayor crecimiento en los últimos años. Se trata de un software desarrollado en C++ con la librería QT, lo que hace que esté disponible para los principales sistemas operativos y disponga de una interfaz de programación en python para añadirle extensiones o usos avanzados.

Se publica bajo Licencia Pública General (GNU General Public License). Posee muchas características SIG comunes, proporcionadas por las funciones del núcleo y los complementos. Es un proyecto oficial de la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) (García, 2013).

Características:

- QGIS puede ver y superponer datos vectoriales y ráster en diferentes formatos y proyecciones sin conversión a otro formato.
- Los formatos admitidos incluyen Tablas de PostgreSQL con capacidad espacial.
- Es capaz de diseñar mapas y explorar datos espaciales de forma interactiva con una interfaz amigable.
- Permite además crear, editar, administrar y exportar mapas vectoriales en varios formatos.

- Ofrece herramientas de digitalización para formatos admitidos por OGR y capas vectoriales de GRASS.
- Permite crear y editar archivos shape y capas vectoriales de GRASS.
- Geocodificar imágenes con el complemento Georreferenciador.
- Dispone de herramientas GPS para importar y exportar formato GPX y convertir otros formatos GPS a GPX.
- Crear capas PostGIS a partir de archivos shape con el complemento SPIT.
- Es capaz de guardar capturas de pantalla como imágenes georreferenciadas.
- QGIS actualmente ofrece herramientas de análisis vectorial, muestreo y geoprocesamiento, geometría y administración de bases de datos.
- QGIS también se puede usar como cliente WMS o WFS.

Se puede comprobar cómo los Sistemas de Información Geográfica han evolucionado en la última década hasta convertirse en herramientas inseparables para todas aquellas entidades o personas que precisen relacionar su trabajo con ámbitos territoriales de los que necesita conocer con detalle los elementos que los ocupan. El potencial que poseen para facilitar la gestión y el análisis de los datos geográficos está creciendo a un ritmo que el límite lo marcaremos los propios usuarios en función de nuestros objetivos y capacidades (EcuRed, s.f.).

## **5 METODOLOGÍA**

### **5.1 Software**

Para la realización del proyecto se ha usado Qgis, GeoServer y GeoExplorer. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

- a) QGIS permite la creación de mapas con numerosas capas de información para obtener unos resultados que ayude a los usuarios a la toma de decisiones en el mundo real. Estas son algunas de las razones por las que se ha elegido QGIS, en el anexo 1 aparece una descripción más detallada. QGIS es una interfaz flexible porque permite trabajar en cualquier sistema operativo. Por su interoperabilidad, conexión a bases de datos, tiene una gran variedad de complementos (sextante), por su integración con GRASS. En conclusión, se ha elegido QGIS por su gran potencial y por ser un software libre, ya que existen muchas facilidades para la obtención de cartografía editable.
- b) GeoServer es un potente servidor para compartir mapas, analizar y editar datos geoespaciales de las fuentes de datos espaciales utilizando estándares abiertos. (Boundless, s.f.).
- c) GeoExplorer es una aplicación web, basado en el GeoExt marco, para componer y publicar mapas. Con GeoExplorer se puede montar rápidamente mapas de GeoServer o cualquier OGC Web Mapping Server (WMS) y se integran con los mapas alojados, como Google Maps y OpenStreetMap (Boundless, s.f.).

### **5.2 Hardware**

Los programas utilizados no requieren de un software excesivamente potente, así pues, se ha desarrollado íntegramente el proyecto con un simple ordenador portátil de características de nivel usuario, concretamente: Hp Compaq, Intel Core 2 Duo, memoria RAM 3.00 GB, sistema operativo de 64 bits, procesador x64.

### **5.3 Datos utilizados**

Se han utilizado una serie de datos descargados de distintas fuentes de información. A continuación se ilustran los distintos tipos de datos y fuentes utilizadas.

#### **5.3.1 Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA 100)**

Los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA 100) constituyen un repertorio de bases cartográficas de diferente naturaleza geométrica (puntos, líneas, polígonos, imágenes ráster) referidas al territorio andaluz.

Se presenta en una veintena de bloques temáticos (relieve, hidrografía, redes viarias, divisiones administrativas, etc.) que permiten el acceso centralizado a información de muy distinta procedencia con garantía de actualización, coherencia geométrica y continuidad territorial.

Incorpora, así mismo, dos bloques de datos espaciales que permiten contextualizar a Andalucía en el mundo y en su entorno más inmediato.

Todo ello facilita a investigadores, profesionales, docentes y técnicos elaborar sus propias salidas cartográficas, su uso en funciones analíticas complejas y la generación de productos y aplicaciones.

Los datos se descargan en formato shapefile (.shp), en el sistema de referencia geodésico ETRS89 y proyectadas en UTM huso 30 (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2016).

#### **5.3.2 Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).**

El Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) ofrece un Centro de Descargas (CdD) desde donde se pueden descargar gratuitamente ficheros digitales de carácter geográfico generados por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN), siempre y cuando esos ficheros sean accesibles y reutilizables según lo establecido en la Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre (BOE de 26 de diciembre 2015), por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por el IGN.

Los datos descargados han sido:

#### **5.3.2.1 Cartociudad**

CartoCiudad ([www.cartociudad.es](http://www.cartociudad.es)) es un sistema de información basado en una base de datos de red viaria, cartografía urbana y divisiones censal y postal, con continuidad topológica asegurada en todo el ámbito nacional.

Es el resultado de la integración y armonización de datos proporcionados por diferentes organismos oficiales tanto estatales (Dirección General del Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Correos e Instituto Geográfico Nacional) como autonómicos (los gobiernos de Navarra, la Comunidad Valenciana, Islas Baleares, La Rioja, y el País Vasco). Este proyecto, es un callejero de ámbito nacional, aunque además posee funcionalidades avanzadas de localización geográfica.

Es de gran importancia, ya que la unidad de producción es el municipio. Desde el inicio del proyecto en 2006 se han ido completando los municipios españoles de mayor a menor población. En 2010 se ha completado prácticamente todo el mapa de España al llegar a más del 96% de la población española (IGN, s.f.).

#### **5.3.2.2 BTN25**

La Base Topográfica Nacional de España a escala 1:25.000 (BTN25) se define como el conjunto de datos geográficos vectoriales de referencia de más detalle que cubren homogéneamente todo el ámbito del Estado, sirven de soporte para un Sistema de Información Geográfica (SIG) y se pueden utilizar para todo tipo de aplicaciones y propósitos (IGN, s.f.).

La BTN25 es la ampliación y mejora de la antigua Base Cartográfica Numérica a escala 1:25.000 (BCN25), que constituyó la primera Base de Datos Geográfica (BDG) de referencia de todo el territorio español a dicha escala y que se obtuvo a partir del Mapa Topográfico Nacional de España 1:25.000 (MTN25) como una versión del mismo adaptada para su explotación mediante procesos informáticos.

Los datos de la BTN25 se encuentran organizados según las temáticas que tradicionalmente se contemplan en las coberturas topográficas y clasificados conforme a la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y Servicios de

Información Geográfica en España (LISIGE), la cual transpuso al ordenamiento jurídico español la Directiva 2007/2/CE (INSPIRE):

- Delimitaciones territoriales: representación de los límites y los hitos administrativos.
- Elementos hidrográficos: incluye la red hidrográfica, las masas de agua superficial (ríos, lagos, lagunas, aguas de transición o costeras), las masas de agua subterránea, etc.
- Ocupación del suelo: representación de coberturas y usos del suelo.
- Entidades de población: contiene la delimitación de las áreas geográficas de los asentamientos de la población.
- Edificaciones y construcciones: incluye las edificaciones o agrupaciones de ellas.
- Redes e infraestructuras del transporte: incluye autopistas, autovías, carreteras convencionales, ferrocarriles, puntos kilométricos, pistas, caminos, itinerarios, puertos, zonas de aterrizajes, etc.
- Toponimia: recoge la toponimia oficial de nombres geográficos, toponimia costera, parajes, etc.

#### **5.3.2.3 Modelo digital del Terreno MDT25**

Se trata de un modelo digital del terreno con paso de malla de 25 m, con la distribución oficial de hojas 1:25.000, y sistema geodésico de referencia ETRS89. Se ha obtenido mediante interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (IGN, s.f.).

#### **5.3.2.4 PNOA**

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) tiene como objetivo la obtención de ortofotografías aéreas digitales con resolución de 25 ó 50 cm y modelos digitales de elevaciones (MDE) de alta precisión de todo el territorio español, con un período de actualización de 2 ó 3 años, según las zonas (IGN, s.f.).

Se realiza un vuelo fotogramétrico único y un tratamiento riguroso de los datos cumpliendo con unas especificaciones técnicas consensuadas entre todas las Administraciones Públicas participantes. Este planteamiento de producción

descentralizada y cooperativa entre las distintas administraciones es acorde con el espíritu de la Directiva Inspire para el establecimiento de una Infraestructura de datos geográficos en Europa, que persigue que el nivel de detalle máximo de la información geográfica se capture una sola vez y que se comparta abiertamente.

La fotografía aérea es la base para la realización de cartografía y la información geográfica en general, ocupación del suelo, urbanismo y ordenación del territorio, catastro, gestión forestal, hidrografía, etc. Utilizando los mismos datos fotogramétricos de partida, se consigue además una perfecta coherencia geométrica y temporal de las bases de datos cartográficos y geográficos existentes en todas las administraciones. Las características de los productos obtenidos en el PNOA, satisfacen las necesidades de todas las administraciones implicadas.

Organización. La dirección del proyecto es asumida por el Ministerio de Fomento, a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y se coordina con los demás Ministerios interesados y con cada Comunidad Autónoma, que a su vez coordina a las Consejerías competentes (Obras públicas, Agricultura, Medio Ambiente,...).

### **5.3.3 WIKILOC**

Wikiloc es un sitio web gratuito donde se pueden compartir rutas al aire libre con otros usuarios interesados. Las rutas están georreferenciadas (especialmente con GPS), además se pueden incluir puntos de interés (waypoints) de las rutas. Las rutas pertenecen a distintas categorías según el desplazamiento, destacando senderismo, ciclismo y multitud de actividades más. Wikiloc se ofrece en varios idiomas. Las rutas se muestran sobre mapas de Google Maps, OpenStreetMap y otros cartográficos. El servicio está disponible en Google Earth como una capa y tiene aplicaciones móviles para iPhone y Android.

### **5.3.4 Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC).**

El Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, permite identificar geográficamente las parcelas declaradas por los agricultores y ganaderos del país, en cualquier régimen de ayudas relacionado con la superficie cultivada o aquella superficie para ganado.

Concebido inicialmente con el propósito de facilitar a los agricultores la presentación de solicitudes, con soporte gráfico, así como para facilitar los controles administrativos y sobre el terreno, el SIGPAC se ha convertido en una herramienta de enorme utilidad en campos diferentes del agrario (geología, infraestructuras, urbanismo...) (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.). Entre otros datos, incluye información sobre el uso de cada una de las parcelas agrícolas del territorio nacional. Para este proyecto se han utilizado datos de la edición 2011 facilitados por el tutor del trabajo en formato shapefile.

### **5.3.5 Cartografía catastral en formato shapefile**

La descarga de la cartografía catastral en formato Shapefile, se realizó mediante la Sede Electrónica del Catastro. La Dirección General del Catastro ofrece un uso público y gratuito de este servicio.

### **5.3.6 Otras fuentes de información**

- Datos de fuentes y manantiales tomados de la página web "Conoce tus fuentes" que es un proyecto de catalogación ciudadana vía Internet de los manantiales y fuentes de Andalucía. Lo desarrolla el Instituto del Agua de la Universidad de Granada. Nació en 2007, fruto de un convenio de colaboración con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Carece de ánimo de lucro y su política es la difusión libre y gratuita de sus contenidos (Instituto del Agua de la Universidad de Granada, 2007).
- Además se ha usado el servicio WMS de la diputación provincial de Jaén.

## **5.4 Sistema de coordenadas**

El sistema utilizado en todas las capas del proyecto es el ETRS89 y la proyección es UTM huso 30, con código EPSG: 25830.

El ETRS89 (siglas en inglés de European Terrestrial Reference System 1989, en español Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989), es un sistema de referencia geodésico ligado a la parte estable de la placa continental europea. Este datum geodésico espacial es consistente con los modernos sistemas de navegación por satélite GPS, GLONASS y el europeo GALILEO (Boletín oficial del Estado, 2007).

Datum geodésico EUREF89 y elipsoide de Referencia GRS80.

## 5.5 Procedimiento general

Para empezar se creó un nuevo proyecto en el software QGIS. Se configuró las propiedades del proyecto y se creó un espacio de trabajo, definiendo el sistema de coordenadas (EPSG: 25830). Todas las modificaciones que se fueron realizando, creación de tablas de datos y estilos de las capas se quedaban guardadas en el proyecto.

Cada capa SHP tiene asociada una tabla de atributos, con información sobre la capa. Las tablas de atributos que se crean quedan guardadas en el proyecto.

Con QGIS se pueden ver y superponer datos vectoriales y ráster en diferentes formatos y proyecciones sin conversión a un formato interno o común. Se puede crear, editar, gestionar y exportar los datos vectoriales y ráster de exportación en varios formatos. Además de explorar datos y componer mapas que pueden ser interpretados por los usuarios.

El siguiente paso fue el volcado de la información descargada en el espacio de trabajo creado.

Un paso intermedio fue el cambio del sistema de coordenadas cuando fuese necesario, para ello se tuvo en cuenta el sistema de coordenadas de las capas utilizadas. Toda la información debe de encontrarse en el mismo sistema de coordenadas. Se introdujeron las capas ráster y vectoriales mencionadas en el apartado *Datos utilizados*. Una vez realizado el volcado de datos, se hizo una conexión a google Hybrid. Para ello, se instaló el complemento *OpenLayers plugin* desde la interfaz de QGIS, para realizar un análisis del municipio y de las posibles rutas de senderismo que se pueden hacer. Además se hicieron análisis geográficos para posteriormente generar información sobre las rutas de senderismo.

Por otro lado, se creó una base de datos del casco urbano de Castillo de Locubín, se descargó toda la información posible, se digitalizaron imágenes haciendo una conexión WMS al servicio de la Diputación de Jaén. Además se crearon otras capas de información como son las fuentes, manantiales del

municipio consultando otras fuentes de información y los caminos municipales junto con las parcelas catastrales.

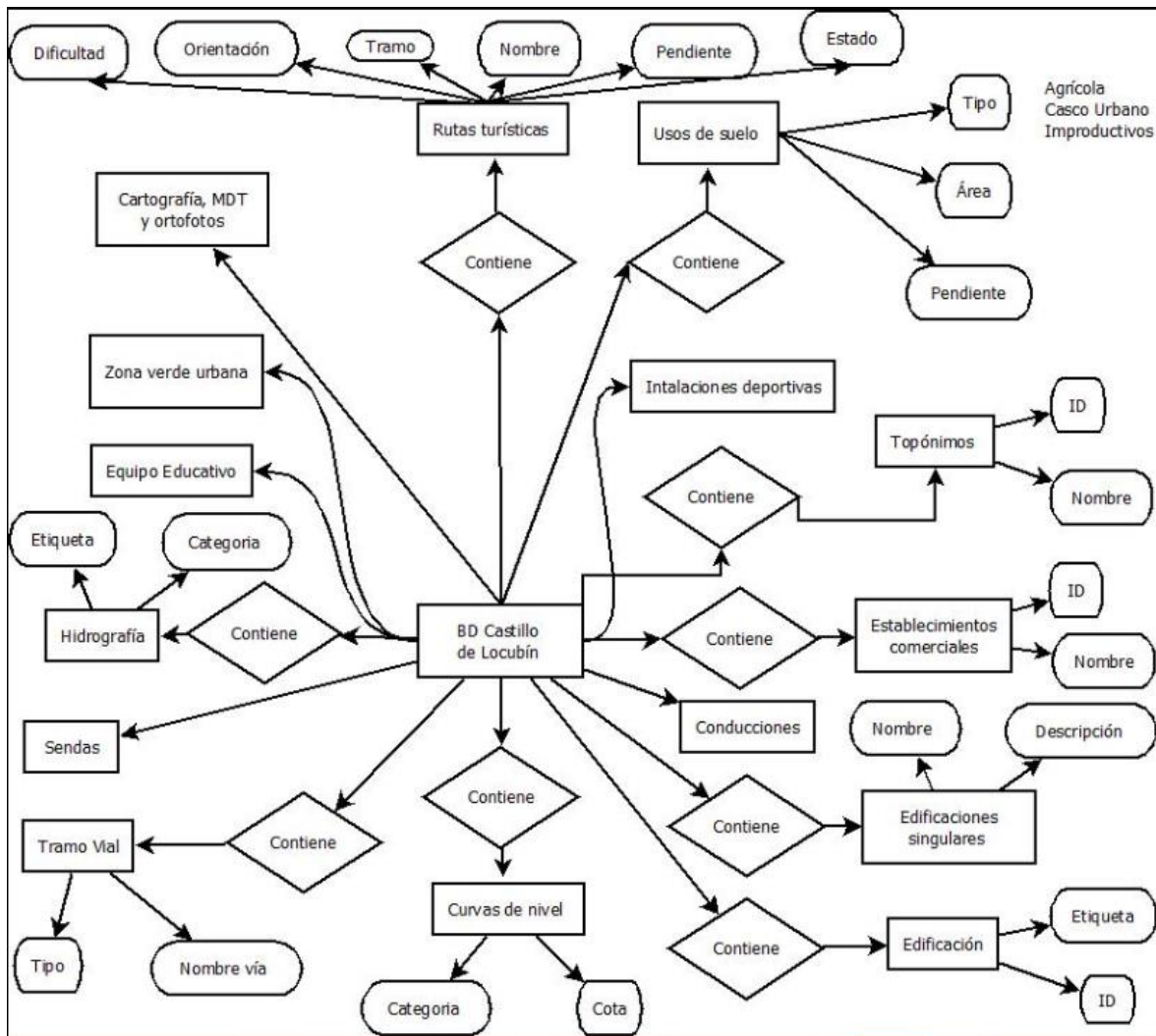
Por último, en una última fase se creó un Geoportal para mostrar información del municipio a todos los ciudadanos interesados. Para la creación del geoportal se utilizó el servidor de mapas GeoServer, se creó un espacio de trabajo en GeoServer y estilos en lenguaje SLD para mostrar las capas en un apartado de la página web de Castillo de Locubín.

#### **5.5.1 Modelo conceptual**

“Un modelo conceptual tiene como objetivo identificar y explicar los conceptos significativos en un dominio de problema, identificando los atributos y las asociaciones existentes entre ellos.” (Ingeniería del Software I, 2005).

Es un lenguaje que se utiliza para describir esquemas conceptuales. Es una técnica especial de representación gráfica que incorpora información relativa a los datos y cómo están relacionados entre ellos para proporcionar una visión del mundo real más clara.

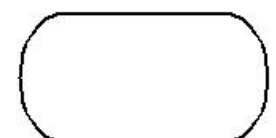
En este trabajo se optó por un modelo entidad-relación (fig.14). Es el modelo conceptual más utilizado para el diseño conceptual de bases de datos. Fue introducido por Peter Chen en 1976.



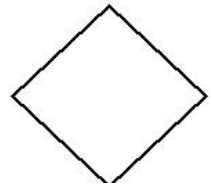
**Figura 14. Modelo entidad-relación**

El modelo de datos entidad-relación está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos, llamados entidades, y de relaciones entre esos objetos:

- Entidades. Representa una “cosa” u “objeto” del mundo real (coches, casas, empleados, materiales). Una entidad está descrita y se representa por sus características o atributos. Se representan en el diagrama como rectángulos y su nombre aparece en el interior.
- Atributos. Los atributos son las características que definen o identifican a una entidad. Estas pueden ser muchas, por lo que sólo se han utilizado las consideradas más relevantes. Se representan mediante círculos.

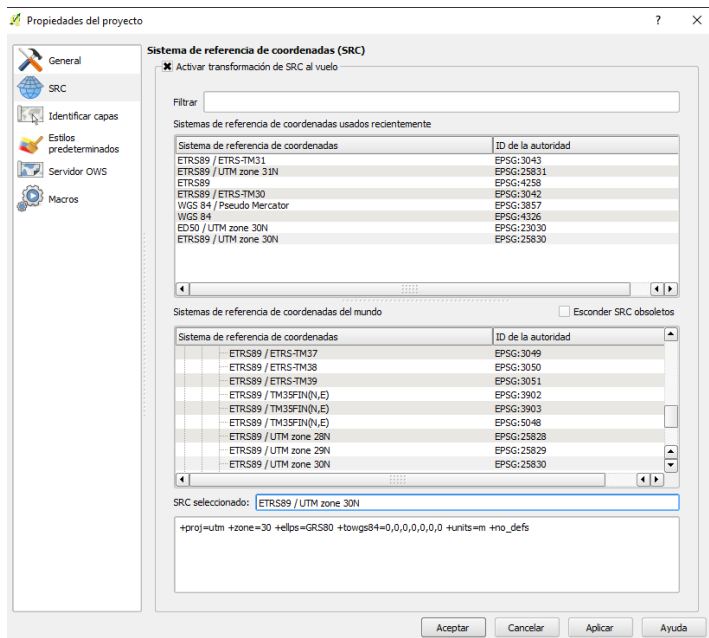


- Relaciones entre entidades. Consiste en un conjunto de relaciones de la misma naturaleza. Es una asociación entre dos o más entidades. Las relaciones se representan gráficamente mediante rombos y su nombre aparece en el interior.



## 6 CREACIÓN DE UN ESPACIO DE TRABAJO Y BASE CARTOGRÁFICA

### 6.1 Creación del proyecto



**Figura 15.- Creación del proyecto**

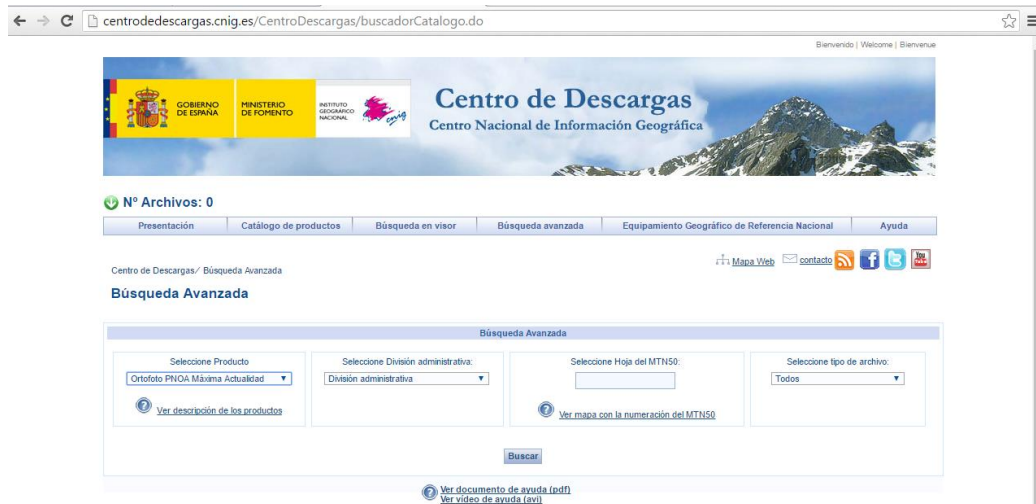
Se creó un nuevo proyecto, donde se fue guardando cada cambio que se fue realizando.

Además en propiedades del proyecto (fig. 15) se seleccionó el sistema de coordenadas elegido anteriormente, el nombre del proyecto y estilos predeterminados.

Se introdujeron todas las capas descargadas anteriormente y se analizó la zona del municipio a estudiar.

### 6.2 Incorporación de ortofotografías.

Se introdujeron las ortofotos PNOA Máxima Actualidad descargadas desde el CNIG (fig. 16) para utilizarlas como capa base del proyecto, para mejorar la visualización del proyecto y su carácter informativo. Además también se utilizaron para la comprobación y digitalización de elementos.



**Figura 16.- Centro Nacional de Información Geográfica.**

Para comenzar se descargaron las cuadrículas correspondientes a la zona del municipio de Castillo de Locubín. La figura 17 ilustra un mapa con la numeración del MTN50, las cuadrículas correspondientes al municipio son: 968 y 990.

Se continuó con la descarga de las dos cuadrículas desde la plataforma de descargas del IGN.

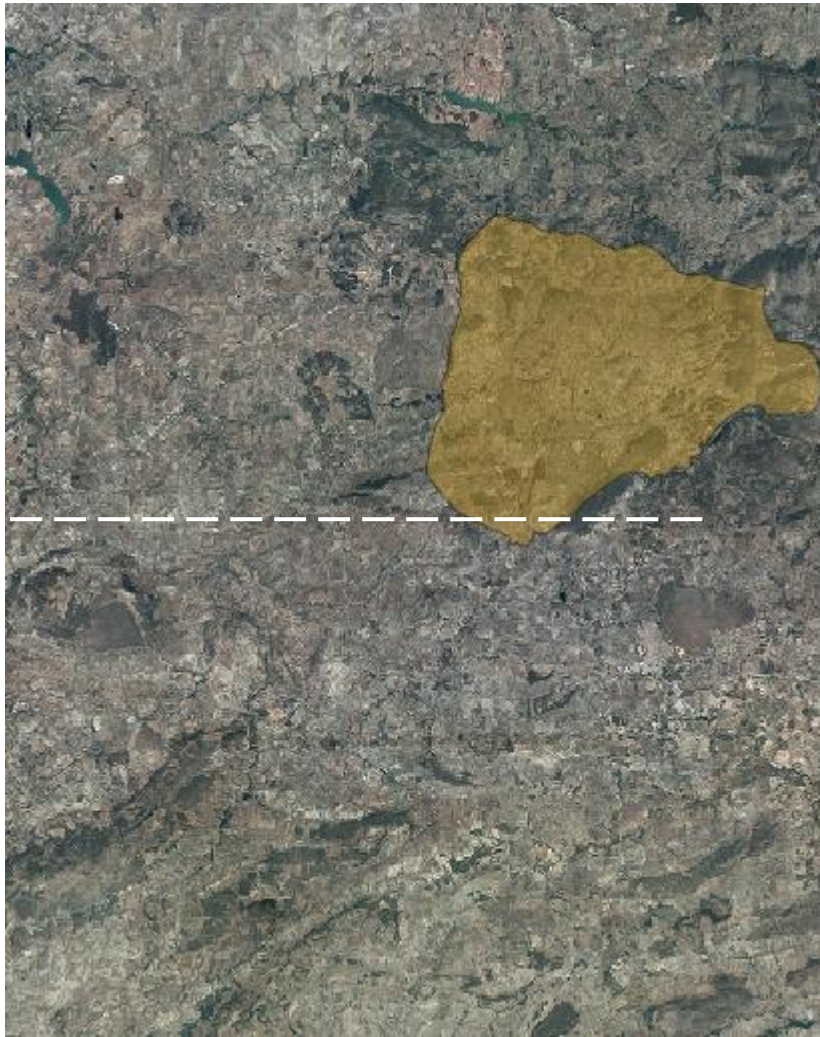


Figura 17.- Mapa con la numeración del MTN50.



Una vez descargadas, se añadieron al proyecto, desde la pestaña *añadir capa ráster*. El sistema de coordenadas de estas dos capas es ETRS89.

En la figura 18 se puede apreciar la unión de las dos ortofotografías que abarcan el término municipal de Castillo de Locubín solapadas.



**Figura 18.** Unión de las dos ortofotografías que abarcan el término municipal de Castillo de Locubín. Se indica la línea de solape con un trazo discontinuo.

Además se añadió la capa de *límites BTN25* descargada del centro de descargas del IGN, para una mejor visualización de la zona abarcada por el municipio. Previamente la capa *límites* fue modificada, se eliminó de la tabla de atributos todos los términos municipales que contenía, y se quedó tan solo con el término municipal de Castillo de Locubín (Tabla 1). Para eliminar filas de una tabla, la capa tiene que estar editable “conmutar edición”, en la tabla de atributos se seleccionan los objetos que se quisieran eliminar y por último borrar los objetos espaciales seleccionados.

La tabla de atributos de la capa *límites BTN25* quedaría como se ilustra en la tabla 1:

**Tabla 1.- Atributos de la capa límites BTN25 de Castillo de Locubín.**

|   | ID   | ID_CODIGO / | ID_HOJA | TIPO_0101 | CODIGO_INE | ETIQUETA            |
|---|------|-------------|---------|-----------|------------|---------------------|
| 0 | 2258 | 0101S       | 23      | MUNICIPIO | 23026      | Castillo de Locubín |

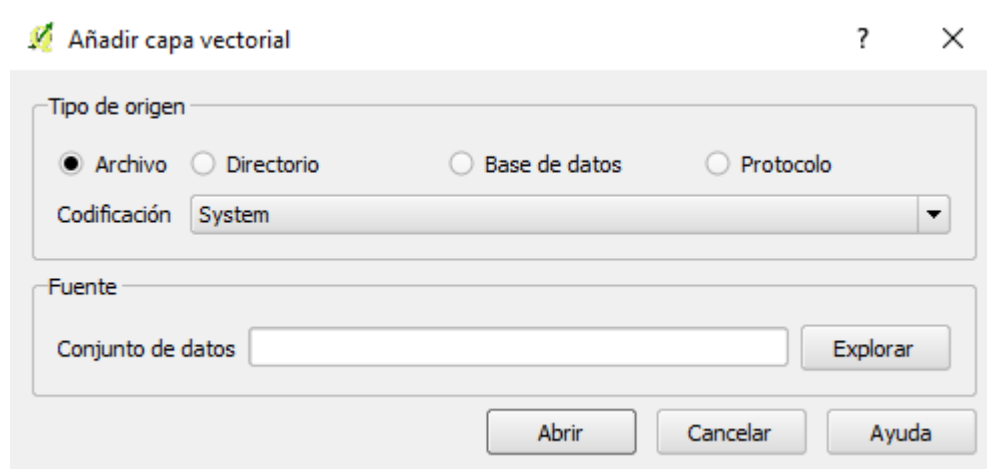
A continuación, a la capa límites se le puede cambiar el nombre, definir un estilo y, por supuesto, se cambió el sistema de coordenadas a ETRS89.

### 6.3 Cartografía base

Para cargar cualquier capa de información en QGIS, se realizó descargando previamente la información desde cada tipo de fuente correspondiente, citadas en el apartado de *datos utilizados*.

Además también se puede realizar haciendo una conexión WMS a algún servidor.

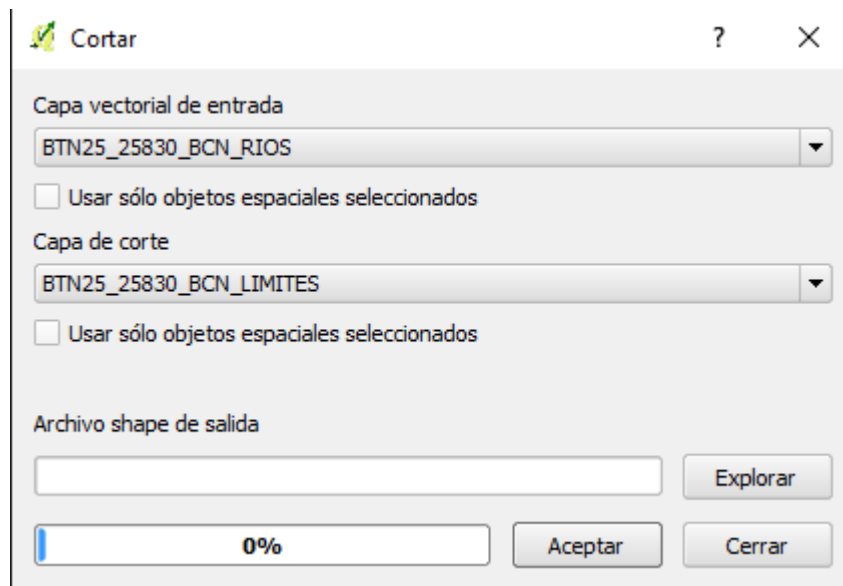
En primer lugar, para introducir las capas vectoriales, se realizó mediante el comando *añadir capa vectorial* (fig. 19). Si se quiere añadir una capa vectorial descargada se selecciona el archivo.

**Figura 19.- Añadir capa vectorial.**

Desde esta pestaña se añadieron tantas capas vectoriales como se fueron necesitando. Una vez fueron añadidas todas las capas vectoriales, se pasó al recorte con la capa de *límites* del término municipal de Castillo de Locubín.

Este recorte se realizó con el comando *cortar capa vectorial* (fig. 20), que es una herramienta de geoprocesamiento que tiene implementado el software. Las herramientas de geoprocesamiento realizan pequeñas operaciones con los datos geográficos.

Desde el comando *añadir capa ráster*, se añadió el MDT25 teniendo en cuenta que el sistema de coordenadas sea ETRS89.



**Figura 20.- Cortar capa vectorial**

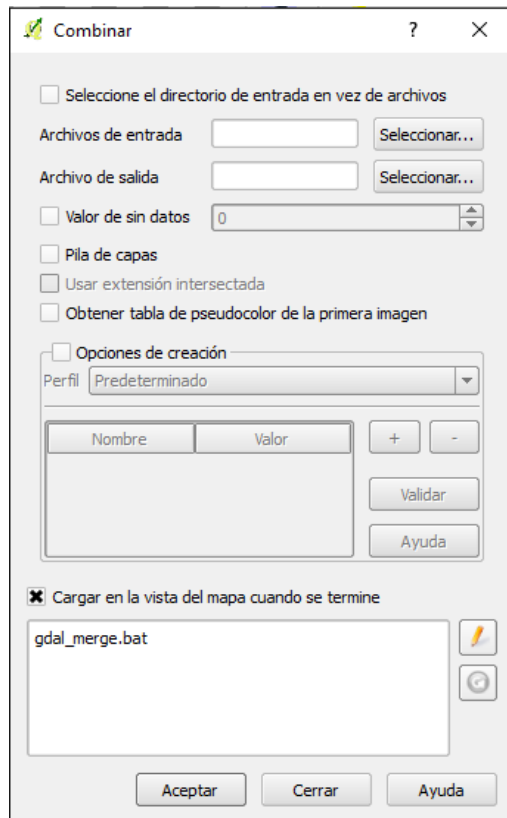
La capa vectorial de entrada es la capa que se quiere realizar el corte, en este caso se ha puesto de ejemplo los ríos. La capa de corte es la capa con la cual se quiere realizar el corte, en este caso va a ser siempre los límites del municipio.

Con las demás capas a recortar se realizó el mismo proceso, hasta que se tuvieron todas las capas que nos interesaron recortadas con la capa *límites* del municipio.

Por otro lado, para añadir capas ráster, se selecciona el comando *añadir capa ráster*. En este caso se añadió el *modelo digital de elevaciones MDT25* en el sistema de coordenadas ETRS89.

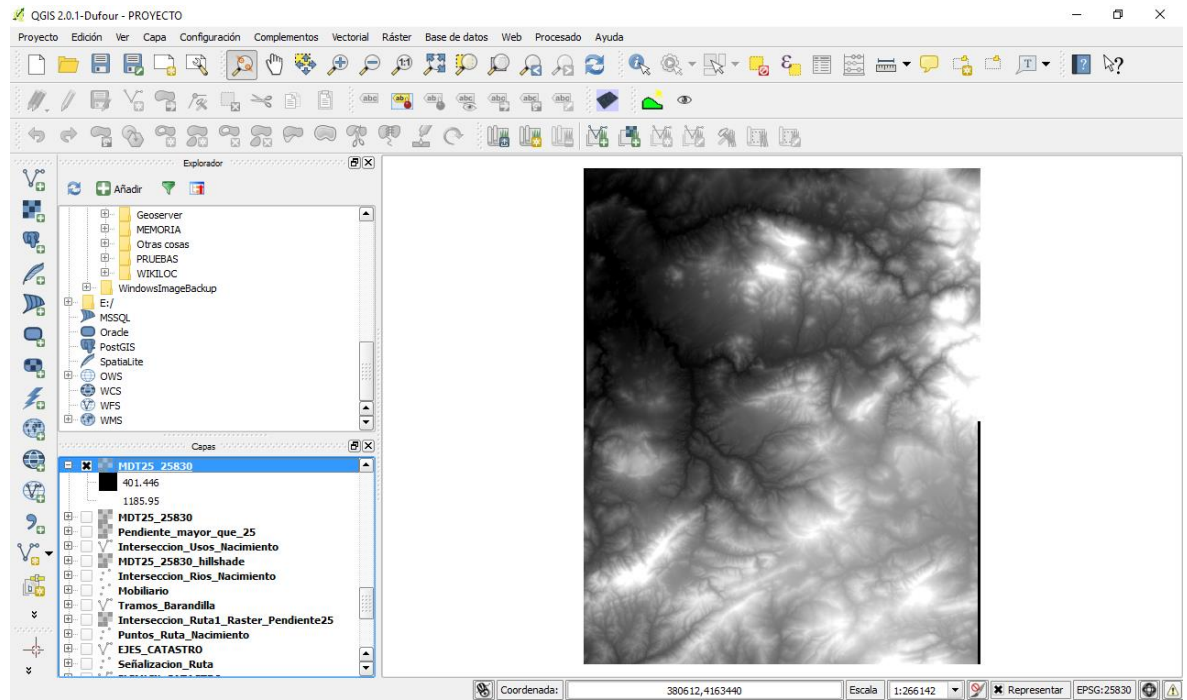
Anteriormente se descargó el modelo, para descargarlo hay que tener en cuenta las hojas del mapa MTN50 donde se encuentra el municipio como en el caso de las ortofotos.

Posteriormente, se añadieron y se unieron las dos hojas descargadas con el comando *combinar* (fig. 21).



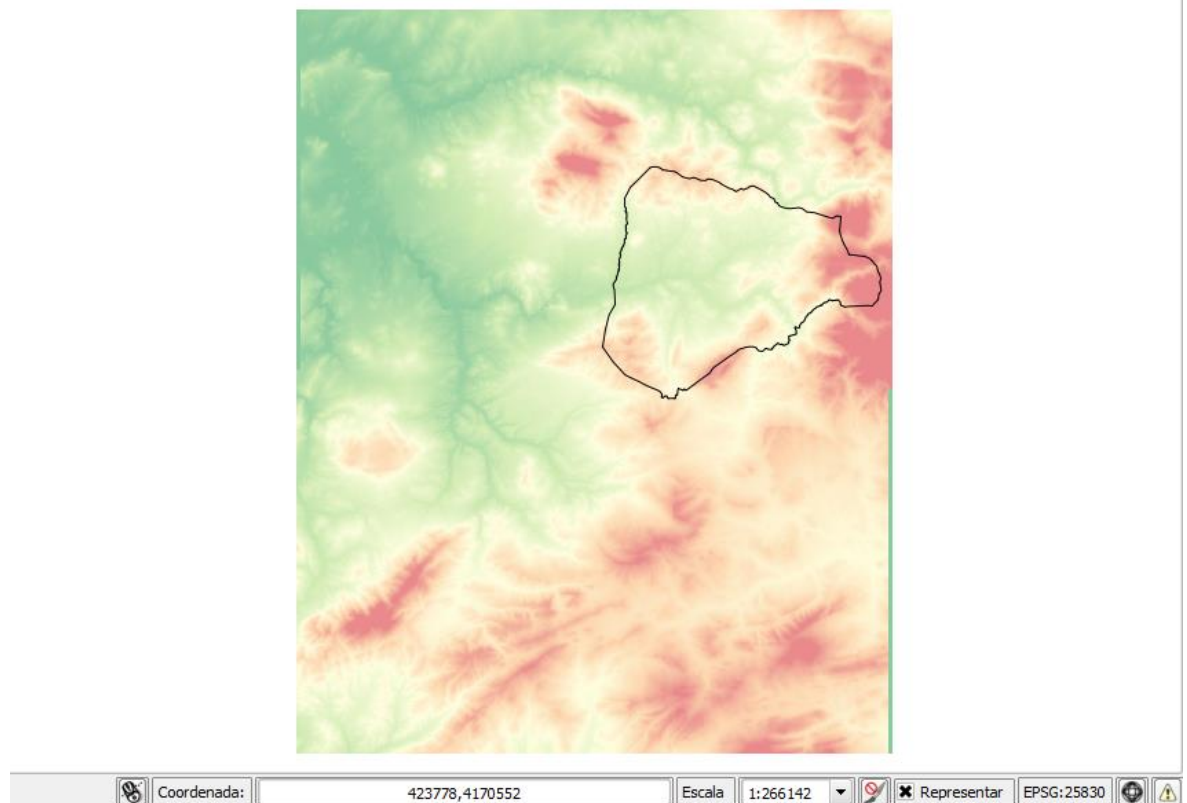
**Figura 21. Herramienta de geoprocesamiento para combinar capas vectoriales.**

Una vez añadida la capa se ven los datos del terreno en QGIS. Cada píxel del ráster representa la elevación media en metros en ese lugar. Los píxeles oscuros representan las zonas de baja altitud y píxeles más claros representan áreas con alta altitud (fig. 22).



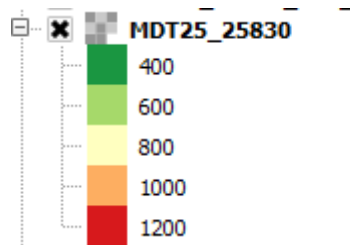
**Figura 22.- Representación del modelo digital de elevaciones MDT25 en el municipio de Castillo de Locubín.**

Se clasifican los valores del MDT para mejorar el aspecto visual de éste, en la figura 23 se ilustra el MDT25 junto con la capa de límites del municipio.



**Figura 23. MDT y límites del municipio.**

La figura 24 ilustra la leyenda, se muestra la altitud en metros del municipio. Si se observa la figura 23 se puede ver que mayoritariamente la altitud en el municipio es de 600 m. En el apartado *Modelo digital del terreno* se ve con más detalle.

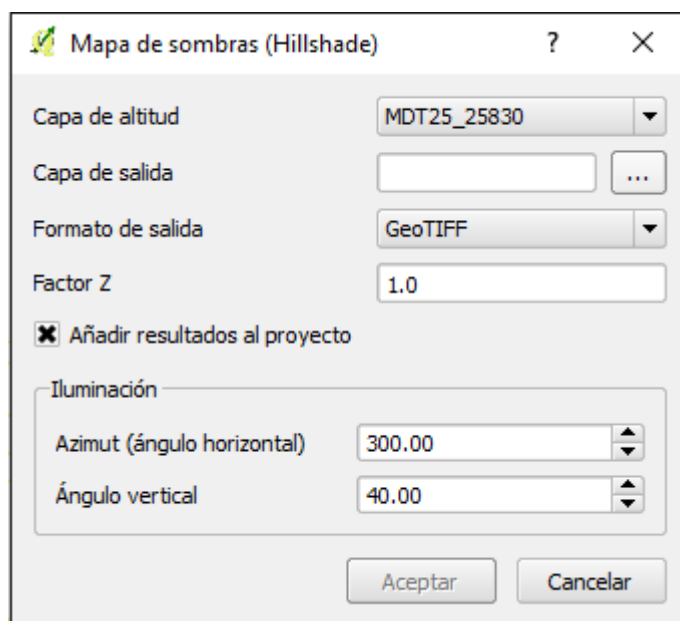


**Figura 24.** Leyenda de la capa mapa de sombras del término municipal de Castillo de Locubín.

## 6.4 Modelo digital del terreno

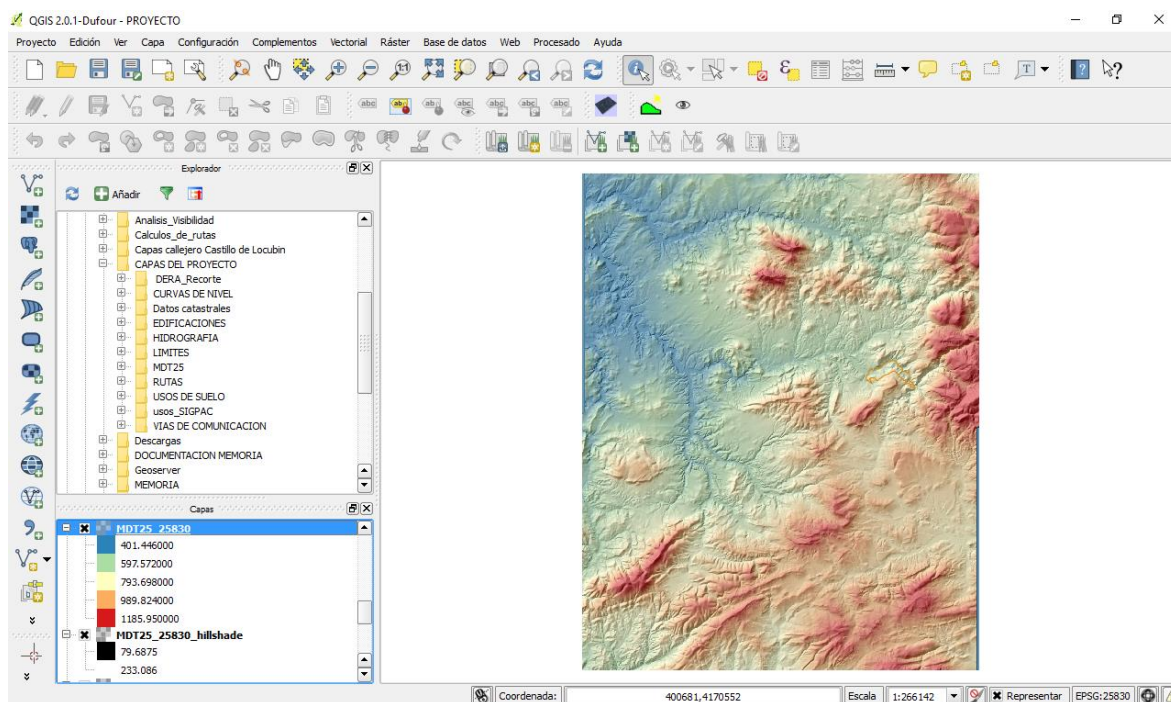
Se obtiene información del modelo digital del terreno, para realizar posibles análisis en el territorio.

En primer lugar, se creó un *hillshade* (mapa de sombras) (fig. 25). Se creó un sombreado del relieve del ráster original. En la capa de altitud se coge el modelo digital del terreno original. En la capa de salida se pone el nombre del fichero de salida. El resto de opciones se dejaron por defecto.



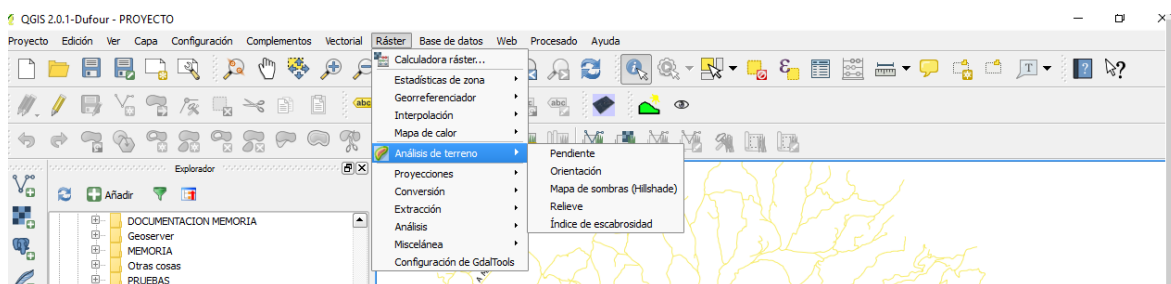
**Figura 25.** Mapa de sombras (Hillshade).

Se cambió la rampa de colores del modelo digital del terreno y se combinó con el mapa de sombras, en la figura 26 se puede apreciar el resultado.



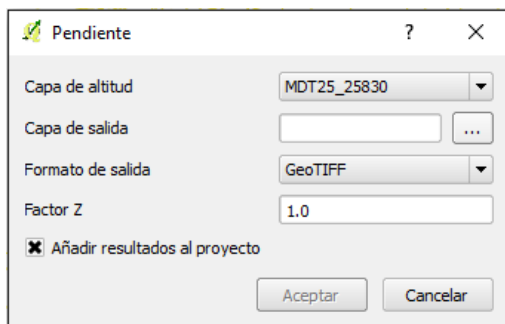
**Figura 26. Resultado de combinar el MDT y el mapa de sombras realizado.**

Además de este análisis se pueden realizar muchos otros (fig. 27): pendiente, orientación y relieve.

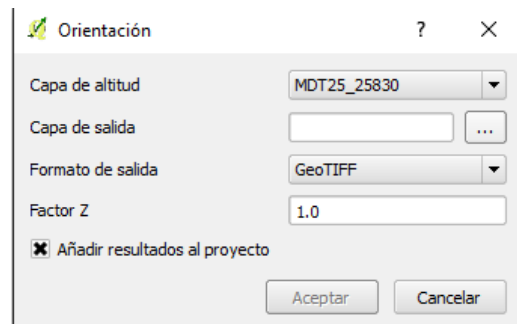


**Figura 27. Análisis de terreno.**

Se calcularon las capas de *pendiente* (fig. 29) y de *orientación* (fig. 28), utilizando la capa del MDT25.

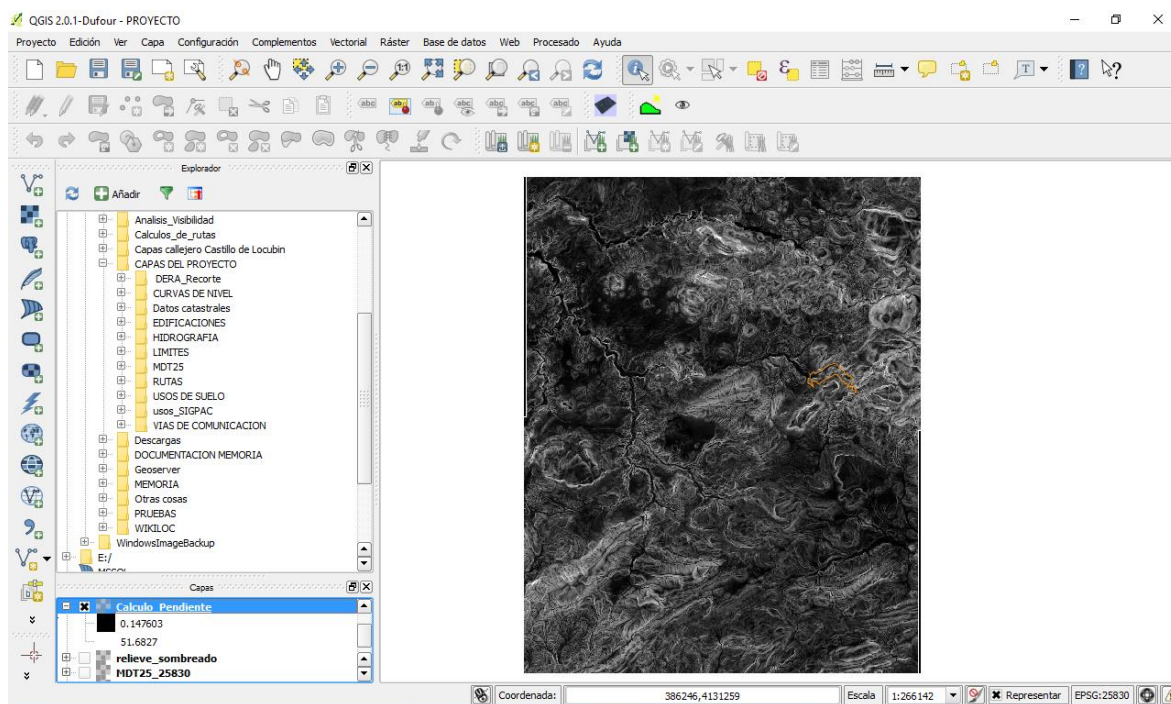


**Figura 29. Cálculo de la capa pendiente**



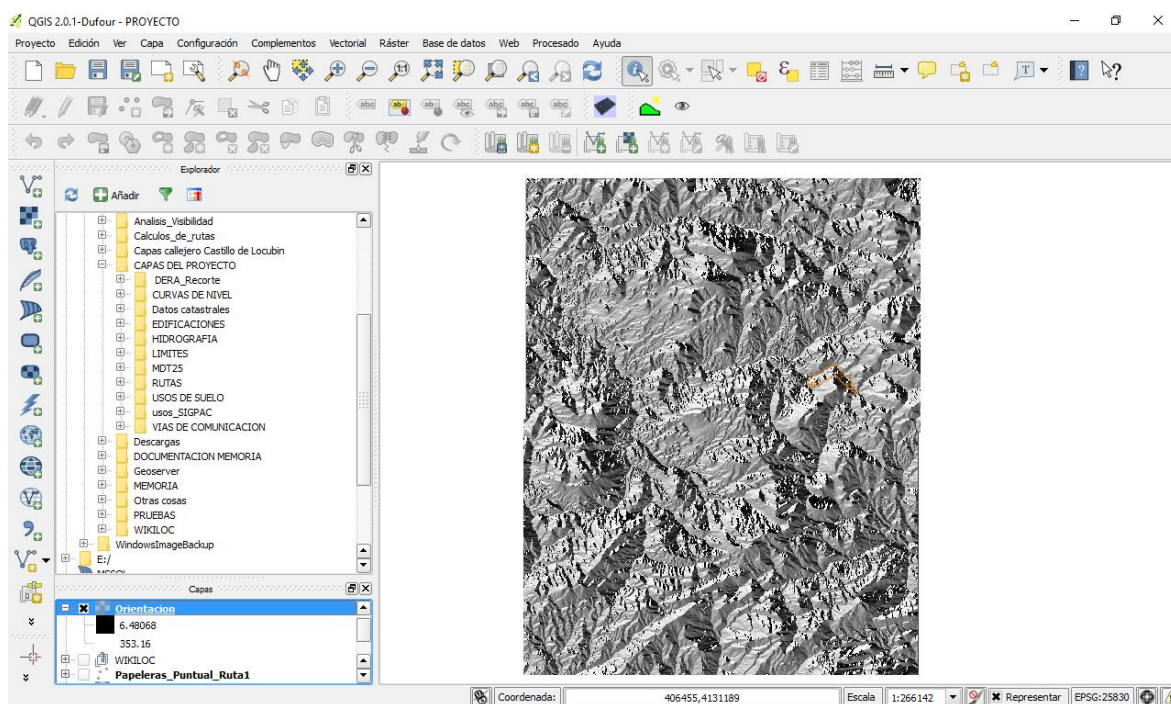
**Figura 28. Cálculo de la capa orientación.**

Otro dato útil a saber sobre el terreno es cómo de escarpado es. En la figura 30 se puede apreciar la pendiente del terreno, con pixeles negros siendo terreno llano y pixeles blancos siendo terreno escarpado.



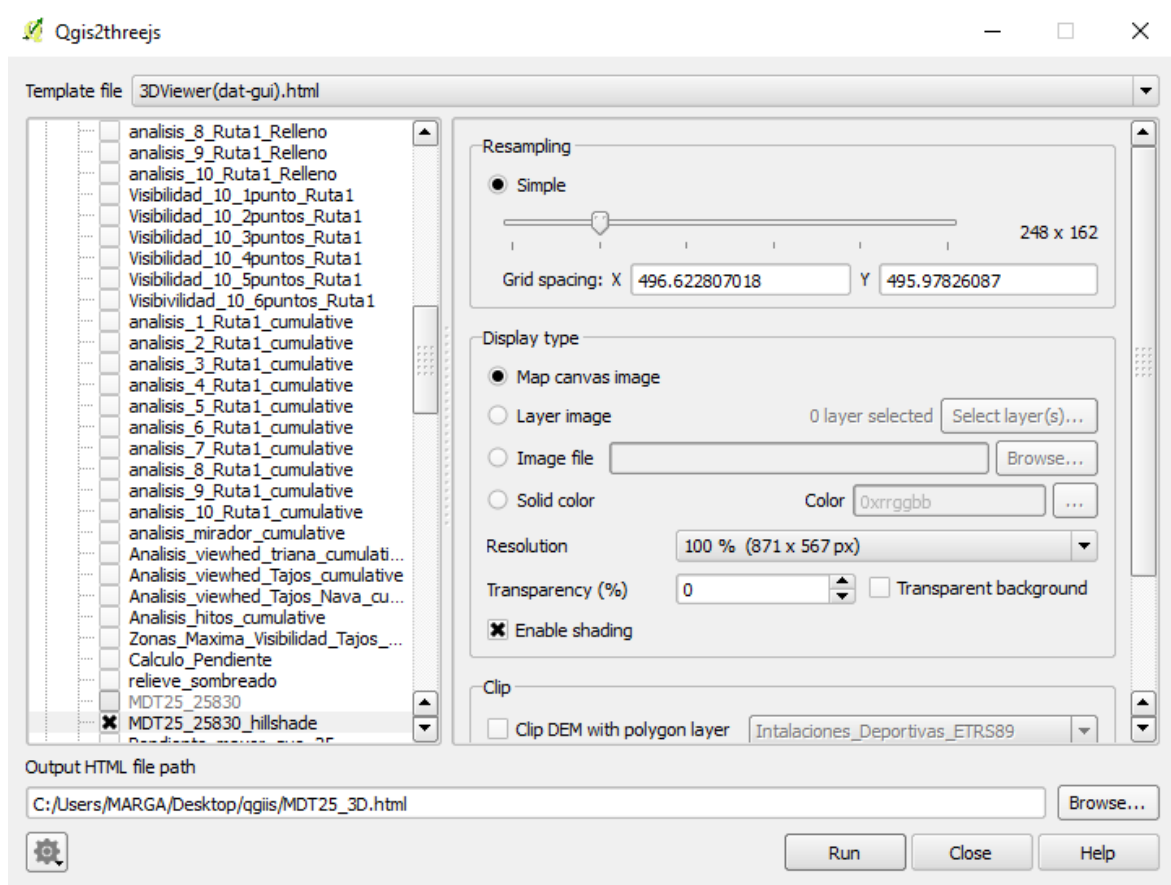
**Figura 30. Pendiente del terreno, en naranja aparece la ruta 1.**

Después se calculó la orientación (fig. 31), la orientación del terreno se refiere a la dirección en la que está orientado.



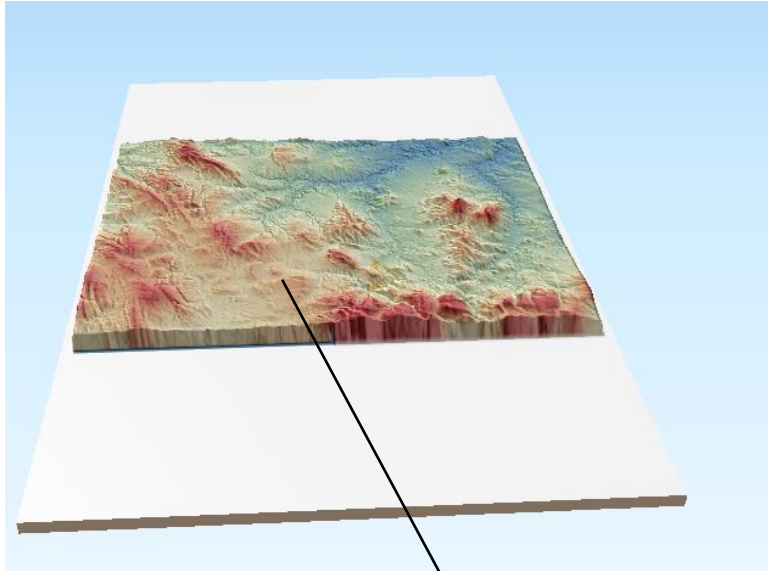
**Figura 31. Orientación del terreno, en naranja aparece la ruta 1.**

Por último, se muestran los datos del terreno en 3D (fig. 33). Gracias al *plugin Qgis2threejs* (fig. 32) se crearon fácilmente visualizaciones en 3D de los datos geográficos. Se instaló el complemento *Qgis2threejs* que es un plugin de Minoru Akagi que exporta los datos del terreno combinados con la imagen del canvas (grafos dinámicos) de QGIS y opcionalmente datos vectoriales a un archivo HTML que se puede ver en 3D en cualquier navegador web que soporte WebGL. Este complemento hace uso de la librería Three.js.

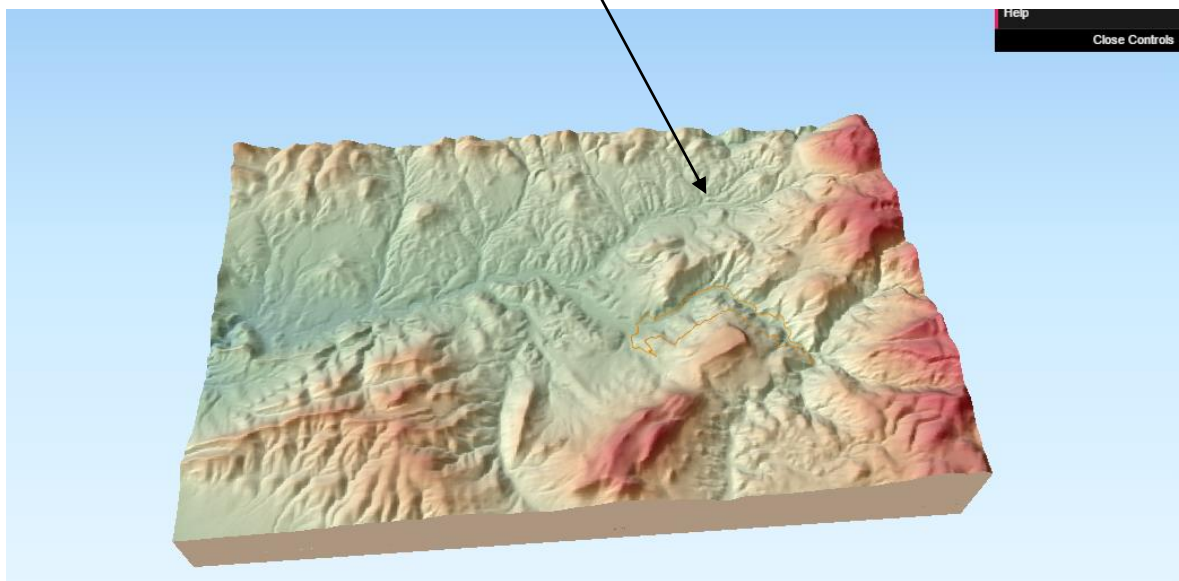


**Figura 32. Configuración del complemento Qgis2threejs.**

Se introdujo el ráster que contiene los datos de elevación y la capa vectorial de la ruta 1, el complemento utiliza los valores de elevaciones y los combina con la imagen de QGIS para crear un archivo HTML. La imagen 3D es dinámica, se puede ampliar, alejar y moverse por el mapa (fig. 34).



**Figura 33. Visualización en 3D del MDT**



**Figura 34. Visualización en 3D del MDT.**

Una vez se preparó toda la información del proyecto, se pasó al establecimiento de rutas.

## 7 ESTABLECIMIENTO DE RUTAS TURÍSTICAS

En este apartado se pretende establecer una serie de rutas de senderismo para ser utilizadas por los ciudadanos del municipio, para fomentar el turismo del pueblo, conocer parajes naturales como es el nacimiento de Río San Juan y fortificaciones del municipio de Castillo de Locubín. Se realizaron una serie de análisis de visibilidad de las rutas, el equipamiento de las rutas, señalización y por último como salidas se obtuvieron mapas de las dos rutas.

Mediante distintos tipos de análisis se ha generado e integrado en el sistema la siguiente información para cada una de las dos rutas creadas:

- Equipamiento y señalización:
  - Barandillas
  - Papeleras
  - Mobiliario y puntos singulares
  - Señalización de la ruta
  - Hitos de la ruta
- Visibilidad. Se han obtenido las zonas de mayor visibilidad desde cada una de la ruta, y el caso contrario, partes de las rutas que se pueden ver desde los alrededores de la ruta.
- Usos de suelo en el paso de la ruta.
- Perfil topográfico.

En los siguientes apartados se describe el proceso realizado para generar la información relativa a la ruta 1 y 2, diferenciando que la ruta 1 ha sido digitalizada y la ruta 2 ha sido descargada de la plataforma de wikiloc.

Se procede a realizar el establecimiento de rutas turísticas por dos procedimientos:

- Digitalización de la ruta de senderismo con ayuda de *google Hybrio*, instalado anteriormente, y la capa de callejero *cartociudad\_25830\_tramo\_vial* para la creación de la ruta nombrada “Nacimiento del Río San Juan” (ruta 1).
- Establecimiento de la ruta 2 llamada “Torre de la Nava”.

## 7.1 Ruta1: Nacimiento del Río San Juan

La ruta del Nacimiento del Río (fig. 35) ha sido diseñada para los turistas que visiten el municipio y quieran realizar una ruta de senderismo para conocer el paraje natural más apreciado de Castillo de Locubín.



*Figura 35. Nacimiento del Río San Juan.*

Para la digitalización de esta ruta, se ha utilizado como referencia la capa del callejero de Castillo de Locubín llamada “cartociudad\_25830\_tramo\_vial”, se descargó anteriormente del centro de descargas del IGN. Para ello, en primer lugar se creó una nueva capa de archivo shape (fig. 36).

Nueva capa vectorial ? X

Tipo

☐ Punto ☒ Línea ☐ Polígono

EPSG:25830 - ETRS89 / UTM zone 30N Especificar SRC

Nuevo atributo

Nombre

Tipo Datos de texto

Anchura 80 Precisión

Añadir a la lista de atributos

Lista de atributos

| Nombre | Tipo    | Anchura | Precisión |
|--------|---------|---------|-----------|
| id     | Integer | 10      |           |

Eliminar atributo

Aceptar Cancelar Ayuda

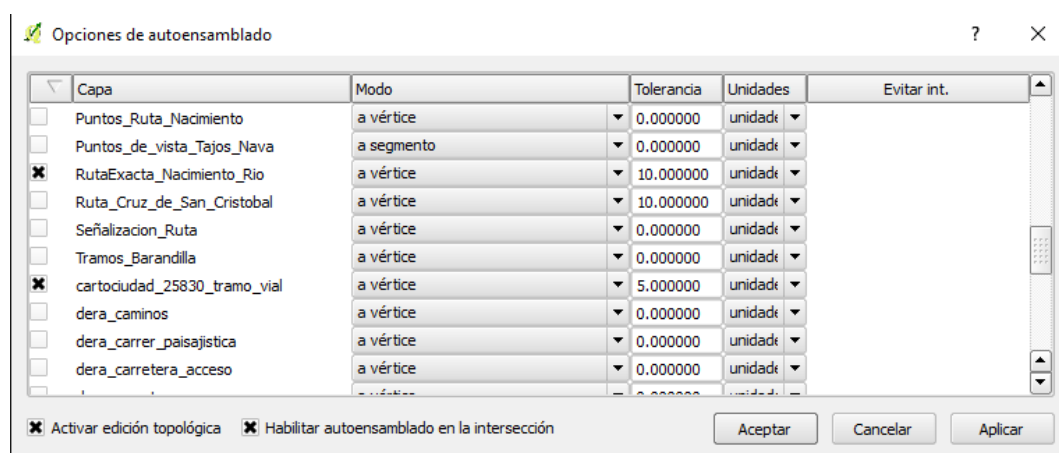
Se seleccionó el tipo de shape, en este caso es lineal. También se seleccionó el sistema de coordenadas EPSG: 25830. Se añadieron los atributos que va a contener esta capa, a priori no se añade nada, ya que esta capa tan sólo va a ser un borrador por donde va a pasar la ruta.

**Figura 36. Creación de una nueva capa vectorial.**

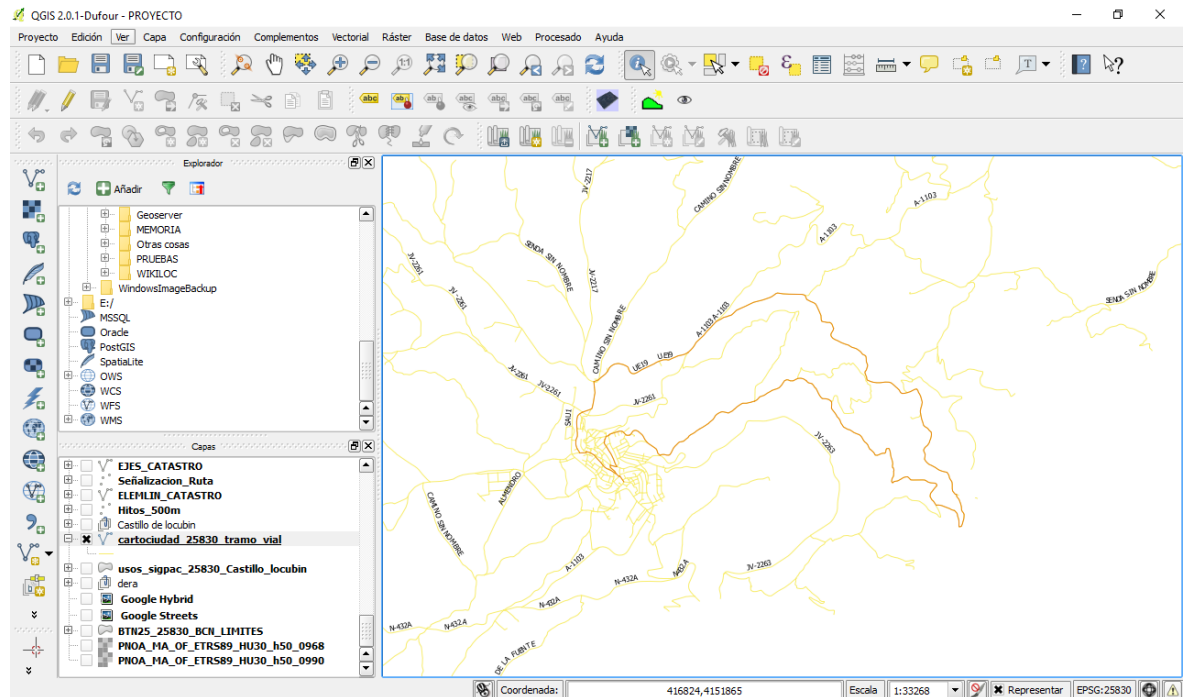
Una vez se realizó el análisis por donde va a pasar la ruta, se pasó a digitalizar la ruta, haciéndola coincidir con el callejero del municipio. Para digitalizar se tuvo en cuenta que los tramos previamente no fuesen superiores de 3.000 metros, por considerar que tramos superiores a esta medida son demasiado largos. Si el camino o calle es demasiado grande se divide en dos tramos.

Se obtuvieron un total de 20 tramos en la ruta, teniendo en cuenta que cada tramo no fuese mayor de 3000 metros y además cada tramo hiciese referencia a una calle o camino, por donde pasa la ruta.

Además para la digitalización, se tuvo en cuenta las opciones de *autoensamblado* para realizar una digitalización correcta. En la figura 37 se ilustra la configuración que ayudó a que la digitalización de la ruta fuese la correcta.

**Figura 37. Opciones de autoensamblado para la digitalización de la ruta 1.**

En la figura 38 se puede apreciar la digitalización de la ruta 1, junto el callejero "cartociudad\_25830\_tramo\_vial".



**Figura 38. Ruta 1 digitalizada.**

Una vez se digitalizó la ruta se siguieron los siguientes pasos:

- En primer lugar, para explotar la ruta, la capa más importante es el MDT.
- Rasterización de la ruta.
- Cálculo de la pendiente y orientación en el paso de la ruta.
- Creación de una capa de barandillas. Teniendo en cuenta los ríos que pasan y dónde la pendiente sea mayor del 25 por ciento.
- Una capa de papeleras, teniendo en cuenta que la pendiente sea inferior al 10 por ciento y con una longitud de 30 o 40 metros.
- Equipamiento y puntos singulares de la ruta.
- Señalización de la ruta.
- Análisis de visibilidad.
- Usos de suelo en el paso de la ruta.
- Perfil topográfico de la ruta.

### 7.1.1 Rasterización de la ruta

Un paso previo, antes de seguir haciendo procesos con la ruta, fue la conversión de la ruta vectorial a ráster para poder realizar intersecciones con capas ráster (capa de *cálculo de pendientes* y capa de *orientación*).

Se necesita alinear la capa ráster de la ruta, con la capa ráster de *pendientes*. Al rasterizar la capa vectorial de la ruta, se tuvo en cuenta la dimensión de la capa a alinear (en este caso la capa ráster de *pendientes*) y el tamaño de pixel de la capa de *pendientes*. El tamaño de píxel de la capa *pendientes* es de 25x25 metros.

Es un problema el hecho de no obtener resultados coherentes en el álgebra de mapas porque las capas ráster han sido obtenidas a partir de la rasterización de capas vectoriales sin tener en cuenta la extensión. El software no fija de manera directa la extensión de la capa a rasterizar, sino que lo hace automáticamente, esto es un problema, por tanto se fija la extensión de la capa manualmente (fig. 39).

Esta situación se resuelve fácilmente utilizando la misma extensión de la capa con la que se va a realizar la intersección. La extensión de la capa se mira en los metadatos de las propiedades de la capa. En la figura 39 se ilustra el proceso de rasterización.

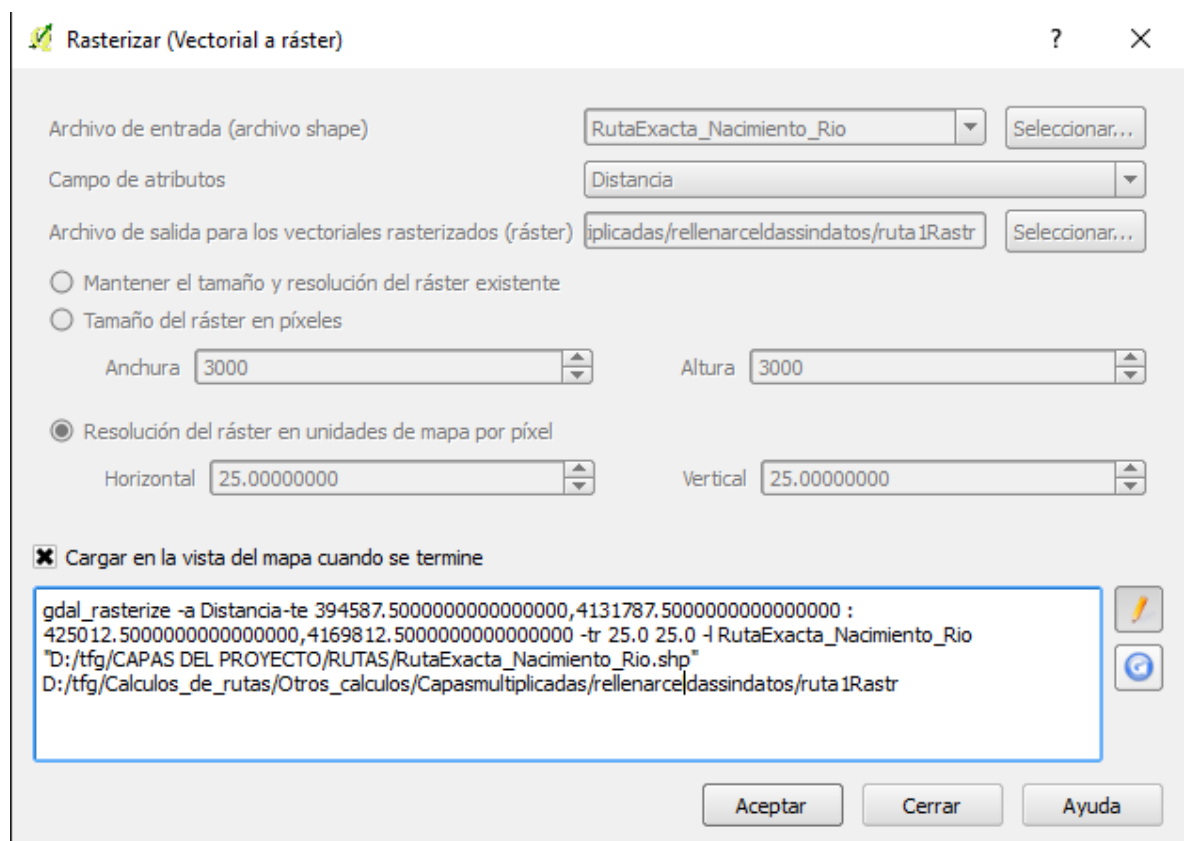
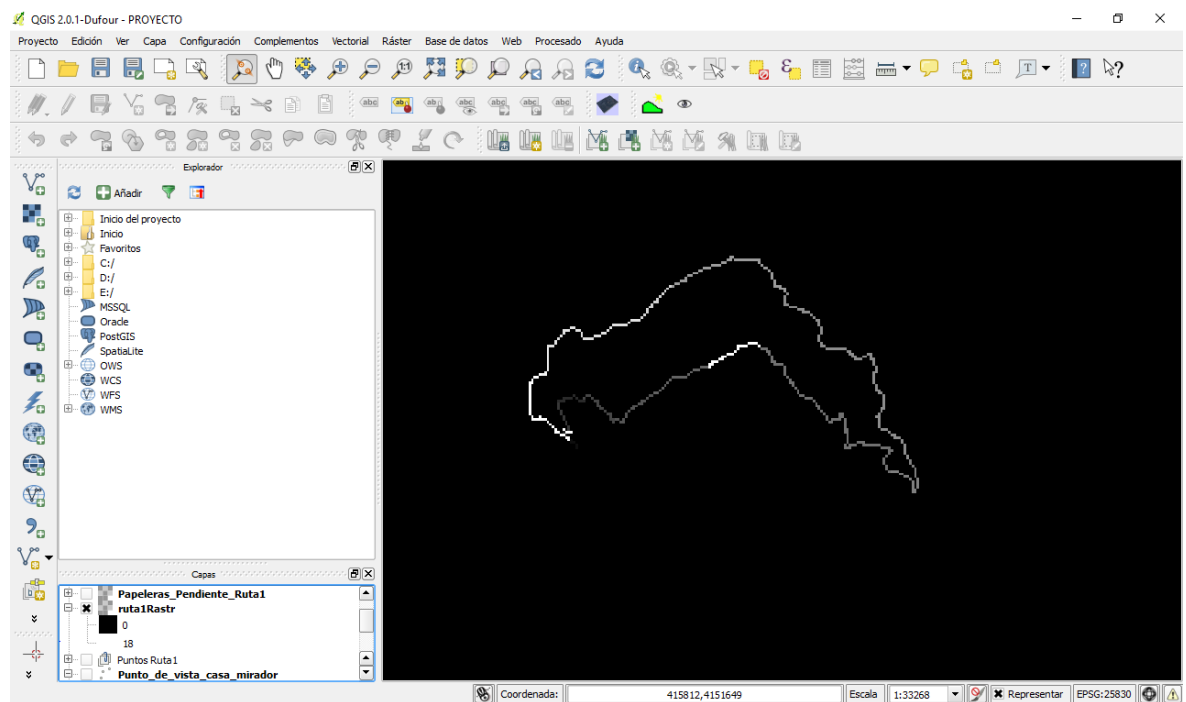


Figura 39. Proceso de rasterización.

Una vez esto, se pudo hacer la intersección con la capa de pendientes u otras capas con la extensión requerida.

Anteriormente, se calculó la capa ráster de *pendientes* y de *orientación*, si se quiere hallar más concretamente la pendiente y orientación en el paso de la ruta se necesita realizar una intersección con la capa de la ruta. Por ello se realizó el paso anterior de rasterización de la ruta vectorial. En la figura 40 se puede apreciar la ruta rasterizada.



**Figura 40. Ruta 1 rasterizada.**

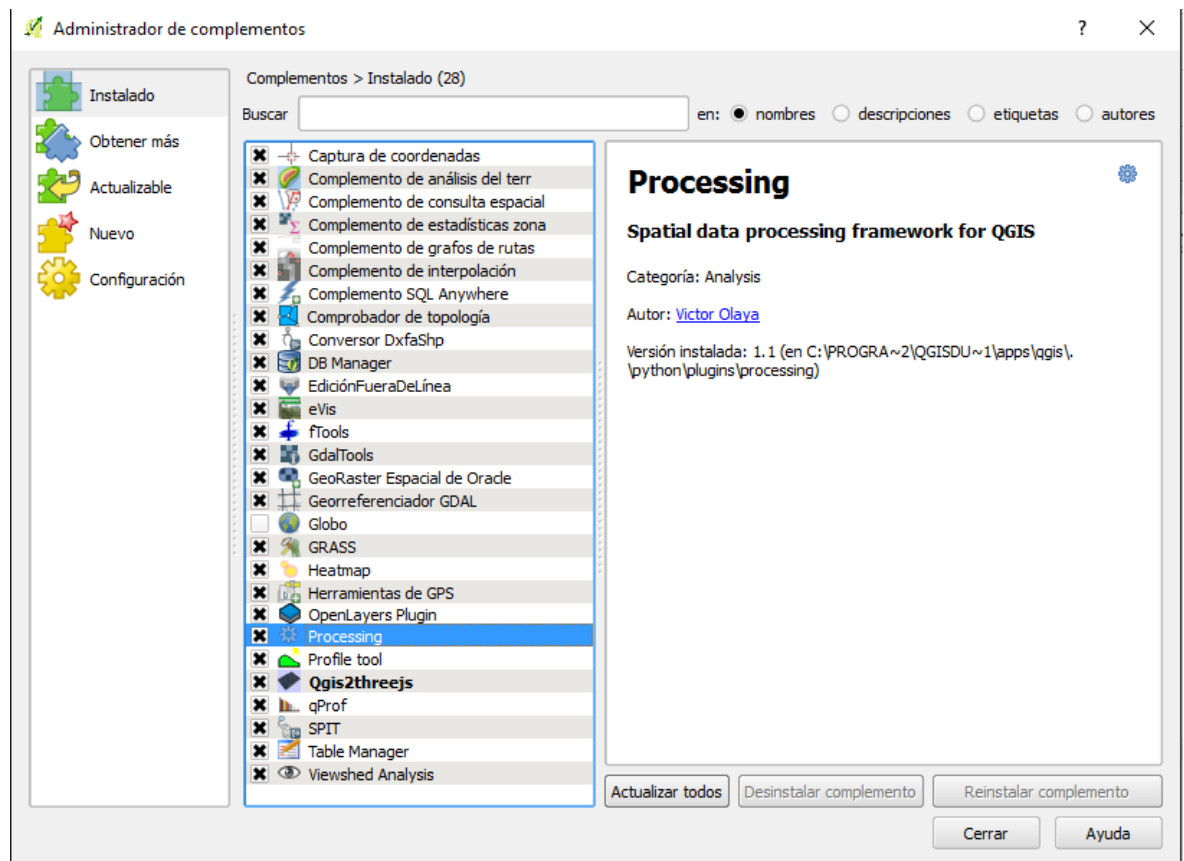
La ruta rasterizada se representa por valores desde “0” hasta “18”. Las celdas “0” no pertenecen a la ruta, y las celdas distintas de “0” son las que conforman la ruta 1.

Cabe destacar que esto es otro problema a la hora de realizar la intersección entre la ruta rasterizada y la capa *pendientes* por ejemplo. Ya que al realizar la intersección con la calculadora ráster, lo que se realiza es una multiplicación entre los valores de la capa de *pendientes* y los valores de la capa *rasterizada*.

Por ello conviene que las celdas de la ruta tenga valores “1” y los demás valores sean “0”, para al realizar la intersección, la multiplicación entre los distintos valores de las celdillas de los dos ráster, den los valores correctos.

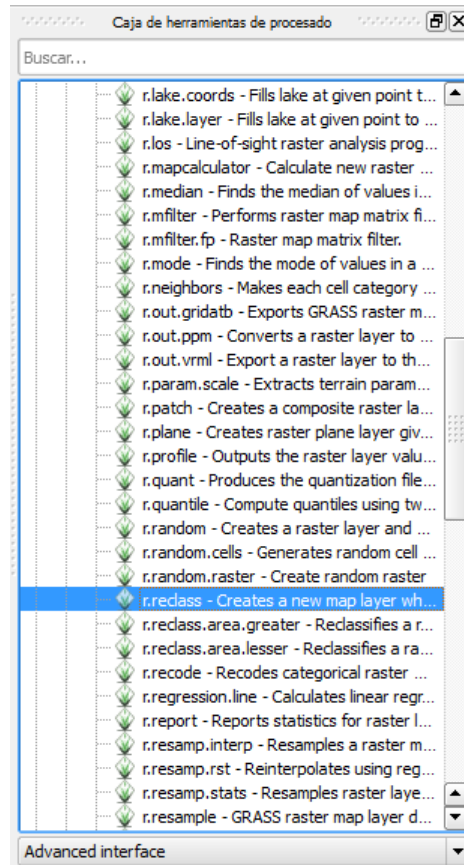
Por tanto, el siguiente paso que se realizó fue una reclasificación de la ruta. A todos los píxeles que conformaban la ruta se les dio valor “1” y los demás píxeles siguieron teniendo valor “0”.

Para realizar la reclasificación se necesita comprobar que el plug-in “processing” esté activado. Desde el administrador de complementos se instaló el complemento *processing* (fig. 41), para poder utilizar la caja de herramientas de procesado.



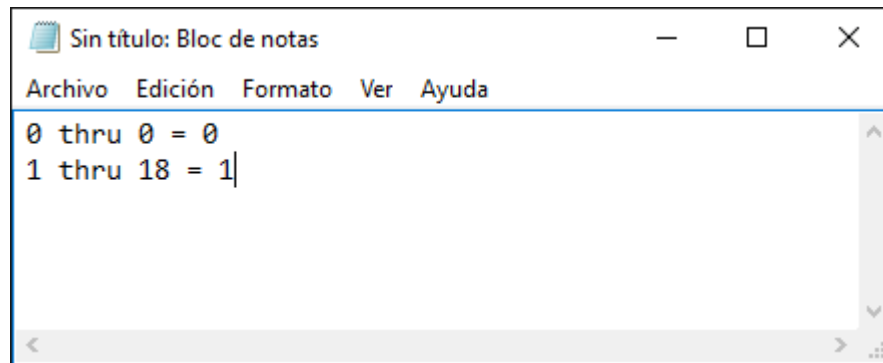
**Figura 41. Complemento “processing”.**

A continuación, se elige la opción caja de herramientas. En la caja de herramientas, en la parte inferior se seleccionó la interfaz avanzada *advance interface* para utilizar algunos comandos de aquí. Se selecciona el comando *r.reclass* (fig. 42).



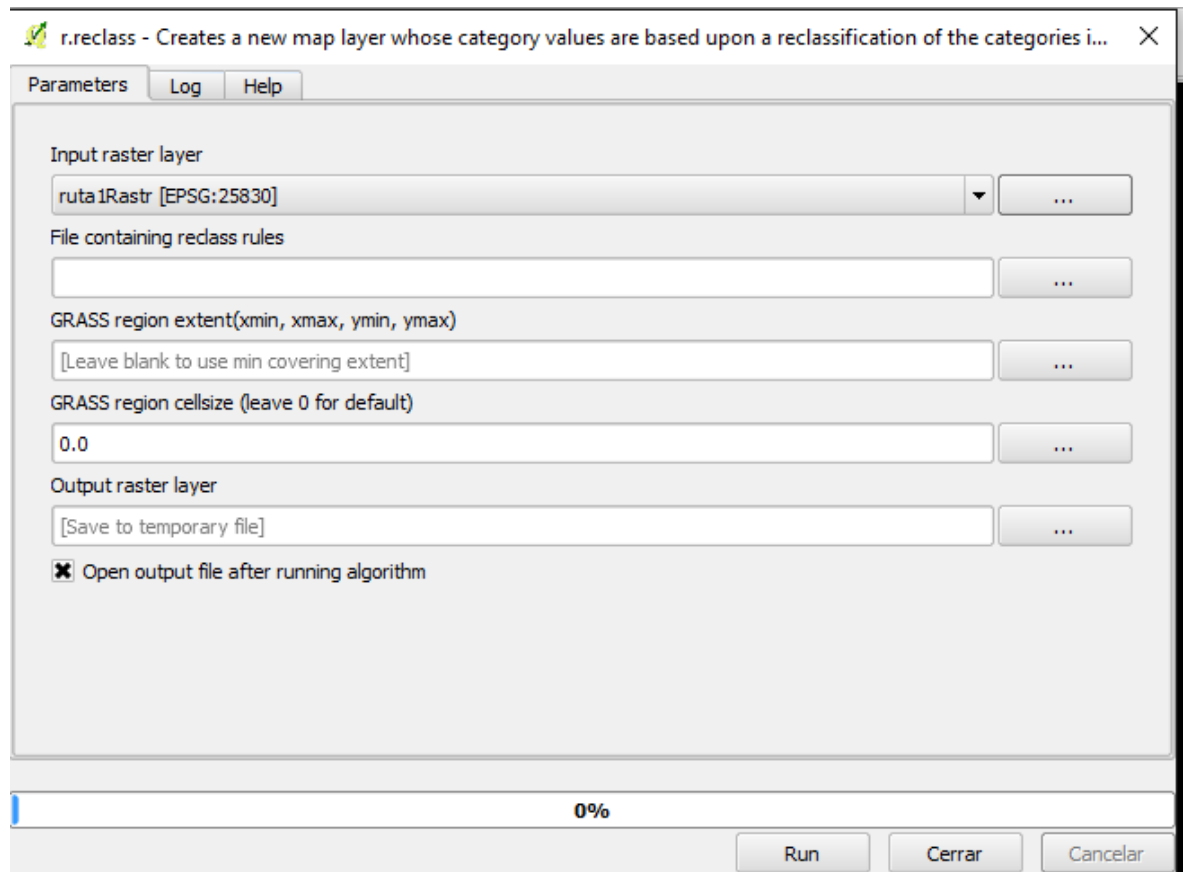
**Figura 42. Caja de herramientas de procesado. Se selecciona el comando “r.reclass”.**

Para poder trabajar con esa herramienta se debe crear un archivo de texto con las reglas de clasificación (fig. 43).



**Figura 43. Archivo de texto con las reglas de clasificación.**

Una vez se tenga el archivo de reglas de clasificación se guarda como un archivo de texto. Ahora se selecciona “r.reclass”.

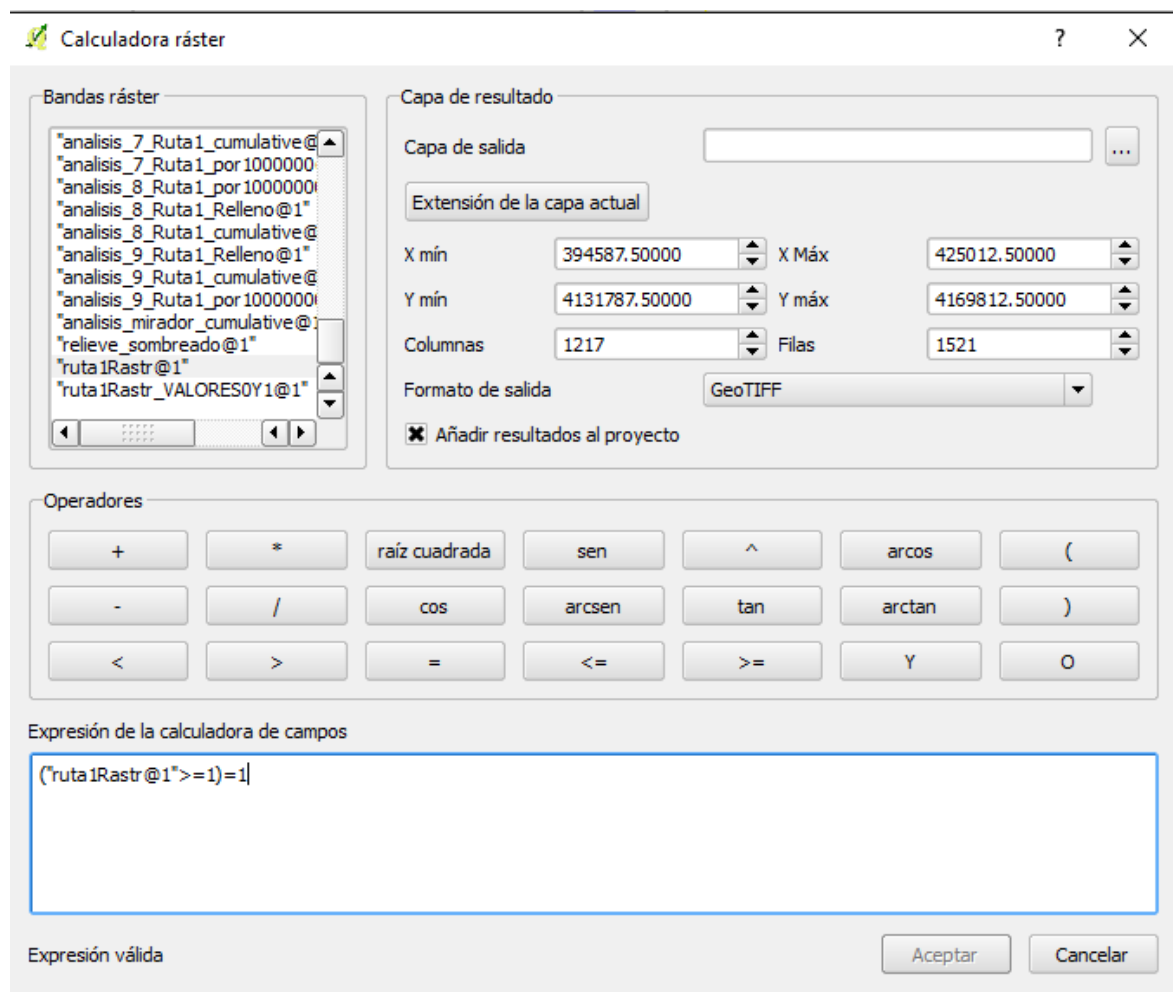


**Figura 44. Configuración del comando “r.reclass”.**

Se elige la capa a reclasificar, el archivo que contiene las reglas de clasificación y también el archivo de salida (fig. 44).

Con este proceso ya se tiene la capa de la ruta 1 con valores de “0” y “1”.

Sin embargo, este proceso se puede realizar de una manera más sencilla con la calculadora ráster. En la figura 45 se ilustra el proceso realizado.



**Figura 45. Proceso realizado con la calculadora ráster para la obtención de la ruta 1 rasterizada con valores de "0" y "1".**

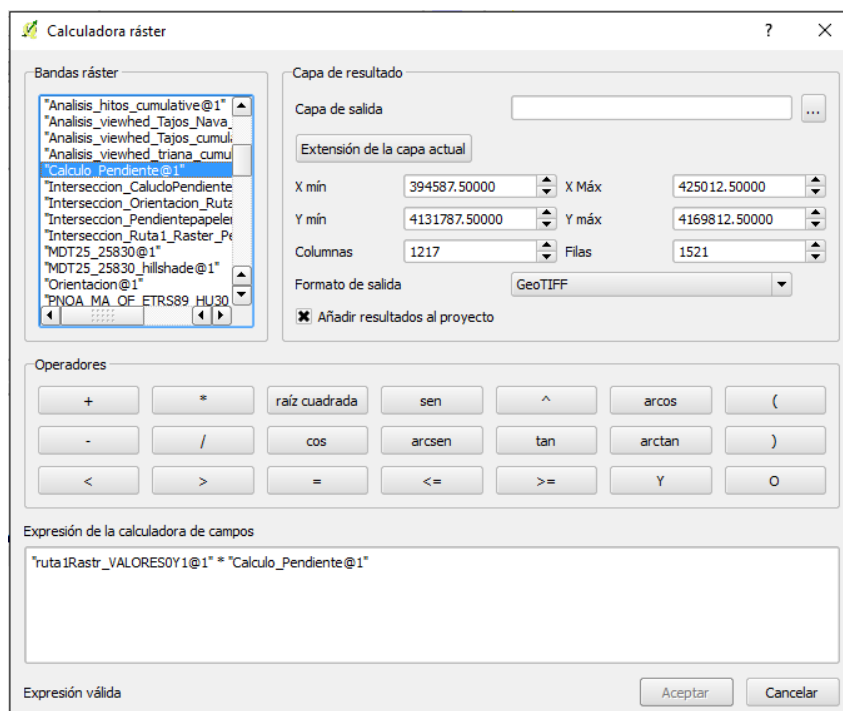
Este código viene a decir que los valores de las celdillas que sean mayores o igual a "1" le de valor "1". Los valores "0" se seguirán manteniendo "0".

Una vez se realizó estos pasos intermedios se pasó al siguiente objetivo: calcular qué valores de pendiente y orientación tiene el paso de la ruta.

A continuación, se explica el cálculo de la pendiente de la ruta 1, puesto que el cálculo de la orientación se haría de la misma manera.

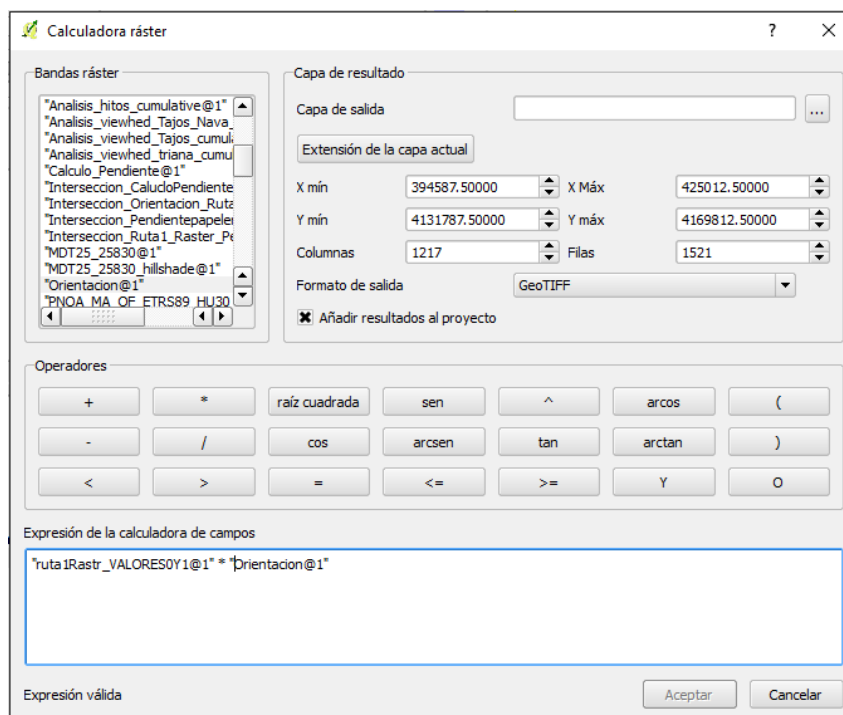
### 7.1.2 Cálculos de pendiente y orientación de la ruta

El cálculo de la pendiente de la ruta es simplemente una intersección entre las capas, es decir, con la calculadora ráster se realiza una multiplicación entre la *capa rasterizada* de la ruta (con valores "0" y "1") y la capa de *cálculo de pendiente*. En la figura 46 se puede apreciar la multiplicación entre ambas capas.



**Figura 46. Intersección entre la capa rasterizada de la ruta 1 (con valores “0” y “1”) y la capa de “cálculo de pendiente”.**

Para el caso de la orientación se siguió el mismo proceso (fig. 47).



**Figura 47. Intersección entre la capa rasterizada de la ruta 1 (con valores “0” y “1”) y la capa de “orientación”.**

A partir de los datos generados, se introduce la pendiente máxima, media y mínima, igual para la orientación (tabla 2). La distancia queda expresada en

metros y la pendiente en tanto por ciento. La orientación queda expresada en grados.

**Tabla 2. Datos sobre la pendiente y orientación de los distintos tramos de la ruta 1.**

| Tramo | Nombre                      | Distancia | Pendiente |        |       | Orientación |        |       |
|-------|-----------------------------|-----------|-----------|--------|-------|-------------|--------|-------|
|       |                             |           | Mínima    | Máxima | Media | Mínima      | Máxima | Media |
| 1     | Paseo de la Constitución    | 120.99    | 7         | 44     | 26    | 223         | 306    | 265   |
| 2     | Calle Canton Alto           | 101.4     | 16        | 18     | 17    | 219         | 222    | 221   |
| 3     | Calle Pascual Leyva         | 63.82     | 11        | 14     | 13    | 219         | 227    | 223   |
| 4     | Avenida Virgen de la Cabeza | 298.12    | 7         | 12     | 10    | 244         | 255    | 250   |
| 5     | Calle San Anton             | 289.74    | 9         | 17     | 13    | 327         | 347    | 337   |
| 6     | Calle San Anton             | 419.95    | 9         | 16     | 13    | 0           | 359    | 180   |
| 7     | Camino del Cementerio       | 487.31    | 6         | 14     | 10    | 18          | 338    | 178   |
| 8     | Camino del Cementerio       | 624.8     | 7         | 26     | 17    | 306         | 349    | 328   |
| 9     | Camino de las Quebradas     | 582.12    | 11        | 16     | 14    | 8           | 355    | 182   |
| 10    | Camino la haza-Vela         | 2257.24   | 14        | 31     | 23    | 4           | 356    | 180   |
| 11    | Camino Haza-Vela            | 705.4     | 3         | 28     | 16    | 14          | 105    | 60    |
| 12    | Camino del Vadillo          | 2500.06   | 2         | 32     | 17    | 14          | 358    | 186   |
| 13    | Camino del Nacimiento       | 1388.75   | 4         | 27     | 16    | 193         | 280    | 237   |
| 14    | Carretera de Valdepeñas     | 402.07    | 17        | 27     | 22    | 137         | 148    | 143   |
| 15    | Camino del Caz              | 1064.85   | 9         | 14     | 12    | 155         | 188    | 172   |
| 16    | Calle la Carrera            | 360.03    | 0         | 6      | 3     | 1           | 343    | 172   |
| 17    | Calle Condesa de Humanes    | 428.15    | 11        | 18     | 15    | 11          | 339    | 175   |
| 18    | Calle Empedrada             | 71.5      | 10        | 12     | 11    | 233         | 244    | 239   |
| 19    | Calle Blas Infante          | 217.05    | 10        | 17     | 14    | 229         | 243    | 236   |
| 20    | Calle Reyes Católicos       | 143.17    | 13        | 18     | 16    | 235         | 224    | 230   |

### 7.1.3 Equipamiento de la ruta

En este apartado se realizan todas las capas relacionadas con el equipamiento de la ruta, como son las capas de barandillas, papeleras, puntos singulares señalización e hitos.

#### 7.1.3.1 Capa de barandillas

Esta capa ilustra la localización de todas las barandillas que son necesarias en la ruta 1.

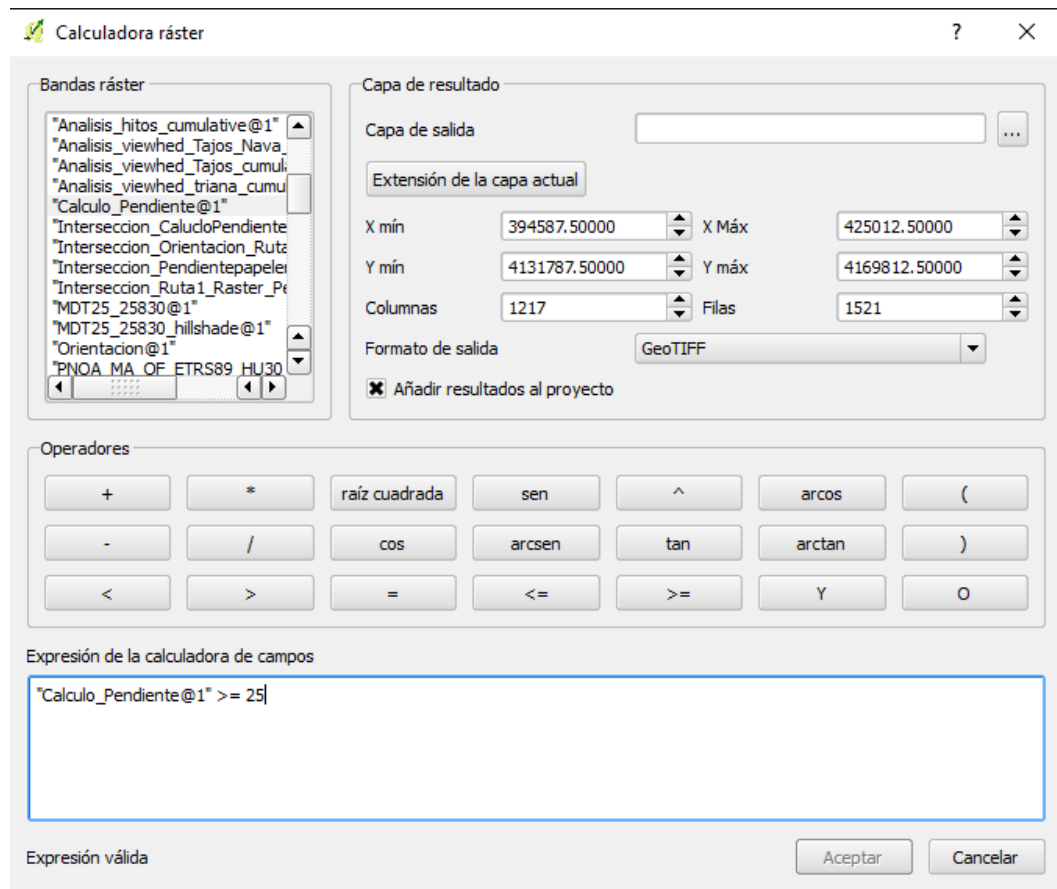
La colocación de las barandillas se ha dispuesto según estos factores:

- Teniendo en cuenta el paso de los ríos o arroyos.
- Teniendo en cuenta la pendiente, a priori se fija que una pendiente mayor del 25 por ciento es considerada peligrosa.

Estos dos factores se resuelven del siguiente modo:

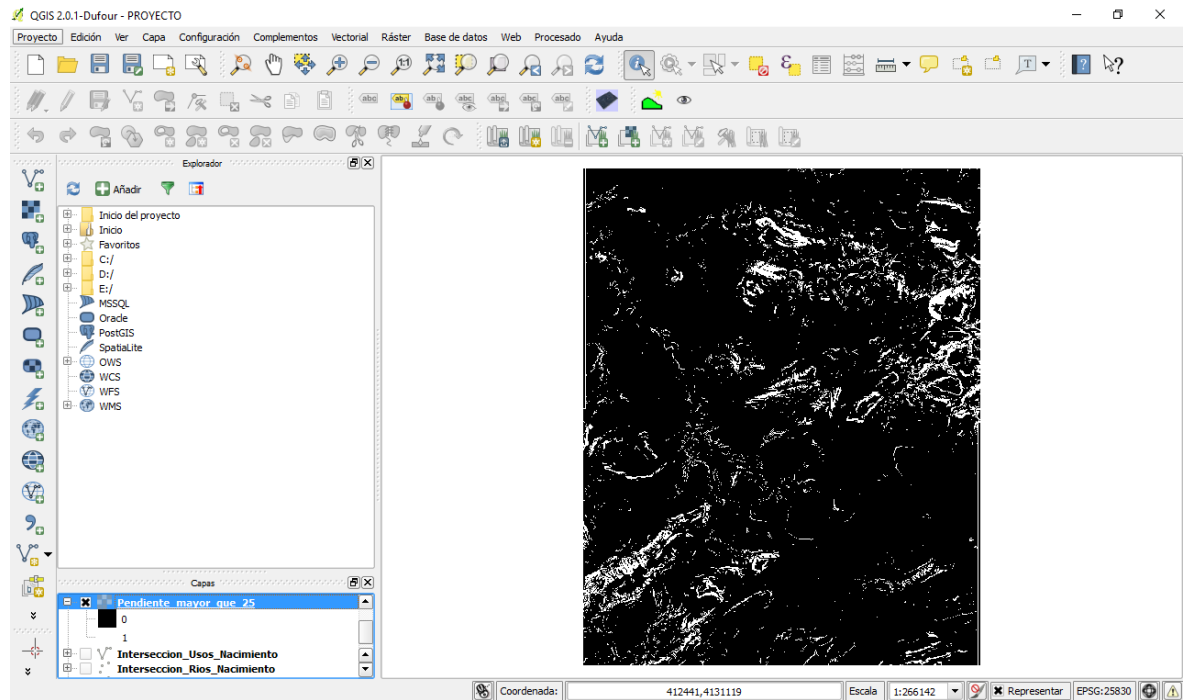
- Realizando una intersección entre la capa de ríos y la capa de la ruta 1.
- Realizando una intersección entre la capa de pendientes mayores del 25 por ciento y la ruta 1 rasterizada.

En primer lugar, se calculó la capa ráster con pendientes mayores del 25 %. Esto se realizó con la calculadora ráster, simplemente se escribió que la capa “cálculo pendiente” sea mayor o igual a 25 (fig. 48).



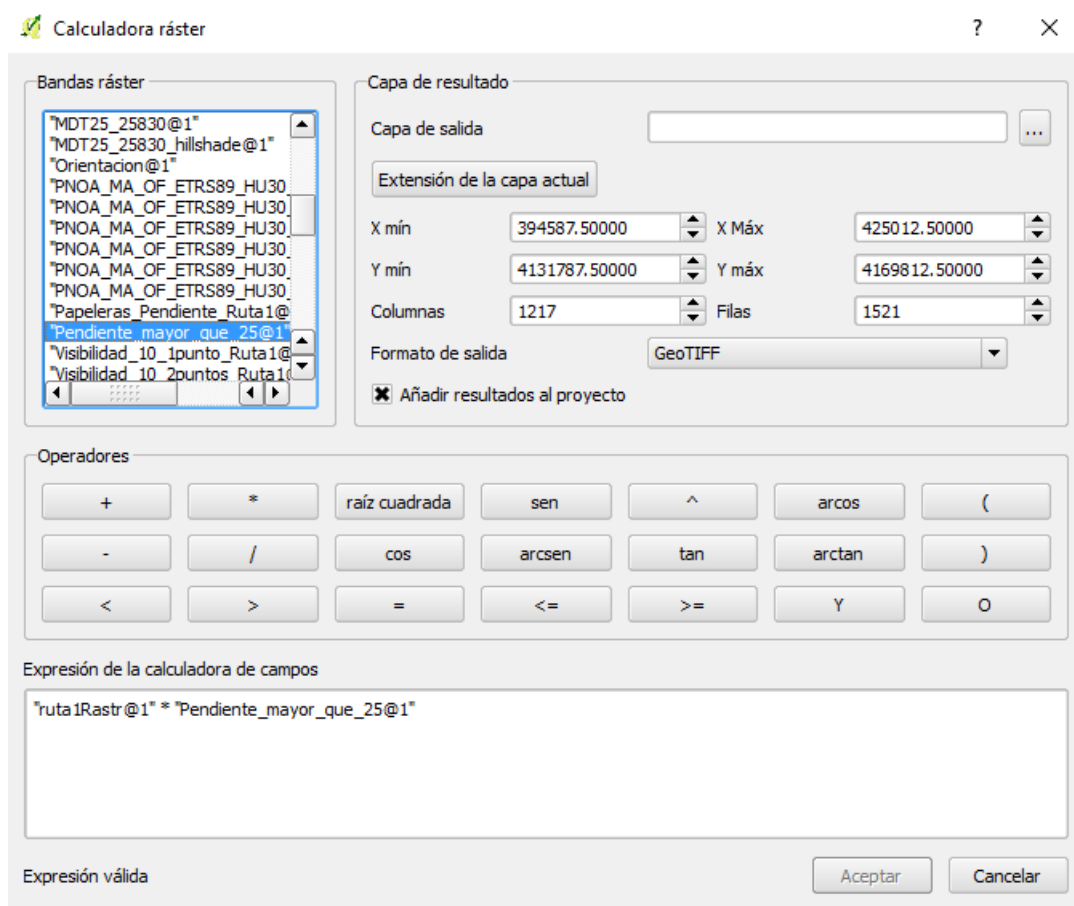
**Figura 48. Proceso realizado para el cálculo de la capa pendientes mayores o igual que 25 %.**

Se creó una capa de pendientes mayor o igual que 25 % (fig. 49). La capa ráster tiene valores de “0” y “1”. Donde la pendiente es mayor o igual que 25 % el valor de la celdilla es “1”.



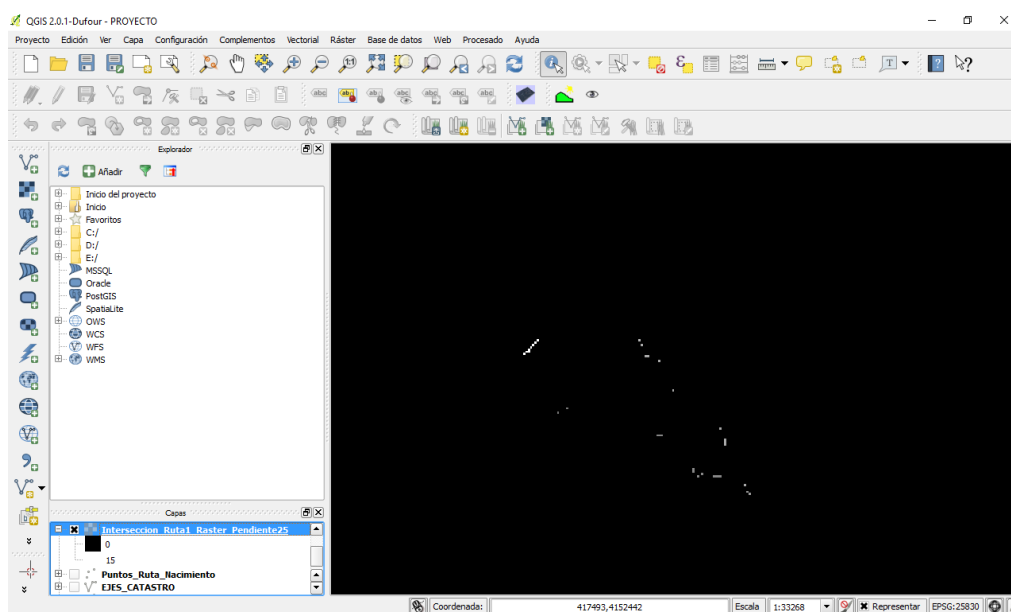
**Figura 49. Capa de pendientes mayor o igual que 25%. Donde la pendiente es mayor o igual que 25 % el color de la celdilla es blanco.**

A continuación, se realizó la intersección entre la capa creada y la capa de ruta rasterizada. En esta intersección se tuvo en cuenta la extensión de la capa de pendiente mayor o igual que 25 %. Esto se muestra en los metadatos de la capa, y se comprueba que es la misma, por tanto, se puede realizar la intersección entre ambas capas. La intersección se realizó multiplicando ambas capas (fig. 50).



**Figura 50.** Intersección entre la capa de pendientes mayores del 25 % y la capa de la ruta 1 rasterizada.

En la figura 51 se puede apreciar el resultado obtenido.

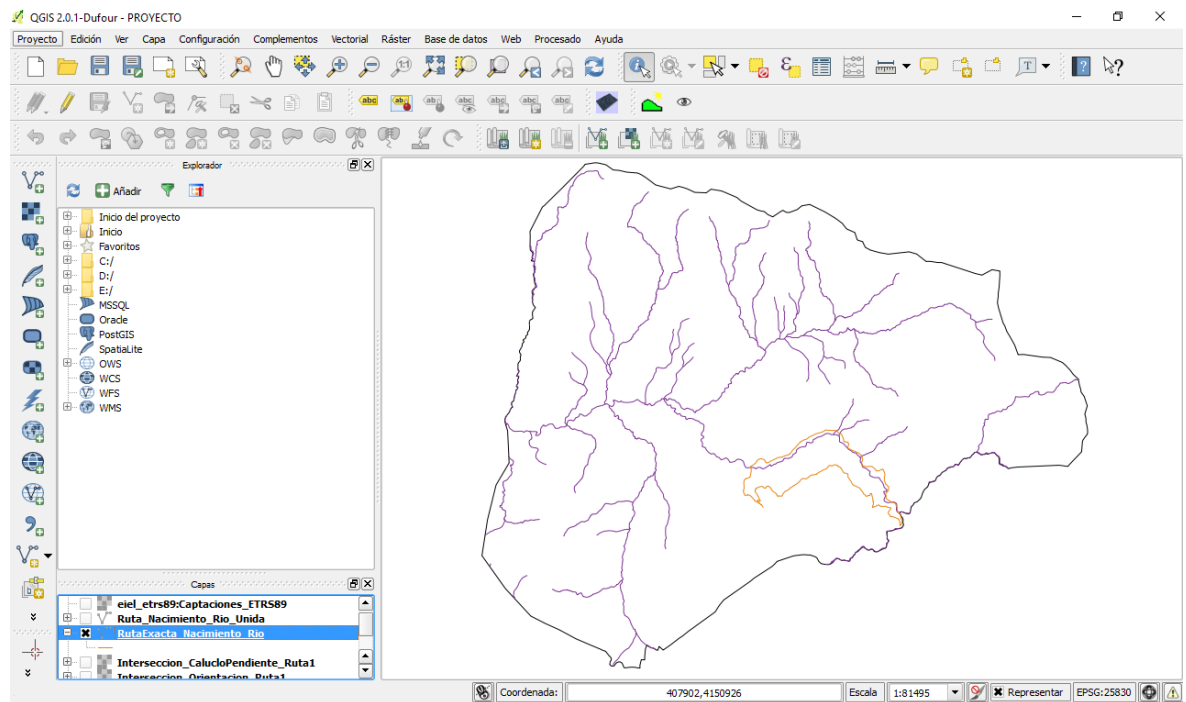


**Figura 51.** Zonas de la ruta 1 dónde la pendiente es mayor que el 25 %.

Los píxeles distintos de negro es donde se encuentran las zonas de la ruta con pendiente mayor de 25 %. Por tanto, en esas zonas es donde es necesario colocar las barandillas.

Por otro lado, para cumplir el otro factor, se realizó la intersección entre la capa de ríos del municipio y la capa de la ruta 1, ambas capas vectoriales.

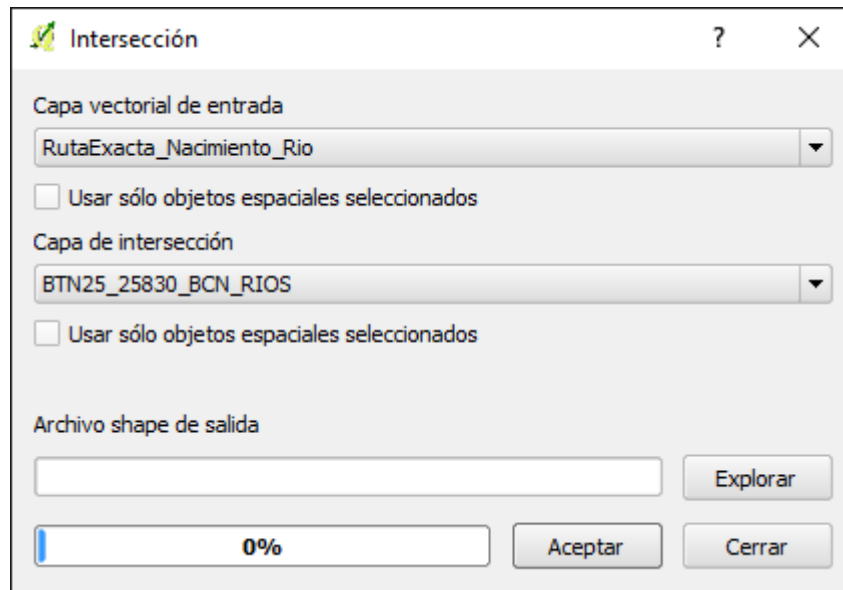
Se introduce la capa de ríos (*BTN25\_25830\_BCN\_RIOS*), descargada del centro de descargas del IGN (fig. 52).



**Figura 52. Capa de ríos del municipio de Castillo de Locubín.**

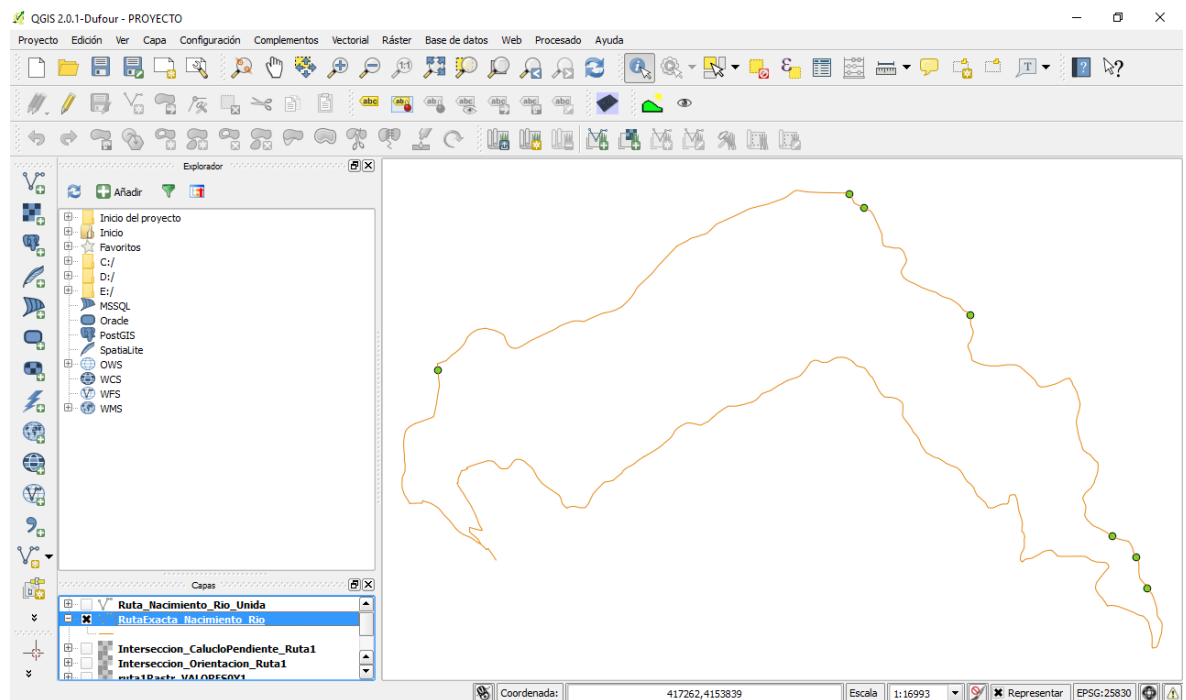
Se realizó una intersección entre las dos capas vectoriales, por tanto, el procedimiento cambió respecto a la intersección anterior.

Para realizar la intersección entre la capa de ríos y la capa vectorial de la ruta digitalizada se realizó desde las herramientas de geoproceto: “Intersección” (fig. 53).



**Figura 53. Intersección de la capa ríos con la capa de ruta 1.**

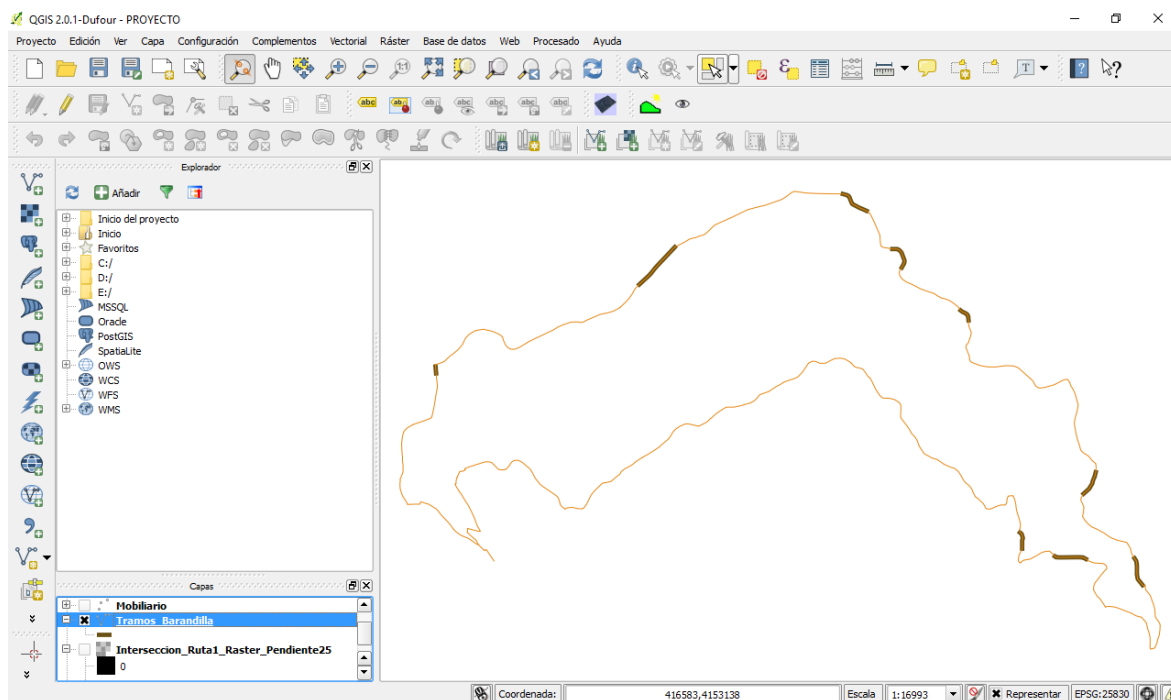
El resultado de una intersección entre dos capas vectoriales es una capa puntual, en la figura 54 se ilustra el resultado.



**Figura 54. Puntos de intersección entre la capa de ríos del municipio y la capa de la ruta 1.**

Por último, queda realizar la digitalización de los tramos de barandillas teniendo en cuenta los resultados de las dos capas anteriores. Se creó una *nueva capa vectorial* de tipo lineal. En la tabla de atributos, se indicó el lado donde va la barandilla, si en el nombre pone derecha o izquierda, según el sentido de realización de la ruta. Si no se especifica derecha o izquierda, la barandilla está

incluida en los dos lados de la ruta 1. En la figura 55 se ilustran los tramos de barandilla en marrón oscuro.



**Figura 55. Tramos de barandilla de la ruta 1 en color marrón.**

En la tabla 3 se ilustra la tabla de atributos de la capa barandillas. La tabla de atributos muestra cómo se conservan las barandillas con el tiempo, la fecha en la que fue implantada y la fecha de revisión.

**Tabla 3. Tabla de atributos de la capa barandillas de la ruta 1.**

| id | Tipo                        | Estado  | Fecha Impl | Fecha Revi | Ruta |
|----|-----------------------------|---------|------------|------------|------|
| 1  | Barandilla madera izquierdo | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 2  | Barandilla madera izquierdo | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 3  | Barandilla madera izquierdo | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 4  | Barandilla madera izquierdo | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 5  | Barandilla madera izquierdo | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 6  | Barandilla madera izquierdo | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 7  | Barandilla madera derecho   | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 8  | Barandilla madera izquierdo | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 9  | Barandilla madera           | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |

### 7.1.3.2 Capa de papeleras de la ruta

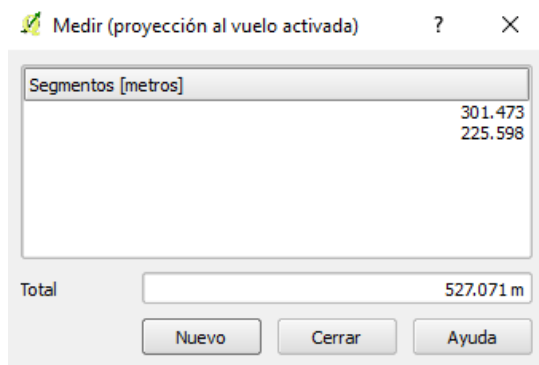
Esta capa muestra la localización de las papeleras a lo largo de la ruta 1. La colocación de las papeleras se dispondrá según estos factores:

- Zonas llanas con cierta visibilidad.
- Teniendo en cuenta que la pendiente sea inferior al 10%.

- Teniendo en cuenta una separación de 300 metros entre las diferentes papeleras.

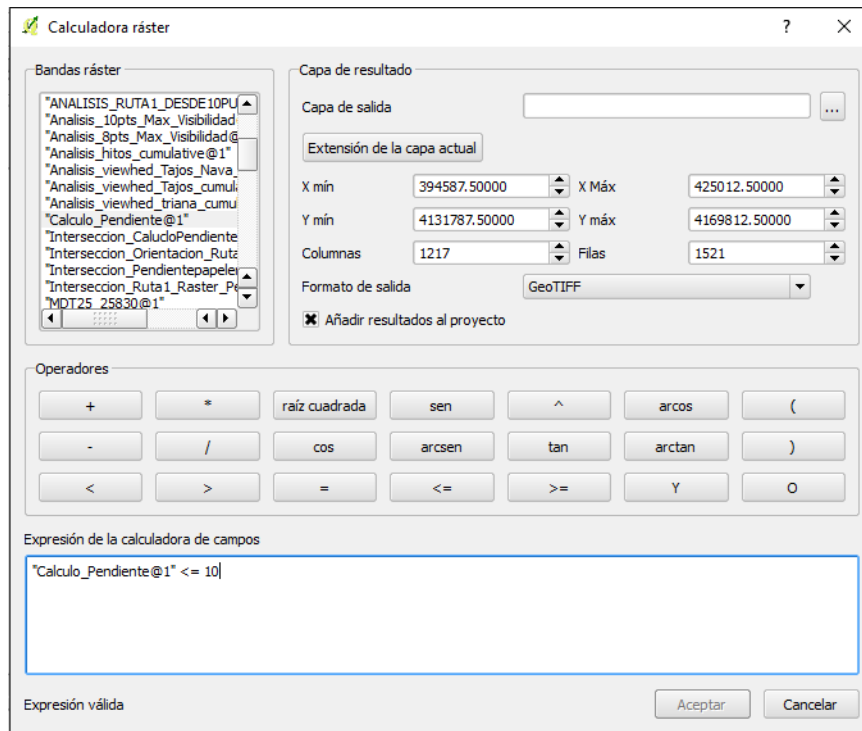
Estos dos factores se resuelven del siguiente modo:

- Creando una capa de pendientes menor del 10 %. Consideramos que una pendiente inferior al 10 % es correcta para la colocación de una papeleras.
- Realizando una intersección entre la capa de pendientes inferiores al 10 % y la ruta 1 rasterizada.
- La separación entre papeleras la realizamos midiendo con la herramienta medir línea (fig. 56).



**Figura 56. Herramienta utilizada para medir la separación entre las papeleras de la ruta 1.**

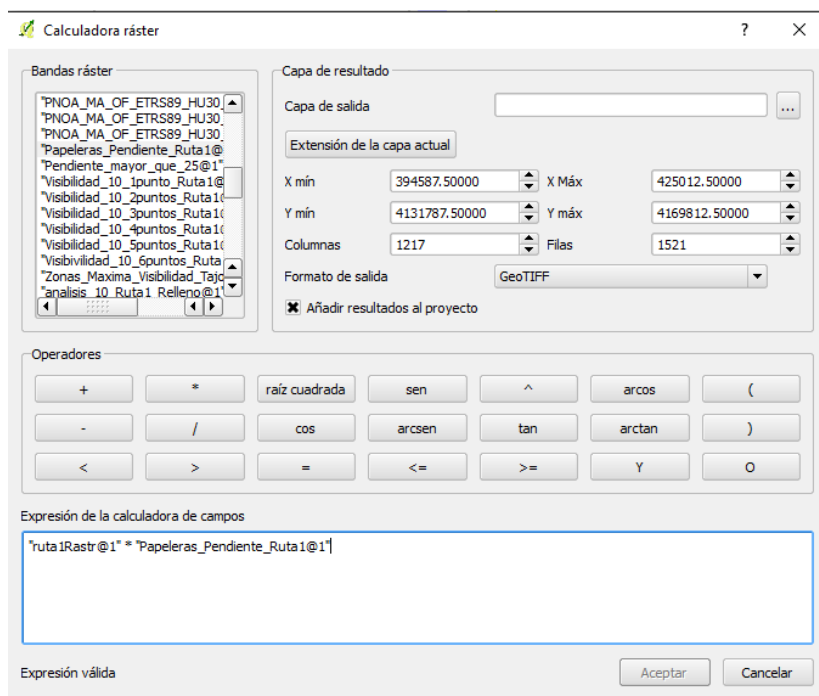
En primer lugar, se calculó la capa ráster con pendientes menores al 10 % (fig. 57). Este paso se realizó siguiendo el mismo procedimiento que para calcular la capa de pendientes mayores del 25 %.



**Figura 57. Cálculo de la capa ráster con pendientes menores al 10 %**

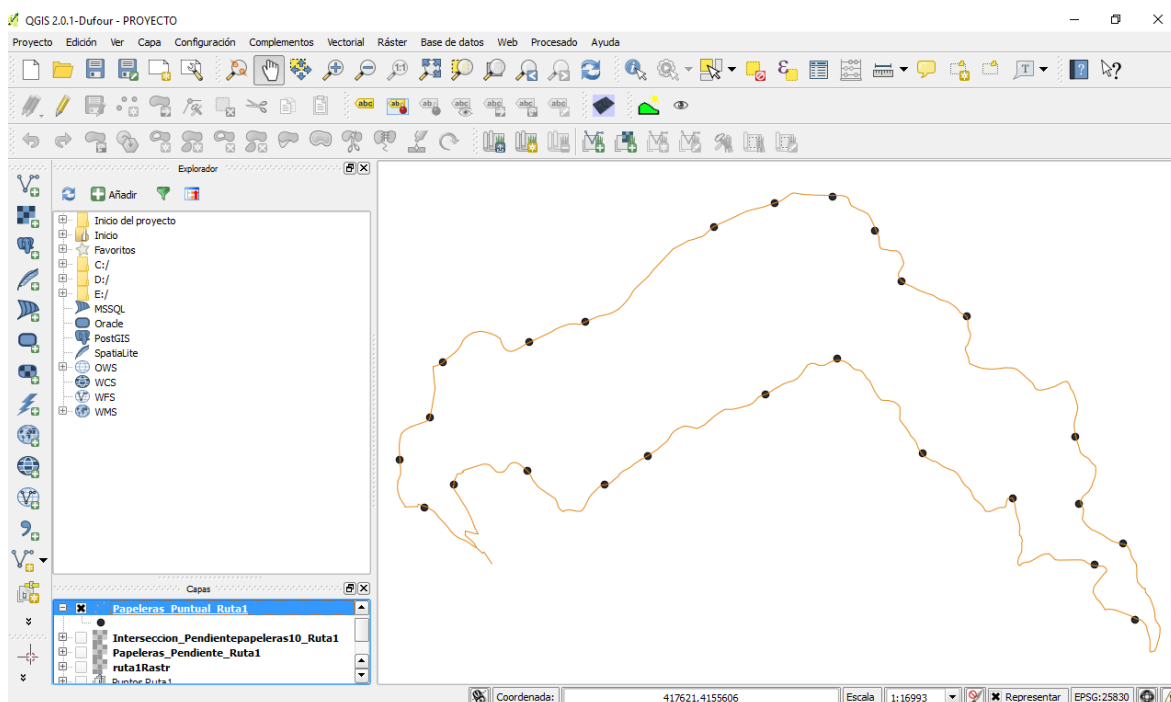
La capa contiene valores de píxeles “0” y “1”. Los valores “1” corresponden a los píxeles con pendiente menor o igual del 10 %.

A continuación, se realizó la intersección entre la capa creada y la capa de ruta 1 rasterizada. En esta intersección se tuvo en cuenta la extensión de la capa de pendiente menor o igual que 10 %. Esto se muestra en los metadatos de la capa, y se comprueba que es la misma, por tanto, se puede realizar la intersección entre ambas capas. La intersección se realizó multiplicando ambas capas con la calculadora ráster (fig. 58).



**Figura 58.** Intersección entre la capa de pendientes menores al 10 % y la capa de ruta 1 rasterizada.

Por último, se creó una *nueva capa vectorial* de tipo puntual, para la colocación de las papeleras sobre la ruta. En la figura 59 se ilustra el resultado junto con la tabla de atributos (tabla 4). La tabla de atributos de esta capa muestra las mismas clases de entidad que para la capa de barandillas.



**Figura 59.** Papeleras de la ruta 1.

**Tabla 4. Tabla de atributos de la capa papeleras.**

| id / | Tipo     | Estado  | Fecha Impl | Fecha Revi | Ruta |
|------|----------|---------|------------|------------|------|
| 1    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 2    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 3    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 4    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 5    | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 6    | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 7    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 8    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 9    | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 10   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 11   | Papelera | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 12   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 13   | Papelera | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 14   | Papelera | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 15   | Papelera | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 16   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 17   | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 18   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 19   | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 20   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 21   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 22   | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 23   | Papelera | Mal     | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 24   | Papelera | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 25   | Papelera | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |

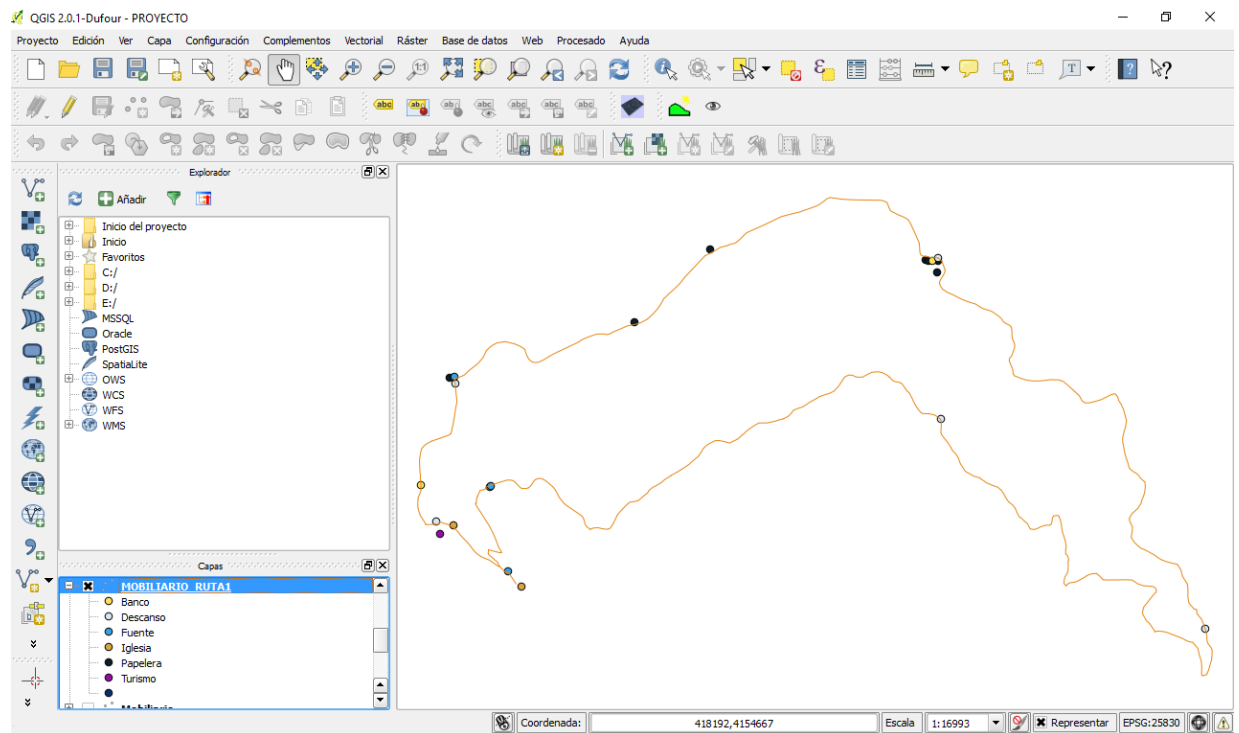
### 7.1.3.3 Mobiliario y puntos singulares de la ruta

Esta capa muestra los puntos singulares a lo largo de la ruta 1.

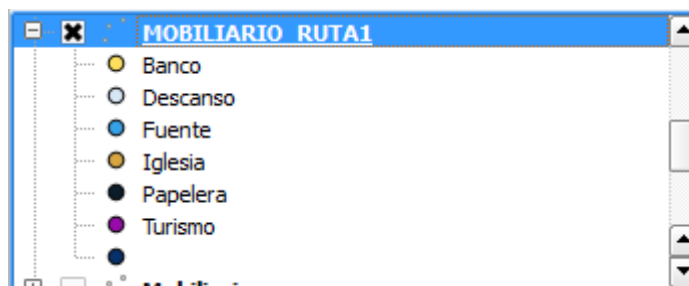
Se creó una nueva capa vectorial de tipo puntual para la colocación de puntos singulares (fig. 60):

- Bancos para descansar
- Puntos de descanso
- Fuentes
- Papeleras localizadas concretamente en el nacimiento del Río.
- Iglesias
- Turismo, museo de Castillo de Locubín.

En la figura 61 se ilustra la leyenda de los puntos singulares de la ruta.



**Figura 60. Puntos singulares de la ruta 1.**



**Figura 61. Legenda de los puntos singulares de la ruta 1**

Tabla de atributos de la capa de puntos singulares llamada *mobiliario\_ruta1* quedaría como se ilustra en la tabla 5. La clase tipo indica el tipo de punto singular implantado.

**Tabla 5. Tabla de atributos de la capa papeleras.**

| id | Tipo     | Nombre              | Estado | F. Implem. | F revision | Ruta |
|----|----------|---------------------|--------|------------|------------|------|
| 11 | Banco    | Banco para des...   | Bien   | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 10 | Papelera | Papelera            | Bien   | 2015-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 9  | Papelera | Papelera            | Bien   | 2015-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 8  | Papelera | Papelera            | Bien   | 2015-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 7  | Papelera | Papelera            | Bien   | 2015-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 12 | Papelera | Papelera            | Bien   | 2000-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 6  | Papelera | Papelera            | Bien   | 2000-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 5  | Papelera | Papelera            | Bien   | 2000-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 1  | Banco    | Banco para des...   | Bien   | 2000-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 2  | Descanso | Fuente Amador       | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 3  | Descanso | Nacimiento del...   | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 4  | Descanso | Puente Triana       | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 13 | Fuente   | Fuente del cam...   | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 14 | Descanso | OLIVARA.Casa ...    | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 15 | Iglesia  | Ermida del Santo    | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 16 | Fuente   | Fuente del Paseo    | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 17 | Iglesia  | Iglesia Nuestro ... | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 18 | Iglesia  | Parroquia de S...   | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 19 | Turismo  | Casa Museo          | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 20 | Fuente   | Fuente San Ant...   | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |
| 21 | Descanso | Arrollo de Guad...  | NULL   | NULL       | NULL       | 1    |

#### 7.1.3.4 Señalización de la ruta

En la ruta se implementó una serie de señales para la facilidad del seguimiento de la ruta a los turistas (fig. 62).

Para la señalización de la ruta se van a tener en cuenta cuatro tipos de señales:

- Inicio de la ruta. Se ha de colocar una señal en el comienzo de la ruta, para indicar el inicio de esta.
- Cambio de dirección. Indica un cambio en el sentido de la dirección de la ruta
- Continuidad. Señales que indican el seguimiento, sin un cambio brusco de dirección.
- Dirección equivocada.

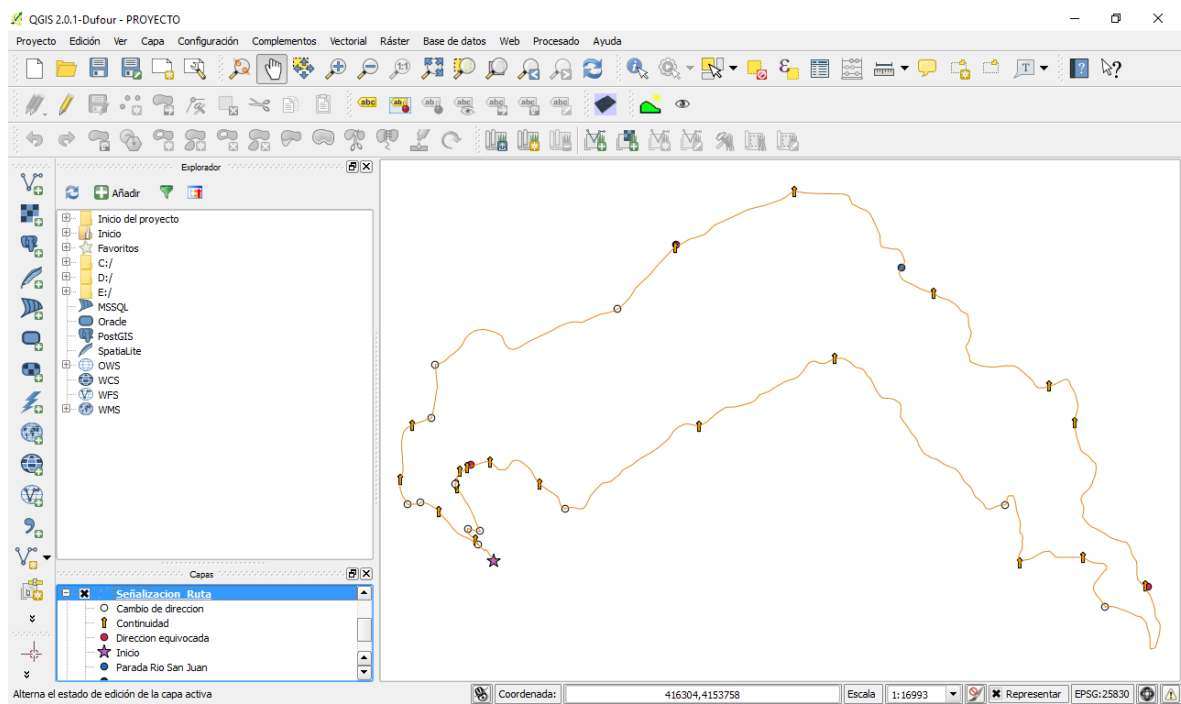


Figura 62. Señalización de la ruta 1.

En la figura 63 se ilustra la leyenda de capa *señalización* de la ruta 1.

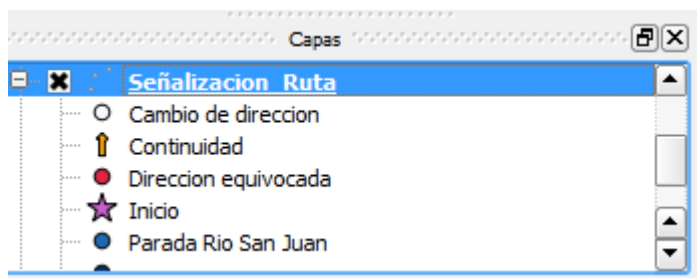


Figura 63. Leyenda de la señalización de la ruta1.

En la tabla 6 se puede apreciar un fragmento de la tabla de atributos de la capa *señalización* de la ruta 1. La clase tipo indica el tipo de señal implantado.

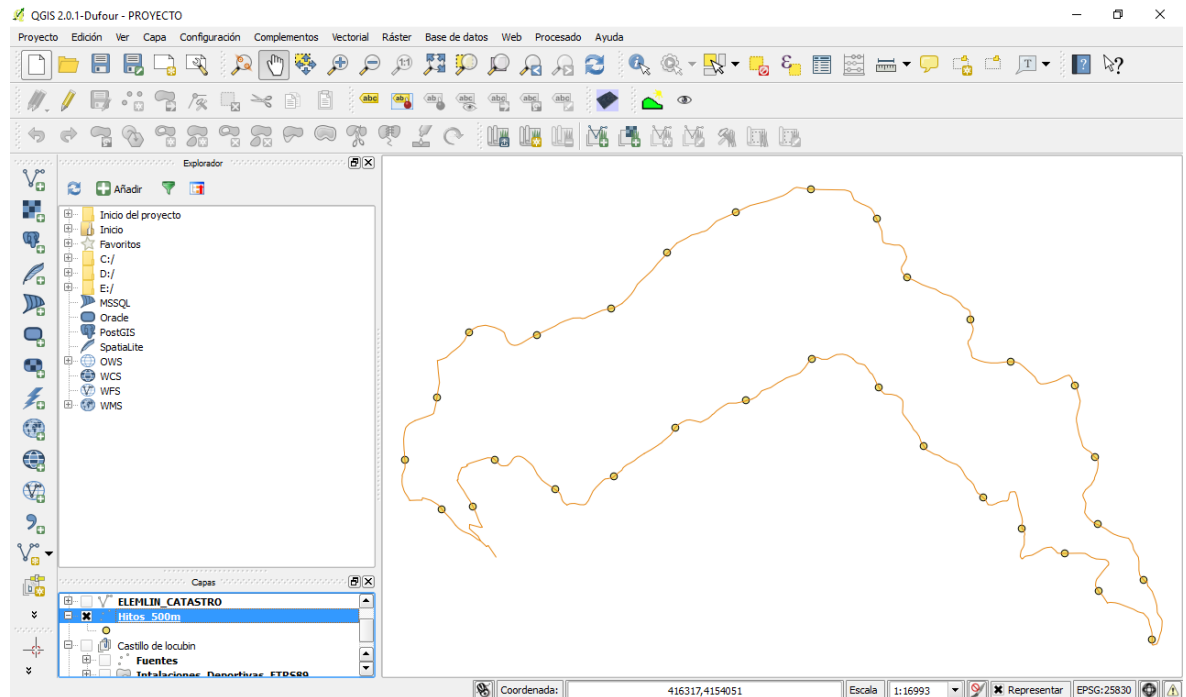
**Tabla 6. Fragmento de la tabla de atributos de la capa señalización de la ruta 1.**

| id | Tipo               | Estado  | Fecha Impl | Fecha revi | ruta |
|----|--------------------|---------|------------|------------|------|
| 4  | Cambio de dire...  | Bien    | 2016-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 3  | Continuidad        | Bien    | 2016-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 2  | Cambio de dire...  | Regular | 2016-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 1  | Inicio             | Bien    | 2016-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 6  | Continuidad        | Regular | 2016-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 5  | Cambio de dire...  | Regular | 2015-01-01 | 2030-01-01 | 1    |
| 29 | Continuidad        | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 25 | Cambio de dire...  | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 32 | Cambio de dire...  | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 30 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 28 | Continuidad        | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 19 | Cambio de dire...  | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 27 | Cambio de dire...  | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 37 | Cambio de dire...  | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 36 | Direccion equiv... | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 26 | Continuidad        | REgular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 33 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 23 | Parada Río San ... | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 24 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 31 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 20 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 21 | Direccion equiv... | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 34 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 35 | Cambio de dire...  | Regular | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 22 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |
| 18 | Continuidad        | Bien    | 2010-01-01 | 2020-01-01 | 1    |

**7.1.3.5 Hitos de la ruta**

Un hito es una señal de tráfico que indica la distancia desde el inicio de la carretera, camino o vía férrea por la que se circula y el punto por el que se circula.

En la ruta 1 se quiere indicar la distancia cada 500 metros. Se creó una nueva capa vectorial llamada “hitos\_500m” y con ayuda de la herramienta medir línea, se fueron localizando hitos cada 500 metros a lo largo de la ruta 1 (fig. 64).



**Figura 64.** Hitos de la ruta 1 cada 500 metros.

#### 7.1.4 Análisis de visibilidad

Los análisis de visibilidad son de gran interés, se trata de conocer qué áreas pueden ser vistas desde uno o más puntos dados, o lo que es igual, desde que áreas pueden ser vistos esos mismos puntos.

Los estudios de paisaje deben identificar la visibilidad del paisaje a partir del estudio de los puntos de observación y sus cuencas visuales, con el objeto de determinar la importancia relativa de lo que se ve y se percibe.

El objeto del análisis de visibilidad fue determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, bien simultáneamente o en secuencia, con vistas a la posterior evaluación de la medida en que cada área contribuye a la percepción del paisaje y la obtención de ciertos parámetros globales que permitan caracterizar la ruta en términos visuales.

En primer lugar se realizó un análisis de varios puntos cercanos a la ruta que se prevé que son los mejores “puntos miradores” (puntos con mejores vistas). Algunos puntos son elegidos por tener una gran altitud, y otros por ser zonas significativas del término, como el puente Triana.

Además, se realizó un análisis de visibilidad desde puntos equiespaciados en la ruta 1 cada 500 metros. Con un mayor número de puntos sobre la ruta se puede calcular con mayor calidad la cuenca de visibilidad de la ruta.

También se realizó un análisis de visibilidad desde tan sólo 10 puntos al azar repartidos por toda la ruta, para analizar con más detalle las zonas de visibilidad de toda la ruta.

Otros objetivos de este análisis son el cálculo de paisaje que se observa desde puntos distribuidos por la ruta, y el caso contrario, el porcentaje de ruta que se observa desde los alrededores de la ruta. Además se calcula los puntos de vista de la ruta que se ven desde la cuenca de visibilidad al mismo tiempo.

En los apartados siguientes se describen los análisis realizados.

#### **7.1.4.1 Cuenca de visualización de posibles miradores**

Se establece que para calcular la exposición visual de una zona se representarán las zonas de:

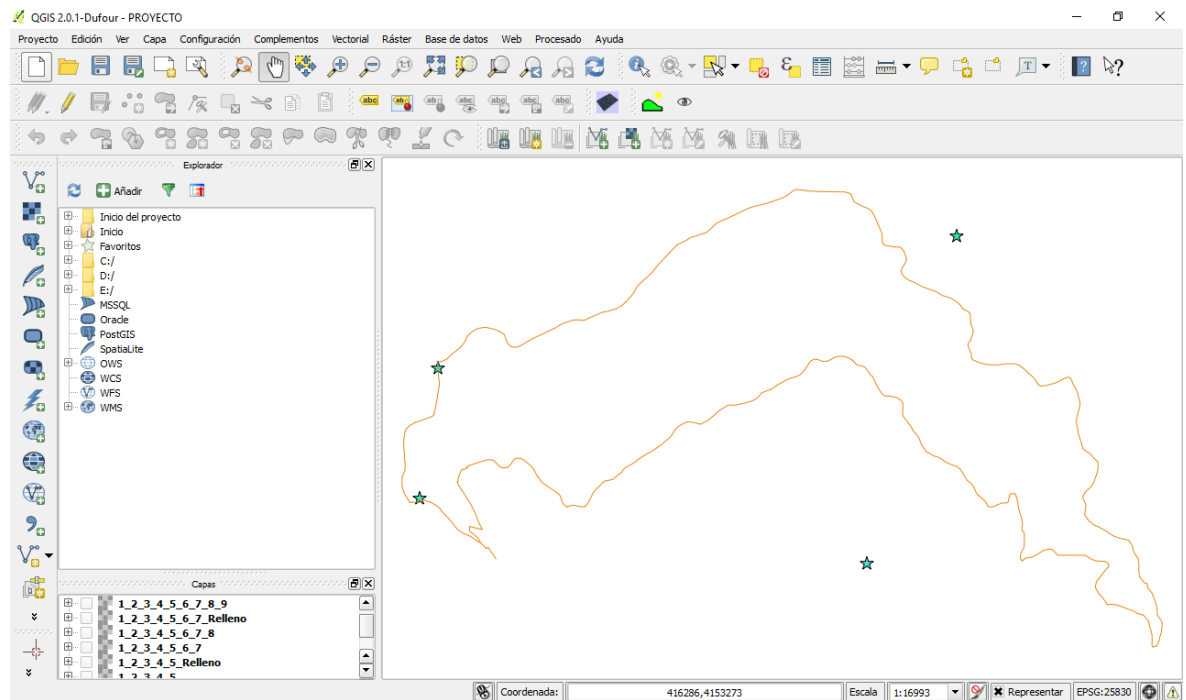
- Máxima visibilidad: aquellas zonas que son visibles desde los puntos principales.
- Visibilidad media: aquellas zonas que son visibles desde más de la mitad de los puntos de observación.
- Visibilidad baja: aquellas zonas que son visibles desde menos de la mitad de los puntos de observación.
- Visibilidad nula: aquellas zonas que no son visibles desde ningún punto de observación.

Se halló la cuenca de visualización de de cuatro puntos singulares considerados adecuados para ubicar miradores de la ruta situados en:

- Cercano al Nacimiento del Río (nº 1).
- Montaña llamada “Tajos” (nº 2).
- Casa Mirador (nº 3).
- Puente Triana (nº 4).

Se tiene en cuenta que el punto 1 y 2 van a ser tomados como puntos principales por estar a una altitud superior que los otros dos puntos restantes.

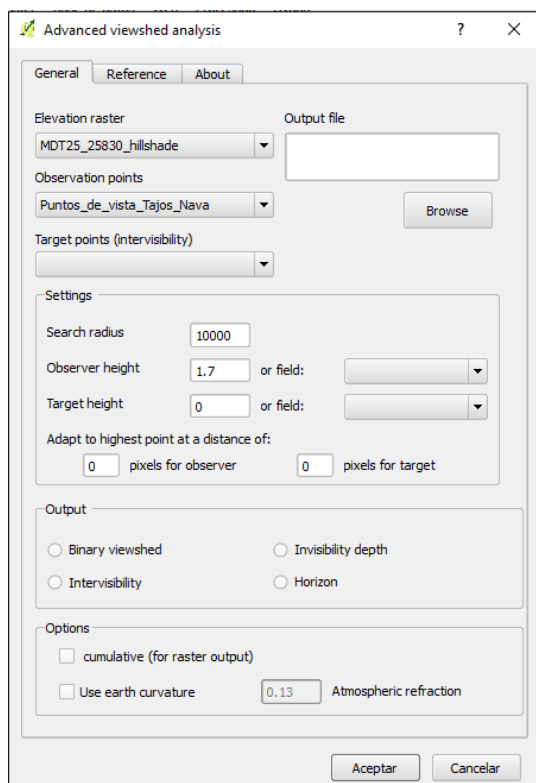
En la figura 65 se puede apreciar los 4 puntos distribuidos por la ruta.



**Figura 65. Localización de los puntos de vista principales.**

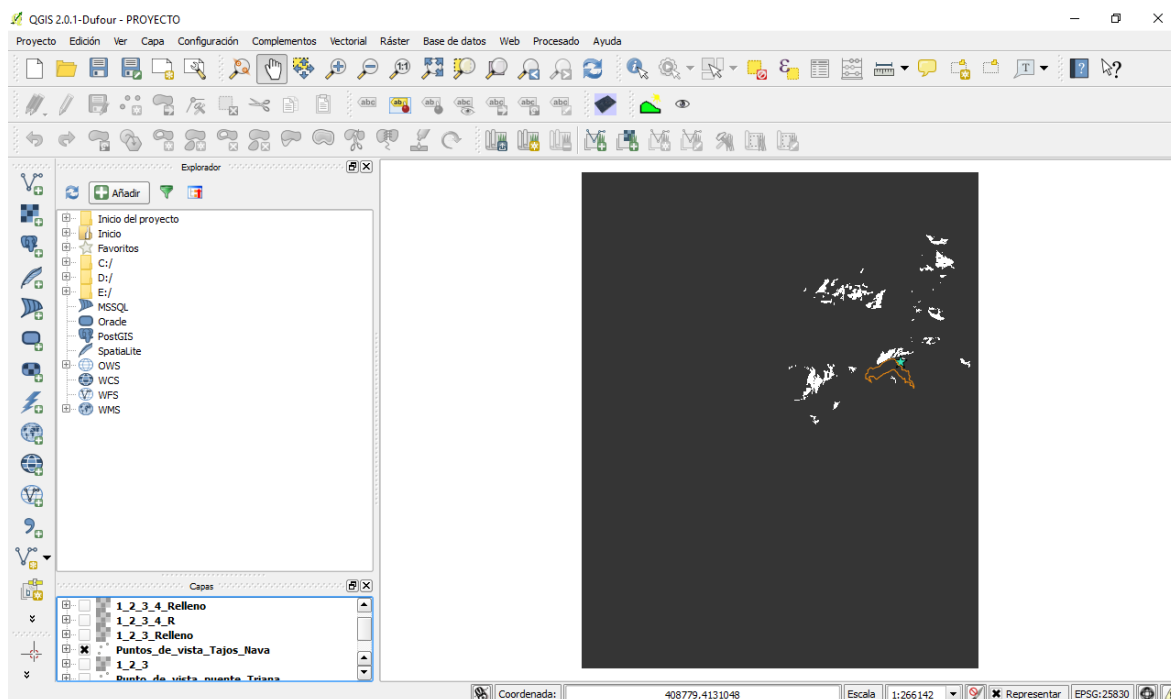
En primer lugar, se calculó las cuencas visuales para cada punto de observación con la herramienta *viewshed analysis*. Una cuenca visual es un área que es visible desde una ubicación específica. *Viewshed analysis* es una herramienta de QGIS que realiza análisis de cuencas visibilidad. A partir del valor de elevación de cada pixel del modelo digital del terreno (DEM) se puede calcular cuencas visibilidad.

Se calculó la cuenca de visualización de estos cuatro puntos, para después realizar un análisis de la parte del terreno que más se ve. Se tuvo en cuenta un buffer de 10.000 km y la altura del observador es de 1,7 aproximadamente (fig. 66).



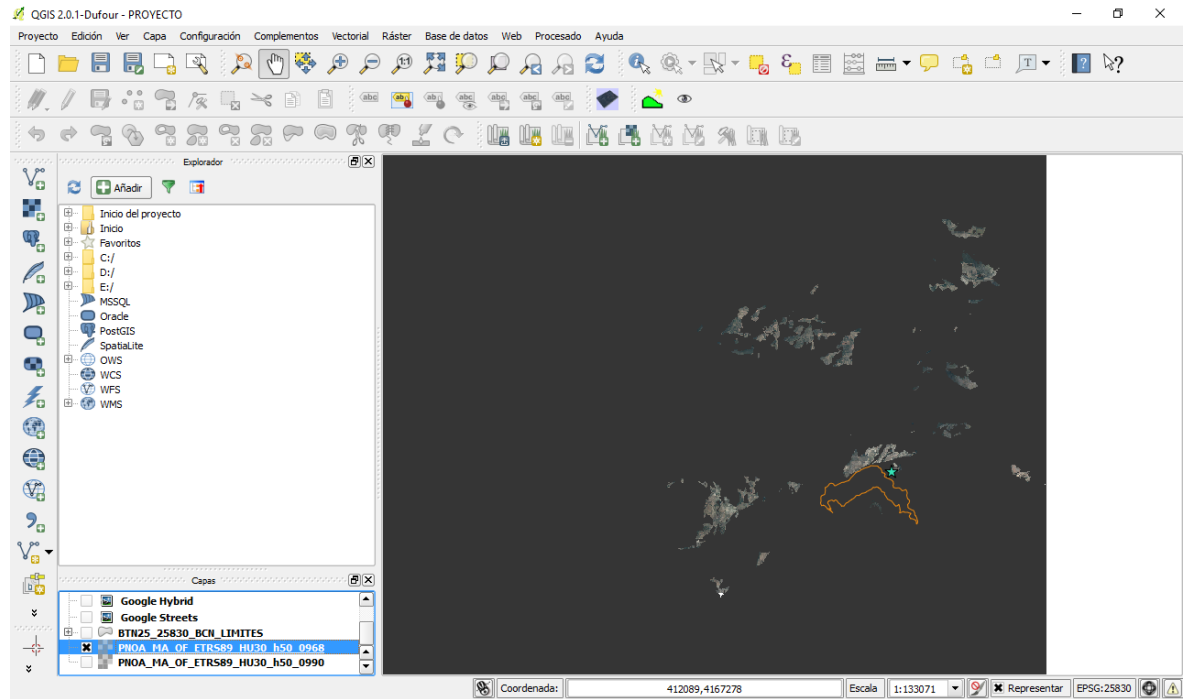
**Figura 66. Viewshed analysis. Cálculo de las cuencas de visibilidad.**

Desde el punto de vista nº 1 (de la montaña “Tajos Nava” de la vía ferrata del Nacimiento del Río), las zonas en blanco sería la cuenca de visibilidad calculada que se ve desde el punto marcado en la figura 67.



**Figura 67. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 1.**

En la figura 68 se puede apreciar el resultado si se pone la ortofotografía debajo.

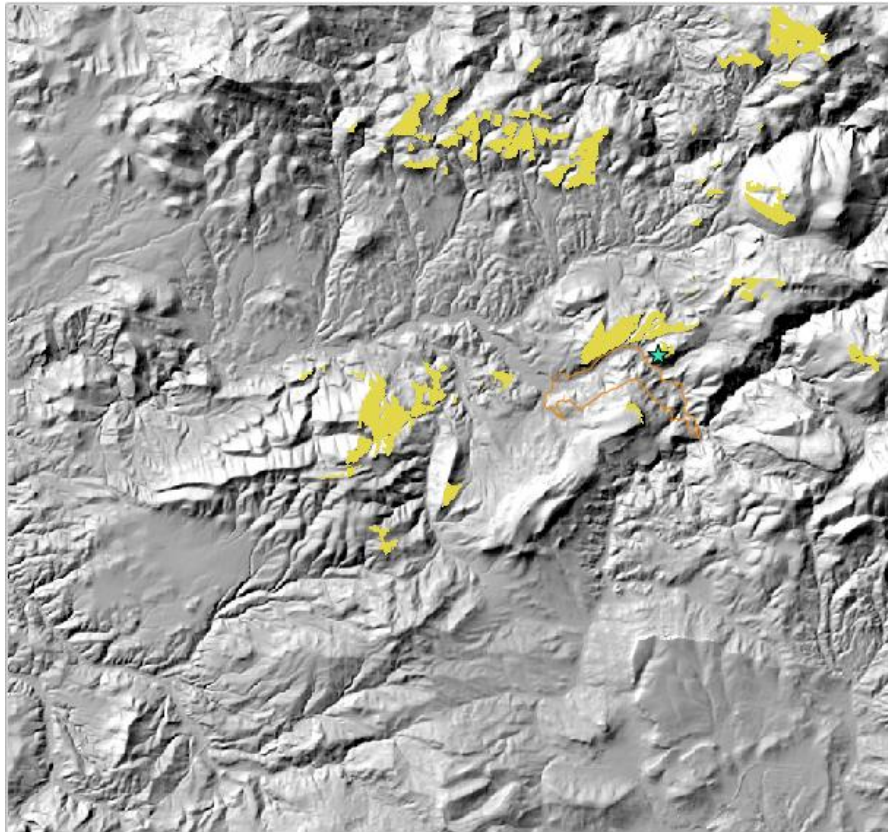


**Figura 68. Cuenca de visibilidad desde el punto de vista n° 1 y ortofoto.**

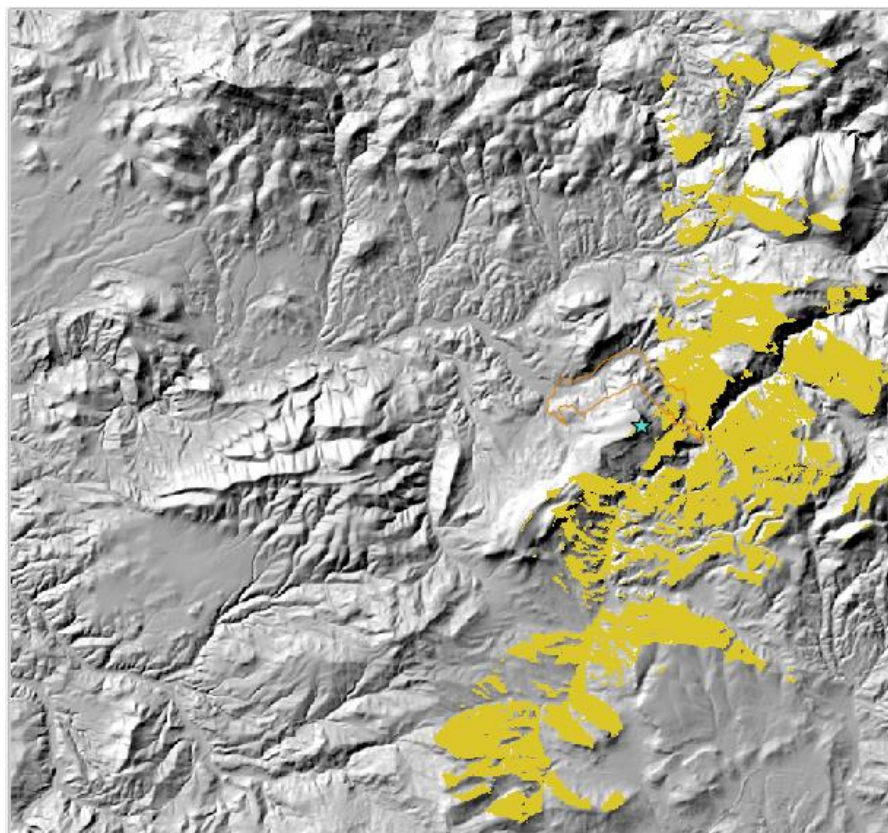
Esta capa ráster calculada tiene valores de píxeles “0” y “1”. Los píxeles con valores “1” son los píxeles visibles desde el punto en cuestión.

A modo de ejemplo en las figuras 69 y 70 se ilustran las cuencas visuales obtenidas desde dos de los puntos de observación principales.

Las zonas en amarillo son las zonas visibles desde el punto señalado en cada caso.



**Figura 69.** Cuenca de visibilidad desde el punto nº 1 y mapa de sombras.



**Figura 70.** Cuenca de visibilidad desde el punto nº 2 y mapa de sombras.

**7.1.4.2 Cálculo de las zonas de máxima visibilidad.**

Una vez se calculó las cuencas visuales de los dos puntos principales (nº 1 y nº 2) sumando los distintos ráster resultantes se obtienen las zonas de máxima visibilidad. Para ello se hizo uso de la operación *suma* de la herramienta *calculadora ráster*.

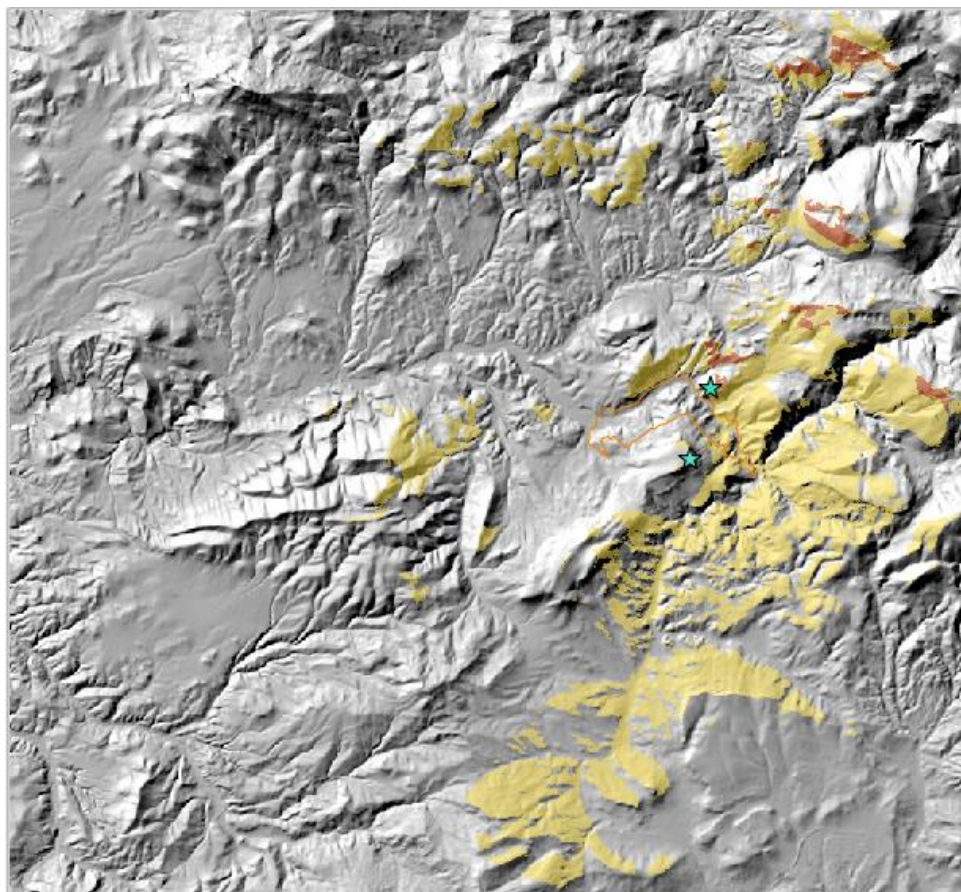
Esta operación lo que hace es sumar los valores de dos o más ráster celda a celda. Por ejemplo, al sumar dos cuencas visuales, como los resultados son “1” (zonas visibles) y “0” (zonas no visibles) (fig. 71). El resultado de la suma de las dos cuencas visuales dará el total de zonas visibles desde esos dos puntos.

Por lo tanto, serán zonas de máxima visibilidad, aquellas zonas que son visibles desde los puntos de observación principales. Por lo tanto, con la herramienta calculadora ráster se sumaron los ráster de cuenca visual de los puntos de observación principales (nº 1 y nº 2).

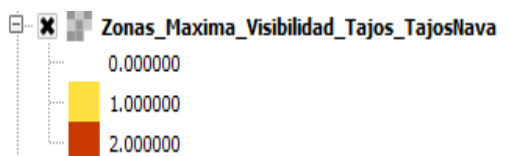
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |   | 1 | 0 | 1 |   | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | + | 1 | 0 | 0 | = | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   | 1 | 2 | 2 |

**Figura 71. Ejemplo ilustrativo de la suma de matrices que realiza la calculadora ráster.**

La capa resultado es un ráster con valores comprendidos entre 0 y 2: los valores de “0” equivalen a zonas que no son visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un solo punto y el valor 2 son zonas visibles desde los dos puntos de vista principales a la vez. En la figura 72 se puede apreciar la escala de colores para los valores de “0” “1” y “2” junto con la leyenda (fig. 73).



**Figura 72. Capa resultado de las zonas con visibilidad máxima desde la ruta 1. Se indican en amarillo oscuro las zonas de mayor visibilidad. Las zonas de color grisáceo no son visibles.**



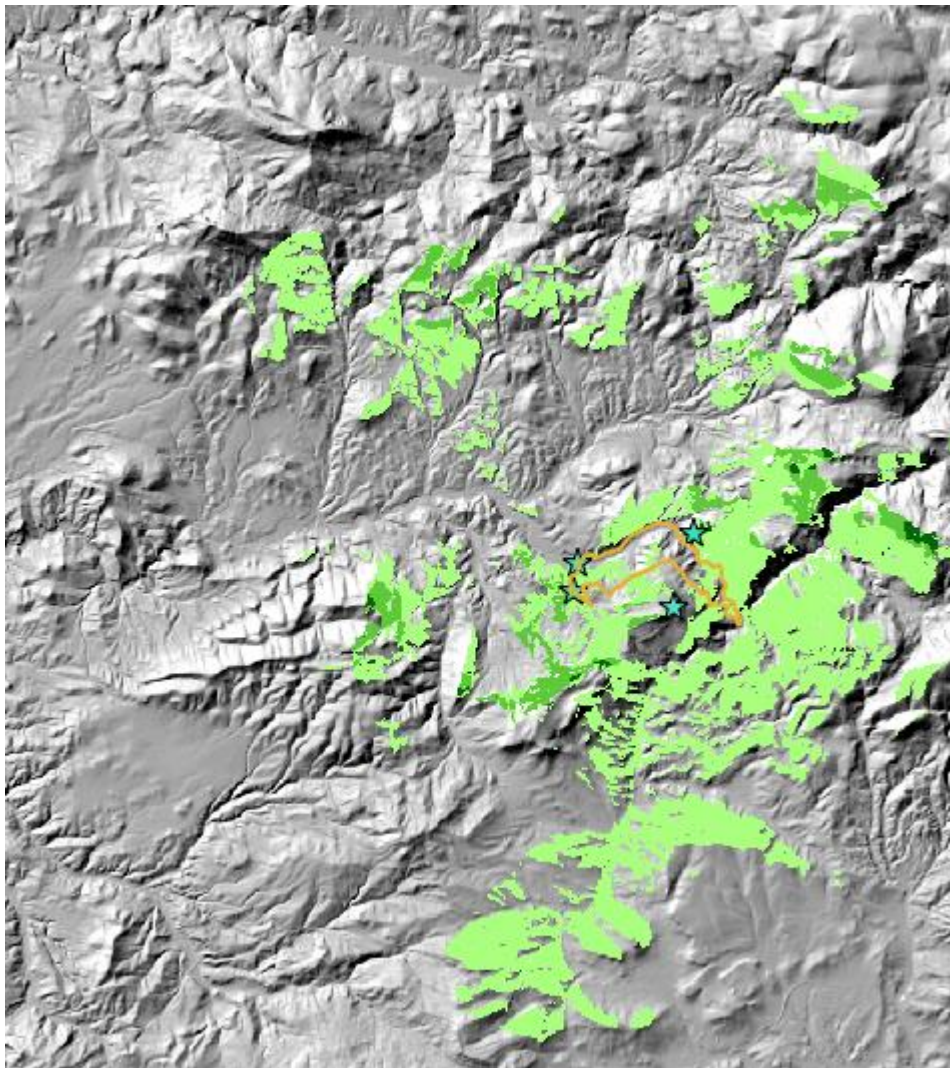
**Figura 73. Leyenda para el cálculo de las zonas de máxima visibilidad. El valor 0 son zonas no visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un punto y el valor 2 zonas visibles desde 2 puntos a la vez.**

#### **7.1.4.3 Cálculo de las zonas de visibilidad media y baja.**

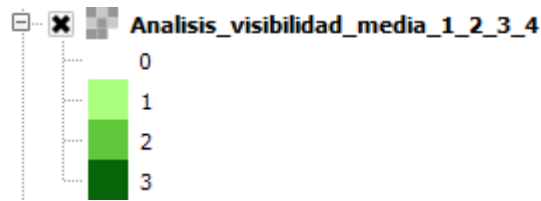
Para calcular las zonas de visibilidad media se utilizó la calculadora ráster para sumar las 2 cuencas visuales de los 2 puntos secundarios (nº 3 y nº 4), además también se suman las cuencas de visibilidad de los dos puntos de vista principales (nº1 y nº 2) para hallar las zonas que se ven desde más de la mitad de los puntos de observación. La capa resultado será un ráster con valores comprendidos entre 0 y 4 (fig. 74). En la Figura 66 se ilustra la leyenda, cuyos valores sólo están comprendidos entre 0 y 3, porque no hay solape entre las

cuatro cuencas de visibilidad de los tres puntos de vista. Sólo hay solape entre tres puntos de vista.

Por tanto, las zonas de visibilidad media, serán las zonas de color verde oscuro, ya que se produce solape entre más de la mitad de los puntos de observación. Las zonas de visibilidad baja serán las zonas restantes, zonas con valor entre 1 y 2.



**Figura 74. Zonas de visibilidad media de la ruta 1. Se indican en verde oscuro las zonas de mayor visibilidad. Las zonas de color grisáceo no son visibles**



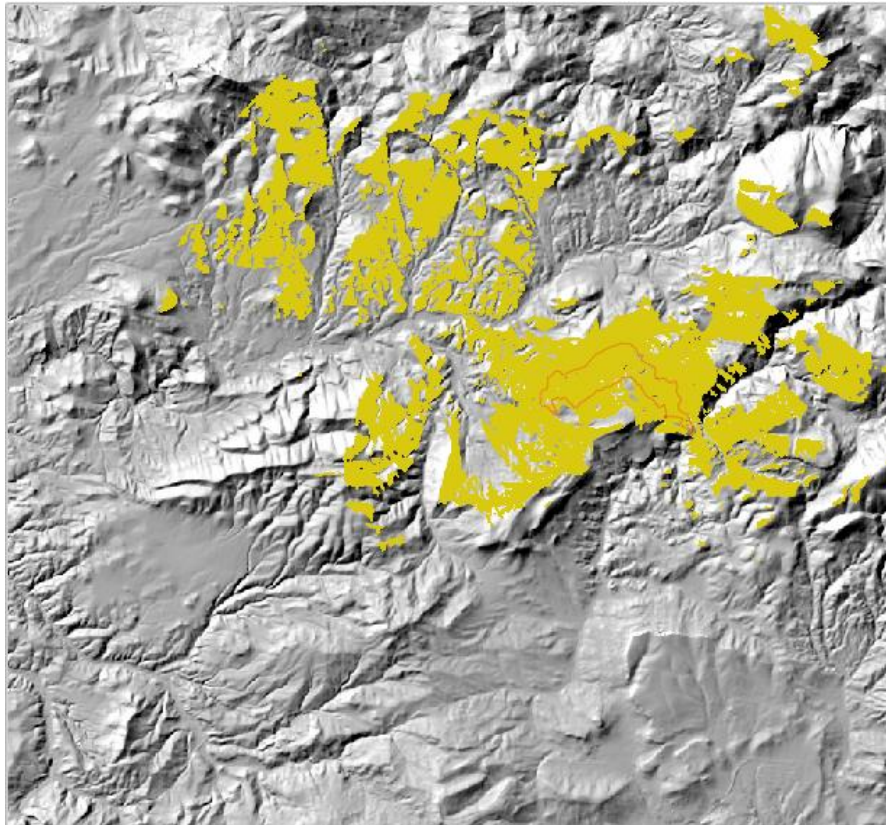
**Figura 75. Leyenda de la capa de zonas de visibilidad media de la ruta 1. El valor 0 son zonas no visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un punto y el valor 2 zonas visibles desde 2 puntos a la vez, igual para el valor 3.**

#### **7.1.4.4 Cálculo de las zonas de visibilidad nula**

Para finalizar este tipo de análisis, las zonas de visibilidad nula son aquellas zonas que no pueden verse desde ningún punto de observación, por tanto, serían las zonas con valor 0.

#### **7.1.4.5 Análisis de visibilidad desde puntos equiespaciados 500 metros, capa de hitos de la ruta.**

Anteriormente se calculó la cuenca de visibilidad desde cada punto por separado. A continuación, para ver la visibilidad que tiene todo el recorrido de la ruta se calculó la cuenca de visibilidad desde una serie de puntos a la vez, separados 500 m formada por la capa de *hitos* de la ruta. En la figura 76 se ilustra la cuenca de visibilidad que se puede observar desde la ruta (las zonas en amarillo es la cuenca de visibilidad calculada desde todos los hitos).

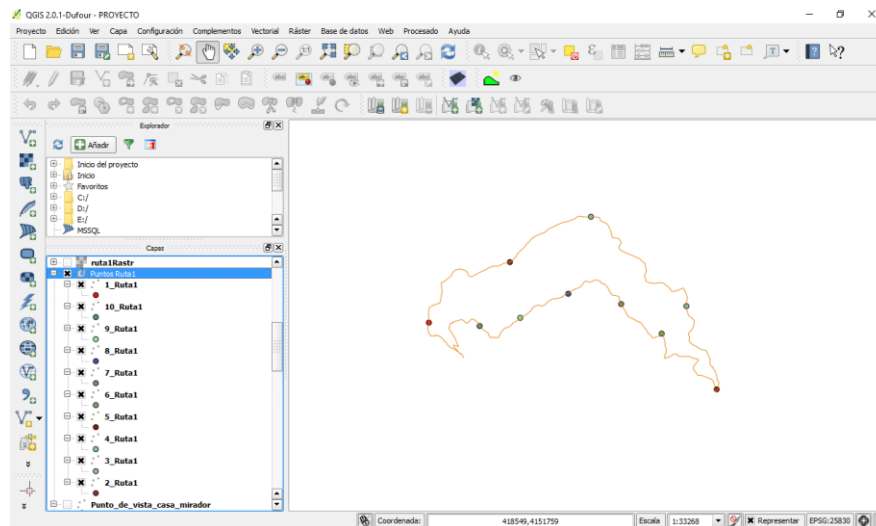


**Figura 76.** Cuenca de visibilidad calculada desde la ruta 1. Las zonas de en amarillo son las zonas visibles desde la ruta.

#### **7.1.4.6 Análisis de visibilidad desde 10 puntos repartidos a lo largo de la ruta.**

Por otro lado, se realizó un análisis desde 10 puntos repartidos a lo largo de la ruta, para determinar las partes de la ruta visibles desde zonas externas. Se siguió el siguiente procedimiento: se calcularon las cuencas de visibilidad de cada punto por separado, ese halló el porcentaje de ruta que se ve desde las zonas exteriores a la ruta, se halló, más concretamente, los puntos de la ruta que se ven desde un punto del terreno en concreto y además se halló el punto con mayores vistas.

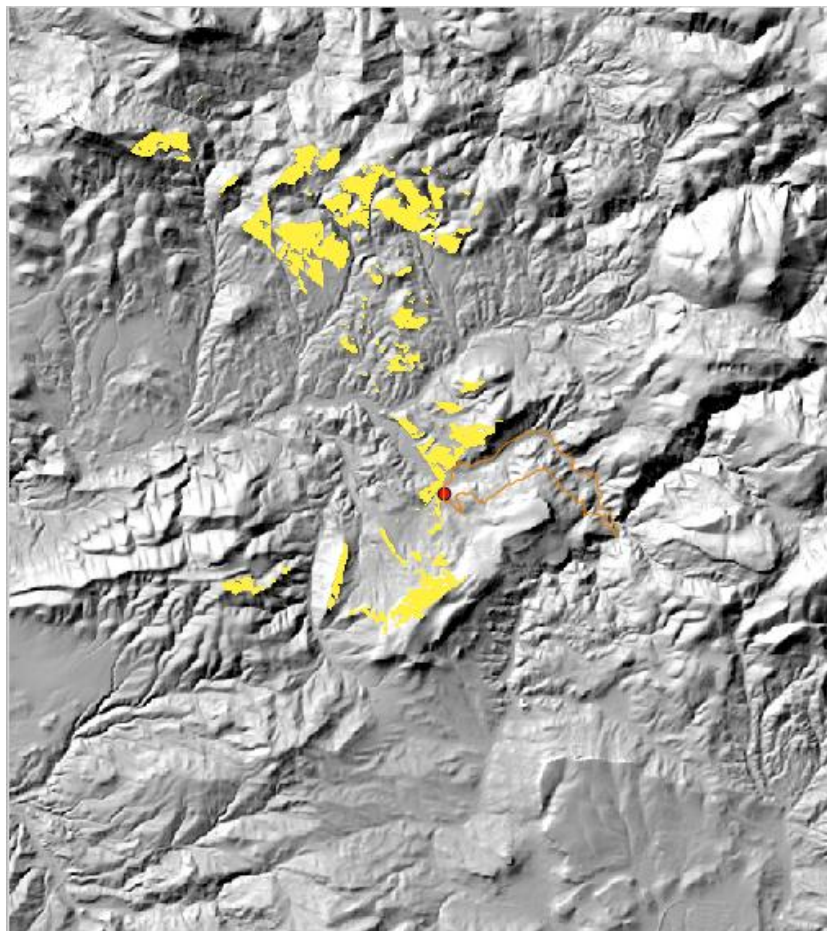
Para ello, se crearon 10 capas vectoriales de tipo puntual para los 10 puntos elegidos distribuidos alrededor de la ruta. En la figura 77 se ilustra la localización de los puntos elegidos.



**Figura 77. Puntos de aplicación para el análisis de visibilidad de la ruta.**

Se calculó la cuenca de visibilidad de cada uno de los puntos anteriores por separado, explicado en el apartado anterior “6.3.1.5.3.5. Cuenca de visibilidad”.

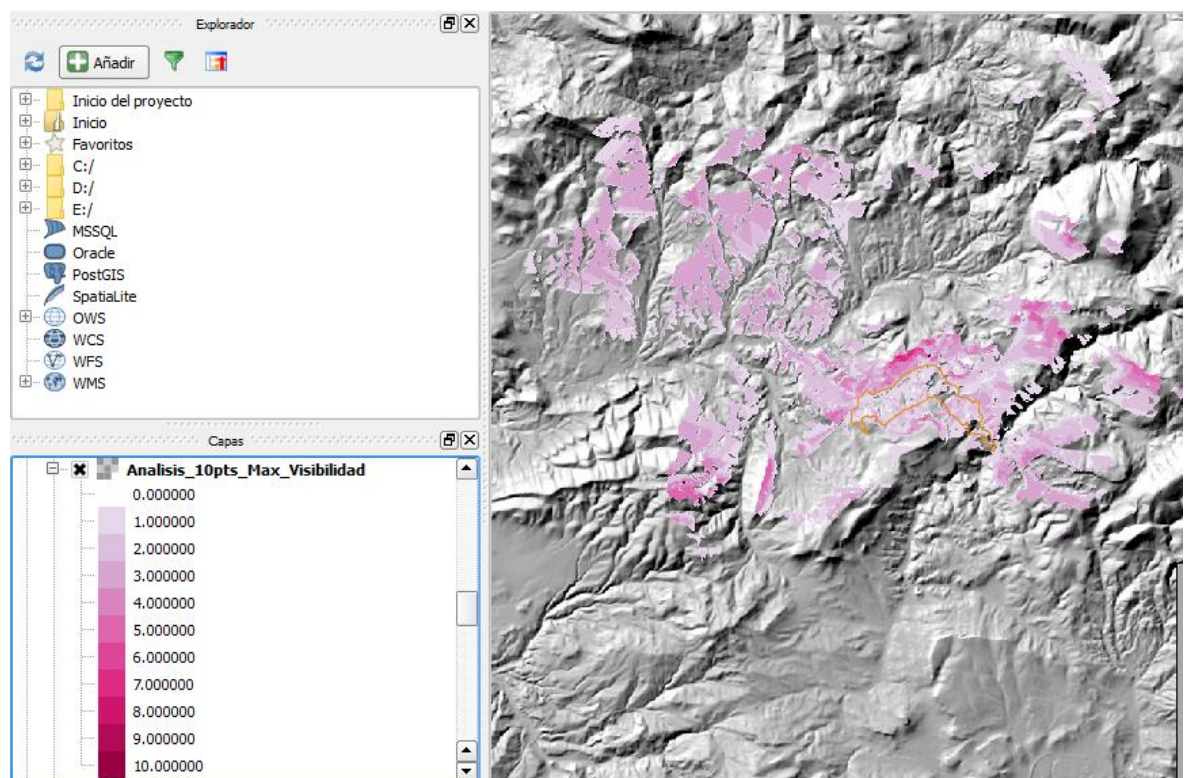
Por ejemplo, la cuenca de visibilidad calculada para el punto 1 quedaría como se ilustra en la figura 78.



**Figura 78. Cuenca de visibilidad para el primer punto elegido.**

Con la calculadora ráster, se sumaron todas las capas del cálculo de las cuencas de visibilidad para cada uno de los 10 puntos.

La capa resultado fue un ráster con valores comprendidos entre 0 y 10: los valores de "0" equivalen a zonas que no son visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un solo punto, el valor 2 son zonas visibles desde dos puntos de vista a la vez, el valor 3 zonas visibles desde tres puntos de vista, así sucesivamente. En la figura 79 se puede apreciar que se observan zonas visibles a la vez desde 6 puntos como máximo.

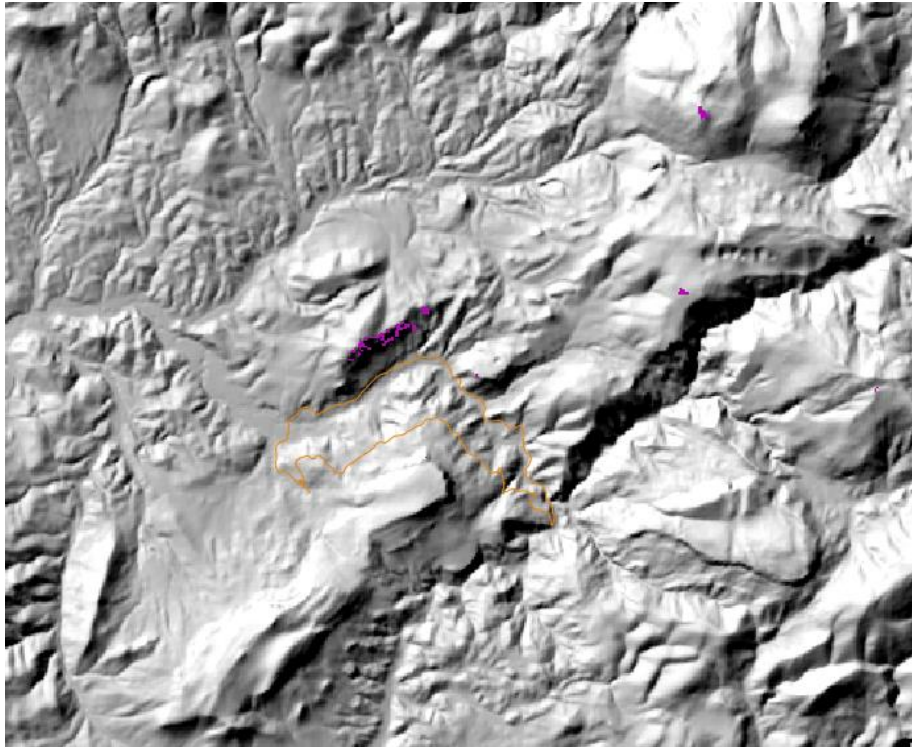


**Figura 79. Análisis de visibilidad desde 10 puntos de la ruta.**

A continuación, se realizó dicho análisis en sentido inverso, es decir, qué porcentaje de la ruta se observa desde los alrededores. Como máximo se ha dicho anteriormente que se superponen 6 puntos, por tanto, si se considera que desde la superposición de los 10 puntos se vería el 100 % de la ruta, por lo que desde la cuenca de visibilidad se vería el total de la ruta. Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, desde los 6 puntos se tendrá que ver el 60 % de la ruta.

El proceso se realiza con la calculadora ráster, si se escribe “análisis\_visibilidad=6” el resultado son las zonas de la cuenca de visibilidad, desde las cuales se observan el 60 % de la ruta.

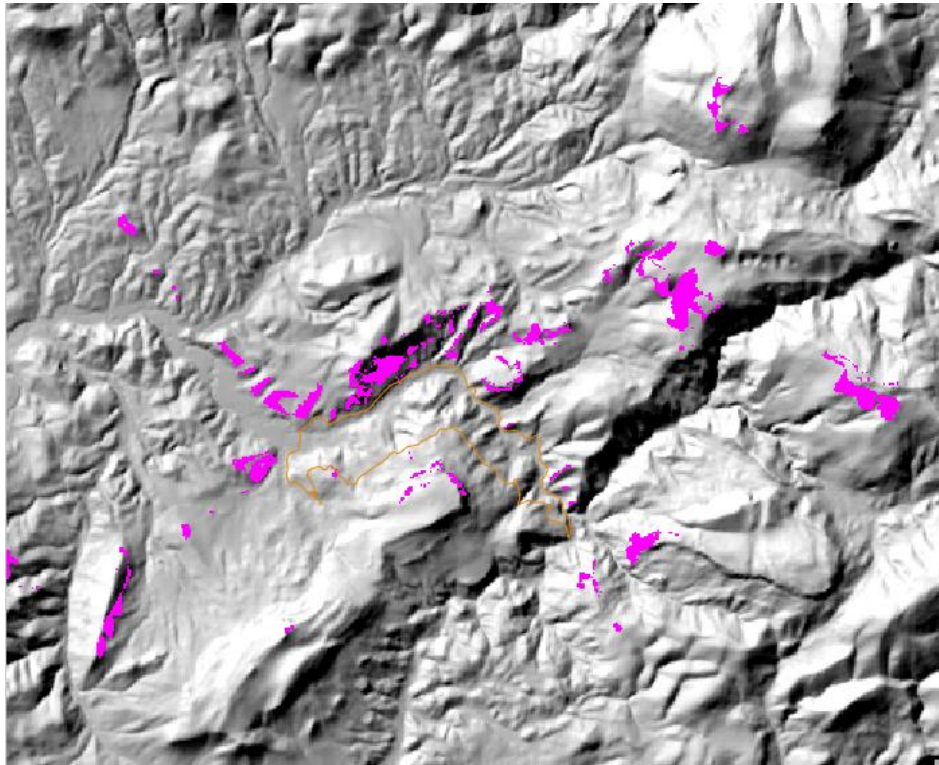
En la figura 80 se ilustran las zonas (en color rosa) desde las cuales se ve el 60 % de la ruta 1.



*Figura 80. Zonas, en color rosa, desde las cuales se puede observar el 60 % de la ruta.*

Como se observa hay muy pocas zonas donde se vea la ruta. Por ejemplo en la figura 81 se puede apreciar las zonas desde las cuales se ve el 40 % de la ruta. El proceso se realiza con la calculadora ráster, escribiendo expresión “análisis\_visibilidad”=4.

Estas zonas de color rosa están formadas por las zonas visibles desde cuatro puntos de vista a la vez.



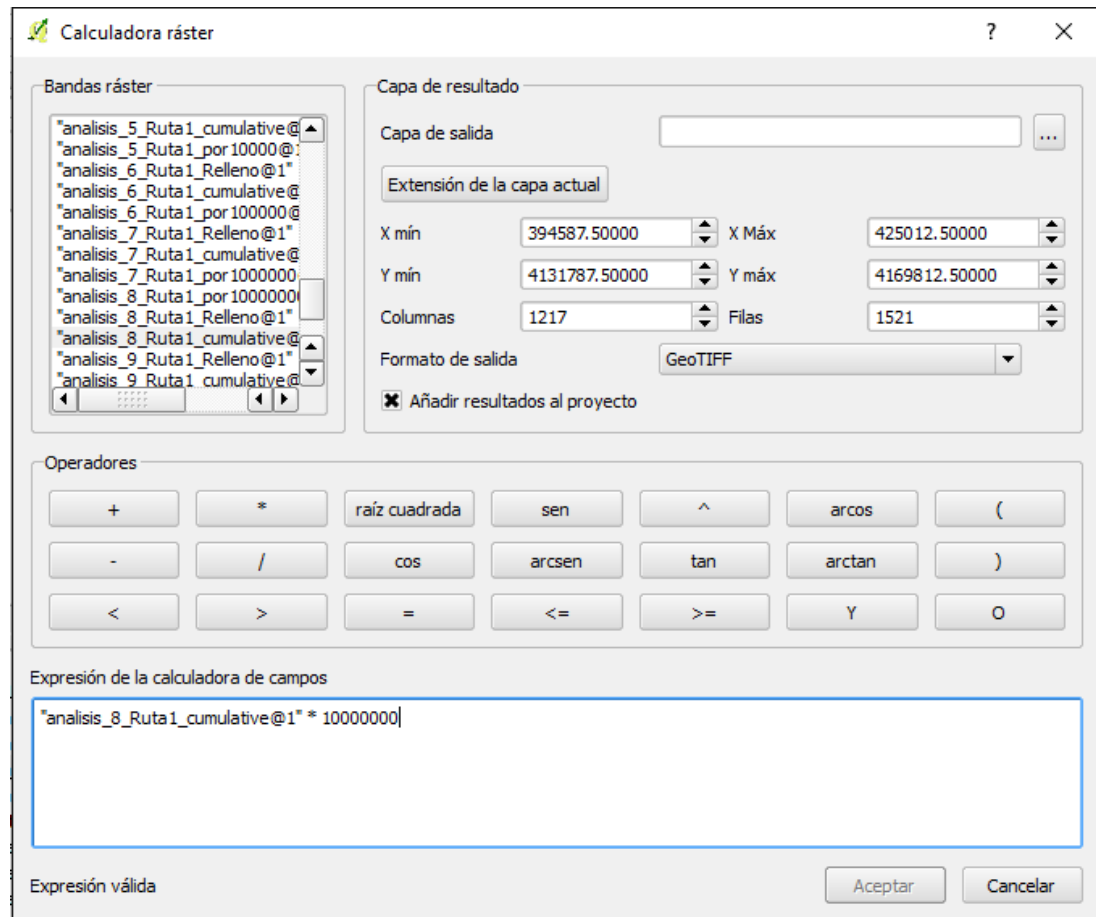
*Figura 81. Zonas desde las cuales se puede observar el 40 % de la ruta.*

Por otra parte, se realizó otro análisis, desde el terreno qué puntos de la ruta se ven al mismo tiempo, el procedimiento es el siguiente:

- Multiplicación de cada capa de cálculo de la cuenca de visibilidad de cada punto por un número, para identificar posteriormente el punto de la ruta que es.
- Rellenar celdillas sin dato, este paso es importante para no cometer errores al sumar con la calculadora ráster.
- Cálculo de la “capa final” dónde se puede conocer qué puntos se ven desde las cuencas de visibilidad calculadas anteriormente.

Para comenzar, con la calculadora ráster se multiplicó la cuenca de visibilidad hallada para el punto 1 por 1, la cuenca de visibilidad hallada para el punto 2 se multiplicó por 10, la cuenca de visibilidad hallada para el punto 3 se multiplicó por 100, así sucesivamente, con todas las cuencas de visibilidad hasta el punto número 8.

En la figura 82 se ilustra un ejemplo para el punto 8.



**Figura 82. Ejemplo de multiplicación de la cuenca de visibilidad del punto 8 por el número correspondiente.**

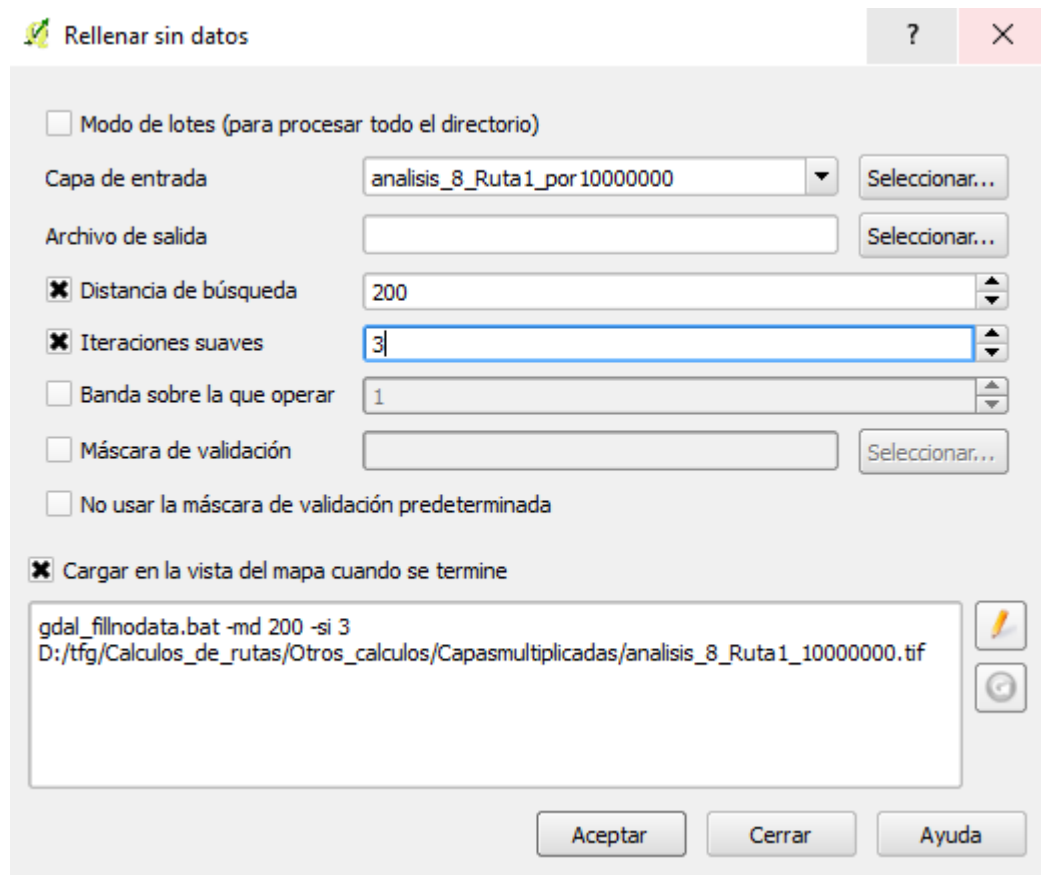
A la capa resultado se le dio el siguiente nombre “analisis\_8\_Ruta1\_por10000000”. A las demás capas se le dio el mismo nombre cambiando el número por el que se multiplica y el punto de vista que se tuvo en cuenta en cada caso.

Una vez se multiplicaron todas las cuencas de visibilidad por su número correspondiente, con el fin de poder identificar de qué punto se trata, se sumaran todas las capas multiplicadas para hallar en conjunto todas las zonas visibles desde los 8 puntos de la ruta seleccionados.

Sin embargo, el proceso se tuvo que realizar paso a paso, para que no cometer ningún error en el cálculo.

Antes de sumar todas las capas se tuvo en cuenta que no existiesen celdillas sin valor. Para ello se utilizó el comando *rellenar sin datos*, con esta herramienta se le dio valor 0 a las casillas que no tenían ningún valor.

La primera capa a rellenar sin datos fue “análisis\_1\_Ruta1\_por1”, una vez se realizó el proceso se pasó a llamar “análisis\_1\_Ruta1\_Relleno”. En la figura 83 se ilustra un ejemplo con el punto 8.

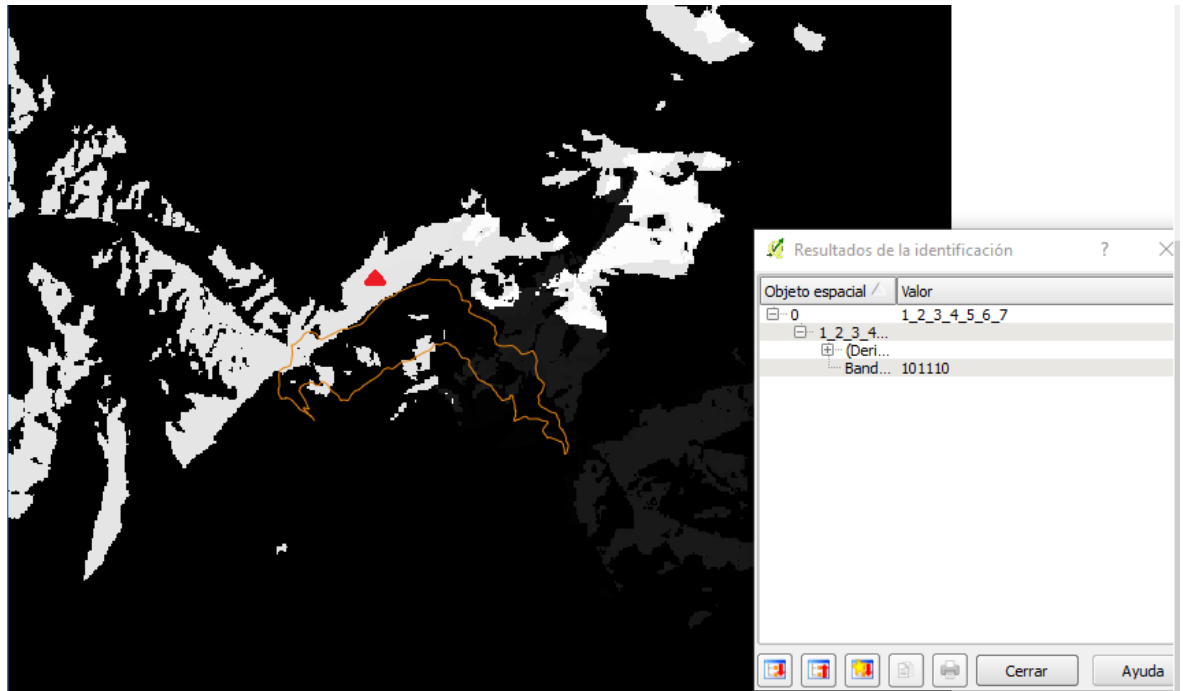


**Figura 83. Proceso de rellenar celdillas sin datos.**

El siguiente paso se realizó con la calculadora ráster, sumó la capa “análisis\_1\_Ruta1\_Relleno” con la capa “análisis\_2\_Ruta1\_Relleno”

El resultado de esta capa se volvió a rellenar las celdas sin datos, para evitar errores. Esta capa se volvió a sumar con la capa “análisis\_3\_Ruta1\_Relleno”, así sucesivamente hasta llegar al punto 8.

En este análisis realizado, si se elige un pixel del terreno, se ilustran los puntos que se ven desde ese punto del terreno en concreto. La capa final fue llamada “1\_2\_3\_4\_5\_6\_7\_8”.



**Figura 84.** Desde el píxel en color rojo elegido del terreno, se observan los puntos que se ven desde ese punto del terreno en concreto. Desde ese píxel se ven los puntos 6, 4, 3 y 2 de la ruta 1.

Por ejemplo, desde el píxel rojo, los puntos que se ven desde ahí serían: 6, 4, 3 y el punto 2. La finalidad de este análisis puede ser, por ejemplo, para la construcción de una casa rural, donde no interese que se vea desde la ruta, para tener una mayor privacidad.

Por último, para elegir cuál de los 10 puntos es el punto con más vistas se realizó de la siguiente manera.

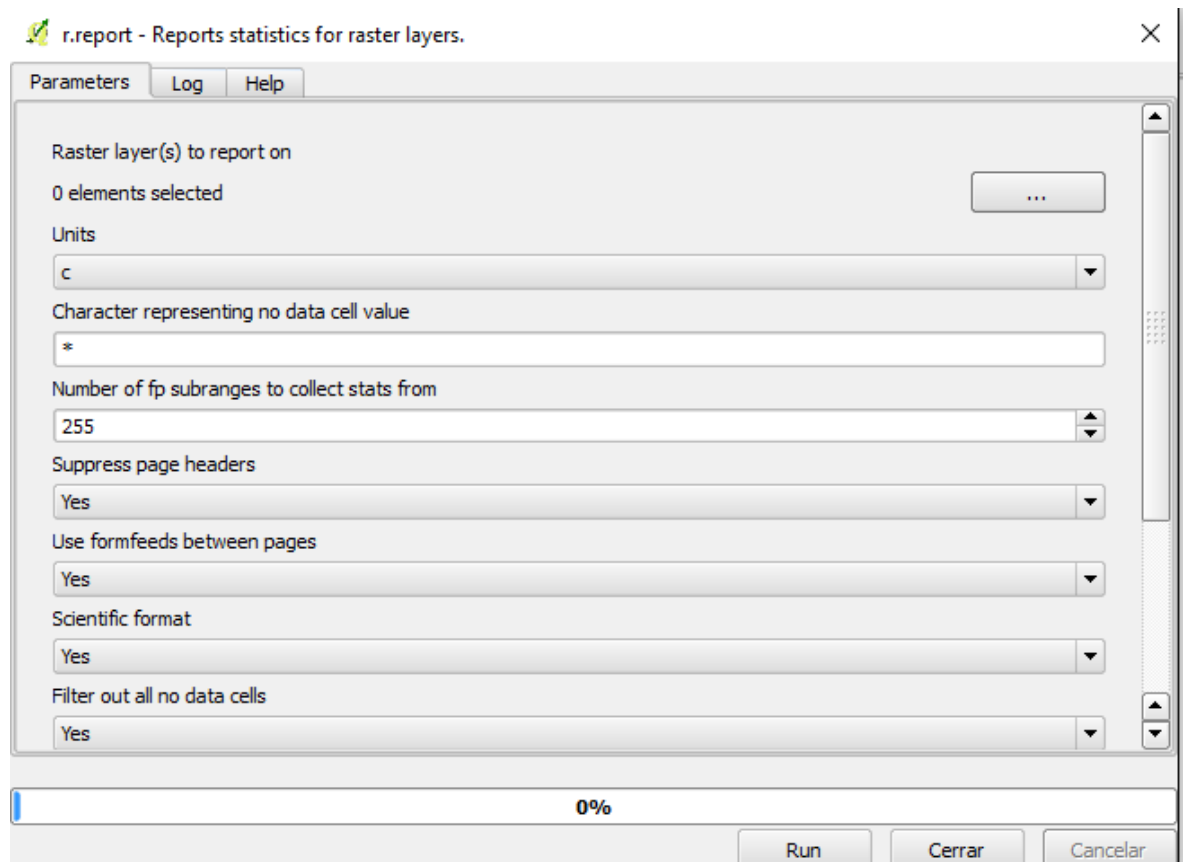
Se calculó el número de píxeles visibles desde cada punto de la ruta con el comando *r.report* (fig. 85). Por ejemplo se calculó el número de píxeles de la cuenca de visibilidad para el punto número 1. Así sucesivamente se hizo con los demás puntos, hasta llegar al punto 10 (tabla 7).

**Tabla 7. Número de píxeles desde cada punto de la ruta.**

| Punto | Píxeles |
|-------|---------|
| 1     | 12539   |
| 2     | 7592    |
| 3     | 6028    |
| 4     | 1941    |
| 5     | 3012    |
| 6     | 11375   |
| 7     | 13019   |
| 8     | 35059   |
| 9     | 29850   |
| 10    | 34289   |

En conclusión, el punto que más vistas tiene es el punto número 8, ya que el número de píxeles visibles es de 35.059.

Consideramos que este es el primer candidato para poner un mirador en la ruta.

**Figura 85. Cálculo de estadísticas de capas ráster.**

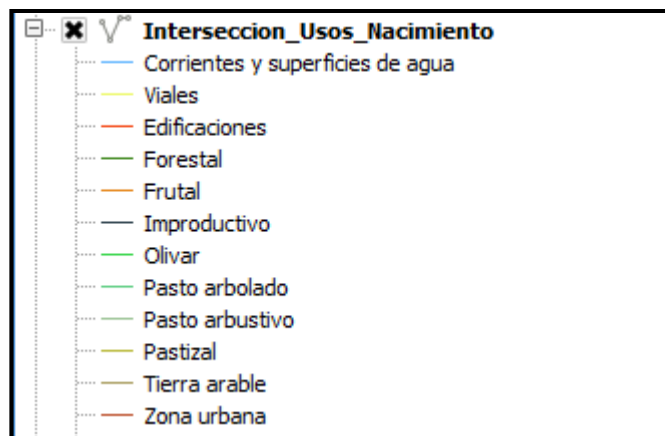
### 7.1.5 Usos de suelo para la ruta

En este apartado, se han definido los distintos tipos de terreno por los que pasa la ruta (fig. 86). Esto se ha determinado realizando una intersección entre la capa de usos de suelo *usos\_sigpac\_25830\_Castillo\_locubin* y la capa vectorial de la ruta.

En la figura 87 se ilustra la leyenda de los tipos de terreno por los que pasa la ruta 1.



**Figura 86. Usos de suelo para ruta 1.**



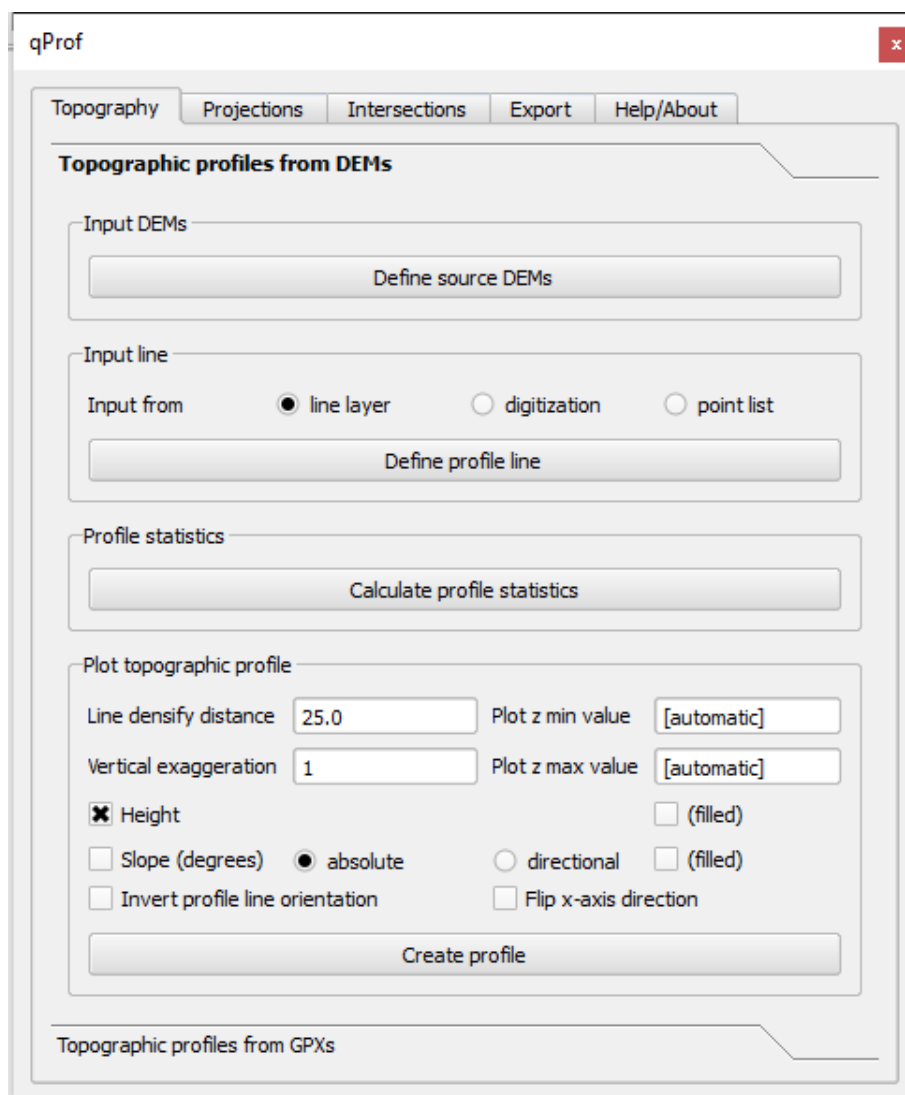
**Figura 87. Leyenda de los usos del suelo para la ruta 1.**

### 7.1.6 Perfil topográfico de la ruta

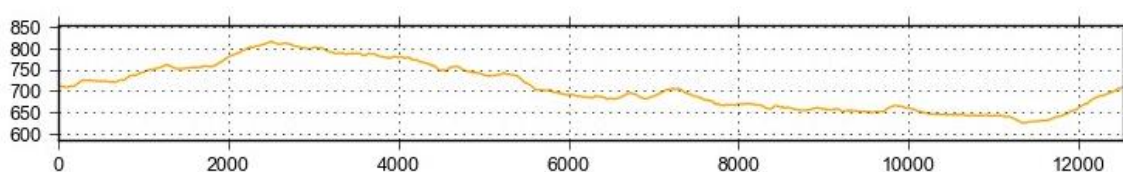
Un perfil topográfico se puede definir como la representación lineal y gráfica del relieve de un terreno a partir de dos ejes, uno con la altitud y otro con la longitud, que permite establecer las diferencias altitudinales que se presentan a lo largo de un recorrido. Teniendo en cuenta la dirección de su recorrido, se pueden clasificar como longitudinales y transversales. Un perfil longitudinal es la intersección del terreno con un plano vertical que contiene al eje longitudinal. El perfil transversal es la intersección del terreno con un plano vertical perpendicular al eje longitudinal y que sirve para tomar la forma altimétrica del terreno a lo largo de una franja de nivelación (Cortés, s.f.).

Para hacer un perfil topográfico en QGIS se necesita el modelo digital de elevaciones, y la capa vectorial de la ruta.

Se instaló el *plugin qProf* (fig. 88) que puede realizar un gráfico sobre la línea las alturas del MDE. Se introdujo la capa que contiene la línea, el MDE y el intervalo de muestreo. Para finalizar el proceso se pulsó *Create profile*, el resultado quedaría como se ilustra en la figura 90.



**Figura 88. QProf para calcular el perfil topográfico de la ruta 1.**



**Figura 90. Perfil topográfico de la ruta 1**

A partir de los datos geométricos de la ruta, se han derivado datos interesantes para los senderistas que se recogen en la tabla 8.

**Tabla 8. Tabla de atributos de la ruta 1.**

|            |          |
|------------|----------|
| Ruta       | 1        |
| Longitud   | 12526.52 |
| Dificultad | Media    |
| Desnivel   | 195      |
| Circular   | SI       |
| Tiempo     | 2 horas  |

## 7.2 Ruta 2: Torre de la Nava

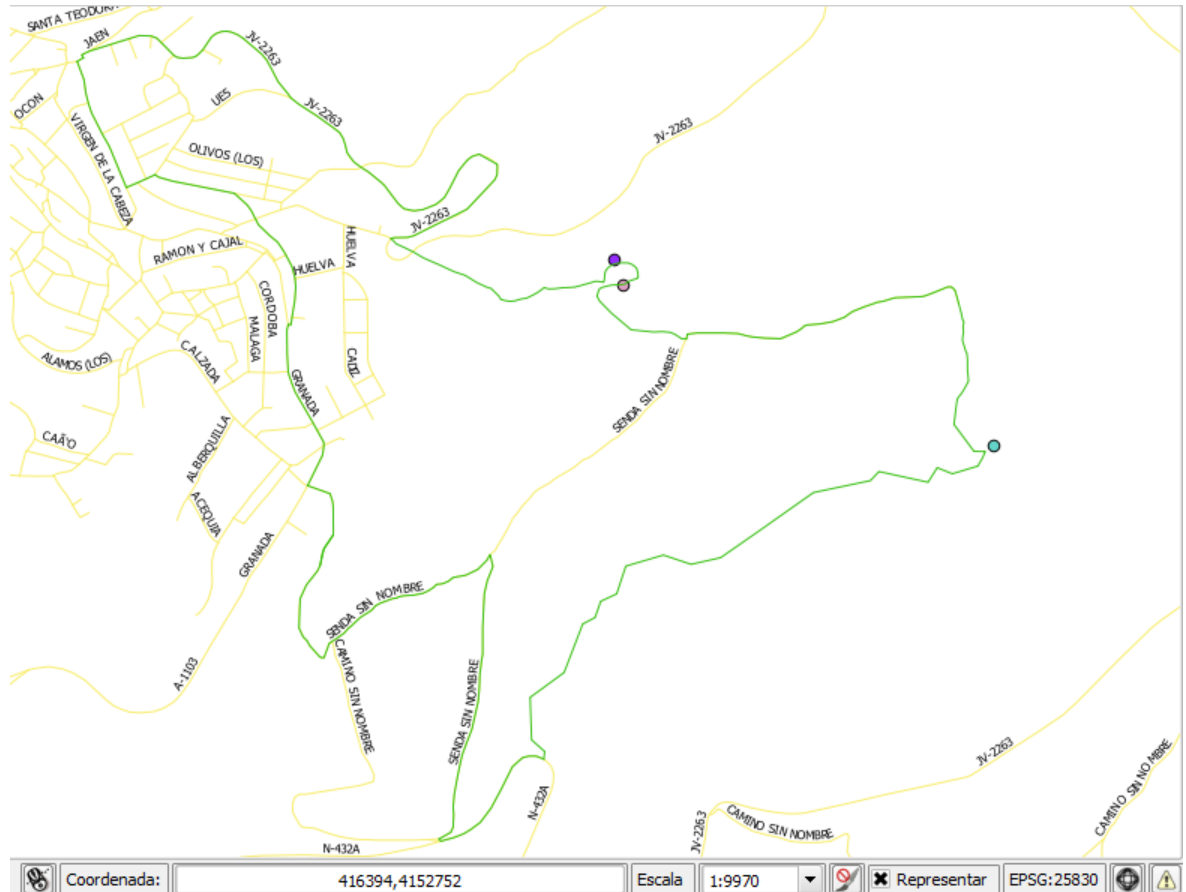
La ruta “Torre de la Nava”, a diferencia de la anterior fue descargada de WIKILOC a través de la dirección siguiente:

<http://es.wikiloc.com/wikiloc/view.do?id=12666929>

Se realizaron los mismos cálculos que para la ruta 1.

Para la digitalización de la ruta 2, se ha utilizado como referencia la capa del callejero de Castillo de Locubín llamada *cartociudad\_25830\_tramo\_vial*. Hay tramos de la ruta que no pasan por ningún camino presente en la base de datos de “*cartociudad\_25830\_tramo\_vial*”, por tanto se dejó igual que la descargada de wikiloc.

En la figura 89 se puede apreciar la digitalización de la ruta 2, junto el callejero “*cartociudad\_25830\_tramo\_vial*”.

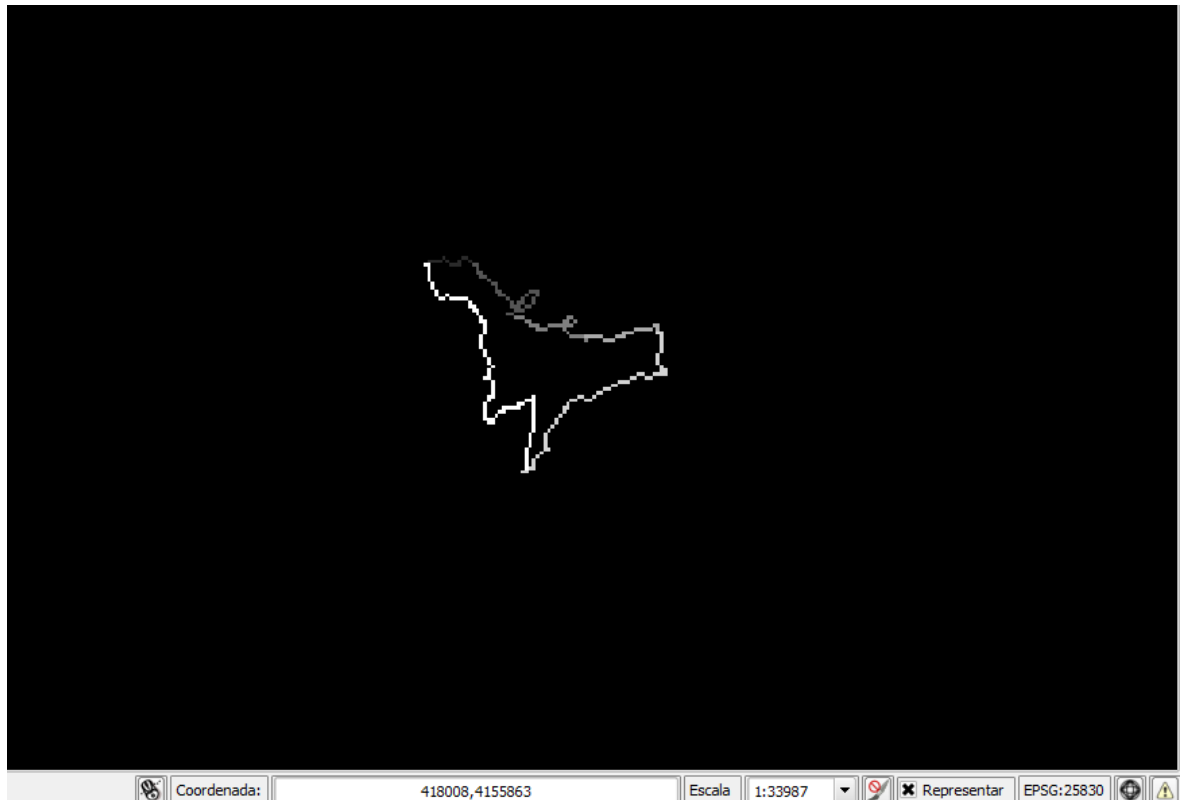


**Figura 89. Ruta 2 digitalizada.**

### 7.2.1 Rasterización de la ruta

Un paso previo, antes de seguir haciendo procesos con esta ruta, fue la conversión de la ruta vectorial a ráster para poder realizar intersecciones con capas ráster (capa de *cálculo de pendientes* y capa de *orientación*).

El proceso que se siguió fue el mismo que para la ruta 1. En la figura 90 se puede apreciar la ruta 2 rasterizada.



**Figura 90. Ruta 2 rasterizada.**

La ruta rasterizada esta representa por valores desde 0 hasta 6. Las celdas 0 no pertenecen a la ruta, y las celdas distintas de 0 son las que conforman la ruta 2.

A continuación, se realizó una reclasificación de la ruta 2, con valores de “0” y “1”.

#### **7.2.2 Cálculos de pendiente y orientación de la ruta**

Se realizó una multiplicación entre la capa rasterizada de la ruta 2 (con valores “0” y “1”) y la capa de *cálculo de pendiente*.

A partir de los datos generados, se introducen la pendiente máxima, media y mínima, igual para la orientación (tabla 9). La distancia queda expresada en metros y la pendiente en tanto por ciento. La orientación queda expresada en grados.

**Tabla 9. Atributos de la ruta 2.**

| id | ruta | tramo          | Distancia | Pendiente |        |       | Orientación |        |       |
|----|------|----------------|-----------|-----------|--------|-------|-------------|--------|-------|
|    |      |                |           | Mínima    | Máxima | Media | Mínima      | Máxima | Media |
| 1  | 2    | Calle San An   | 333.12    | 8         | 13     | 11    | 251         | 327    | 289   |
| 2  | 2    | JV-2263        | 880.04    | 7         | 13     | 10    | 229         | 239    | 234   |
| 3  | 2    | Senderos       | 783.43    | 7         | 10     | 9     | 195         | 221    | 208   |
| 4  | 2    | Sendero        | 524.89    | 10        | 14     | 12    | 213         | 281    | 247   |
| 5  | 2    | N-432          | 258.67    | 7         | 14     | 11    | 261         | 311    | 286   |
| 5  | 2    | Sendero        | 1442.65   | 11        | 18     | 15    | 307         | 322    | 315   |
| 6  | 2    | Sendero        | 1133.41   | 9         | 24     | 17    | 270         | 322    | 296   |
| 7  | 2    | Sendero        | 175.04    | 9         | 13     | 11    | 265         | 323    | 294   |
| 8  | 2    | Carretera de   | 305.15    | 5         | 25     | 15    | 148         | 313    | 231   |
| 9  | 2    | Calle Virgen   | 274.72    | 7         | 9      | 8     | 274         | 291    | 283   |
| 10 | 2    | Calle de la In | 143.61    | 5         | 25     | 15    | 282         | 346    | 314   |
| 11 | 2    | Calle la Era   | 55.16     | 6         | 23     | 15    | 17          | 359    | 188   |
| 12 | 2    | Calle Severo   | 239.29    | 6         | 17     | 12    | 304         | 358    | 331   |
| 13 | 2    | Calle San An   | 12.52     | 12        | 13     | 13    | 325         | 327    | 326   |

### 7.2.3 Equipamiento de la ruta

En este apartado se realizan todas las capas relacionadas con el mobiliario de la ruta, como son las capas de barandillas, papeleras, puntos singulares y señalización.

#### 7.2.3.1 Capa de barandillas

Esta capa ilustra la localización de todas las barandillas que son necesarias en la ruta.

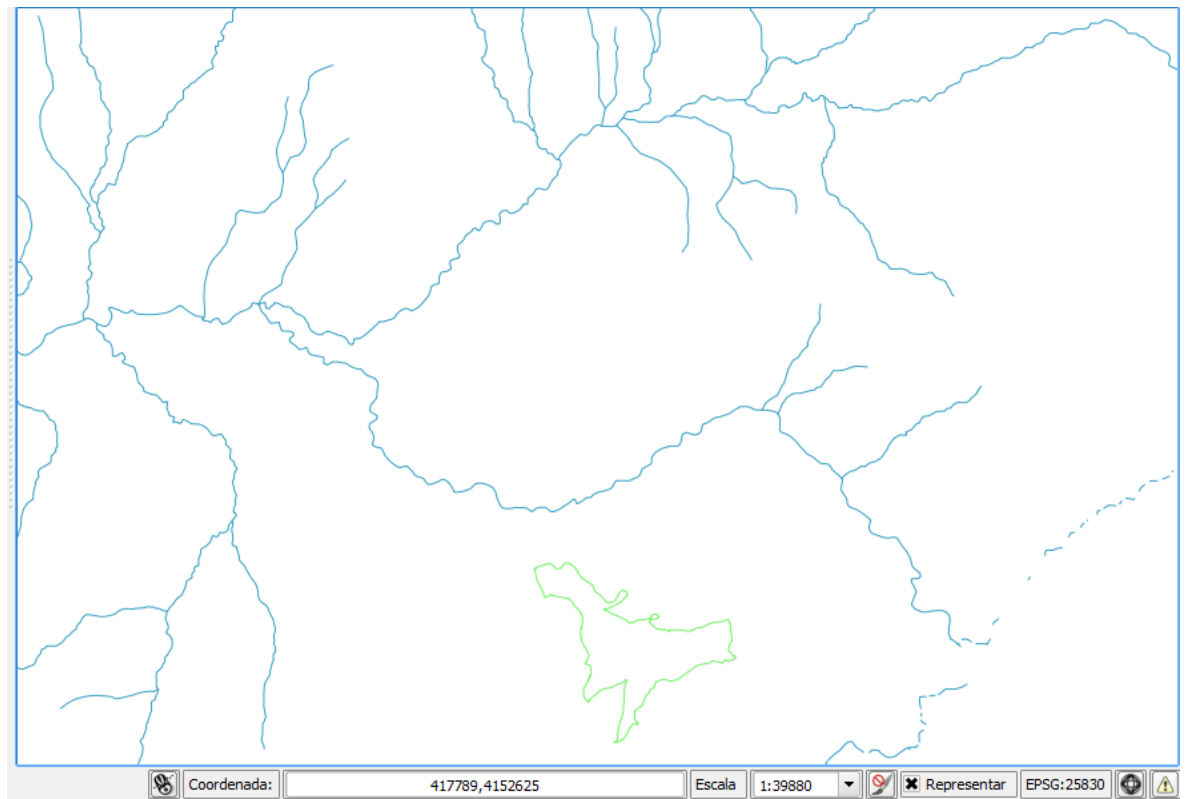
La colocación de las barandillas se ha dispuesto siguiendo los mismos factores que para la ruta 1.

- Teniendo en cuenta el paso de los ríos o arroyos.
- Teniendo en cuenta la pendiente, a priori se fija que una pendiente mayor del 25 por ciento es considerada peligrosa.

Se realizó la intersección entre la capa pendientes mayores de 25 % y la capa de ruta 2 rasterizada. Al realizar la intersección los valores de los píxeles, son “0” esto significa que no hay ningún tramo de la ruta que tenga un pendiente mayor al 25 %. En la tabla 9 se puede comprobar también.

Por otro lado, se realizó la intersección entre la capa de ríos del municipio y la capa de la ruta 2, ambas capas vectoriales.

En la figura 91 se puede apreciar que no hay ningún río que corte a la ruta 2, por tanto, no haría falta colocar barandillas en esta ruta.



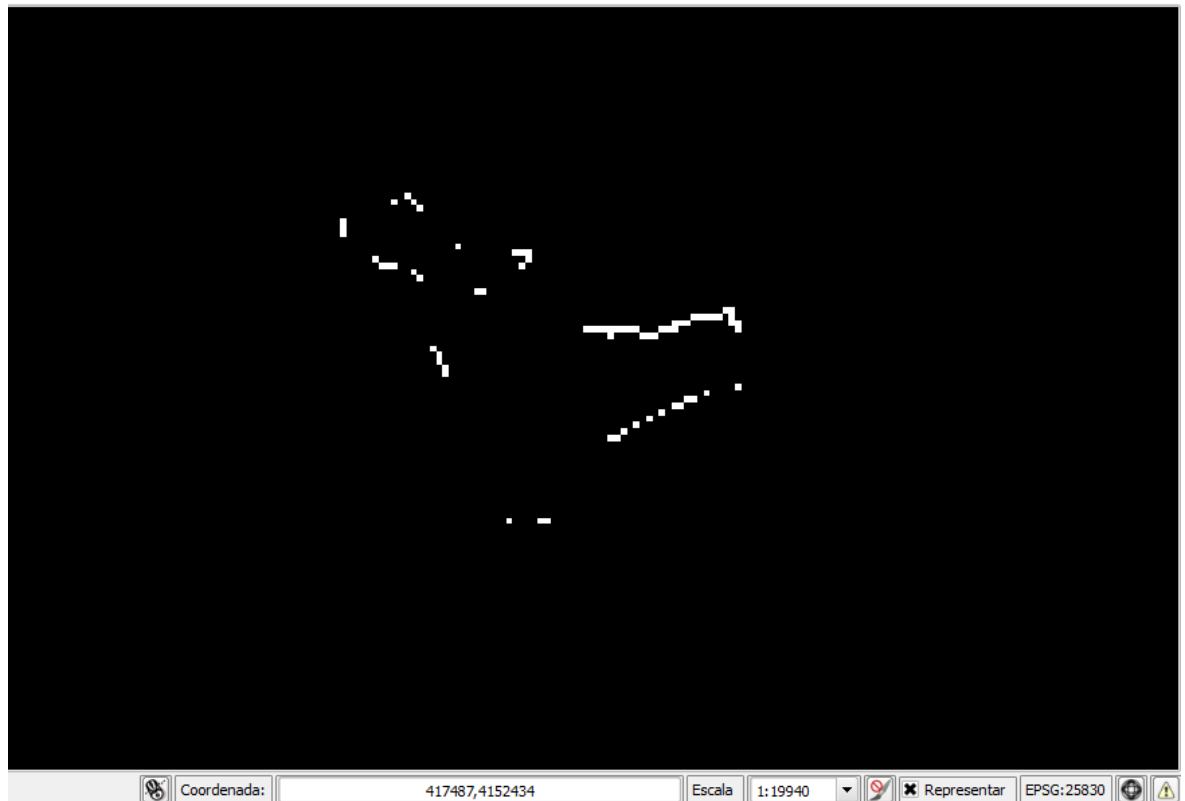
**Figura 91. Representación de la ruta 2 y los ríos del municipio.**

#### **7.2.3.2 Capa de papeleras de la ruta**

Esta capa muestra la localización de las papeleras a lo largo de la ruta 2. La colocación de las papeleras se dispondrá según estos factores:

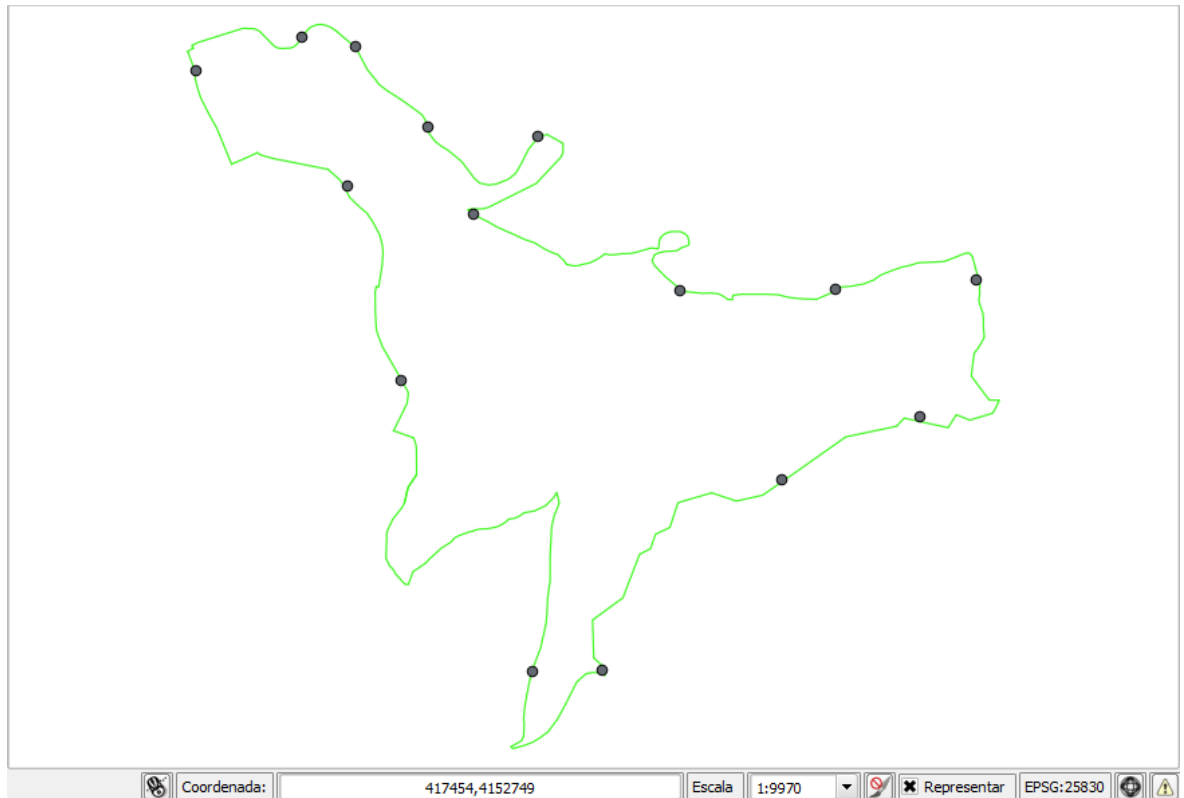
- Zonas llanas con cierta visibilidad.
- Teniendo en cuenta que la pendiente sea inferior al 10%.
- Teniendo en cuenta una separación de 300 metros entre las diferentes papeleras.

Se realizó una intersección entre la capa pendientes inferiores al 10 % y la capa de ruta 2 rasterizada (fig. 92).



**Figura 92. Intersección entre la capa de pendientes inferiores al 10 % y la ruta 2.**

Se creó una nueva capa vectorial de tipo puntual, para la colocación de las papeleras sobre la ruta. En la figura 95 se ilustra el resultado junto con la tabla de atributos (tabla 10).

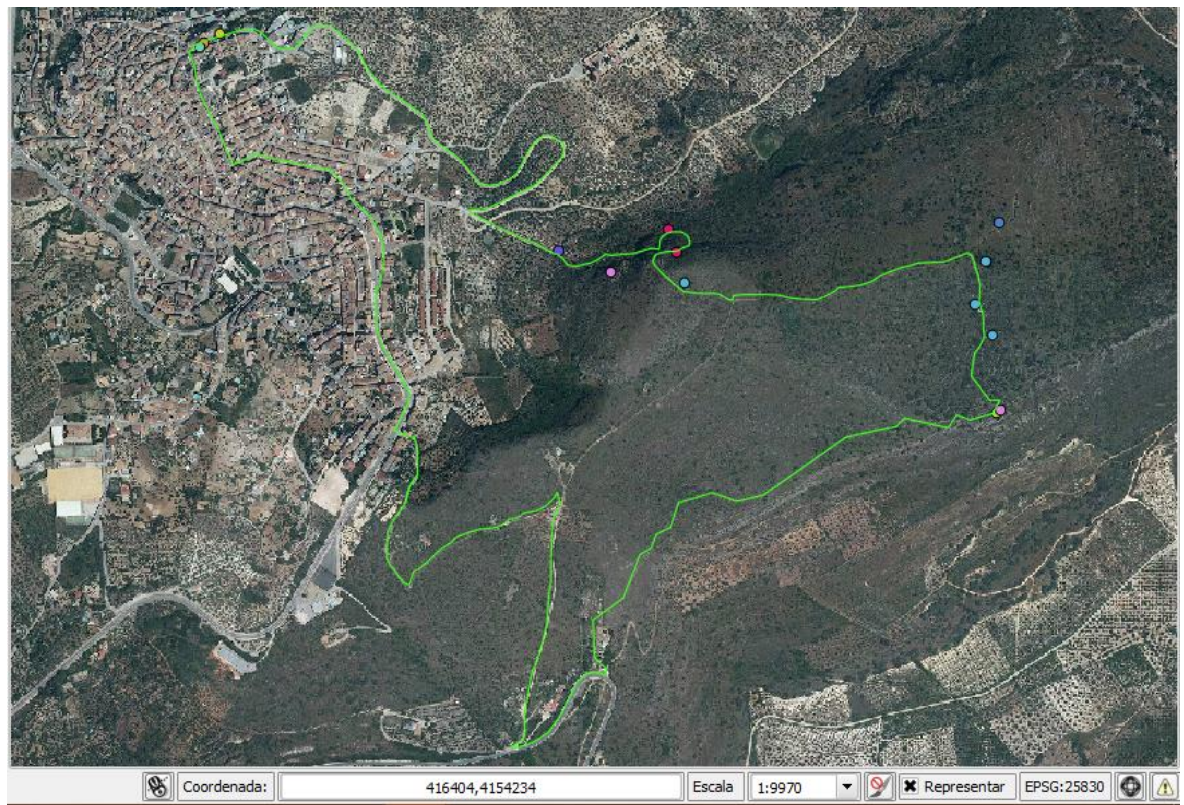
**Figura 93. Papeleras de la ruta 2.****Tabla 10. Tabla de atributos de la capa papeleras.**

|    | id | △ | Tipo     | Estado  | Fecha Impl | Fecha Revi | Ruta |
|----|----|---|----------|---------|------------|------------|------|
| 6  | 1  |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 5  | 2  |   | Papelera | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 4  | 3  |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 3  | 4  |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 2  | 5  |   | Papelera | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 1  | 6  |   | Papelera | Mal     | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 0  | 7  |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 14 | 8  |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 13 | 9  |   | Papelera | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 12 | 10 |   | Papelera | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 11 | 11 |   | Papelera | Mal     | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 10 | 12 |   | Papelera | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 8  | 13 |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 9  | 14 |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 7  | 15 |   | Papelera | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |

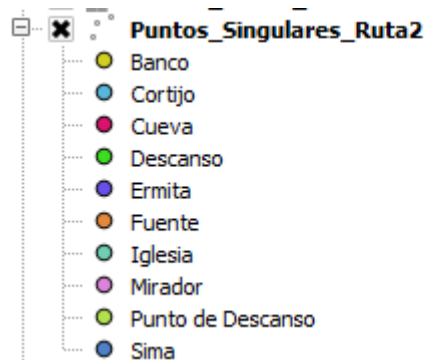
### 7.2.3.3 Mobiliario y puntos singulares de la ruta

Esta capa muestra los puntos singulares a lo largo de la ruta. Se creó una nueva capa vectorial de tipo puntual para la colocación de puntos singulares: bancos para descansar, puntos de descanso, fuentes, iglesias y cuevas.

En la figura 94 se ilustra la leyenda de los puntos singulares de la ruta. La leyenda se ilustra en la figura 95.



**Figura 94. Puntos singulares de la ruta 2.**



**Figura 95. Leyenda de los puntos singulares de la ruta 2.**

Tabla de atributos de la capa de *Puntos\_Singulares\_Ruta2* quedaría como se ilustra en la tabla 11. La clase tipo indica el tipo de punto singular implantado.

**Tabla 11. Tabla de atributos de la capa papeleras.**

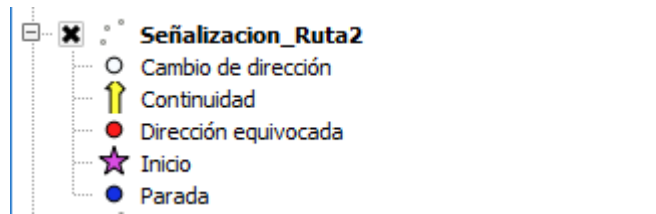
|    | id | Tipo              | Nombre                   | Estado    | F Implem   | F revi     | Ruta |
|----|----|-------------------|--------------------------|-----------|------------|------------|------|
| 0  | 14 | Cueva             | Cueva del Jabonero       | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 1  | 13 | Cueva             | Cueva de la Virgen       | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 2  | 12 | Descanso          | Puerto de la Nava        | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 3  | 11 | Cortijo           | Cortijo de la Nava       | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 4  | 15 | Cortijo           | Cortijo                  | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 5  | 10 | Mirador           | Punto Mirador            | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 6  | 9  | Banco             | Banco para descansar     | Bien      | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 7  | 8  | Fuente            | Fuente de San Anton      | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 8  | 7  | Iglesia           | Iglesia de San Anton     | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 9  | 6  | Ermita            | Ermita el Calvario       | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 10 | 5  | Punto de Desca... | Torre de la Nava         | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 11 | 4  | Mirador           | Torre de la Nava         | Regular   | NULL       | NULL       | 2    |
| 12 | 3  | Cortijo           | Cortijo                  | En ruinas | NULL       | NULL       | 2    |
| 13 | 2  | Sima              | Sima                     | NULL      | NULL       | NULL       | 2    |
| 14 | 1  | Cortijo           | Cortijo cerca de la Nava | En ruinas | NULL       | NULL       | 2    |

#### 7.2.3.4 Señalización de la ruta

En esta ruta también se implementó una serie de señales para la facilidad del seguimiento de la ruta a los turistas (fig. 96).

**Figura 96. Señalización de la ruta 1.**

En la figura 97 se ilustra la leyenda de capa *señalización\_Ruta2*.



**Figura 97. Legenda de la señalización de la ruta 2.**

En la tabla 12 se puede apreciar la tabla de atributos de la capa *señalización\_Ruta2*. La clase tipo indica el tipo de señal implantado.

**Tabla 12. Tabla de atributos de la capa señalización de la ruta 2.**

| id | Tipo                 | Estado  | Fecha Impl | Fecha revi | Ruta |
|----|----------------------|---------|------------|------------|------|
| 1  | Inicio               | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 2  | Dirección equivocada | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 3  | Cambio de dirección  | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 4  | Continuidad          | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 5  | Continuidad          | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 6  | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 7  | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 8  | Continuidad          | Mal     | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 9  | Parada               | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 10 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 11 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 12 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 13 | Continuidad          | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 14 | Parada               | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 15 | Continuidad          | Mal     | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 16 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 17 | Dirección equivocada | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 18 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 19 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 20 | Continuidad          | Regular | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 21 | Continuidad          | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 22 | Cambio de dirección  | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 23 | Cambio de dirección  | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |
| 24 | Cambio de dirección  | Bien    | 2012-01-01 | 2022-01-01 | 2    |

#### 7.2.4 Análisis de visibilidad

Se realiza el mismo procedimiento que para la ruta 1.

##### 7.2.4.1 Cuenca de visualización

Se halló la cuenca de visualización de de cinco puntos singulares considerados adecuados para ubicar miradores de la ruta situados en:

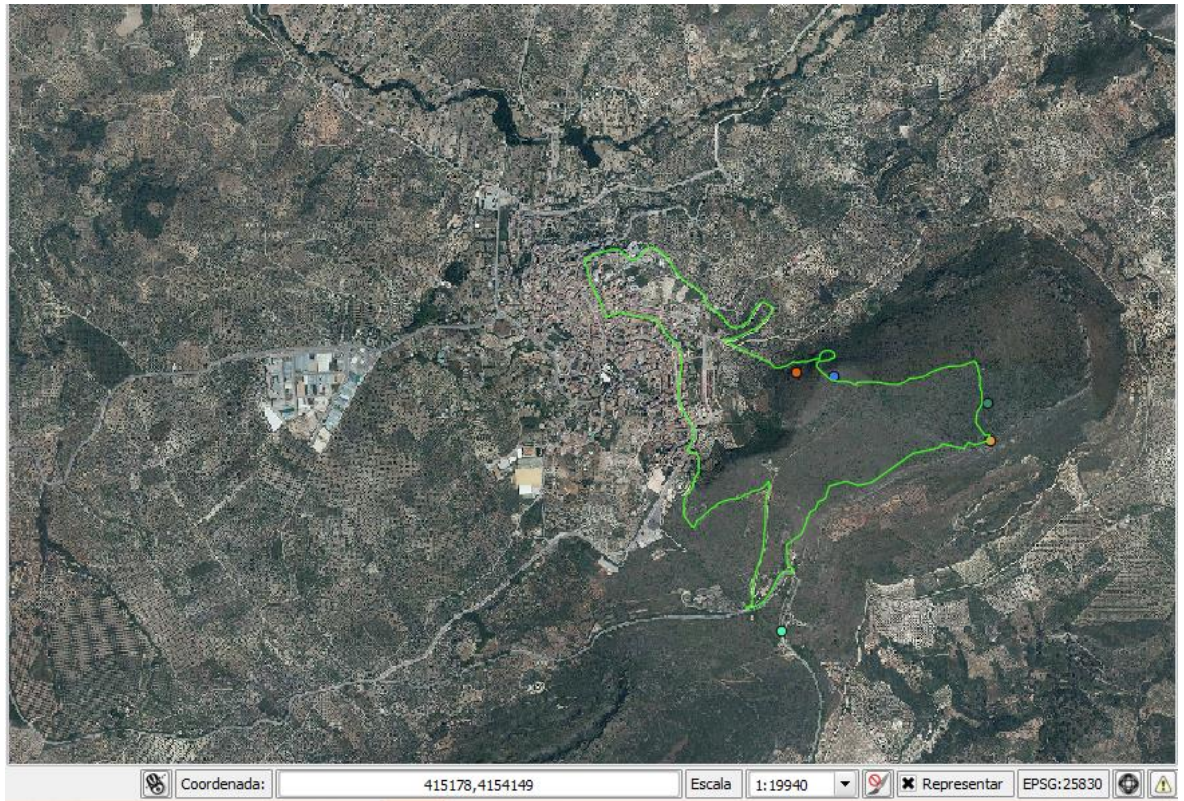
Los puntos están situados en:

- Torre de la Nava (nº 1).
- Mirador (nº 2).
- Puerto de la Nava (nº3).

- Cortijo de la Nava (nº 4).
- Cortijo cercano a la cueva del Jabonero (nº 5).

Se tiene en cuenta que el punto 1 y 2 van a ser tomados como puntos principales por ser puntos más conocidos entre los ciudadanos del término.

En la figura 98 se puede apreciar los 5 puntos distribuidos por la ruta 1.



**Figura 98. Localización de los puntos de vista de la ruta 2.**

En primer lugar, se calculó las cuencas visuales para cada punto de observación con la herramienta *viewshed analysis*.

Desde el punto nº 1, las zonas en blanco sería la cuenca de visibilidad calculada que se ve desde el punto marcado en la figura 99.



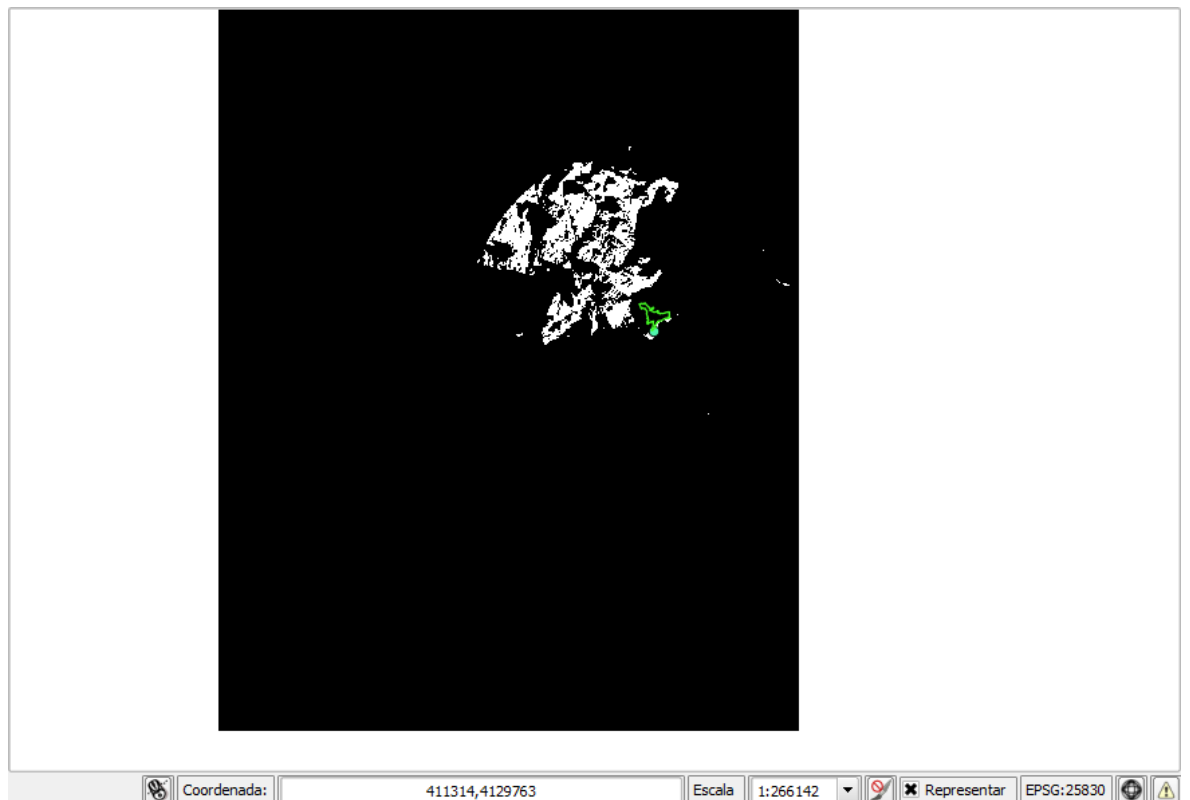
***Figura 99. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 1.***

Esta capa ráster calculada tiene valores de píxeles “0” y “1”. Los píxeles con valores “1” son los píxeles visibles desde el punto en cuestión.

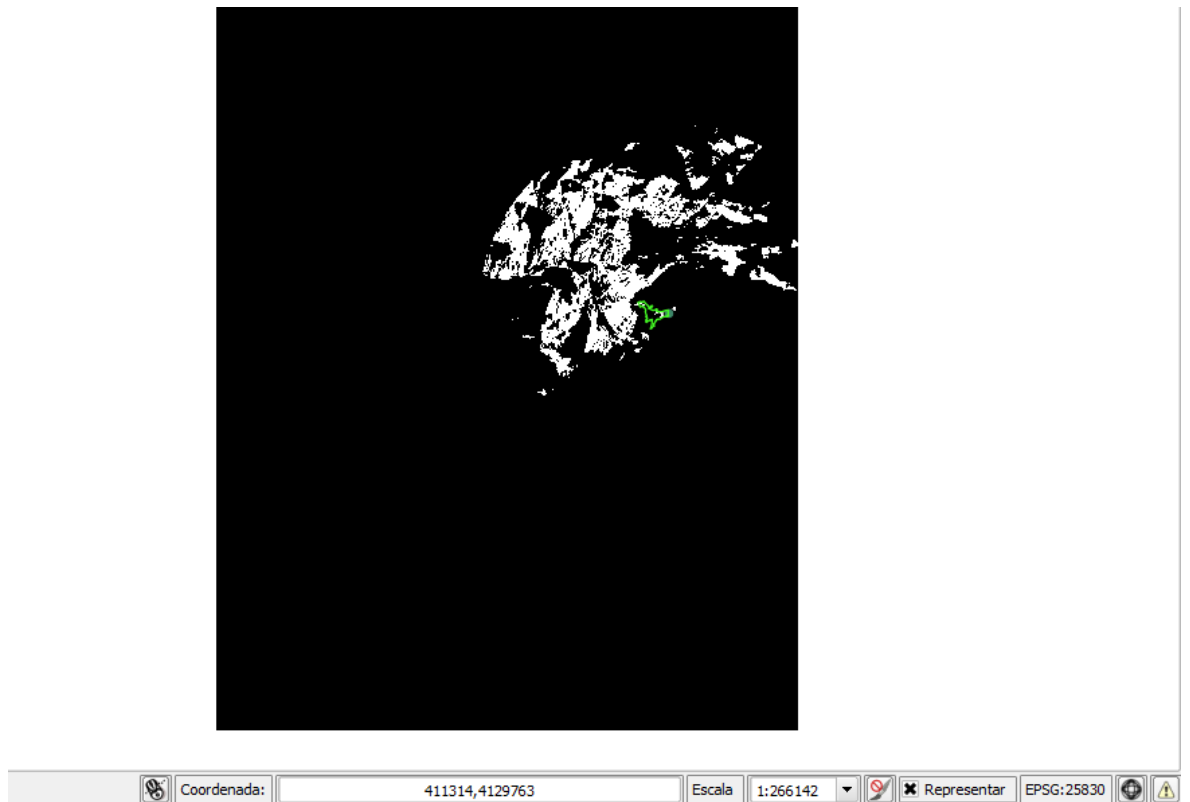
Este mismo análisis se realizó para el resto de puntos (figs. 100 a 103).



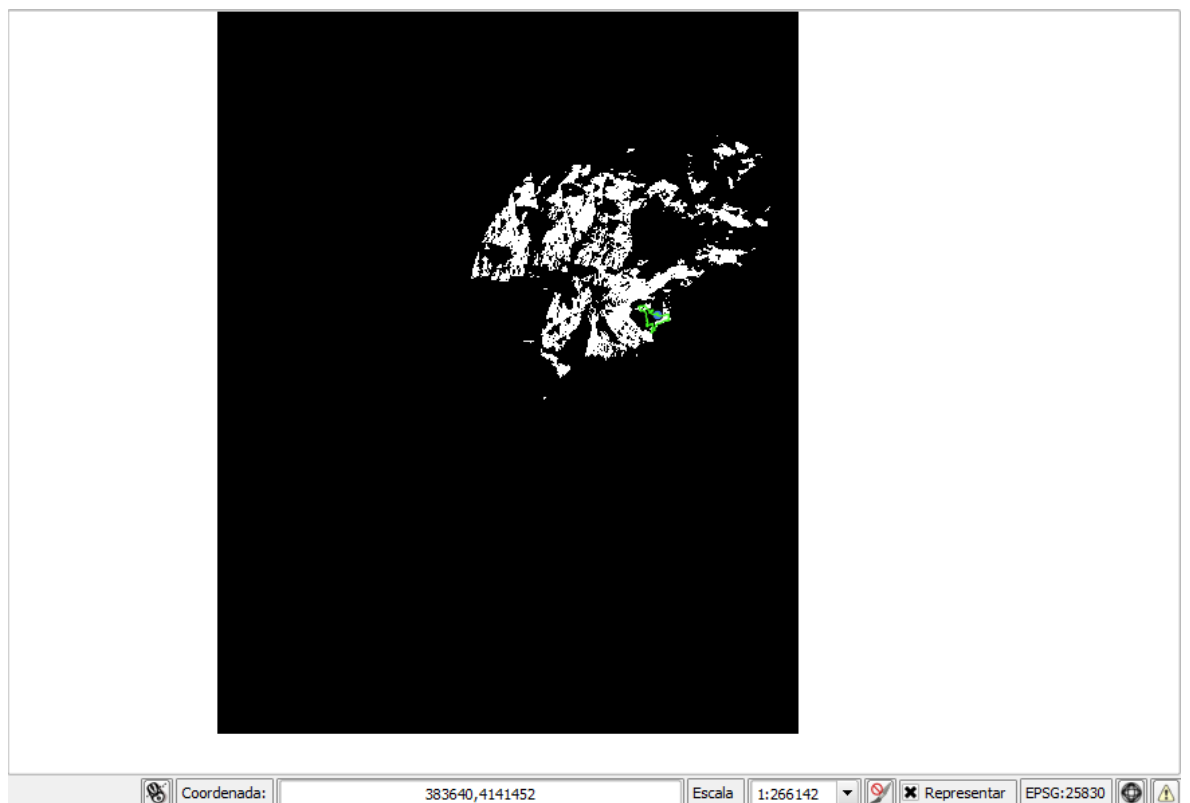
**Figura 100. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 2.**



**Figura 101. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 3.**

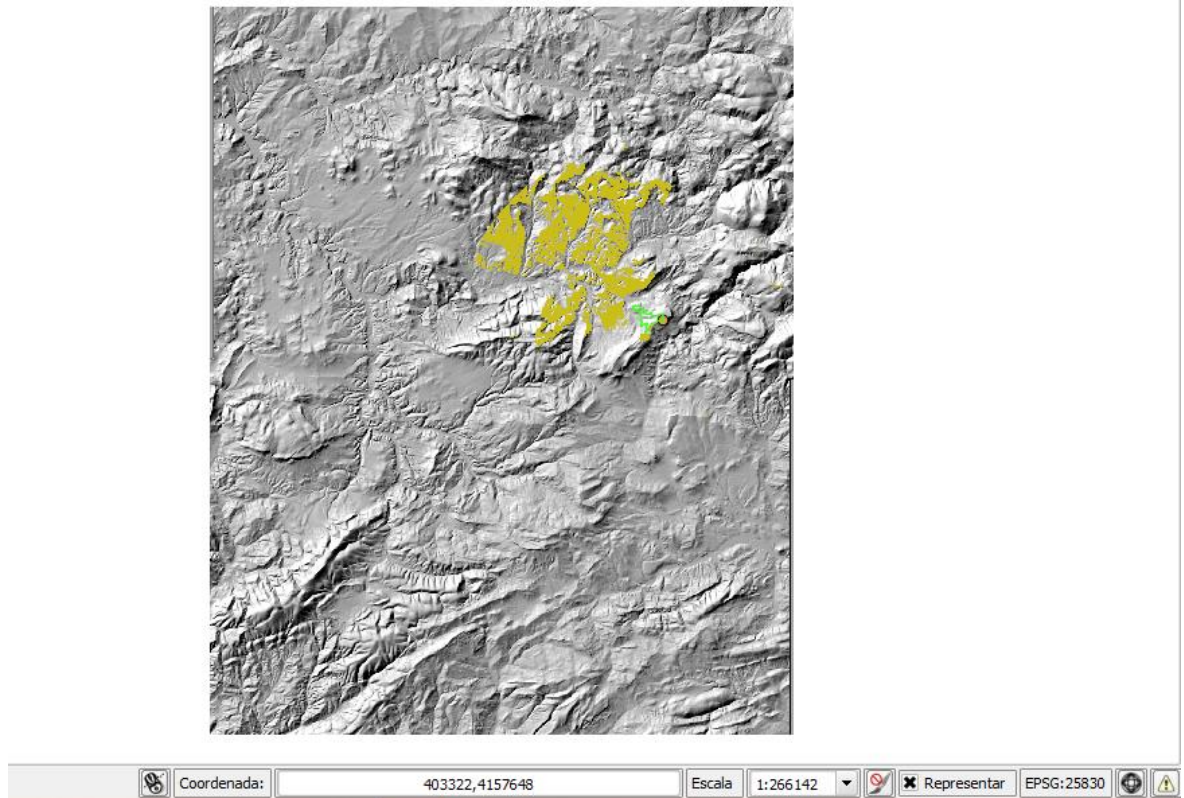


**Figura 102. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 4.**



**Figura 103. Cuenca de visibilidad calculada para el punto principal nº 5.**

A modo de ejemplo, para el punto 1, si se visualiza el resultado anterior con *el mapa de sombras*, el resultado es el que se ilustra en la figura 104 (las zonas en amarillo son las zonas visibles desde el punto 1).

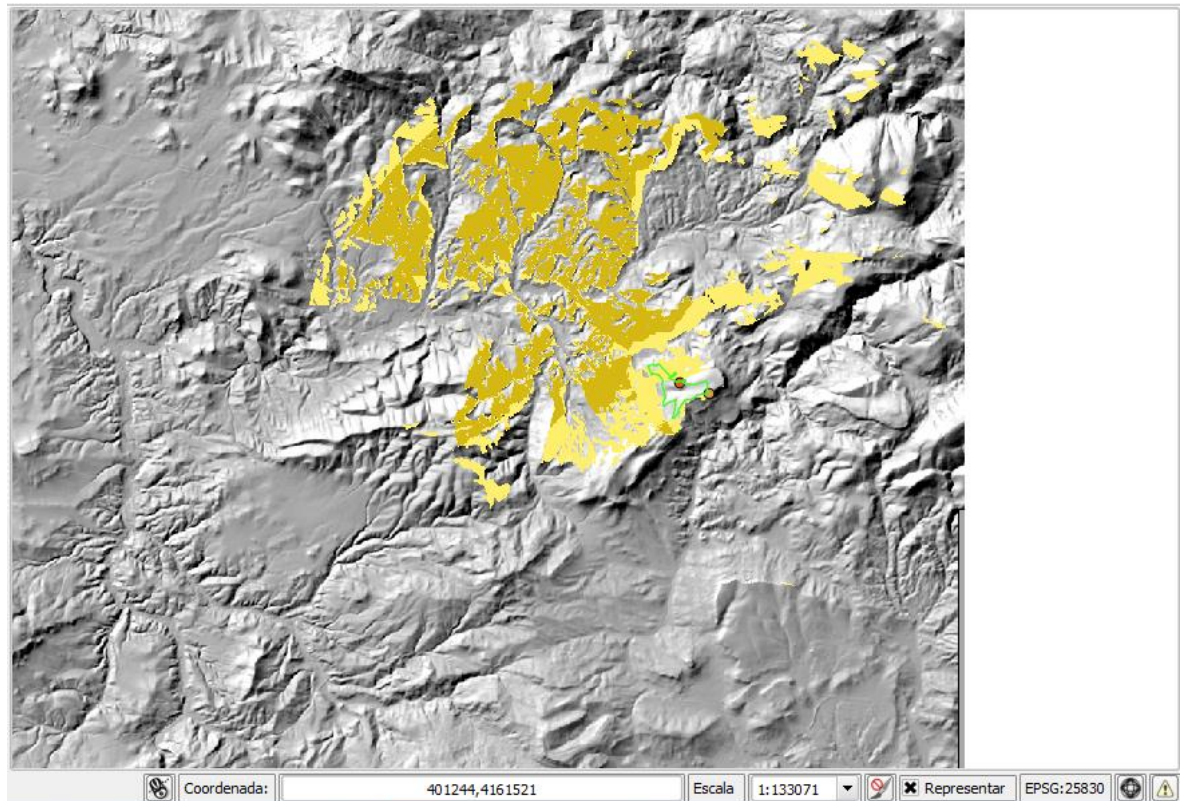


**Figura 104.** Cuenca de visibilidad desde el punto nº 1 y mapa de sombras. Las zonas en amarillo son las zonas visibles desde el punto nº 1.

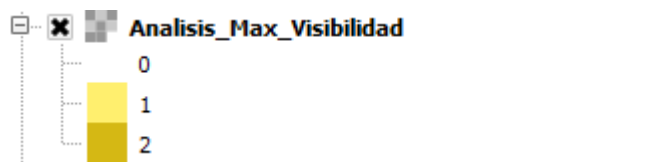
#### **7.2.4.2 Cálculo de las zonas de máxima visibilidad.**

Las zonas de máxima visibilidad son aquellas que son visibles desde los puntos principales (nº 1 y nº 2).

La capa resultado es un ráster con valores comprendidos entre 0 y 2: los valores de “0” equivalen a zonas que no son visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un solo punto y el valor 2 son zonas visibles desde los dos puntos de vista principales a la vez. En la figura 105 se puede apreciar la escala de colores para los valores de “0” “1” y “2” junto con la leyenda (fig. 106).



**Figura 105. Capa resultado de las zonas con visibilidad máxima desde la ruta 2. Se indica en amarillo oscuro las zonas de mayor visibilidad. Las zonas de color grisáceo no son visibles**

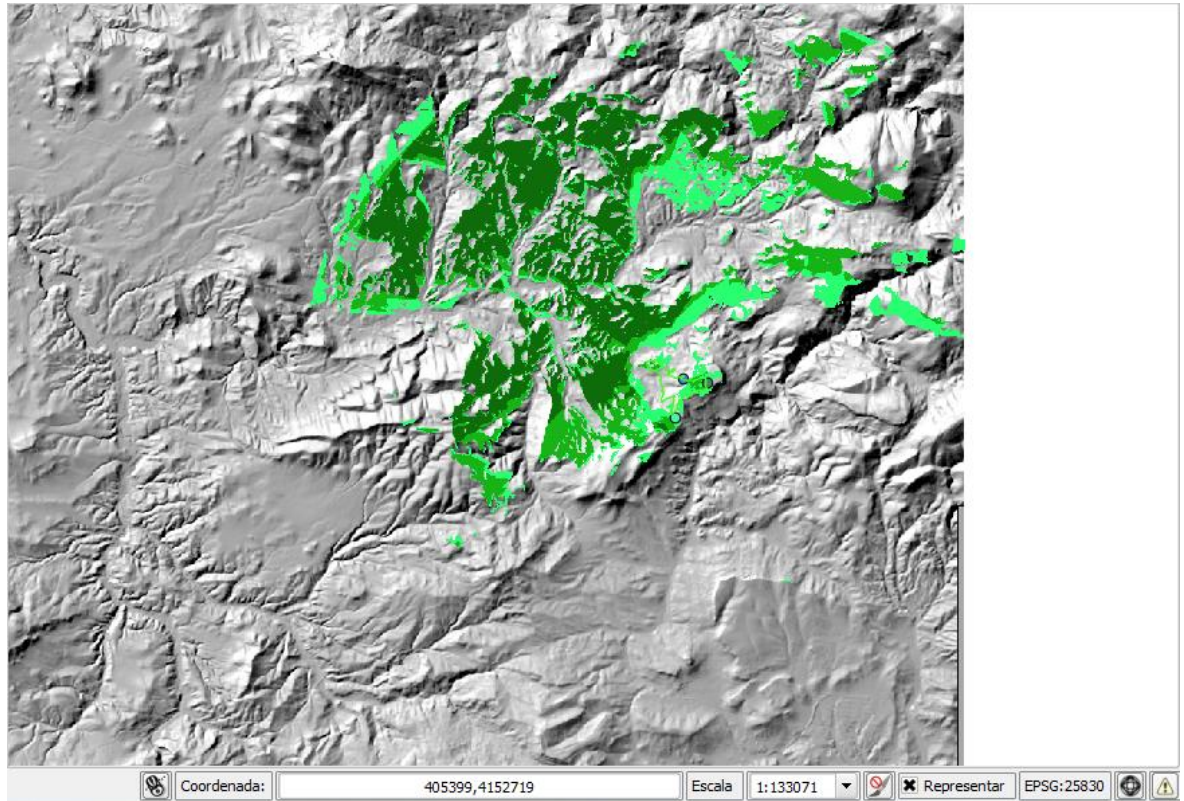


**Figura 106. Leyenda para el cálculo de las zonas de máxima visibilidad. El valor 0 son zonas no visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un punto y el valor 2 zonas visibles desde 2 puntos a la vez.**

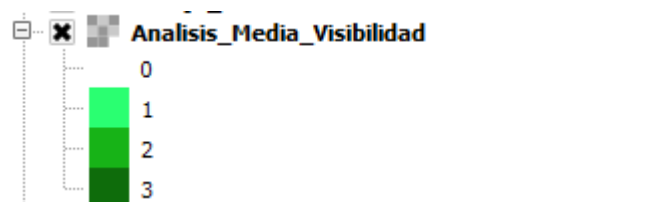
#### **7.2.4.3 Cálculo de las zonas de visibilidad media y baja.**

Las zonas de visibilidad media (fig.107) son aquellas que se ven desde más de la mitad de los puntos de observación. Se utilizó la calculadora ráster para sumar las cuenca de visibilidad de los tres puntos secundarios de vista (nº2, nº3 y nº 5).

Por tanto, las zonas de visibilidad media, serán las zonas de color verde oscuro, ya que se produce solape entre más de la mitad de los puntos de observación (valor 3). Las zonas de visibilidad baja serán las zonas restantes, zonas con valor entre 1 y 2, zonas visibles desde menos de la mitad de los puntos de observación. En la figura 108 se ilustra la leyenda.



**Figura 107. Zonas de visibilidad media de la ruta 2. Se indica en verde oscuro las zonas de mayor visibilidad. Las zonas de color grisáceo no son visibles**



**Figura 108. Leyenda de la capa de zonas de visibilidad media de la ruta 2. El valor 0 son zonas no visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un punto y el valor 2 zonas visibles desde 2 puntos a la vez.**

#### **7.2.4.4 Cálculo de las zonas de visibilidad nula**

Para finalizar este tipo de análisis, las zonas de visibilidad nula son aquellas zonas que no pueden verse desde ningún punto de observación, por tanto, serían las zonas con valor 0.

#### **7.2.4.5 Análisis de visibilidad desde 8 puntos repartidos a lo largo de la ruta 2.**

Por otro lado, se realizó un análisis desde 10 puntos repartidos a lo largo de la ruta, para determinar las partes de la ruta visibles desde zonas externas.

Se crearon 8 capas vectoriales de tipo puntual para los 8 puntos elegidos distribuidos alrededor de la ruta. En la figura 109 se ilustra la localización de los puntos elegidos.

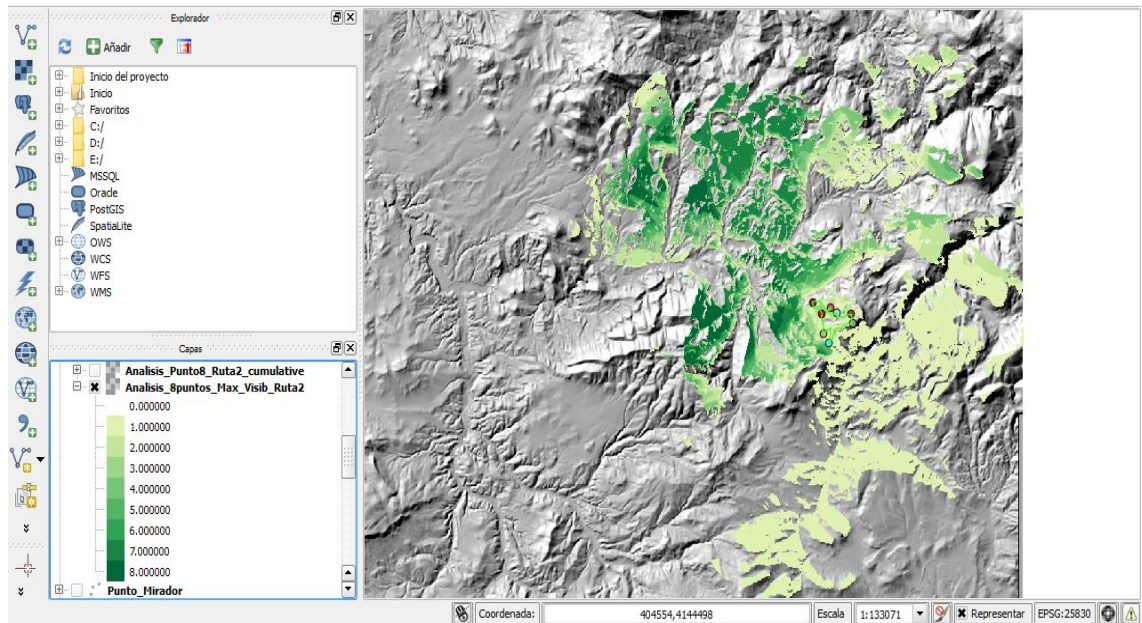


**Figura 109. Puntos de aplicación para el análisis de visibilidad de la ruta.**

Se calculó la cuenca de visibilidad de cada uno de los puntos anteriores por separado.

Con la calculadora ráster, se sumaron todas las capas del cálculo de las cuencas de visibilidad para cada uno de los 8 puntos.

La capa resultado fue un ráster con valores comprendidos entre 0 y 8: los valores de “0” equivalen a zonas que no son visibles desde ningún punto, el valor 1 zonas visibles desde un solo punto, el valor 2 son zonas visibles desde dos puntos de vista a la vez, así sucesivamente. En la figura 110 se puede apreciar que se observan zonas visibles a la vez desde todos los puntos de observación (8 puntos).

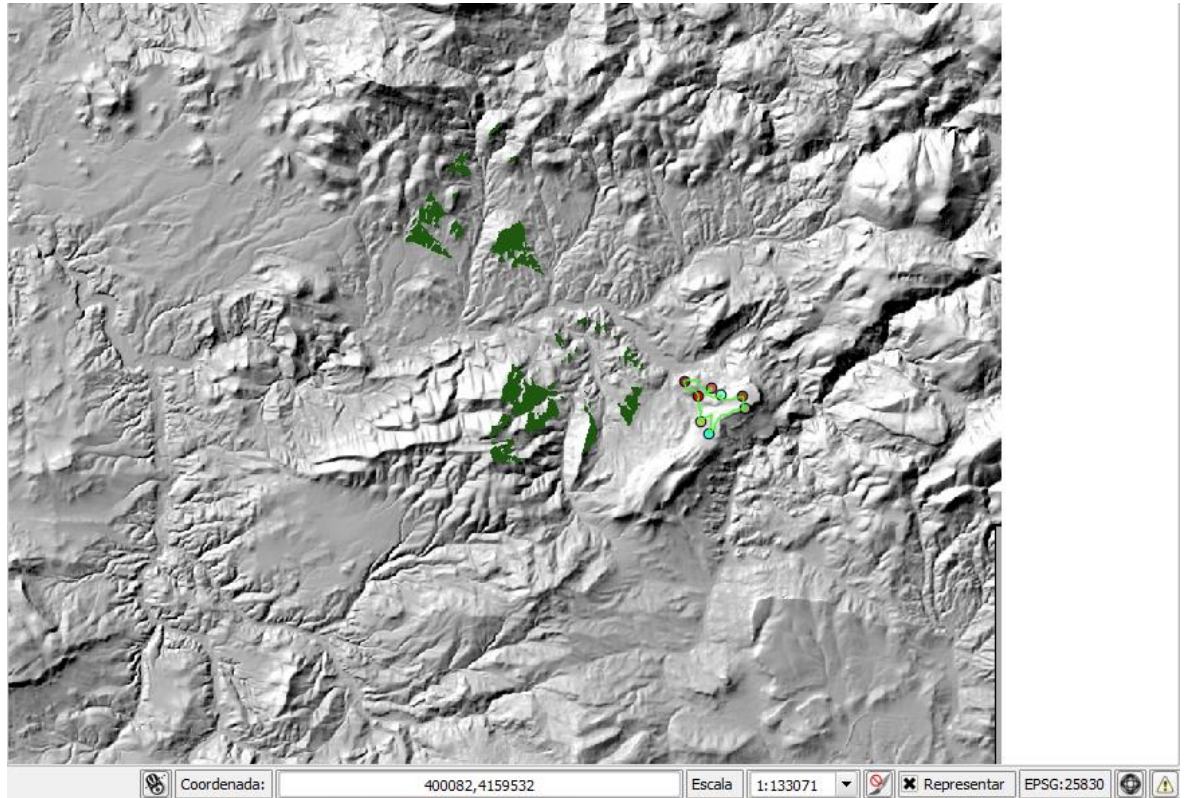


**Figura 110. Análisis de visibilidad desde 10 puntos de la ruta.**

A continuación, se realizó dicho análisis en sentido inverso, es decir, qué porcentaje de la ruta se observa desde los alrededores. Si se considera que desde la superposición de los 8 puntos se vería el 100 % de la ruta, por lo que desde la cuenca de visibilidad se vería el total de la ruta.

El proceso se realizó con la *calculadora ráster*, si se escribe “Analisis\_8puntos\_Max\_Visib\_Ruta2”=8” el resultado son las zonas de la cuenca de visibilidad, desde las cuales se observan el 100 % de la ruta.

En la figura 111 se ilustran las zonas desde las cuales se ve el 100 % de la ruta.



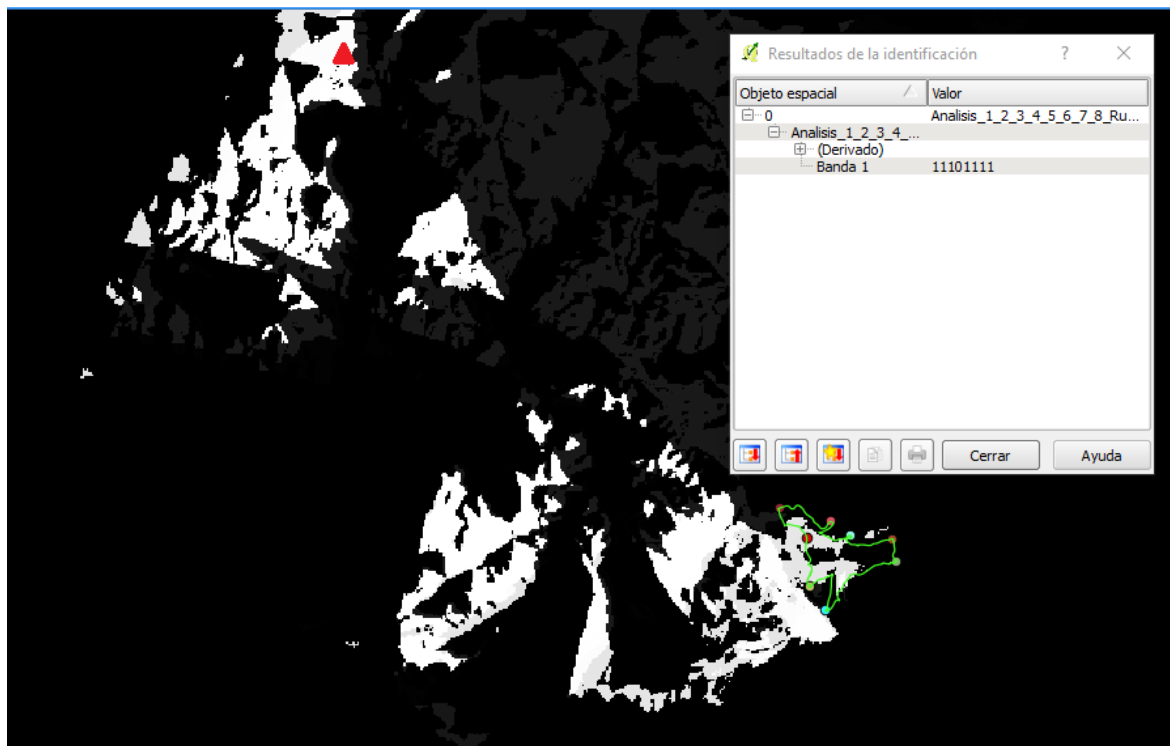
**Figura 111. Zonas en verde desde las cuales se puede observar el 100 % de la ruta 2.**

Este mismo proceso se puede realizar para calcular las zonas desde las cuales se ve el 80 % de la ruta, o el porcentaje deseado.

Por otra parte, se realizó otro análisis, desde el terreno qué puntos de la ruta se ven al mismo tiempo, el procedimiento fue el mismo que para la ruta anterior.

Si se elige un pixel del terreno, se ilustran los puntos que se ven de la ruta desde ese punto del terreno. Por ejemplo, desde el pixel señalado en rojo se ven los puntos 1, 2 y 3 de la ruta.

La capa final fue llamada *Analisis\_1\_2\_3\_4\_5\_6\_7\_8\_Ruta2*.



**Figura 112.** Ejemplo de visualización de los puntos que se ven desde el píxel del terreno seleccionado en color rojo.

Desde el píxel rojo (fig. 112), los puntos que se ven desde ahí serían todos menos el punto nº 4.

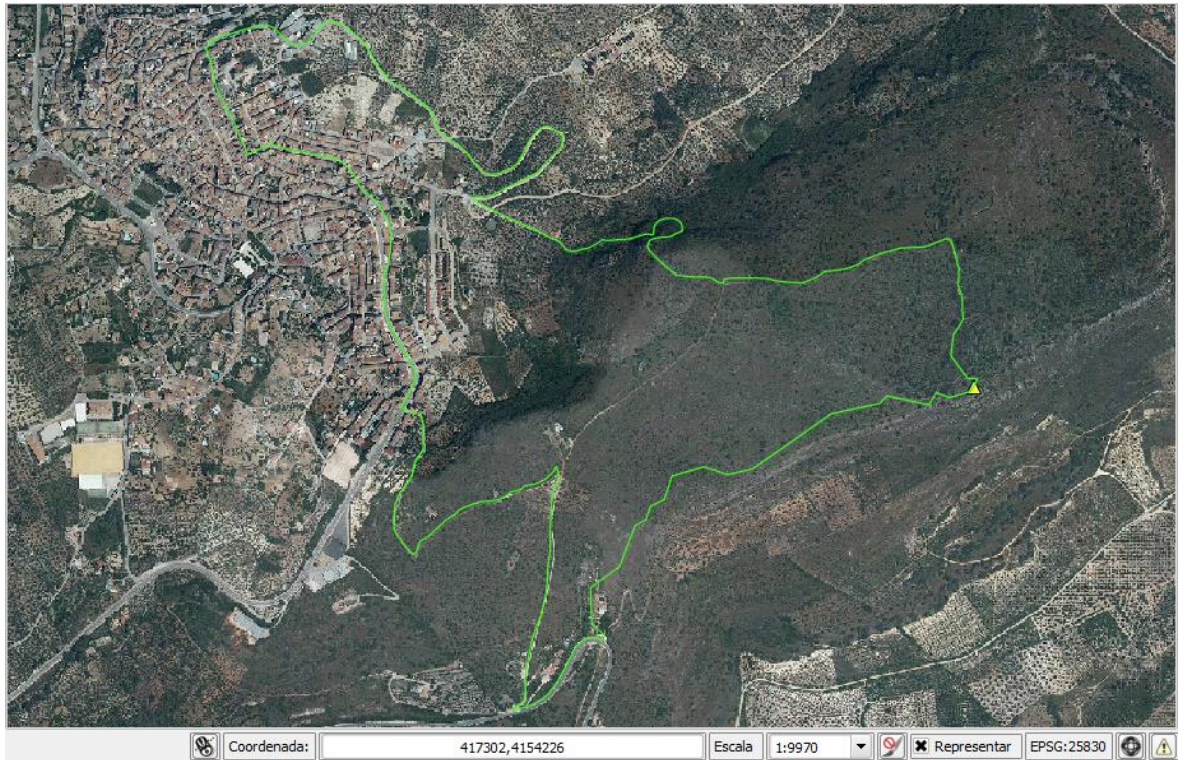
Por último, se eligió cual de los 8 puntos es el punto con más vistas.

Se calculó el número de píxeles visibles desde cada punto de la ruta (tabla 13).

**Tabla 13.** Número de píxeles desde cada punto de la ruta 2.

| Punto | Píxeles |
|-------|---------|
| 1     | 44784   |
| 2     | 39698   |
| 3     | 48165   |
| 4     | 56323   |
| 5     | 126053  |
| 6     | 48172   |
| 7     | 40719   |
| 8     | 18449   |

En conclusión, el punto que más vistas tiene es el punto número 5 (fig. 113). El punto nº 5 coincide con el punto de la torre de la Nava (fig. 114), por tanto sería el primer candidato para poner un mirador con hermosas vistas del paisaje.



**Figura 113.** Localización del punto candidato a ser mirador de la ruta 2 (en color amarillo).

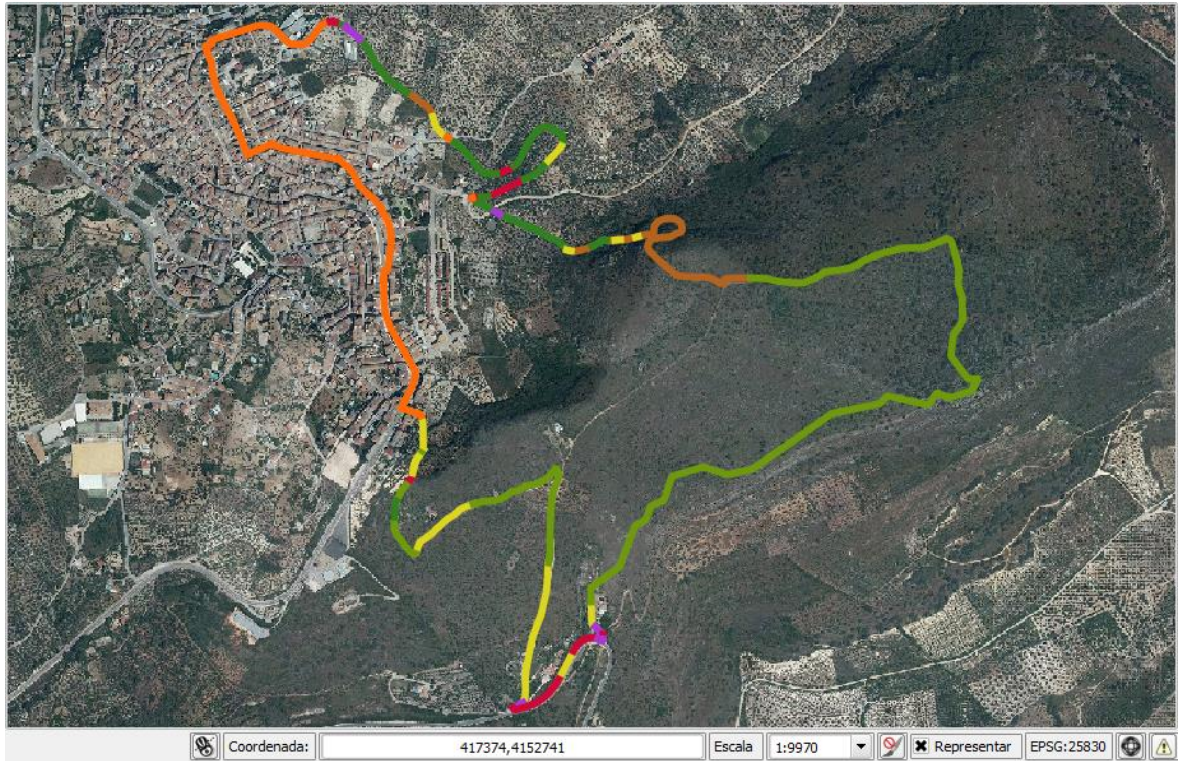


**Figura 114.** Torre de la Nava en Castillo de Locubín.

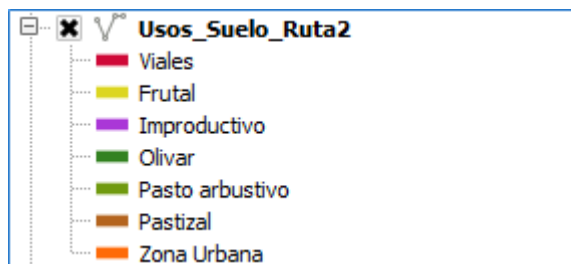
### 7.2.5 Usos de suelo para la ruta 2

En este apartado, se han definido los distintos tipos de terreno por los que pasa la ruta 2 (fig. 117).

En la Figura 118 se ilustra la leyenda de los tipos de terreno por los que pasa la ruta 1.



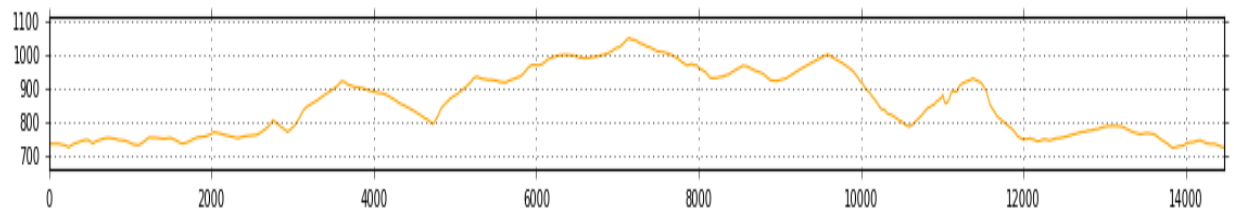
**Figura 115. Usos de suelo para ruta 2.**



**Figura 116**

### 7.2.6 Perfil topográfico de la ruta 2

Mediante el “plugin qProf” se puede realizar el perfil topográfico de la ruta 2, el resultado quedaría como se ilustra en la Figura 119.

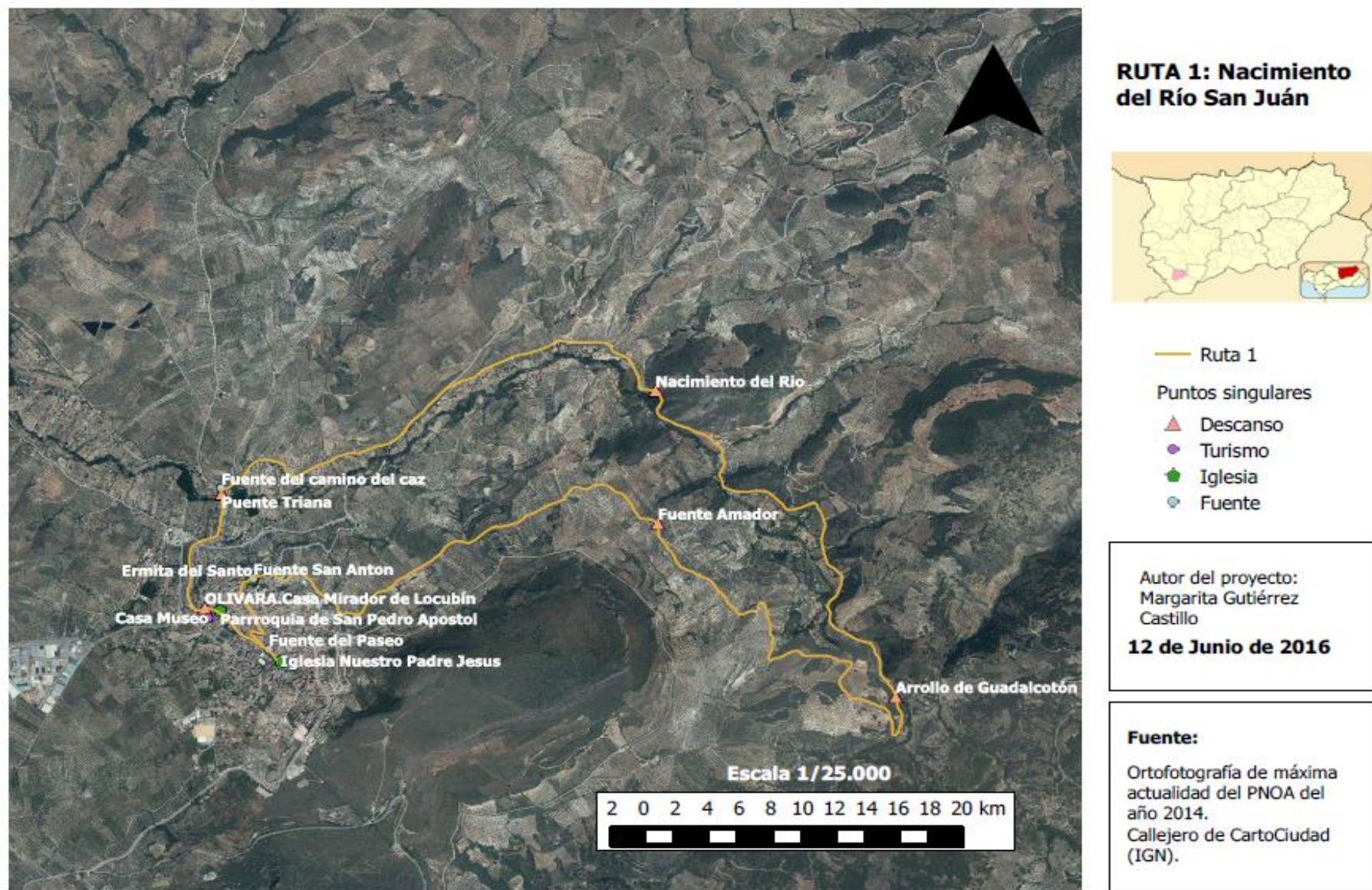


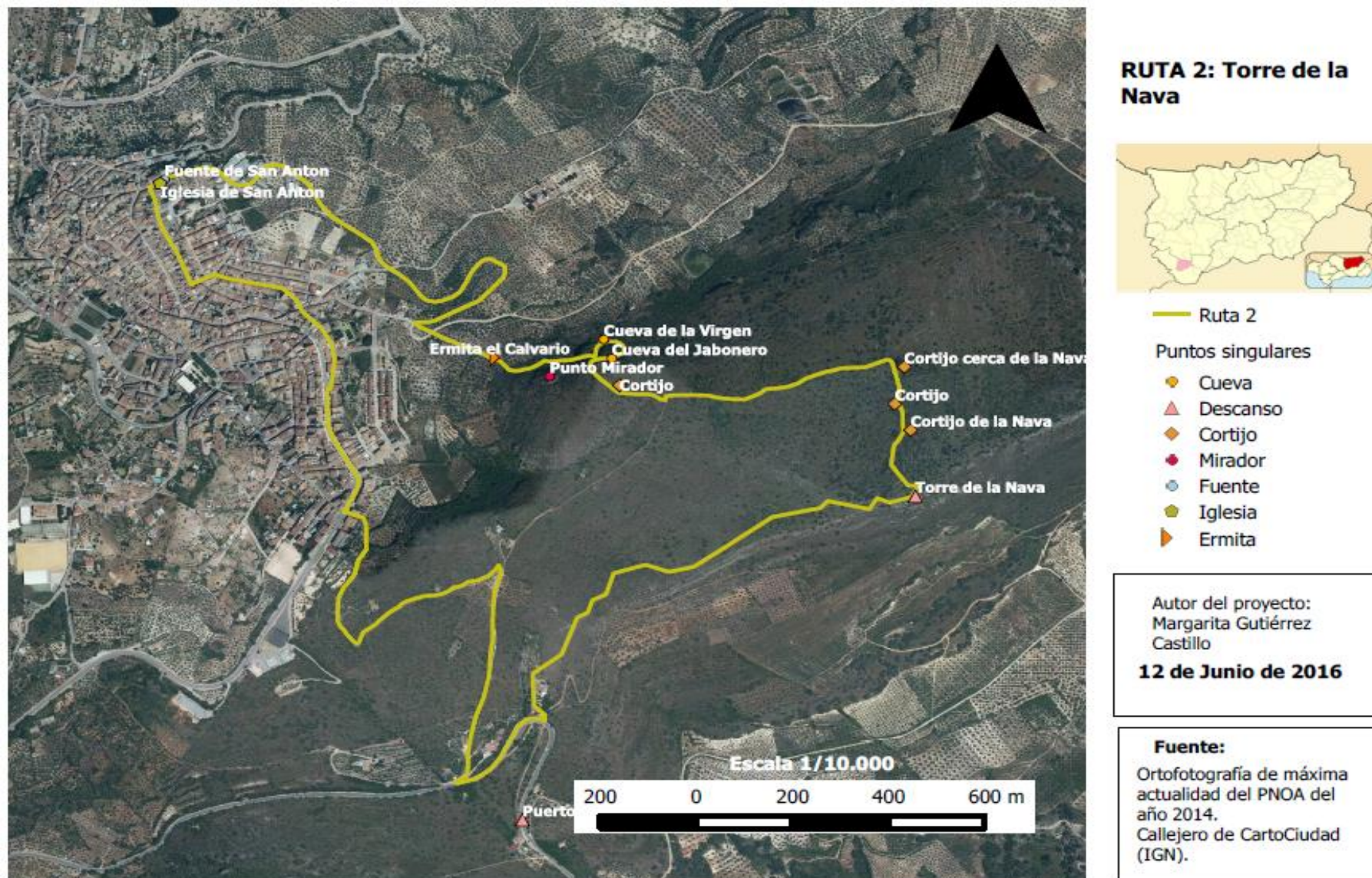
**Figura 117. Perfil topográfico de la ruta 2.**

El desnivel de la ruta es de 458 metros, siendo la altitud máxima de 1112 m y la mínima de 654 m.

### 7.3 Cartografía de las rutas

En los resultados se muestran los mapas de las dos rutas diseñadas.





## 8 DATOS GEOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO

En los siguientes apartados se describe el modo en que se ha incorporado distinta información geográfica, según la fuente de información utilizada y el proceso seguido:

- Digitalización de capas de información realizando una conexión WMS al servicio de la diputación de Jaén: <http://www.dipujaen.es/idejaen/wms?>
- Introducción de capas de información descargadas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG): Hidrografía, edificación, curvas de nivel, sendas, callejero, manzanas.
- Introducción de capas de información del DERA (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias): equipo educativo, edificaciones singulares, zonas verdes urbanas entre otros.
- Creación de otras capas de información: Fuentes, puntos singulares del municipio. Además, se introducen los caminos del municipio de Castillo de Locubín, junto con las parcelas catastrales y polígonos. Además también se introducen las coordenadas de los hitos iniciales y finales de todos los caminos municipales. Estas capas de información fueron realizadas en el ayuntamiento del municipio y fueron introducidas en este proyecto para mejorar la base de datos del TFG.
- Usos de suelo a partir del SIGPAC.

### 8.1 Digitalización de capas de información realizando una conexión WMS al servicio de la diputación de Jaén.

Para la digitalización de las diferentes capas de información, se utilizó de guía la capa del callejero de Castillo de Locubín. La capa de callejero ("cartociudad\_25830\_tramo\_vial") descargada anteriormente.

Además para la digitalización se tuvo en cuenta las opciones de autoensamblado para ayudarnos a realizar una digitalización más correcta.

Se procedió a la digitalización de las siguientes capas de información, realizando una conexión WMS al servicio de la Diputación de Jaén:

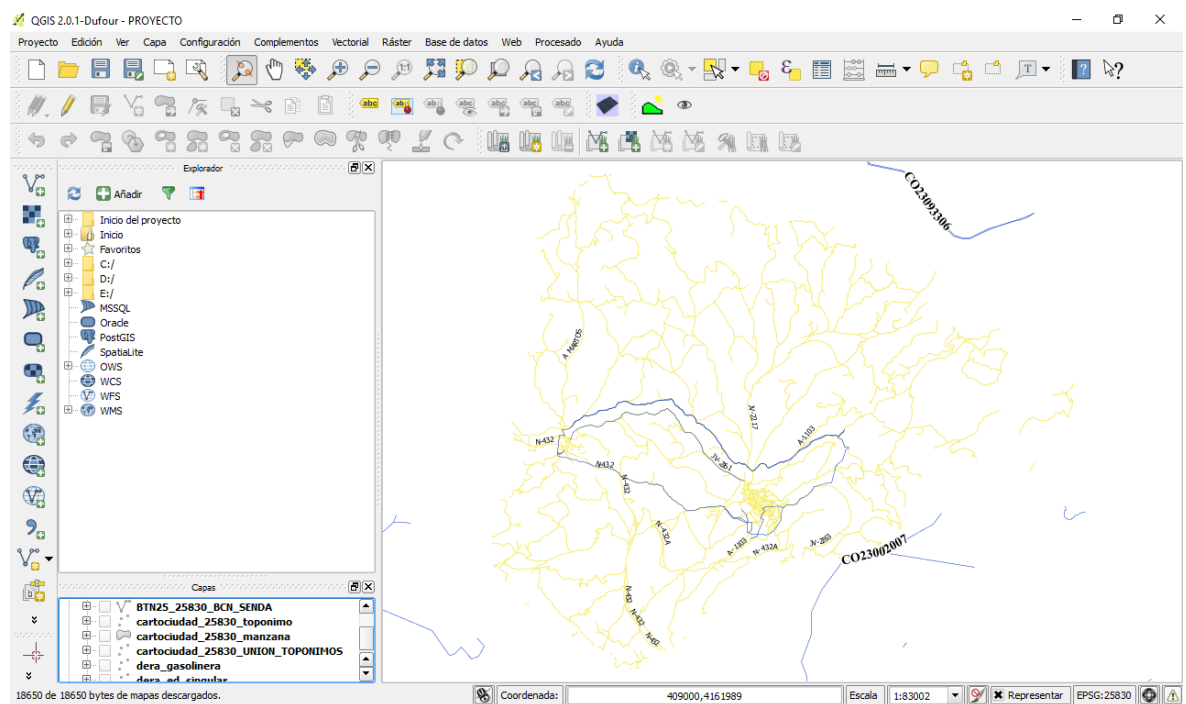
- Instalaciones Deportivas, denominada  
"eiel\_etrs89:Instalaciones\_Deportivas\_ETRS89".

- Captaciones, denominada “eiel\_etr89:Captaciones\_ETRS89”.
- Conducción, denominada “eiel\_etr89:Conducciones\_ETRS89”.
- Establecimientos comerciales, denominada “eiel\_etr89:Establecimientos\_Comerciales\_ETRS89”
- Depósitos, denominada “eiel\_etr89:Depositos\_ETRS89”

Todas las capas se digitalizaron de igual forma, exceptuando la diferencia entre capas de tipo lineal, capas de tipo puntual y capas de tipo poligonal.

A continuación se explicará un ejemplo, puesto que las demás capas se harían de siguiendo el mismo procedimiento.

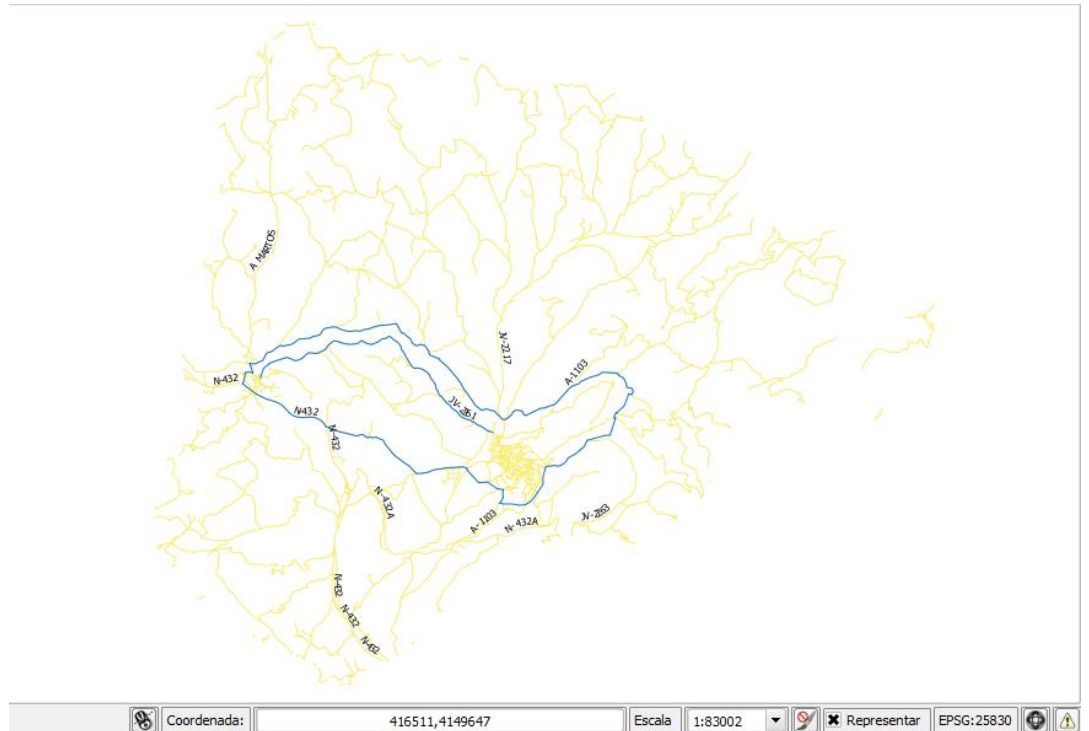
Por ejemplo, para la digitalización de la capa Conducción, denominada “eiel\_etr89:Conducciones\_ETRS89” (fig. 119). Se denomina línea de conducción a la parte del sistema constitutivo por el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua desde donde se encuentra en estado natural hasta un punto que puede ser un tanque de almacenamiento o bien una planta potabilizadora.



**Figura 119. Capa Conducción, denominada “eiel\_etr89:Conducciones\_ETRS89.”**

Se creó una nueva capa “SHP” de tipo lineal, y empezó a digitalizar tal y como se ha explicado en apartados anteriores.

En la figura 120 se muestra la capa *Conducciones* digitalizada en color azul oscuro.



**Figura 120. Capa Conducciones digitalizada.**

Para la capa de instalaciones deportivas se creó una *nueva capa vectorial* de tipo poligonal (fig. 121).

**Nueva capa vectorial**

Tipo

☐ Punto ☐ Línea ☒ Polígono

EPSG:4326 - WGS 84 Especificar SRC

Nuevo atributo

Nombre

Tipo

Anchura  Precisión

Añadir a la lista de atributos

Lista de atributos

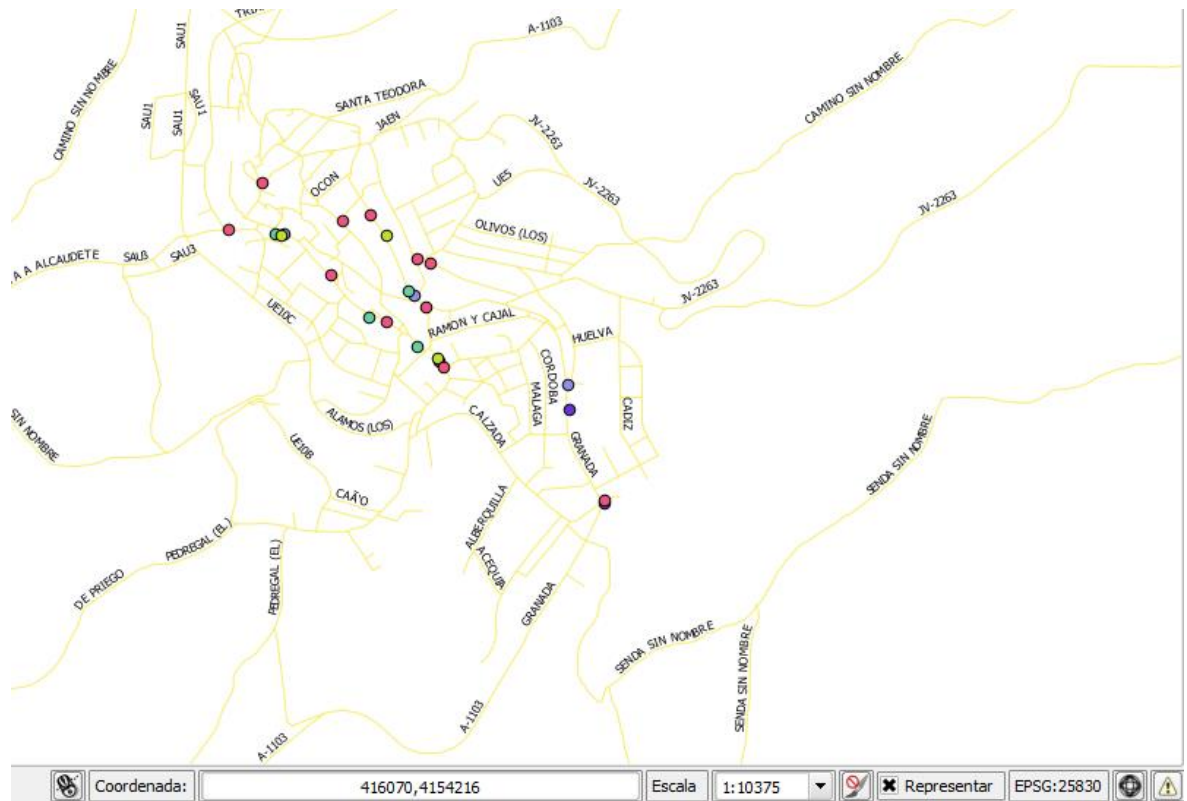
| Nombre | Tipo    | Anchura | Precisión |
|--------|---------|---------|-----------|
| id     | Integer | 10      |           |

Eliminar atributo

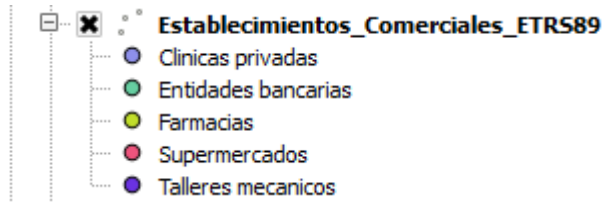
Aceptar Cancelar Ayuda

**Figura 121. Nueva capa vectorial de tipo poligonal.**

Para las capas de *establecimientos comerciales* (fig. 122) y *captaciones* se seleccionó de tipo puntual. Los establecimientos comerciales se dividen en varios tipos (fig. 123).



**Figura 122. Establecimientos comerciales del municipio.**



**Figura 123. Tipos de establecimientos comerciales.**

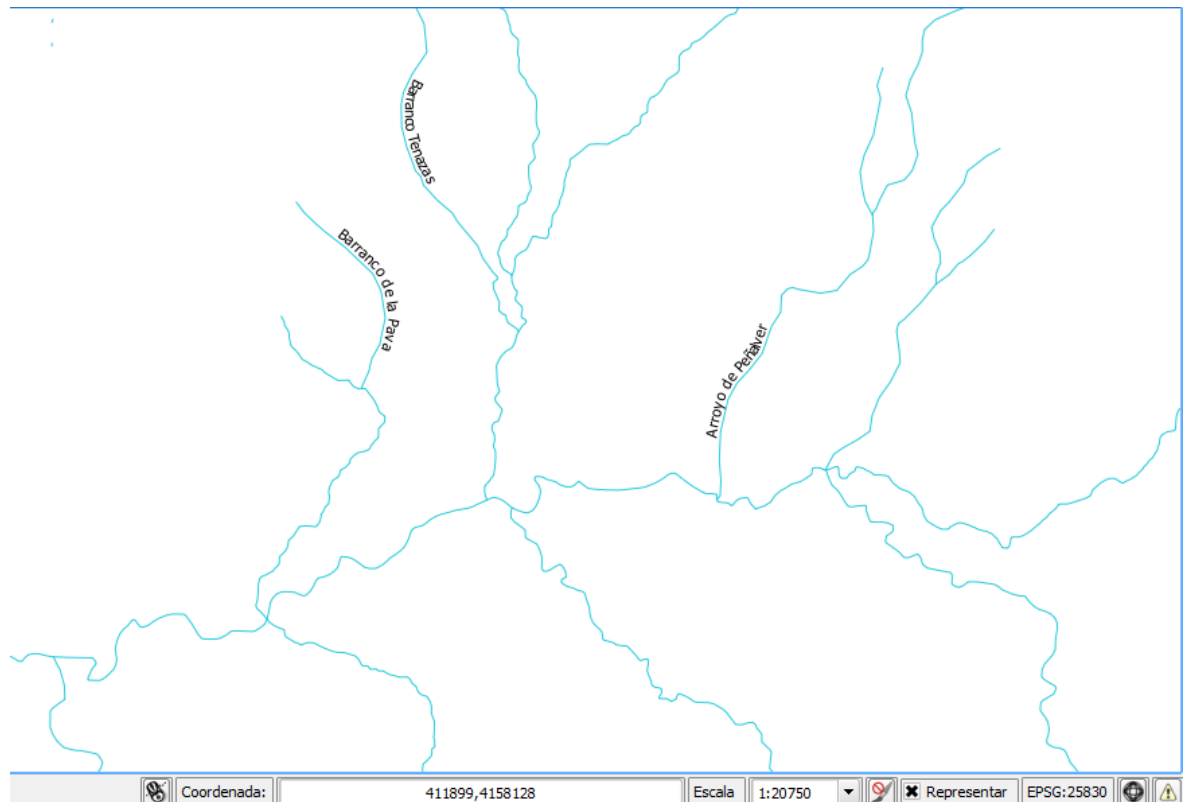
Por otro lado, los sistemas de captación de agua tienen como propósito recolectar el agua proveniente de la lluvia para su utilización. El agua de lluvia recolectada se puede utilizar para la ducha, lavamanos e inodoros, incluso combinando el sistema con filtros puede utilizarse también para consumo humano.

Por último, la digitalización de la capa depósitos, denominada “eiel\_etr89:Depositos\_ETRS89”. Los depósitos de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable (fig. 124).



### 8.2.1 Hidrografía

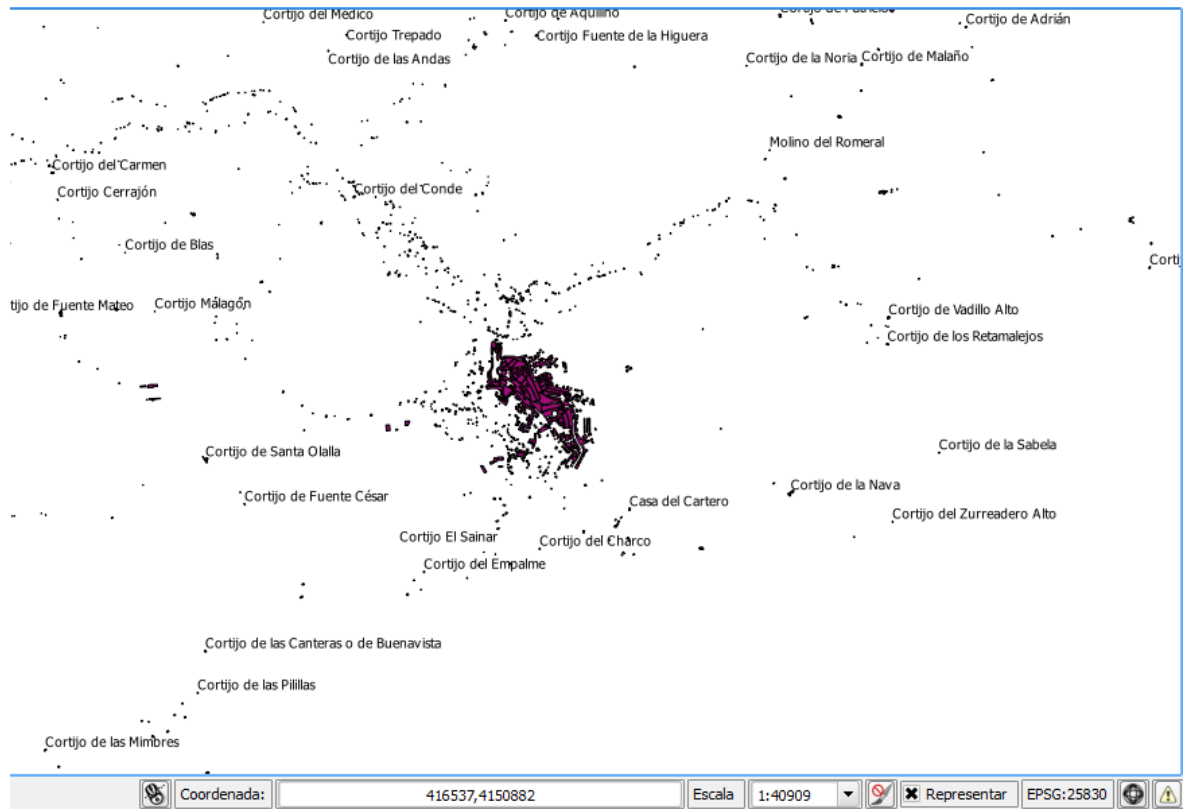
129



**Figura 125.** Estrato de la capa Hidrografía del municipio de Castillo de Locubín.

### 8.2.2 Edificación

Se introdujo información referente a la edificación del municipio (fig. 126). En este caso la edificación ha sido la descarga del CNIG, más concretamente, de la Base Topográfica Nacional de España a escala 1:25.000 (BTN25).

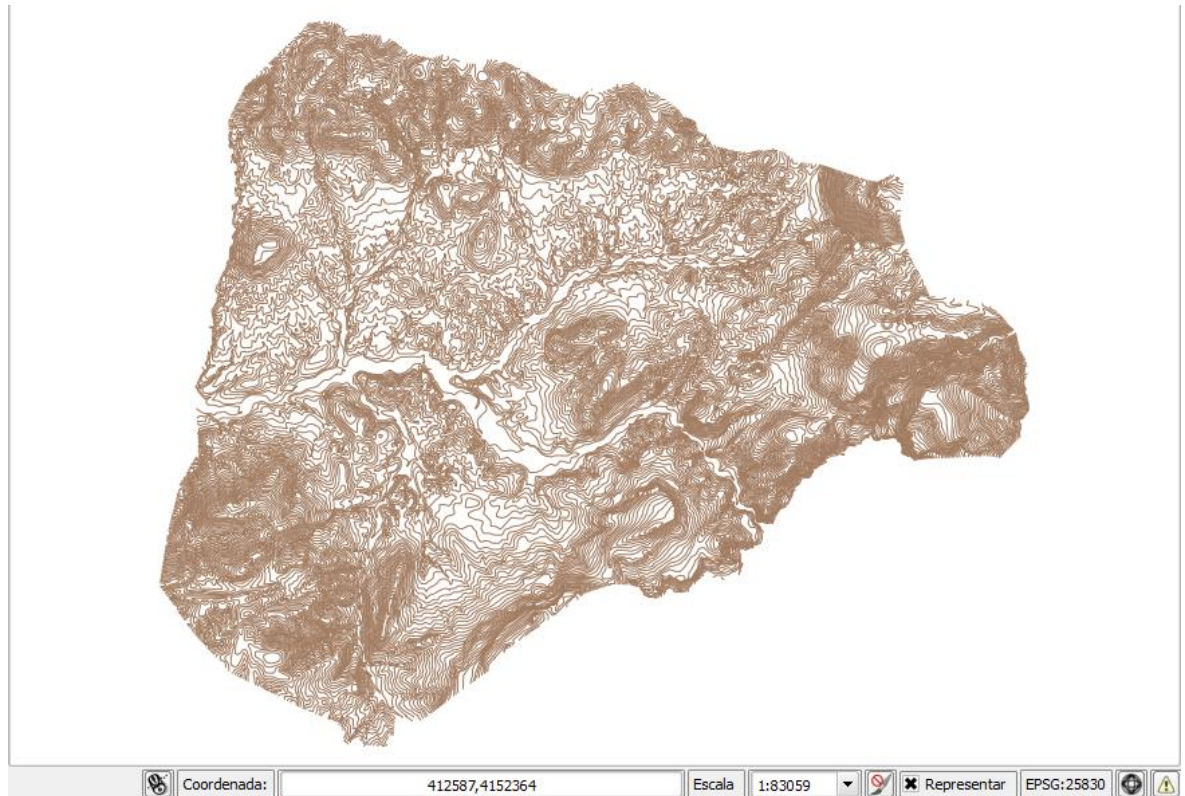


**Figura 126. Capa Edificación del municipio.**

### 8.2.3 Curvas de nivel

Una curva de nivel representa la intersección de una superficie de nivel con el terreno. En un plano las curvas de nivel se dibujan para representar intervalos de altura que son equidistantes sobre un plano de referencia.

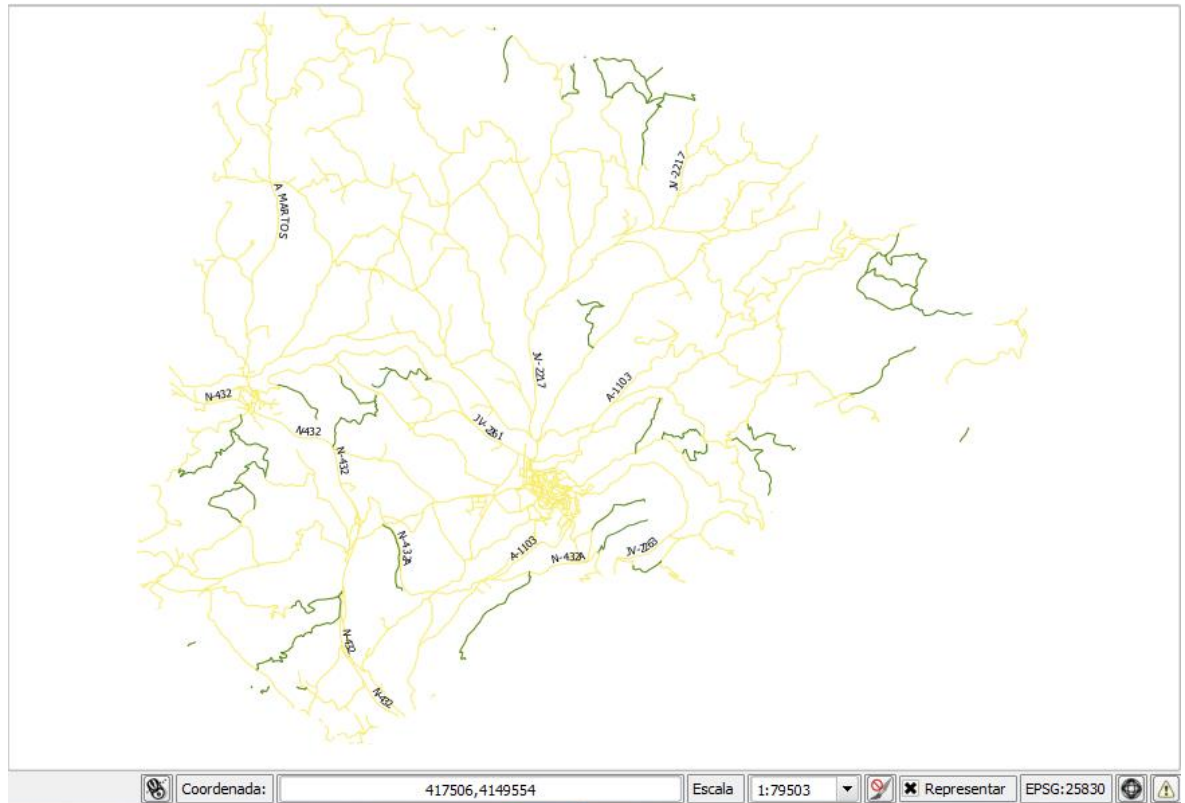
Las curvas de nivel se pueden obtener directamente del Modelo Digital del Terreno, pero en este caso se descargaron del CNIG. En la figura 127 se ilustra la capa curvas de nivel del municipio.



**Figura 127.** *Capa Curvas de nivel del municipio.*

#### **8.2.4 Sendas**

Una senda es un camino rural peatonal estrecho. Antiguamente servía para comunicar las aldeas a pie o en burro. Actualmente, se usa junto con otros caminos rurales formando rutas para practicar turismo activo: bicicleta y senderismo. Las sendas se representan sobre el callejero del municipio en color verde (fig. 128).



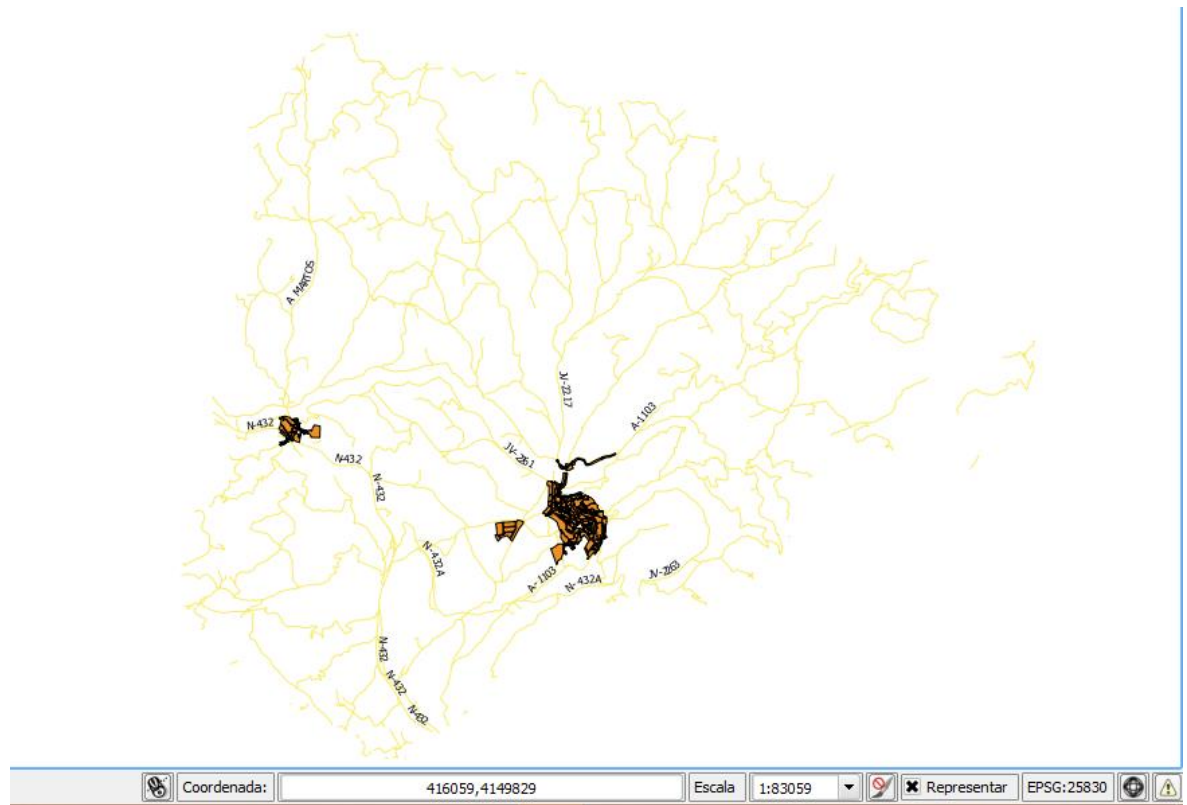
**Figura 128. Capa Sendas de Castillo de Locubín y Ventas del Carrizal.**

### 8.2.5 Callejero

El callejero del municipio de Castillo de Locubín es una capa muy importante para la gestión del término.

Un callejero es una guía o mapa que muestra las carreteras y las calles de un distrito o de una ciudad entera. Los callejeros son una gran herramienta para navegar por las ciudades, pueblos o comunidades.

Ha sido utilizada en varias ocasiones anteriormente. Esta información ha sido descargada del centro de descargas del IGN, junto con la capa de manzanas y topónimos. En la figura 129 se ilustran las manzanas junto con el callejero del municipio.

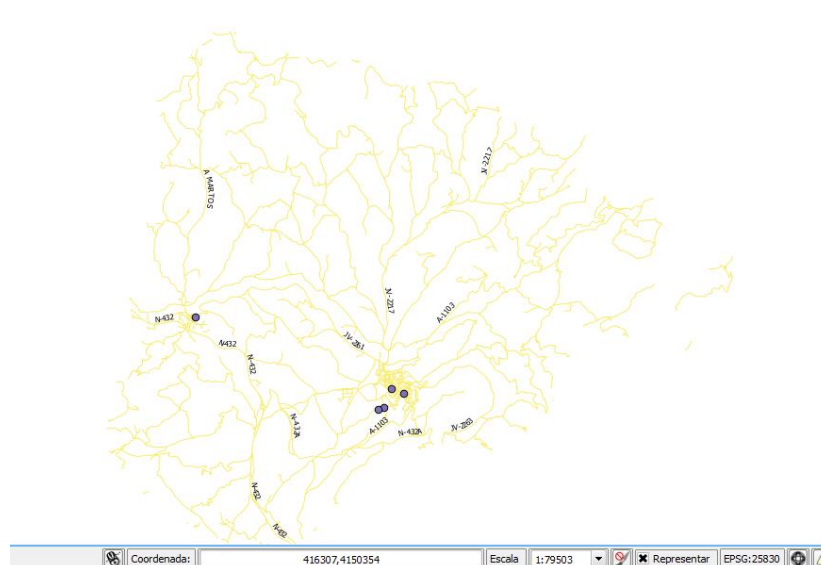


**Figura 129. Capa Callejero y manzanas del municipio.**

## 8.3 Capas de información procedentes del DERA

### 8.3.1 Equipo educativo

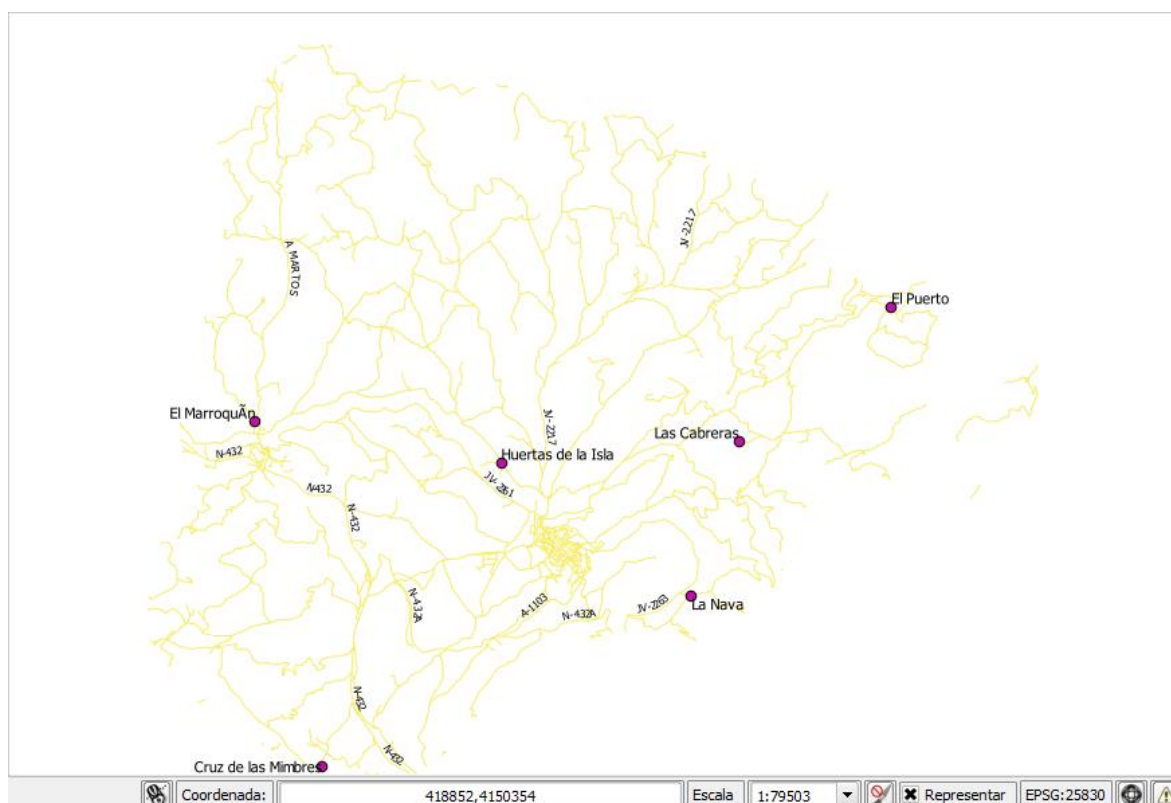
El equipo educativo se conforma por los colegios e institutos del municipio (fig. 130).



**Figura 130. Capa Equipo Educativo del municipio de Castillo de Locubín.**

### 8.3.2 Edificaciones singulares

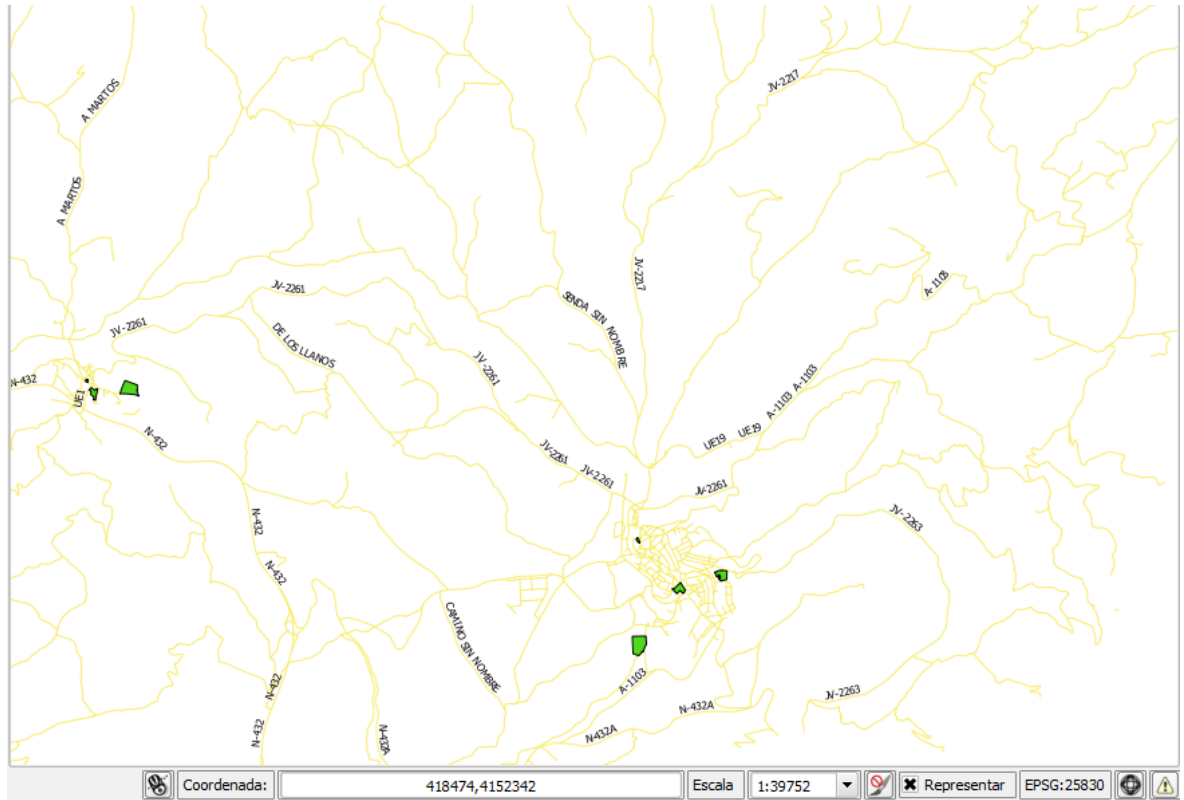
Edificaciones singulares (fig. 131) se refiere a las huertas, montañas y demás lugares de interés singular para el municipio. La información referente a edificaciones singulares procede de una selección de las que aparecen en la versión vectorial del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 producido por el antiguo Instituto de Cartografía de Andalucía, siendo su última versión la correspondiente a la revisión geométrica que se hizo sobre la Ortofotografía Digital Color de Andalucía 2007.



**Figura 131. Edificaciones singulares del municipio.**

### 8.3.3 Zonas verdes urbanas

Las zonas verdes urbanas (fig. 132) se han extractado de SIOSE Andalucía 2005, base sobre ocupación del suelo producida en el marco de un programa nacional por la antigua Consejería de Medio Ambiente. Los datos proceden de la Secretaría General de Medio Ambiente y Agua de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, y aparecen publicados en el banco de recursos de la Red de Información Ambiental de Andalucía –REDIAM-.



**Figura 132. Capa de Zonas verdes urbanas del municipio.**

## 8.4 Creación de otras capas de información

### 8.4.1 Fuentes

La creación de la capa fuentes se realizó obteniendo las coordenadas de todas las fuentes y manantiales de la página:

[http://www.conocetusfuentes.com/fuentes de jaen letra C 1.html](http://www.conocetusfuentes.com/fuentes%20de%20jaen%20letra%20C%201.html)

Se creó un documento de texto (fig. 133) con las coordenadas de todas las fuentes y manantiales del municipio, para posteriormente introducirlo en QGIS.

| X          | Y           | HUSO | ALTITUD | NOMBRE                 |
|------------|-------------|------|---------|------------------------|
| 413382.997 | 4159662.999 | 30   | 796     | Fuente de la CANALEJA  |
| 412030.885 | 4155176.923 | 30   | 630     | Fuente de la CARRETERA |
| 413712.045 | 4161353.024 | 30   | 920     | Fuente de los CARRIZOS |

**Figura 133. Documento de texto que contiene las coordenadas de las fuentes y manantiales de Castillo de Locubín.**

El sistema de coordenadas de las fuentes es EPSG: 25830.

Se creó una capa *shape* a partir de un archivo de texto separado por puntos y coma. En la figura 134 se puede apreciar el proceso de introducción de los datos.

 Crear una capa a partir de un archivo de texto delimitado

Nombre de archivo:

Nombre de la capa:  Codificación:

Formato de archivo: ☐ CSV (valores separados por coma) ☒ Delimitadores personalizados ☐ Delimitador de expresión regular

☐ Coma ☐ Tabulador ☐ Espacio ☐ Dos puntos ☒ Punto y coma  
 Otros delimitadores:  Comilla:  Escape:

Opciones de registro: Número de líneas de encabezado a descartar:  ☒ El primer registro tiene los nombres de campo

Opciones de campo: ☒ Recortar campos ☒ Descartar campos vacíos ☐ El separador decimal es la coma

Definición de geometría: ☒ Coordenadas del punto ☐ Texto bien conocido (WKT) ☐ Ninguna geometría (tabla solo de atributos)

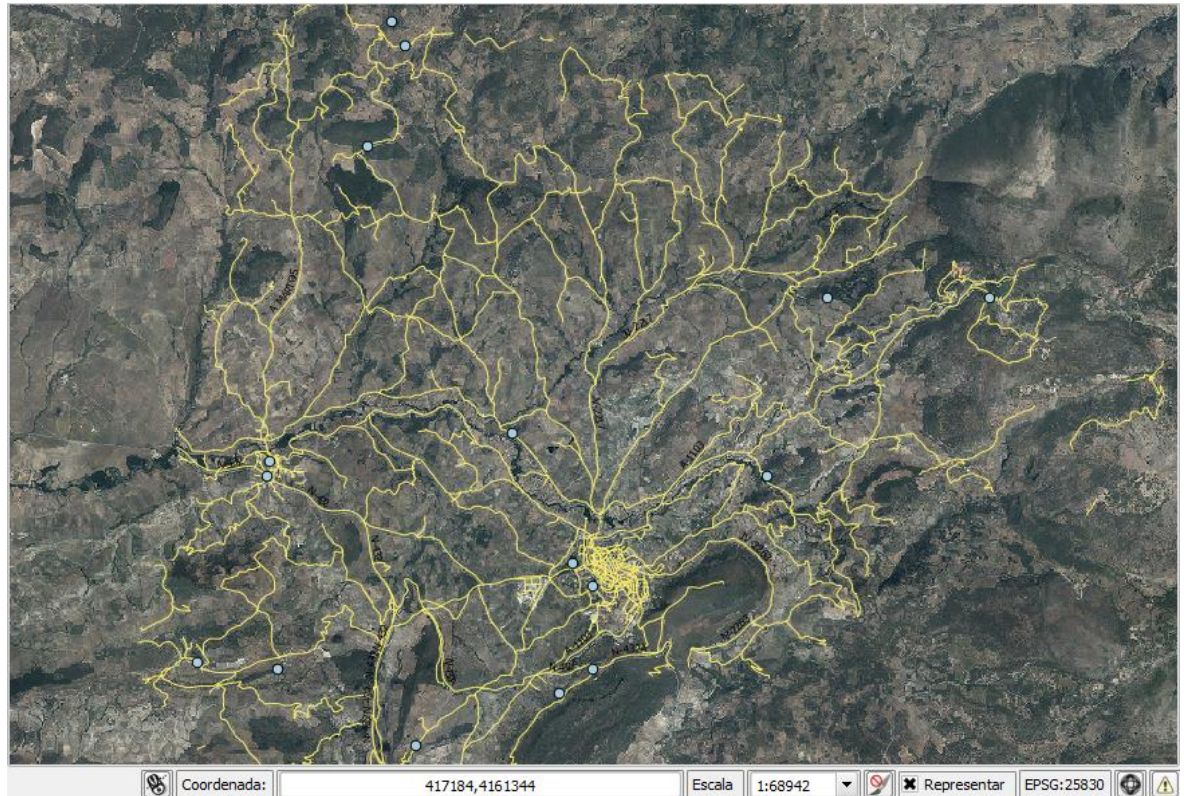
Coordenada X:  Coordenada Y:  ☐ Coordenadas GMS

Configuración de la capa: ☐ Usar índice espacial ☐ Usar índice de subconjuntos ☒ Vigilar archivo

|   | X          | Y           | HUSO | ALTITUD | NOMBRE                       |
|---|------------|-------------|------|---------|------------------------------|
| 1 | 413382.997 | 4159662.999 | 30   | 796     | Fuente de la CANALEJA        |
| 2 | 412030.885 | 4155176.923 | 30   | 630     | Fuente de la CARRETERA       |
| 3 | 413712.045 | 4161353.024 | 30   | 920     | Fuente de los CARRIZOS       |
| 4 | 419638.888 | 4157604.212 | 30   | 820     | Fuente Rueda                 |
| 5 | 412168.753 | 4152547.155 | 30   | 860     | Manantial de las HERREZUELAS |
| 6 | 416187.855 | 4153994.024 | 30   | 620     | Fuente de la HONTANA         |

**Figura 134. Proceso de introducción de los datos referentes a las fuentes y manantiales de Castillo de Locubín.**

En la figura 135 se ilustran las fuentes representadas por círculos azules.

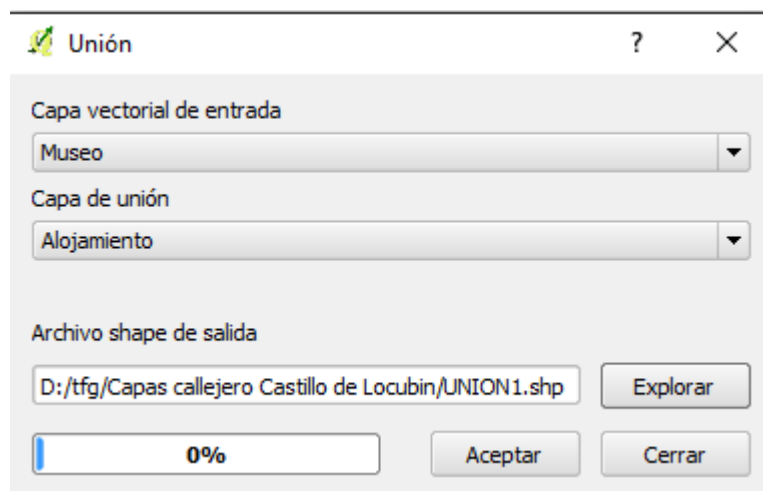


**Figura 135.** Representación de las fuentes y manantiales del municipio.

#### 8.4.2 Puntos singulares del municipio

Por último, se creó una capa con todos los puntos singulares del municipio de Castillo de Locubín.

Se realizó una unión de todas las capas que contienen topónimos, unas provenientes del BTN25 otras del DERA y otras digitalizadas. La unión se realizó mediante el comando *unión de capas vectoriales* (fig. 136).

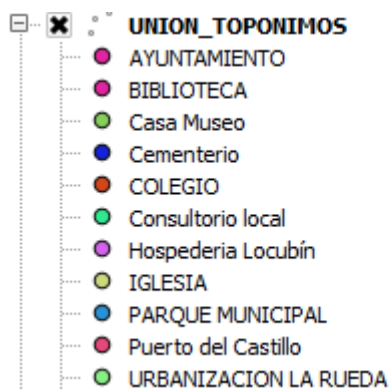


**Figura 136.** Comando para la unión de todos los puntos singulares del municipio.

En la figura 137 se puede apreciar la representación de todos los puntos singulares del municipio, junto con la leyenda (fig. 140).



**Figura 137. Capa de Puntos singulares del municipio.**

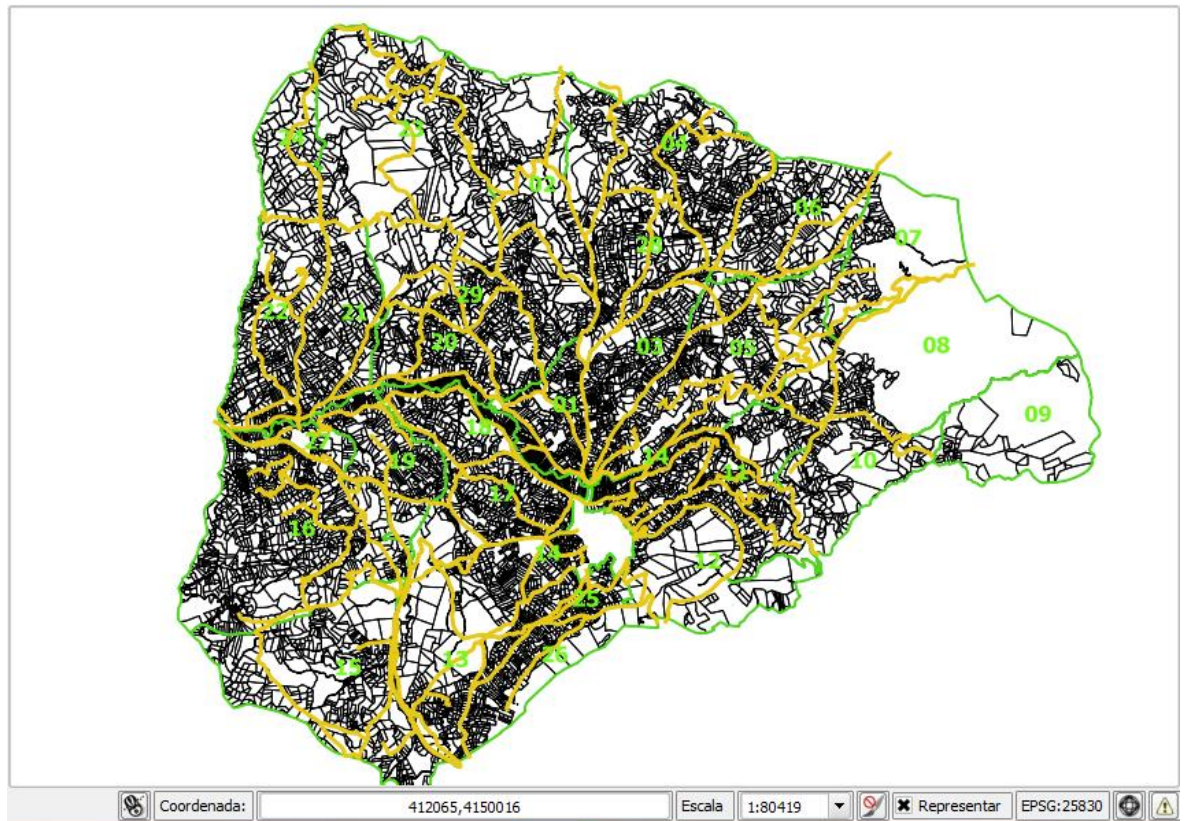


**Figura 138. Leyenda de los puntos singulares del municipio.**

#### 8.4.3 Red de caminos municipales y parcelas catastrales

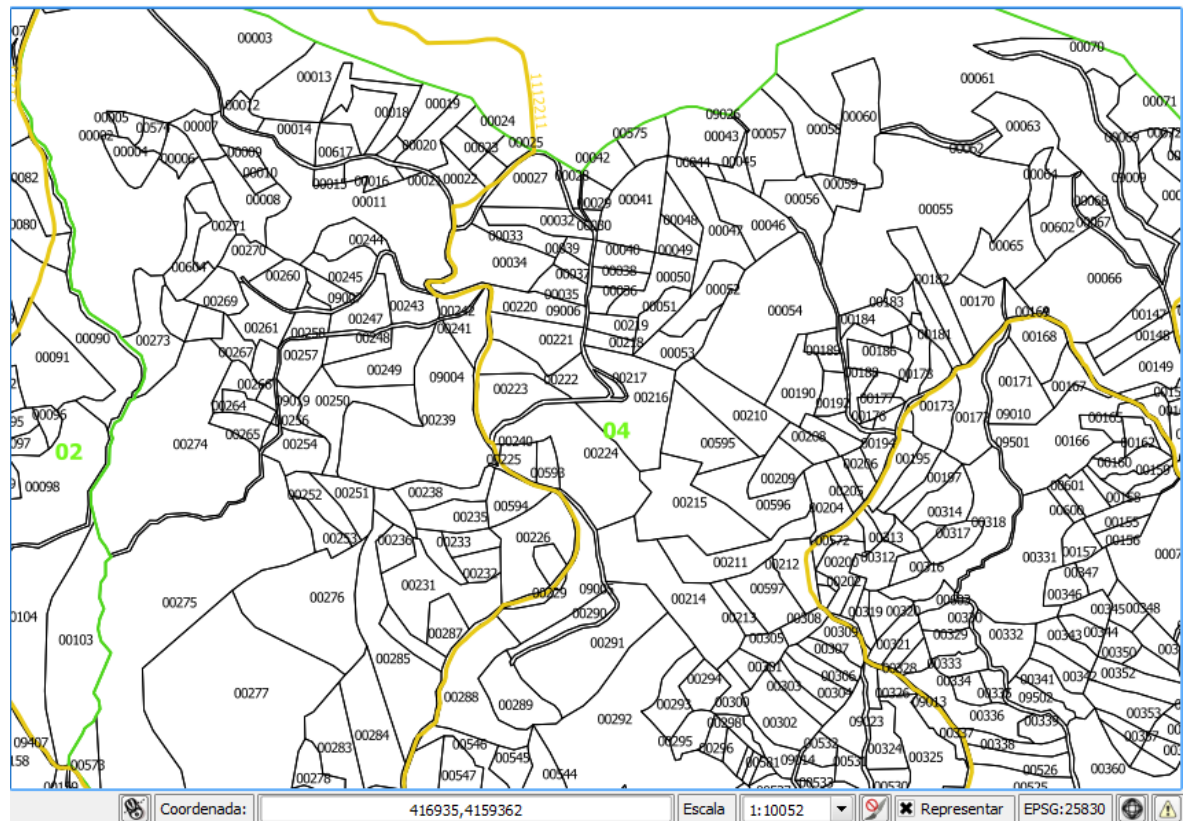
Tener una buena base de datos de todos los caminos municipales es de gran utilidad para la labor del ayuntamiento. Por ejemplo, para el cobro por la utilización de los caminos públicos para llegar a las parcelas catastrales, si éstas tienen una intensidad productiva.

Se añaden los caminos municipales juntos con los hitos, los polígonos y parcelas catastrales (fig. 139)



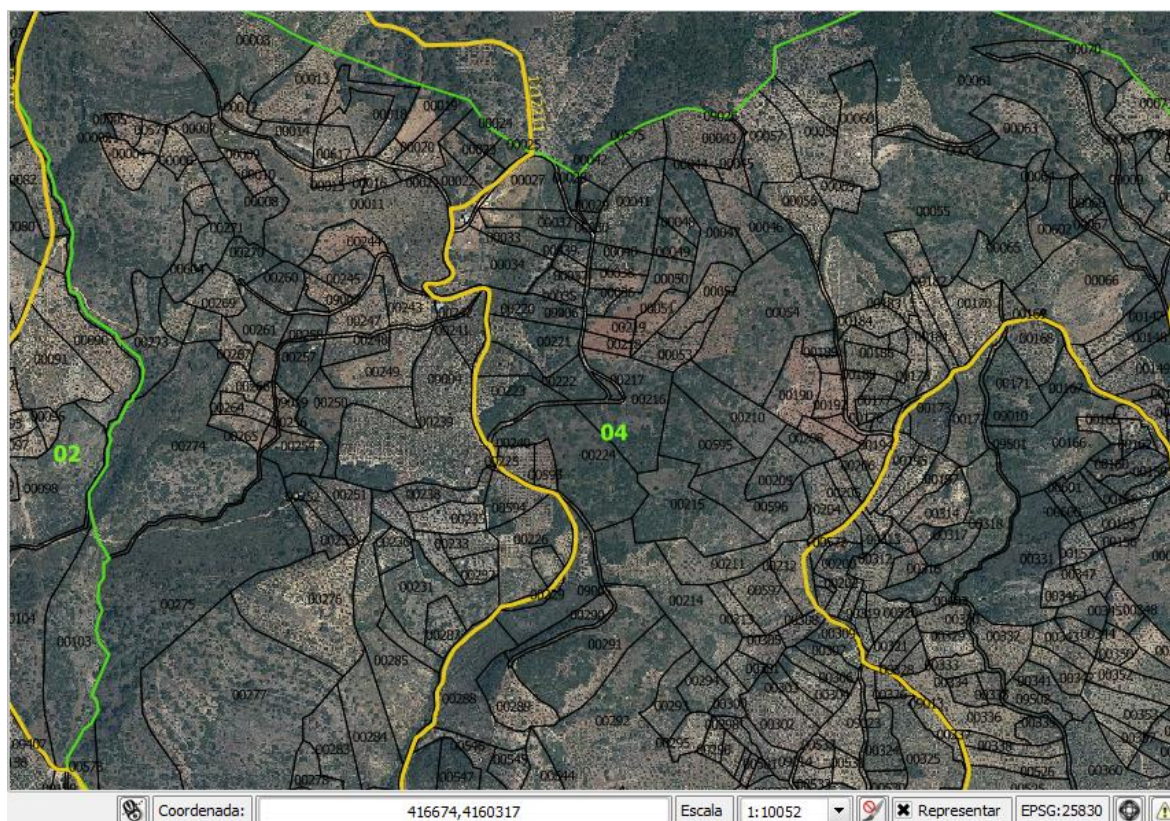
**Figura 139. Caminos y parcelas catastrales del municipio.**

En la 139 se pueden apreciar los caminos en color amarillo, los polígonos en color verde junto con el número del polígono y las parcelas catastrales en color negro. Si se hace un zoom, se ve el número de la parcela catastral junto con el código asignado a cada camino (fig. 140).



**Figura 140. Camino del Lino, con el código 111221100.**

Además, si se superpone la ortofotografía del municipio, se consigue una mejor visualización de los caminos del municipio (fig. 141)



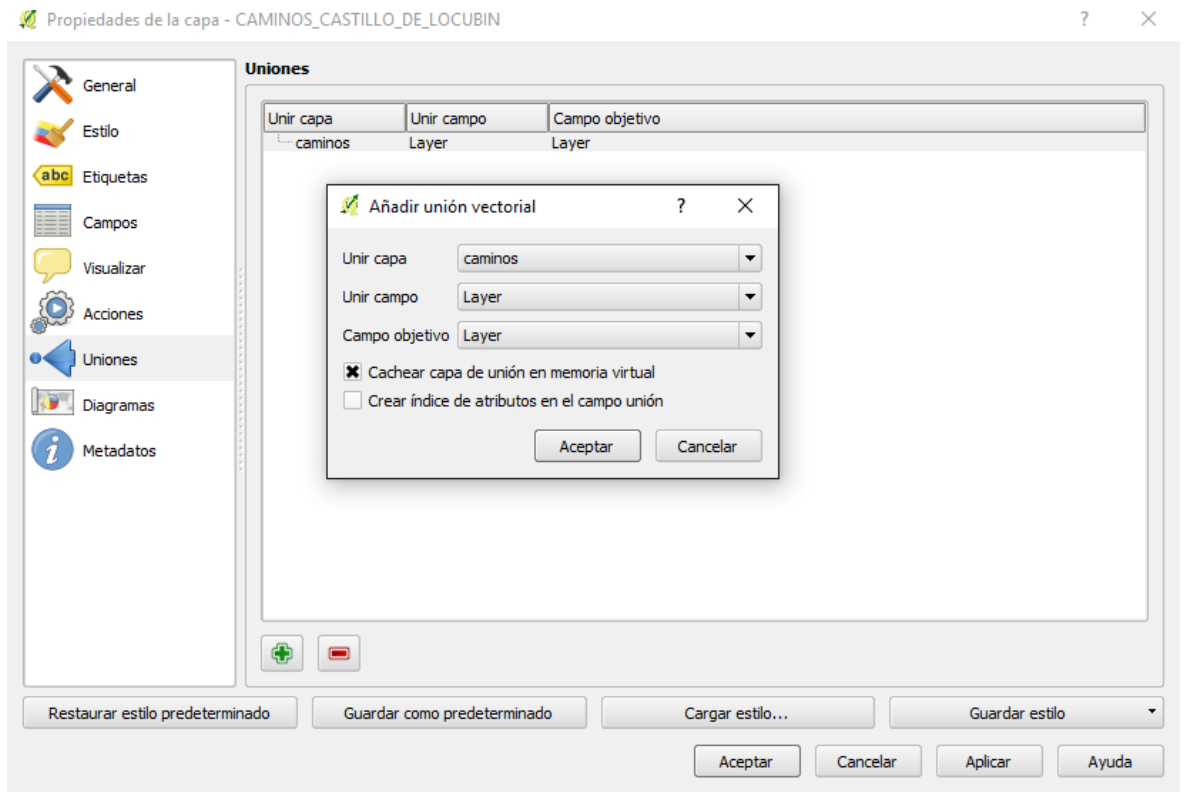
**Figura 141** Camino del Lino, en el polígono 4, con el código 111221100.

Se añade el nombre del camino, las coordenadas iniciales y finales de los caminos, la longitud, la categoría del camino (1ª, 2ª A, 2ª o 3ª) y el tipo de pavimento (tabla 14) a la capa de caminos municipales anterior llamada “CAMINOS\_CASTILLO\_DE\_LOCUBIN1”

**Tabla 14.** Extracto de la tabla de información de los caminos municipales del municipio.

| Código    | Nombre                            | H Inicio | H Fin | Longitud | X i    | Y i     | X f    | Y f     | Clasificación | Pavimento            |
|-----------|-----------------------------------|----------|-------|----------|--------|---------|--------|---------|---------------|----------------------|
| 10000000  | Carretera del Redondal Fuente     | IAB1     | IB1U  | 299      | 416458 | 4155042 | 416464 | 4154718 | 1ª            | Carretera            |
| 11000000  | Carretera del Redondal Fuente     | AB2      | IAB1  | 1519     | 416492 | 4156438 | 416458 | 4155042 | 1ª            | Carretera            |
| 11100000  | Carretera Fuente la Higuera El    | AB2      | AB4   | 2843     | 416492 | 4156438 | 418469 | 4158007 | 1ª            | Carretera            |
| 11110000  | Carretera de la Fuensanta         | AB4      | A14T  | 2214     | 418469 | 4158007 | 419357 | 4159784 | 1ª            | Carretera            |
| 11120000  | Camino de la Alfávila             | A14      | AB3   | 1787     | 417534 | 4159181 | 418323 | 4158027 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 11121000  | Camino la Hoya de los Ancianos    | A7       | A12T  | 2838     | 417946 | 4158924 | 418457 | 4160469 | 2ª A          | Camino sin asfaltar  |
| 11121100  | Fuente de Arrayanes               | A8       | A13T  | 840      | 418277 | 4159966 | 419007 | 4160003 | 3ª            | Camino sin asfaltar  |
| 11122000  | Camino de la Alfávila             | A2       | A14   | 1556     | 416466 | 4158485 | 417534 | 4159181 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 11122100  | Camino de los Caserones           | A17      | AB6   | 2402     | 417568 | 4159048 | 416887 | 4157007 | 2ª A          | Camino sin asfaltar  |
| 111221100 | Camino de la Fuente del Lino      | A6       | A11T  | 2498     | 416764 | 4159141 | 416700 | 4160867 | 2ª B          | Camino sin asfaltar  |
| 11200000  | Carretera Alfávila - Los Rasillos | A1       | AB2   | 1270     | 416633 | 4157520 | 416492 | 4156438 | 1ª            | Tramo de hormigón    |
| 11210000  | Colada de la Alfávila             | A1       | A2    | 1004     | 416633 | 4157520 | 416466 | 4158485 | 1ª            | Tramo de hormigón    |
| 11211000  | Colada de la Alfávila             | A2       | A10T  | 1650     | 416466 | 4158485 | 416087 | 4161112 | 2ª B          | Camino sin asfaltar  |
| 11220000  | Colada de la Rabitilla            | A1       | A3    | 2321     | 416633 | 4157520 | 415160 | 4158303 | 2ª B          | Camino asfaltado con |
| 12000000  | Carretera Hoyo-Piedra             | IAB1     | IA4   | 3519     | 416458 | 4155042 | 415146 | 4157895 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 12110000  | Colada de las Lagunas             | A5       |       | 2583     | 415881 | 4159588 | 414711 | 4159862 | 2ª B          | Camino sin asfaltar  |
| 12100000  | Colada de las Lagunas             | IA4      | A4    | 1430     | 415146 | 4157895 | 415208 | 4159160 | 3ª            | Camino sin asfaltar  |
| 12111000  | Colada de las Lagunas             | IA10     |       | 1837     | 414254 | 4161217 | 414711 | 4159862 | 3ª            | Camino sin asfaltar  |
| 12200000  | Carretera del Hoyo Piedra         | IA4      | IA5   | 772      | 415146 | 4157895 | 414461 | 4158180 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 12210000  | Carretera del Hoyo Piedra         | IA5      | IA6   | 1315     | 414461 | 4158180 | 413893 | 4158759 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 12211000  | Carretera del Hoyo Piedra         | IA6      | IA8   | 3032     | 413893 | 4158759 | 413504 | 4160812 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 122111000 | Carril de la Majada               | IA7      | IF9   | 817      | 413512 | 4160754 | 412888 | 4160489 | 2ª B          | Camino sin asfaltar  |
| 122112000 | Carretera del Hoyo Piedra         | IA8      | IA9   | 656      | 413504 | 4160812 | 413600 | 4161185 | 1ª            | Camino asfaltado     |
| 122112100 | Carril de los Salogres            | IA9      | IF10T | 1449     | 413600 | 4161185 | 412633 | 4161763 | 2ª B          | Camino asfaltado     |
| 122112200 | Carretera del Hoyo Piedra         | IA9      | IA11T | 839      | 413600 | 4161185 | 414253 | 4161217 | 1ª            | Camino asfaltado     |

Para añadir los atributos anteriores se realiza el proceso *añadir unión vectorial* (fig. 142). Ahora en la capa “CAMINOS\_CASTILLO\_DE\_LOCUBIN1” aparece más información acerca de los caminos municipales.



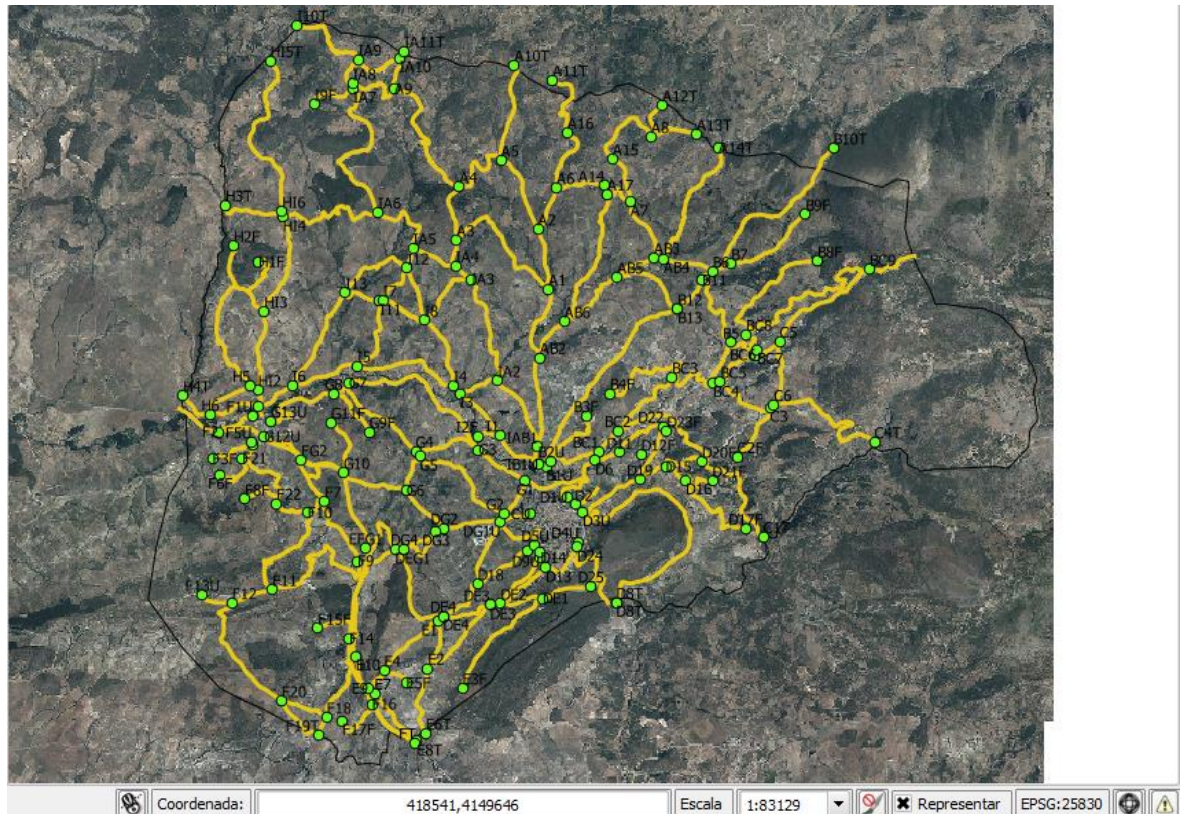
**Figura 142. Añadir unión vectorial.**

Por otro lado, se añaden la capa hitos de los caminos municipales, contiene el hito inicial y el hito final de cada camino (tabla 15).

**Tabla 15. Extracto de una parte de los hitos que definen los caminos municipales.**

| Hitos | Coordenada X | Coordenada Y |
|-------|--------------|--------------|
| A1    | 416634       | 4157523      |
| A10T  | 416087       | 4161112      |
| A11T  | 416700       | 4160867      |
| A12T  | 418459       | 4160466      |
| A13T  | 419007       | 4160003      |
| A14   | 417530       | 4159182      |
| A15   | 417662       | 4159608      |
| A16   | 416939       | 4160027      |
| A2    | 416466       | 4158485      |
| A3    | 415164       | 4158310      |
| A4    | 415208       | 4159160      |
| A5    | 415875       | 4159587      |
| A6    | 416764       | 4159146      |
| A7    | 417946       | 4158924      |
| A8    | 418278       | 4159963      |
| A9    | 414167       | 4160732      |
| AB2   | 416495       | 4156430      |
| AB3   | 418323       | 4158027      |
| B10T  | 421196       | 4159781      |
| B11   | 419094       | 4157665      |
| B1U   | 416597       | 4154686      |
| B2U   | 416677       | 4154773      |
| B3F   | 417235       | 4155497      |
| B4F   | 417618       | 4155859      |
| B5    | 419558       | 4156674      |

En la figura 143 se pueden apreciar los hitos junto con los caminos municipales.



*Figura 143. Hitos iniciales y finales de los caminos municipales.*

## 8.5 Usos de suelo rústico

Para generar la información referente a los usos de suelo rústicos se han usado los datos del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC).

En la tabla 7 se ha realizado una reclasificación de los tipos de usos de suelo posibles en el SIGPAC, reduciéndolos a los siguientes tipos (en la tabla 7 se ilustra la descripción de los códigos de usos SIGPAC):

- Terreno agrícola. Se incluyen los siguientes tipos: CF, CI, CS, CV, FL, FS, FV, FY, IV, OC, OF, OV, PA, PR, PS, FF, TH, VF, VI, VO.
- Terreno Urbano. Se incluyen los siguientes tipos: ED, ZU.
- Terreno Improductivo (IM).
- Otros. Se incluyen los siguientes tipos: AG, FO, TA, ZC, ZV, CA.

**Tabla 7. Clasificación de los usos del suelo del SIGPAC.**

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN USO SIGPAC                |
|--------|---------------------------------------|
| AG     | Corrientes y superficies de agua      |
| CA     | Viales                                |
| CF     | Cítricos-Frutal                       |
| CI     | Cítricos                              |
| CS     | Cítricos-Frutal de cáscara            |
| CV     | Cítricos-Viñedo                       |
| ED     | Edificaciones                         |
| FL     | Frutal de cáscara-Oliver              |
| FO     | Forestal                              |
| FS     | Frutal de cáscara                     |
| FV     | Frutal de cáscara-Viñedo              |
| FY     | Frutal                                |
| IM     | Improductivo                          |
| IV     | Invernaderos y cultivos bajo plástico |
| OC     | Oliver-Cítricos                       |
| OF     | Oliver-Frutal                         |
| OV     | Oliver                                |
| PA     | Pasto arbolado                        |
| PR     | Pasto arbustivo                       |
| PS     | Pastizal                              |
| FF     | Frutal de cáscara-Frutal              |
| TA     | Tierra arable                         |
| TH     | Huerta                                |
| VF     | Frutal-Viñedo                         |
| VI     | Viñedo                                |
| VO     | Oliver-Viñedo                         |
| ZC     | Zona concentrada                      |
| ZU     | Zona urbana                           |
| ZV     | Zona censurada                        |

A partir de la información incorporada en el sistema, se ha deducido la superficie de cada tipo de terreno y el porcentaje que representa con respecto a la superficie total del municipio (tabla 16), así como el porcentaje de cada tipo de terreno cultivado en base al área total cultivada (tabla 17), resultando que más de la mitad del área del municipio es oliver.

**Tabla 16. Porcentaje de cada tipo de terreno respecto a la superficie total del municipio.**

|                  | Superficie (ha) | %     |
|------------------|-----------------|-------|
| Terreno agrícola | 10603,46        | 92,43 |
| Terreno urbano   | 15,03           | 0,13  |
| Terreno          | 61,44           | 0,54  |
| Otros            | 791,64          | 6,90  |

**Tabla 17. Porcentaje de cada tipo de terreno cultivado en base al área total cultivada.**

| Terreno agrícola | Superficie (ha) | %     |
|------------------|-----------------|-------|
| FL               | 15,88           | 0,15  |
| FS               | 4,96            | 0,05  |
| FY               | 270,58          | 2,55  |
| OF               | 3,01            | 0,03  |
| OV               | 6510,94         | 61,40 |
| PA               | 497,55          | 4,69  |
| PR               | 2158,40         | 20,36 |
| PS               | 1138,58         | 10,74 |
| TH               | 0,36            | 0,00  |
| VI               | 2,41            | 0,02  |
| VO               | 0,80            | 0,01  |

## 9 GEOPORTAL WEB

Para la creación del Geoportal web se usó la plataforma geoespacial *OpenGeo Suite*, para la gestión de mapas.

En primer lugar se descargó *OpenGeo Suite* siguiendo el procedimiento explicado en la siguiente URL:

<http://suite.opengeo.org/docs/latest/intro/installation/windows/upgrade.html>

Para compartir los datos geoespaciales y para definir algunos estilos se utilizó GeoServer. Para visualizar los datos en la página web se utilizó GeoExplorer por sus numerosas ventajas:

- Se pueden añadir un servicio WMS o WFS
- Composición de mapas
- Definición de estilos de las capas
- Edición de objetos geográficos
- Publicación de mapas, pudiendo acceder a las tablas de atributos de las diferentes capas.

### 9.1 GeoServer

Geoserver es un servidor de código abierto escrito en Java, para el intercambio de datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad, pública, los datos de cualquier fuente importante de datos espaciales utilizando estándares abiertos. Permite compartir y editar datos geoespaciales (GeoServer, s.f).

Para acceder a la página de GeoServer se debe iniciar el servicio de Open GeoSuite. La URL de la interfaz de administración de GeoServer es: <http://localhost:8080/geoserver/web/> (fig. 144).



**Figura 144. Interfaz de administración de GeoServer.**

En la parte derecha de la pagina (fig.144) están las opciones que se han utilizado.



**Figura 145. Opciones de GeoServer**

### 9.1.1 Creación de un espacio de trabajo

Se crea un espacio de trabajo o workspace usado para agrupar capas similares. Se ha diseñado para ser un espacio separado relacionado con el proyecto. Está compuesto por un nombre y un URI del espacio de trabajo, estos dos datos representan al espacio de trabajo creado. Se crean tres espacios de trabajo uno llamado *CascoUrbano* (fig. 146), otro llamado *Rutas* y otro llamado *OrtofotoPNOA*.



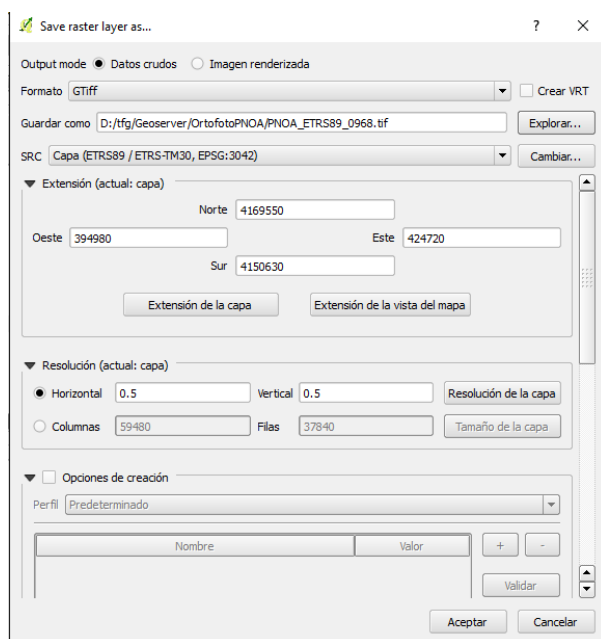
**Figura 146. Espacio de trabajo creado.**

### 9.1.2 Añadir un almacén de datos

Se denomina almacén de datos al contenedor de datos geográficos. Un almacén de datos se conecta a una fuente de datos que contiene datos ráster o vectoriales. Un origen de datos puede ser un archivo o grupo de archivos. Es necesario registrar un almacén de datos antes de cargar los datos.

Para añadir un almacén de datos se hace clic en el enlace *Almacenes de datos* en el lado izquierdo. Según el tipo de datos que se quiera almacenar, se elige un GeoTiff (para datos ráster), o shapefile si son datos vectoriales, por ejemplo.

Se añadieron las capas correspondientes al casco urbano del municipio, las rutas de senderismo y por último se añade la ortofotografía. Para añadir la ortofotografía es necesario guardarla en formato TIFF (fig.147)



**Figura 147. Guardar la ortofotografía en formato TIFF.**

### 9.1.3 Publicación de una capa

En la sección *Capas*, se pueden ver y editar las capas existentes, añadir una nueva capa, o eliminar una capa. Al igual que en anteriores vistas, la página de *capas* muestra su almacén y espacio de trabajo correspondiente.

Para publicar todas las capas que se han subido a los tres almacenes de datos, se accede a *capas*, y después a agregar nuevo recurso (fig. 148).

## Nueva capa

Agregar nueva capa

Agregar capa de Seleccione uno

**Figura 148. Agregar nueva capa.**

Se pulsó publicación, se seleccionó el SRS utilizado, y se escribió el encuadre en el cual estén las capas (fig. 149).

Vocabulario

Agregar palabra clave

**Vínculos a metadatos**

No hay vínculos de metadatos hasta el momento

Agregar vínculo *Tenga en cuenta que en las capabilities de WMS 1.1.1 solamente se muestran los enlaces a metadatos de tipo TC211.*

**Enlaces de datos**

No hay enlaces de datos hasta el momento

Agregar vínculo

**Sistema de referencia de coordenadas**

SRS nativo  
UNKNOWN ETRS89\_UTM\_zone\_30N...

SRS declarado  
EPSG:25830 Buscar... EPSG:ETRS89 / UTM zone 30N...

Gestión de SRC  
Forzar el declarado ▼

**Encuadres**

Encuadre nativo

| Min X            | Min Y            | Máx X            | Máx Y            |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 410.221,82567756 | 4.149.920,932714 | 424.461,85235095 | 4.161.798,012870 |

Calcular desde los datos

Encuadre Lat/Lon

| Min X           | Min Y           | Máx X           | Máx Y           |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| -4,017033161204 | 37,491845145576 | -3,854513205759 | 37,600163289307 |

**Figura 149. Publicación de una capa.**

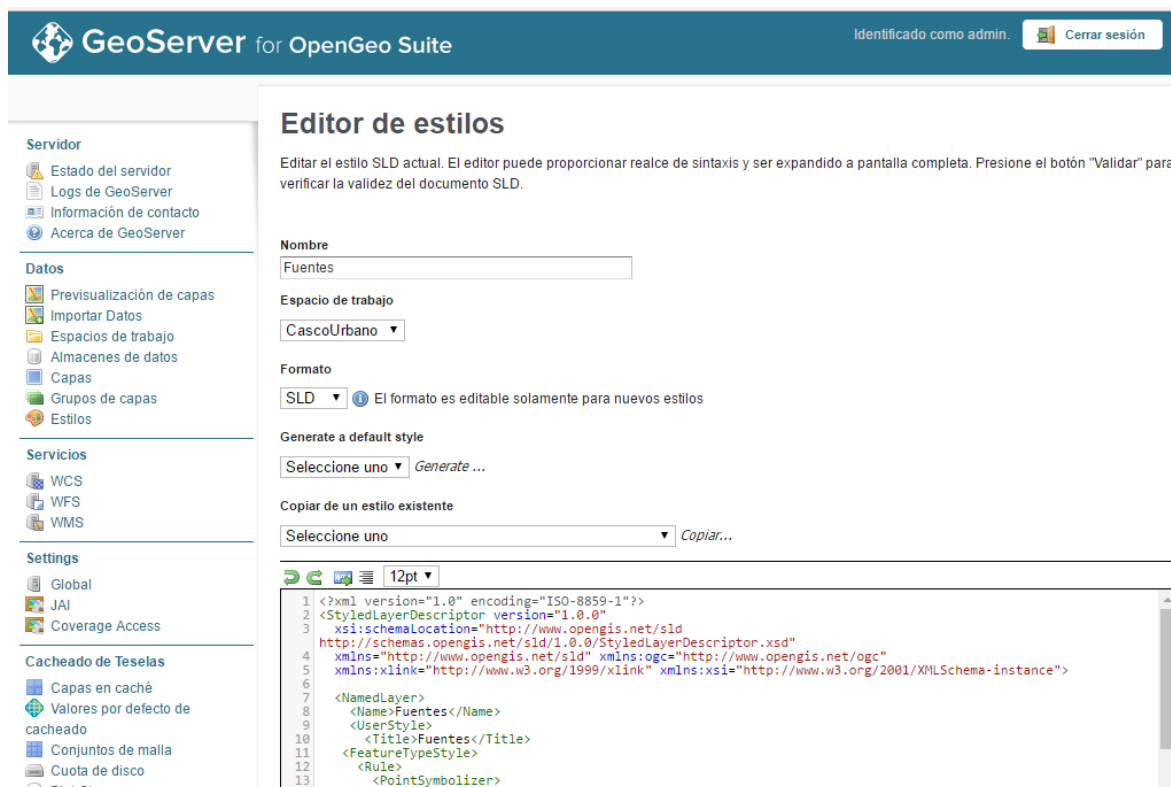
Esto se realizó con todas las capas que se quisieron publicar. Además se selecciona el estilo que se quiera utilizar si es por defecto, o previamente configurado en los estilos SLD utilizados en el proyecto.

#### 9.1.4 Estilos SLD utilizados

Un estilo contiene las instrucciones básicas sobre color, forma y tamaño, junto con reglas avanzadas para la representación de objetos geográficos de forma personalizada.

GeoServer utiliza el lenguaje de marcado Styled Layer Descriptor (SLD) para describir los datos geoespaciales. SLD es un estándar basado en XML que ha sido creado por OGC, proporciona los artefactos para la simbolización y coloreado de coberturas y geometrías geográficas.

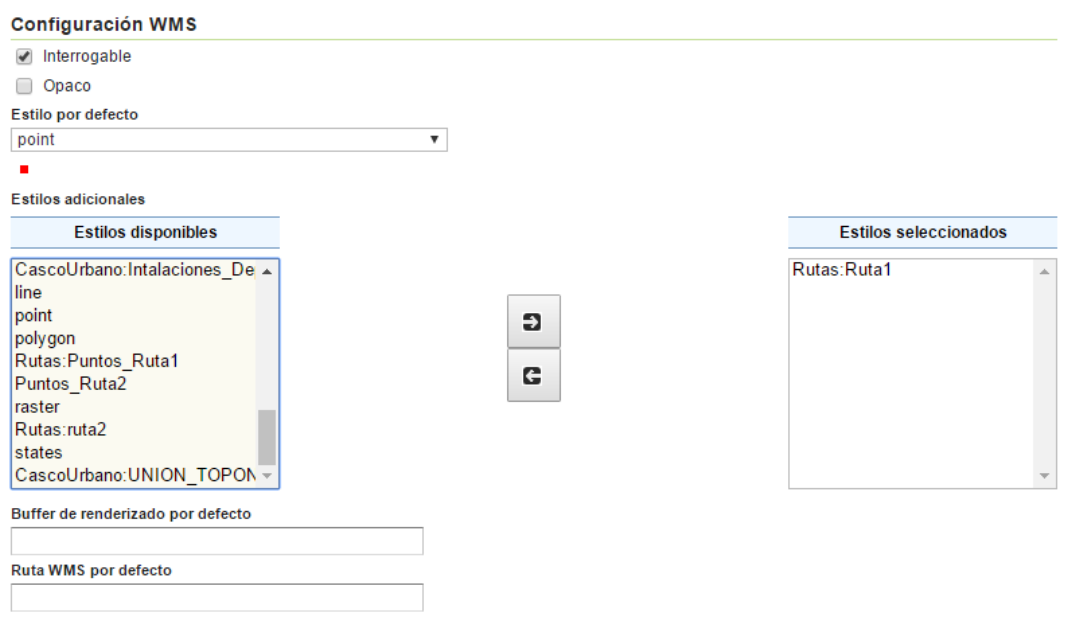
Cada capa tiene su propio estilo (fig.150) realizado con ayuda del manual de SLD de GeoServer.



**Figura 150. Ejemplo de visualización del estilo de la capa Fuentes.**

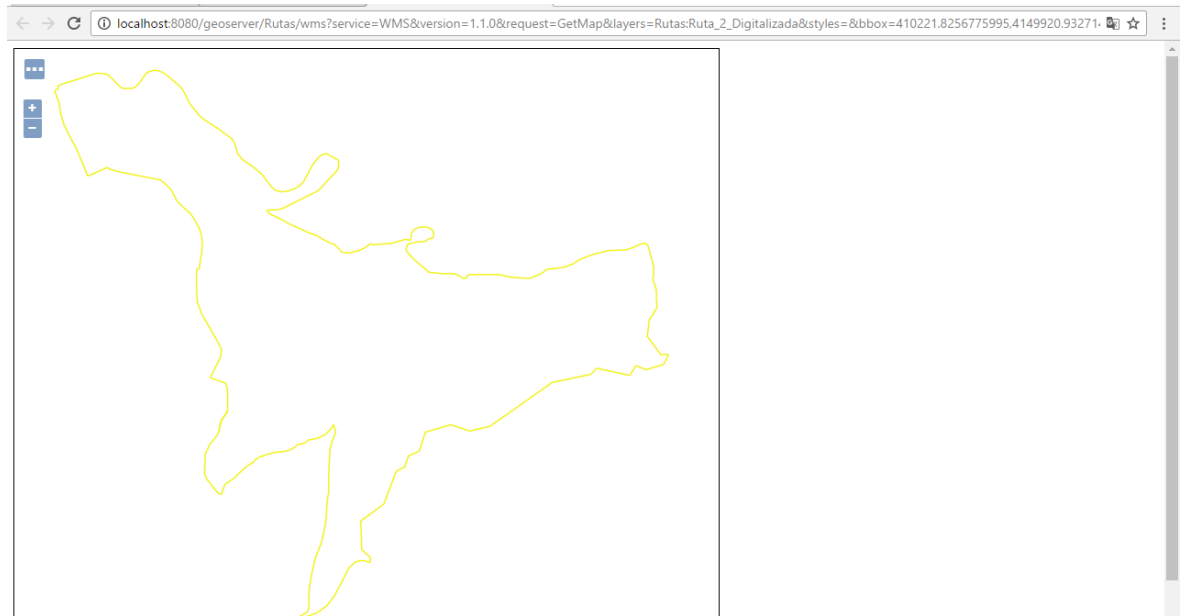
En el anexo 2 se ilustran algunos ejemplos de código SLD utilizados para las capas del trabajo.

En la figura 151 se puede apreciar cómo se selecciona el estilo que se desea utilizar para cada capa por separado.



**Figura 151. Apartado dónde se selecciona el estilo que se desea utilizar para la capa.**

Por último, si se hace clic en la opción *previsualización de capas*, se puede observar los estilos de las diferentes capas (fig. 152).

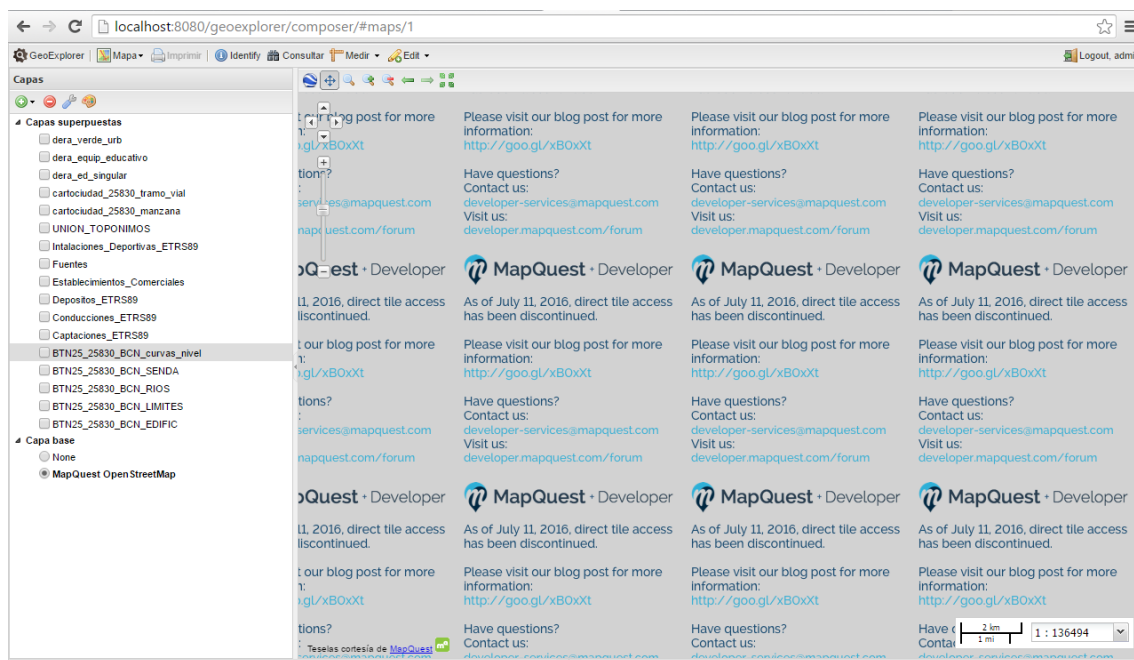


**Figura 152.** Previsualización de la capa ruta 2.

## 9.2 GeoExplorer

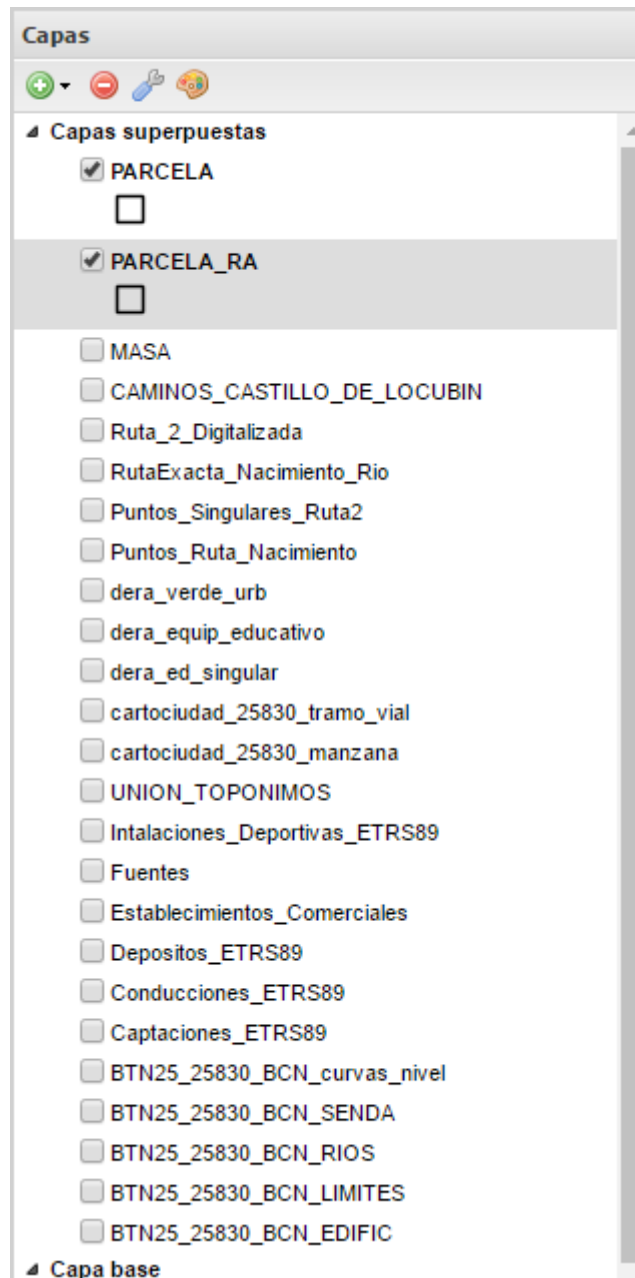
GeoExplorer es una aplicación web, basado en el GeoExt marco, para componer y publicar mapas.

La interfaz se divide en las siguientes secciones (fig. 153): menú principal, barra de herramientas, panel de capas y panel de mapa.



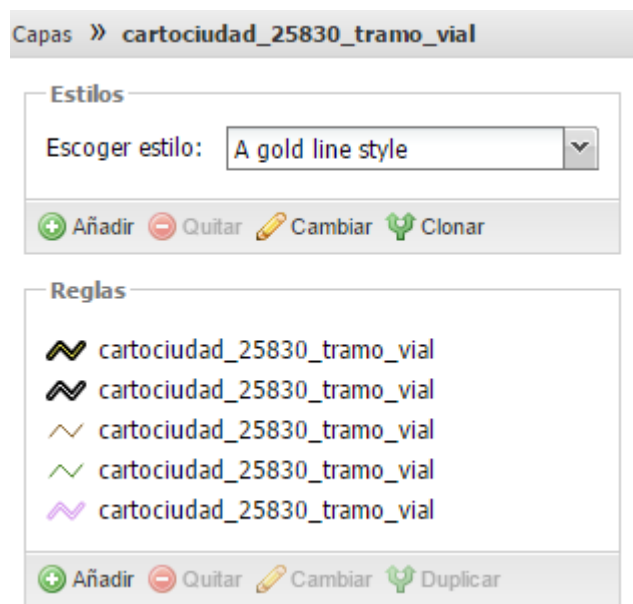
**Figura 153. Página de inicio de GeoExplorer.**

Para empezar se añadieron todas las capas del servidor local GeoSever, con las cuales anteriormente se ha trabajado. Para ello se pulsó el botón *añadir capas*. Algunas de las capas añadidas se pueden apreciar en la figura 154.



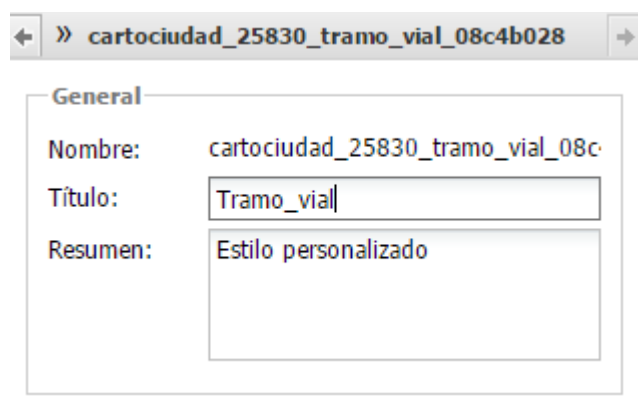
**Figura 154. Capas añadidas de GeoServer**

Para cambiar el estilo definido en GeoServer, se pulsa en el botón *Añadir* que se encuentra debajo de *escoger estilo* (fig. 155).



**Figura 155. Escoger un estilo para la capa.**

Al nuevo estilo se le dio un nombre (fig. 156)



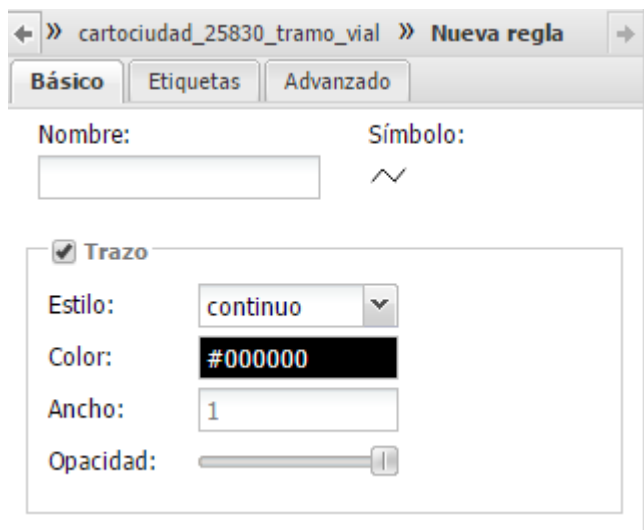
**Figura 156. Definir el nombre del estilo**

Se seleccionó el estilo y se pulsó cambiar (fig. 157)



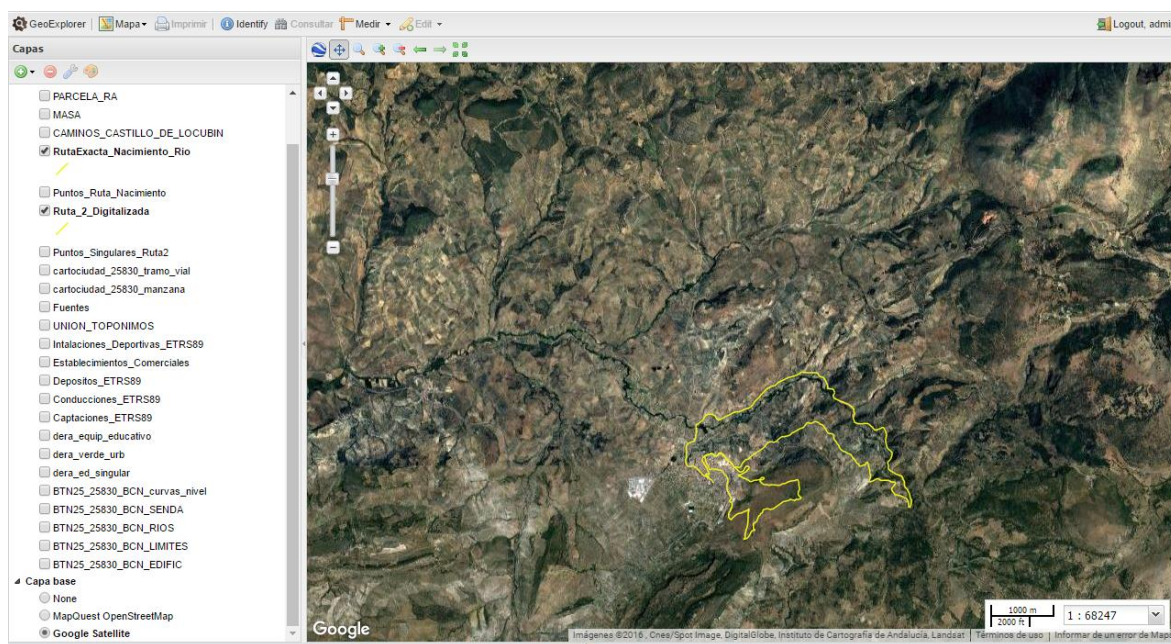
**Figura 157. Cambiar el estilo definido.**

En la figura 158 se puede apreciar tres pestañas para modificar el estilo personalizado: básico, etiquetas y avanzado.



**Figura 158.** Diferentes pestañas para definir un nuevo estilo.

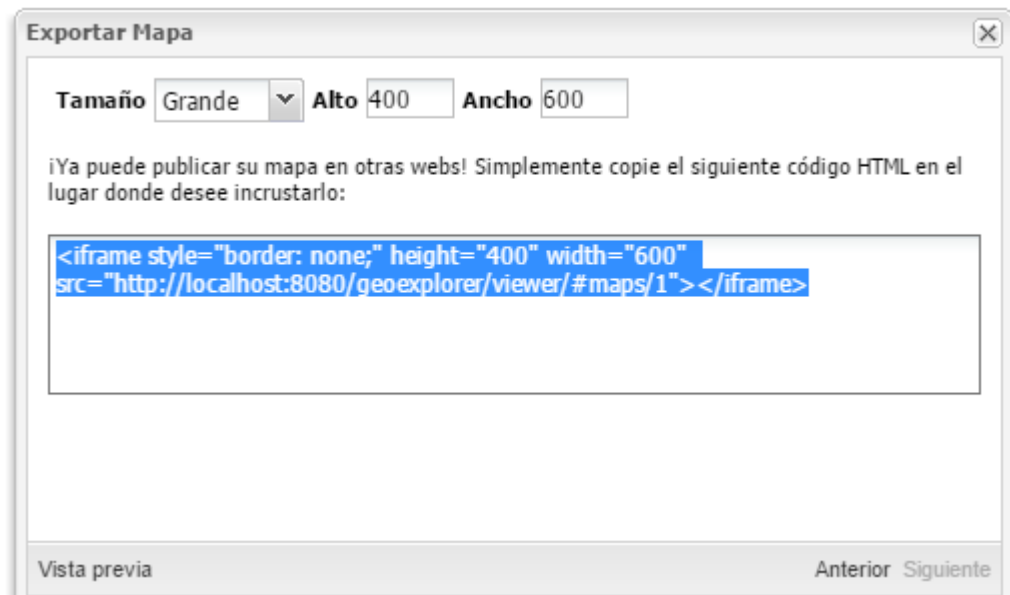
Además se pueden añadir capas base, en la figura 159 se puede observar la capa añadida del conocido mosaico Google.



**Figura 159.** Capa base de Google y rutas de senderismo 1 y 2.

GeoExplorer tiene unas herramientas que lo hacen muy útil, estas son medir líneas o áreas, realizar una consulta de la tabla de atributos, de la leyenda, y además se puede exportar el mapa.

Pulsando el botón *Exportar mapa* se puede publicar las composiciones de mapas como una aplicación personalizada de mapas para ser utilizada en una página web (fig. 160).



*Figura 160. Exportar mapa*

### 9.3 Resultados y página web.

Para crear una página web, se descarga la página del ayuntamiento de Castillo de Locubín para crear un espacio e incluir el mapa.

En la figura 161 se puede apreciar el callejero del municipio, junto con la leyenda y una consulta de la tabla de atributos de dicha capa.

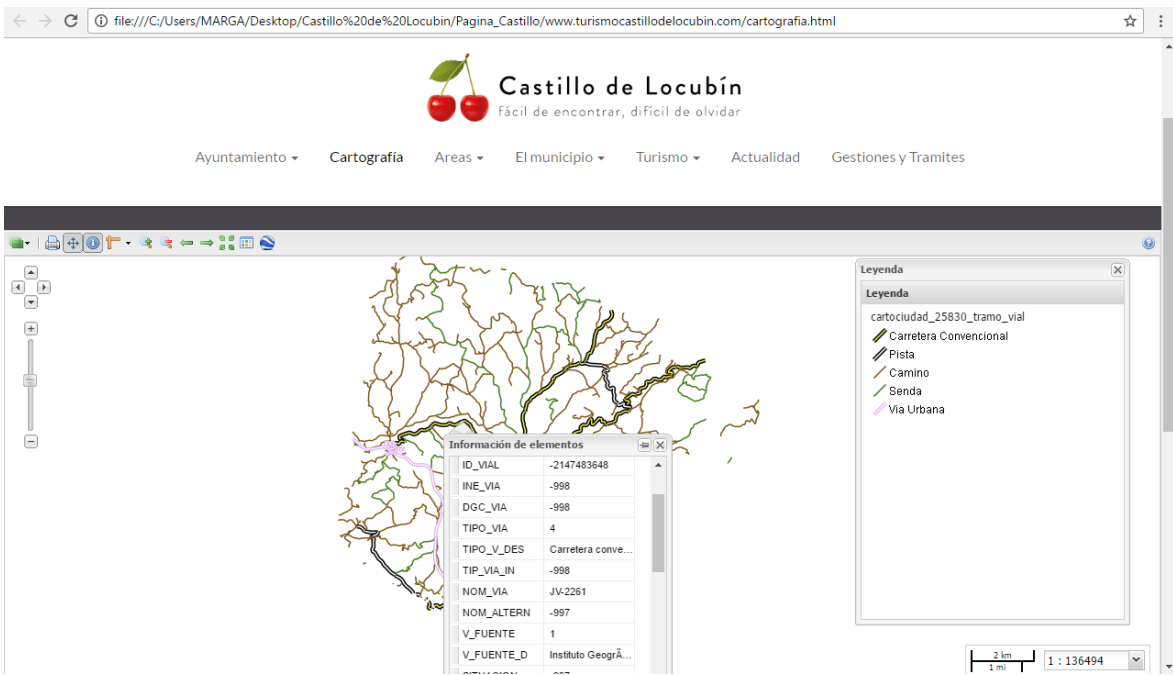


Figura 161. Diseño de un espacio en la página web del ayuntamiento de Castillo de Locubín.

Además, se pueden realizar más consultas, por ejemplo, en la figura 162 se pueden apreciar los caminos municipales junto los polígonos y las parcelas catastrales. En la tabla de atributos del camino “Endrinal” se puede ver: el código del camino (83), nombre (Endrinal), clasificación (3º), pavimento (camino sin asfaltar), coordenadas iniciales y finales del camino (fig. 163).

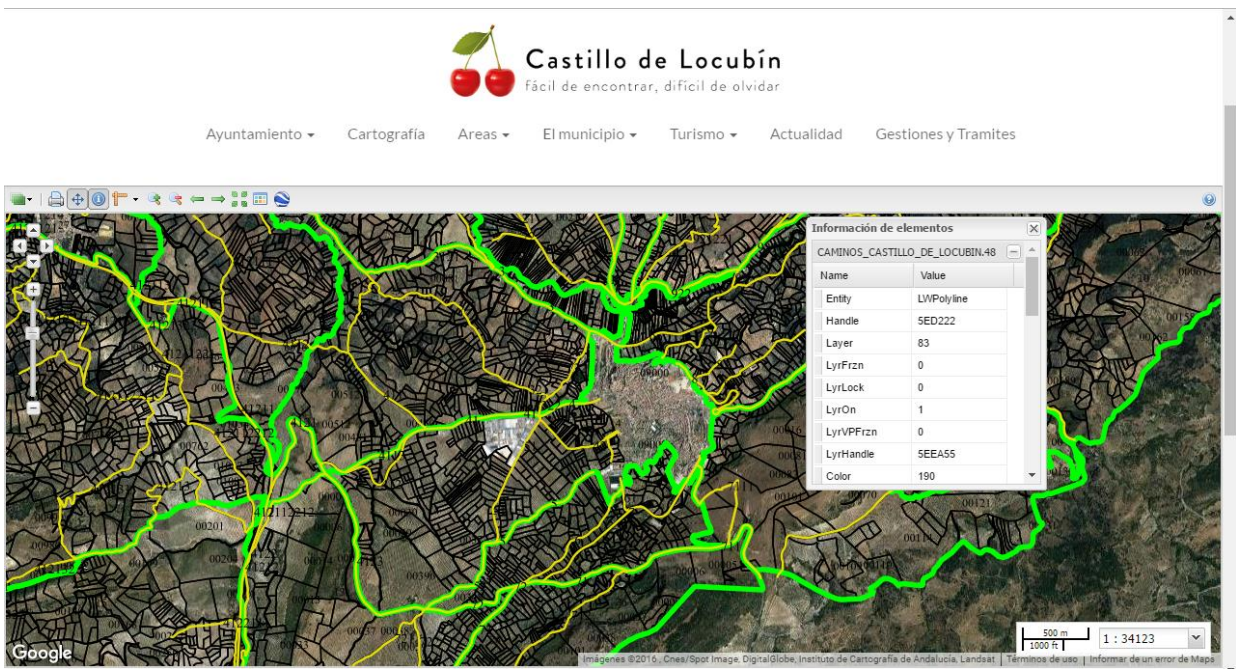


Figura 162. Caminos municipales, polígonos y parcelas catastrales.



**Figura 163. Información sobre los caminos municipales.**

## 10 CONCLUSIONES

Se ha concluido el TFG con la creación de una página web dónde los ciudadanos pueden hacer uso de ella, para consultar rutas turísticas o algún dato en cuestión del municipio. Desde la página web se puede acceder desde la localización de rutas, como la consulta de sus tablas de atributos, la base de datos y los datos sobre los usos del suelo del municipio.

Las ventajas del uso de la página web son diversas como se han comendado anteriormente, aunque también tiene alguna desventaja, no todos los datos pueden ser consultados por todos los ciudadanos desde la página web, además tampoco permite realizar nuevos análisis con los datos. Para ello sería necesario crear un interfaz de QGIS.

La utilización del software libre QGIS ha tenido muchas ventajas por su gran funcionalidad y potencial de software libre. Existen muchas facilidades para la obtención de cartografía editable.

También hay que destacar algunas dificultades para realizar procesos de análisis de los datos con QGIS, para hacer análisis de visibilidad de las rutas, se han tenido algunos problemas.

Este TFG puede ser posible ser continuado realizando una interfaz de QGIS para el manejo por parte de los ayuntamientos o personas especializadas en la materia para que el técnico haga una gestión de municipio, poder realizar nuevos análisis, obtener nuevos resultados, actualizar datos y demás tareas.

Además, se pueden añadir nuevas capas de información y tablas de atributos a la base de datos del municipio, ya que están incompletas, por ejemplo una capa de información importante sería la red de saneamiento, datos de alcantarillado, etc...

En conclusión, una base de datos del municipio siempre tiene que estar disponible para poder continuar añadiendo información y poder ser actualizada en tiempo real.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- Boletín oficial del Estado. (27 de 07 de 2007). *Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España*. Obtenido de <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15822>
- Boundless. (s.f.). *Boundless*. Obtenido de <http://suite.opengeo.org/docs/latest/geoexplorer/>
- climate-data. (s.f.). *CLIMATE-DATA.ORG*. Obtenido de <http://es.climate-data.org/location/523085/>
- Confederación de Empresarios de Andalucía. (s.f.). *¿ Para qué sirven?* Obtenido de Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales: [http://sig.cea.es/utilidad\\_SIG](http://sig.cea.es/utilidad_SIG)
- Confederación de Empresarios de Andalucía. (s.f.). *GvSIG*. Obtenido de Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales: <http://sig.cea.es/gvsig>
- Confederación de Empresarios de Andalucía. (s.f.). *Ventajas de su uso*. Obtenido de Sistemas de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales: <http://sig.cea.es/ventajas>
- Cortés, C. A. (s.f.). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/118760837/Perfil-Longitudinal-y-Transversal>
- Diego Alonso. (12 de 11 de 2015). *MappinggisGis*. Obtenido de <http://mappinggis.com/2015/11/motivos-para-elegir-qgis-frente-arcgis/>
- Dirección provincial de dirección urbana. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial*. Recuperado el 04 de 07 de 2016, de [http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/urbanoter/sig/Manual\\_SIG\\_UT.pdf](http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/urbanoter/sig/Manual_SIG_UT.pdf)
- EcuRed. (s.f.). *Quantum GIS*. Obtenido de [http://www.ecured.cu/Quantum\\_GIS](http://www.ecured.cu/Quantum_GIS)
- Empresa Pública para la Gestión del Turismo y del Deporte de Andalucía, S. A. (s.f.). *Castillo de Locubín*. Recuperado el 01 de 07 de 2016, de Andalucía: <http://www.andalucia.org/es/destinos/provincias/jaen/municipios/castillo-de-locubin/>
- esri España. (s.f.). *¿Que es un SIG?* Recuperado el 05 de 07 de 2016, de <http://www.esri.es/es/formacion/formacion-esri-espana/que-es-un-sig-/>
- esri. (s.f.). *ArcGIS*. Obtenido de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- García, F. A. (10 de 2013). *ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA LA CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN MODELOS DE ACCESIBILIDAD TERRITORIAL UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*.

- GeoExplorer. (s.f.). Obtenido de <http://suite.opengeo.org/docs/latest/geoexplorer/>
- GeoServer. (s.f.). Obtenido de <http://geoserver.org/>
- Gimeno, J. M. (3 de 7 de 2013). *Jaén desde mi atalaya*. Obtenido de <http://jaendesdemiatalaya.blogspot.com.es/2013/07/el-nacimiento-del-rio-san-juan-en.html>
- IDEE. (s.f.). *Infraestructura de datos espaciales de España*. Obtenido de <http://www.idee.es/web/guest/introduccion-a-las-ide>
- IGN. (s.f.). Obtenido de <https://www.ign.es/ign/layoutIn/modeloDigitalTerreno.do>
- IGN. (s.f.). Obtenido de <http://pnoa.ign.es/>
- IGN. (s.f.). *CartoCiudad*. Obtenido de <http://www.ign.es/ign/resources/actividades/ide/CartoCiudad.pdf>
- IGN. (s.f.). <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesBDGbtn25.do>.
- Ingeniería del Software I. (2005). *Introducción al Modelo Conceptual*. Recuperado el 4 de 08 de 2016, de [http://www-2.dc.uba.ar/materias/isoft1/is1-2005\\_2/apuntes/MC.pdf](http://www-2.dc.uba.ar/materias/isoft1/is1-2005_2/apuntes/MC.pdf)
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (06 de 30 de 2016). *Consejería de Economía y Conocimiento*. Obtenido de <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/>
- Instituto del Agua de la Universidad de Granada. (2007). *Conoce tus fuentes*. Obtenido de [http://www.conocetusfuentes.com/fuentes\\_de\\_jaen\\_letra\\_C\\_1.html](http://www.conocetusfuentes.com/fuentes_de_jaen_letra_C_1.html)
- Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 07 de 03 de 2016, de IGN: <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>
- Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 17 de 7 de 2016, de <https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>
- Leyva, M. Á. (s.f.). *Desarrollo e implantación de un Geoportal y de servicios de Infraestructura de Datos Espaciales en el Ayuntamiento de Barcelona*. Obtenido de [http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE08/ARTICULOS\\_JIDEE2008/articulo9.pdf](http://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE08/ARTICULOS_JIDEE2008/articulo9.pdf)
- Llopis, J. P. (s.f.). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Recuperado el 09 de 07 de 2016, de <http://www.editorial-club-universitario.es/pdf/557.pdf>
- Maestro, C. C., Francés, E. S., & Montoza, J. M. (2013). *Flora y fauna*. Recuperado el 05 de 07 de 2016, de Sierra Sur de Jaén: [http://www.adsur.es/files/downloads/guiaflorayfauna\\_ss.j.pdf](http://www.adsur.es/files/downloads/guiaflorayfauna_ss.j.pdf)

- Meléndez, M. R. (2012). *LAS GESTORAS DE EXPLOTACIONES*. Obtenido de [http://baobab.uc3m.es/backup\\_monet\\_2013\\_3\\_22/monnet/IMG/pdf/TFG\\_-\\_Maria\\_Romero\\_Melendez.pdf](http://baobab.uc3m.es/backup_monet_2013_3_22/monnet/IMG/pdf/TFG_-_Maria_Romero_Melendez.pdf)
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (s.f.). Obtenido de <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-parcelas-agricolas-sigpac/>
- Morea Rodríguez, M. L., & Huerta Rodríguez, J. C. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 06 de 07 de 2016
- Morell, V. (s.f.). *Gestión urbana*. Recuperado el 03 de 07 de 2016, de <http://www.gestionurbana.es/>
- Palacios, J. E. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado el 2016, de <http://docplayer.es/14065718-Los-sistemas-de-informacion-geografica-sig.html>
- RAE. (s.f.). *Real Academia Española*. Obtenido de RAE: <http://dle.rae.es/>
- Rodríguez, M. L., & Rodríguez, J. C. (s.f.). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Sende, S. G. (s.f.). *CONSTRUCCIÓN DE UN VISOR WEB*. Recuperado el 07 de 03 de 2016, de Ingeniería Informática de Sistemas: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/11754/5/sgarciaseTFC0112memoria.pdf>
- Weka y Gis. (s.f.). *Inteligencia Artificial, Weka y Gis*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/inteligenciaartificialwekaygis/sistema-de-informacion-geografica>

## 12 ANEXOS

### 12.1 Anexo 1. QGIS

El software Qgis tiene las siguientes ventajas:

- **Interfaz flexible:** Una de las grandes fortalezas de QGIS es que trabaja en cualquiera de los sistemas operativos GNU/Linux, BSD, Unix, Mac OSX, Windows y Android, con un funcionamiento similar en cualquiera de ellos.
- **Interoperabilidad:** QGIS es un software libre y opera bajo la licencia GNU GPL. El software QGIS puede ser modificado libremente, con la finalidad de que pueda realizar diferentes y más especializadas funcionalidades. Ya existen dos nuevos productos denominados: QGIS Browser y QGIS Server, los cuales poseen diferentes interfaces de usuario.
- **Conexión a base de datos:** Una de las grandes versatilidades de QGIS es su facilidad de conexión a base de datos ,en particular PostgreSQL y PostGIS (vectorial y raster), respecto a otros GIS donde la conexión es más tediosa.
- **Amplio abanico de complementos:** QGIS permite instalar gran cantidad de complementos, muchos de ellos imprescindibles si estás trabajando con QGIS (sextante, atlas, mmqgis, XyTools, CadTools...).
- **La integración con GRASS:** Una de sus mayores ventajas es la posibilidad de integrar GRASS en QGIS, utilizando toda la potencialidad de análisis de GRASS en un entorno de trabajo más amigable.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) es un software SIG bajo licencia GNU General Public License (GPL). Soporta información tanto raster como vectorial y cuenta con herramientas de procesamiento digital de imágenes. Por lo tanto, la combinación de ambos es esencial para el tratamiento digital de imágenes, así como análisis y edición de datos vectoriales.

El complemento de GRASS en Quantum GIS proporciona acceso a las bases de datos y funcionalidades GIS de GRASS, como digitalización de capas vectoriales, creación de nuevas capas vectoriales o edición de datos GRASS en 2D y 3D.

En computación, GeoServer - un servidor de código abierto escrito en Java - permite a los usuarios compartir y editar datos geospaciales. Diseñado para la interoperabilidad, publica datos de las principales fuentes de datos espaciales usando estándares abiertos. GeoServer ha evolucionado hasta llegar a ser un método sencillo de conectar información existente a globos virtuales tales como Google Earth y NASA World Wind (véase así como mapas basados en web como OpenLayers, Google Maps y Bing Maps). GeoServer sirve de implementación de referencia del estándar Open Geospatial Consortium Web Feature Service, y también implementa las especificaciones de Web Map Service y Web Coverage Service. (Diego Alonso, 2015)

## 12.2 Anexo 2. Ejemplos de códigos SLD utilizados.

### 12.2.1 Puntos

Un ejemplo de representación de una capa puntual mediante estilo SLD, es la siguiente para la capa de *Fuentes* del municipio de Castillo de Locubín.

```
<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <PointSymbolizer>
      <Graphic>
        <Mark>
          <WellKnownName>circle</WellKnownName>
          <Fill>
            <CssParameter name="fill">#0000FF</CssParameter>
          </Fill>
        </Mark>
        <Size>6</Size>
      </Graphic>
    </PointSymbolizer>
  </Rule>
</FeatureTypeStyle>
```

```
<TextSymbolizer>
  <Label>
    <ogc:PropertyName>NOMBRE</ogc:PropertyName>
  </Label>
  <Font>
    <CssParameter name="font-family">Arial</CssParameter>
    <CssParameter name="font-size">11</CssParameter>
    <CssParameter name="font-style">normal</CssParameter>
    <CssParameter name="font-weight">bold</CssParameter>
  </Font>
  <LabelPlacement>
    <PointPlacement>
      <Displacement>
        <DisplacementX>2</DisplacementX>
        <DisplacementY>1</DisplacementY>
      </Displacement>
    </PointPlacement>
  </LabelPlacement>
  <Fill>
    <CssParameter name="fill">#000000</CssParameter>
  </Fill>
</TextSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
```

En este código hay una regla dentro de la etiqueta `<FeatureTypeStyle>`, que define el estilo. La etiqueta `</PointSymbolizer>` sirve para representar el estilo del punto. `<WellKnownName>circle</WellKnownName>` esta línea especifica que la forma de representación del punto es un círculo, las líneas siguientes expresan el color de relleno del círculo y el tamaño de éste. La etiqueta `<TextSymbolizer>` representa la forma en que se expresa el texto que acompaña al punto. En este caso el nombre de la fuente.

### 12.2.2 Líneas

Un ejemplo de representación de una capa lineal mediante estilo SLD, es la siguiente para la capa de *cartociudad\_25830\_tramo\_vial* del municipio de Castillo de Locubín.

```
<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <Name>Carretera Convencional</Name>
    <ogc:Filter>
      <ogc:PropertyIsEqualTo>
        <ogc:PropertyName>TIPO_V_DES</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>Carretera convencional</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsEqualTo>
    </ogc:Filter>
    <LineSymbolizer>
      <Stroke>
        <CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>
        <CssParameter name="stroke-width">4</CssParameter>
      </Stroke>
    </LineSymbolizer>
    <LineSymbolizer>
      <Stroke>
```

```
<CssParameter name="stroke">#F0EC5C</CssParameter>

<CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>

</Stroke>

</LineSymbolizer>

</Rule>

</FeatureTypeStyle>

<FeatureTypeStyle>

<Rule>

<Name>Pista</Name>

<ogc:Filter>

<ogc:PropertyIsEqualTo>

<ogc:PropertyName>TIPO_V_DES</ogc:PropertyName>

<ogc:Literal>Pista</ogc:Literal>

</ogc:PropertyIsEqualTo>

</ogc:Filter>

<LineSymbolizer>

<Stroke>

<CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>

<CssParameter name="stroke-width">4</CssParameter>

</Stroke>

</LineSymbolizer>

<LineSymbolizer>

<Stroke>

<CssParameter name="stroke">#FFFFFF</CssParameter>

<CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>

</Stroke>
```

```
</LineSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <Name>Camino</Name>
    <ogc:Filter>
      <ogc:PropertyIsEqualTo>
        <ogc:PropertyName>TIPO_V_DES</ogc:PropertyName>
        <ogc:Literal>Camino</ogc:Literal>
      </ogc:PropertyIsEqualTo>
    </ogc:Filter>
    <LineSymbolizer>
      <Stroke>
        <CssParameter name="stroke">#7F571A</CssParameter>
        <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
      </Stroke>
    </LineSymbolizer>
  </Rule>
</FeatureTypeStyle>
<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <Name>Senda</Name>
    <ogc:Filter>
      <ogc:PropertyIsEqualTo>
        <ogc:PropertyName>TIPO_V_DES</ogc:PropertyName>
```

```
<ogc:Literal>Senda</ogc:Literal>

</ogc:PropertyIsEqualTo>

</ogc:Filter>

<LineSymbolizer>

  <Stroke>

    <CssParameter name="stroke">#407F1A</CssParameter>

    <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>

  </Stroke>

</LineSymbolizer>

</Rule>

</FeatureTypeStyle>

<FeatureTypeStyle>

  <Rule>

    <Name>Via Urbana</Name>

    <ogc:Filter>

      <ogc:PropertyIsEqualTo>

        <ogc:PropertyName>TIPO_V_DES</ogc:PropertyName>

        <ogc:Literal>VÃ-a urbana</ogc:Literal>

      </ogc:PropertyIsEqualTo>

    </ogc:Filter>

    <LineSymbolizer>

      <Stroke>

        <CssParameter name="stroke">#D99FF0</CssParameter>

        <CssParameter name="stroke-width">3</CssParameter>

      </Stroke>

    </LineSymbolizer>
```

```
<LineSymbolizer>
  <Stroke>
    <CssParameter name="stroke">#FFFFFF</CssParameter>
    <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>
  </Stroke>
</LineSymbolizer>
</Rule>
</FeatureTypeStyle>
```

En este código hay varias reglas, una regla para cada tipo de línea que se quiera representar. Las primeras líneas del código se realiza un filtro para diferenciar los distintos tipos de líneas que existen en la capa, y darle un estilo diferente a cada categoría de línea, en este caso, de tramo vial. En primer lugar se filtran los tramos de carretera convencional y se le da un estilo. La etiqueta *<LineSymbolizer>* sirve para darle estilo a la línea, el color de la línea y el grosor. Sin embargo, no se le puede dar un estilo al “borde” de la línea, para conseguir esto se escriben dos estilos distintos para cada línea, una vez con una cierta anchura y otro estilo con una anchura más pequeña, así se consigue dar un efecto de “borde” a la línea. Se escriben tantas reglas y tantos filtros como estilos se quieran dar a las diferentes líneas de una capa.

### 12.2.3 Polígonos

Un ejemplo de representación de una capa de polígonos mediante estilo SLD, es la siguiente para la capa de *BTN25\_25830\_BCN\_EDIFIC* del municipio de Castillo de Locubín.

```
<FeatureTypeStyle>
  <Rule>
    <Name>Large</Name>
    <MaxScaleDenominator>5000</MaxScaleDenominator>
    <PolygonSymbolizer>
      <Fill>
```

```
<CssParameter name="fill">#0000CC</CssParameter>

</Fill>

<Stroke>

  <CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>

  <CssParameter name="stroke-width">4</CssParameter>

</Stroke>

</PolygonSymbolizer>

<TextSymbolizer>

  <Label>

    <ogc:PropertyName>ETIQUETA</ogc:PropertyName>

  </Label>

</TextSymbolizer>

</Rule>

<Rule>

  <Name>Medium</Name>

  <MinScaleDenominator>5000</MinScaleDenominator>

  <MaxScaleDenominator>25000</MaxScaleDenominator>

  <PolygonSymbolizer>

    <Fill>

      <CssParameter name="fill">#0000CC</CssParameter>

    </Fill>

    <Stroke>

      <CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>

      <CssParameter name="stroke-width">2</CssParameter>

    </Stroke>

  </PolygonSymbolizer>
```

```
</Rule>

<Rule>

  <Name>Small</Name>

  <MinScaleDenominator>25000</MinScaleDenominator>

  <PolygonSymbolizer>

    <Fill>

      <CssParameter name="fill">#0000CC</CssParameter>

    </Fill>

    <Stroke>

      <CssParameter name="stroke">#000000</CssParameter>

      <CssParameter name="stroke-width">1</CssParameter>

    </Stroke>

  </PolygonSymbolizer>

  <TextSymbolizer>

    <Label>

      <ogc:PropertyName>ETIQUETA</ogc:PropertyName>

    </Label>

  </TextSymbolizer>

</Rule>

</FeatureTypeStyle>
```

Para definir este estilo se han escrito tres reglas. Creando varias reglas se puede conseguir que varíe el espesor de las líneas de acuerdo con el nivel de zoom, además de limitar etiquetas sólo a ciertos niveles de zoom, para que pueda ser legible.

La etiqueta `<PolygonSymbolizer>` sirve para definir el estilo de representación del polígono, especificando el código del color de relleno del polígono y el estilo del borde del polígono. Cada código que define el color

comprende el símbolo <#> y 6 letras o números. Estos números se expresan en el sistema de numeración hexadecimal, <ff> en hexadecimal representa el número 255 en decimal. Por ejemplo <#000000> es el color negro y <#ff0000> es el color rojo.