

SIG. Práctica 1. (Tema 1)
Cartografía Digital y Temática con QGIS

José Samos Jiménez

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

2019 jsamos (LSI-UGR)

Curso 2019-2020

Índice

1. Introducción	3
2. Entorno de trabajo	3
2.1. Cambiar el idioma	3
2.2. Configuración de la pantalla principal	5
2.3. Ubicación de los datos	5
2.4. Añadir la carpeta de trabajo a <i>Favoritos</i>	7
3. Representación de capas	7
3.1. Añadir capas de datos	7
3.2. Cambiar la representación de una capa	8
3.3. Acercar o alejar las capas	9
3.4. Importar una imagen aérea desde la Web	9
3.5. Mostrar etiquetas	10
3.6. Representar información numérica	11
4. Explorar una capa	11
4.1. Identificar elementos de una capa	12
4.2. Tabla de atributos de una capa	12
4.3. Añadir un campo a la Tabla de atributos	14
4.4. Operaciones con el <i>Constructor de Consultas</i>	14
5. Generar la salida del proyecto	16
5.1. Guardar como una imagen	16
5.2. Imprimir un mapa	16
Bibliografía	20

Los objetivos de esta actividad son: Los objetivos de este capítulo son:

- Repasar conceptos sobre *Información Geográfica* explicados en clase de Teoría, materializados en un SIG concreto.
- Introducir QGIS mediante ejemplos. No es una introducción exhaustiva sino un primer contacto; se pondrá en práctica:
 - Cambio de idioma.
 - Definición de carpetas favoritas.
 - Instalación y uso de complementos.
 - Visualización de capas.
 - Realizar consultas sobre las capas.
 - Generar una nueva capa como resultado de una consulta.
 - Crear un mapa temático.

A continuación, después de una introducción sobre la herramienta, se irán presentando algunas de sus funcionalidades mediante pasos que deberás ir realizando. Las actividades propuestas se basan principalmente en [MG16], algunos aspectos de manejo de *QGIS* están basados en [Gra16]. Los datos se han elaborado a partir de datos obtenidos de [IDE17] e [INE19].

Descarga el archivo **Granada.zip** que contiene los archivos de las capas que se usarán como fuente de datos. Extrae todos archivos y sitúalos en una carpeta de trabajo.

1. Introducción

QGIS es un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto¹. Es un proyecto oficial de *Open Source Geospatial Foundation* (*OSGeo*) impulsado por voluntarios.

Funciona sobre *Linux*, *Unix*, *Mac OSX*, *Windows* y *Android*. Soporta de datos vectoriales y datos ráster, en gran numero de formatos.

Actualmente están disponibles las versiones 2.18 y 3.8. Para aspectos generales, no hay diferencia sustancial entre una y otra. La principal diferencia la encuentro los complementos, que hay más disponibles para la versión 2 que para la 3. En concreto, el complemento que se usa en esta actividad (*OpenLayers plugin*), todavía solo está disponible para la versión 2, por eso será la que usaremos.

2. Entorno de trabajo

1. Inicia *QGIS Desktop*.

2.1. Cambiar el idioma

Al instalarse, *QGIS* considera el idioma del sistema. Usaremos el Español. Los libros o tutoriales sobre *QGIS* más abundantes están en Inglés. Generalmente es más fácil seguir el material sobre una herramienta si ésta está en el mismo idioma que las pantallas u opciones que se presentan. Por este motivo, es posible que en algún caso nos interese cambiar el idioma de *QGIS* (por ejemplo, si está en Español, ponerlo en Inglés y viceversa).

El cambio se realiza desde [«Configuración», «Opciones»] (figura 1). En el apartado «Idioma» (figura 2), marcamos la opción «Ignorar el idioma del sistema» y, en el campo «Idioma a usar en su lugar», elegimos el idioma que deseemos.

Para que tengan efecto los cambios, hay que reiniciar la aplicación.

2. Cambia el idioma a Español (si no lo es).

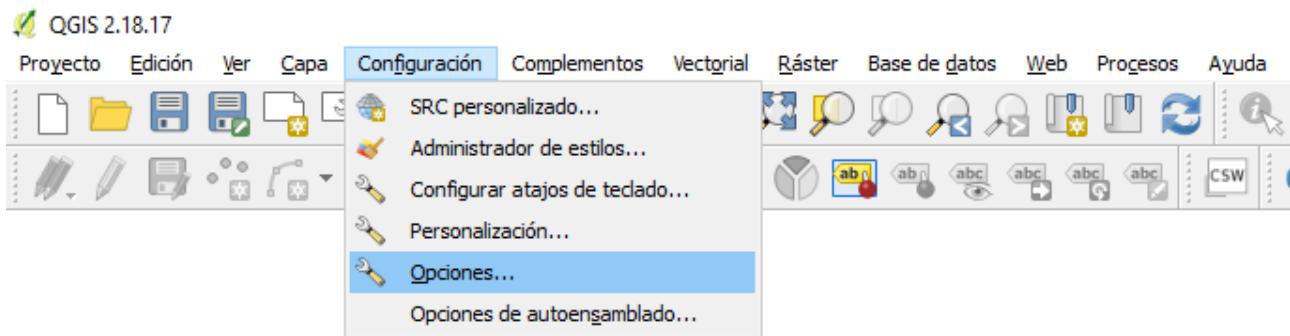


Figura 1: Acceso a las opciones de configuración.

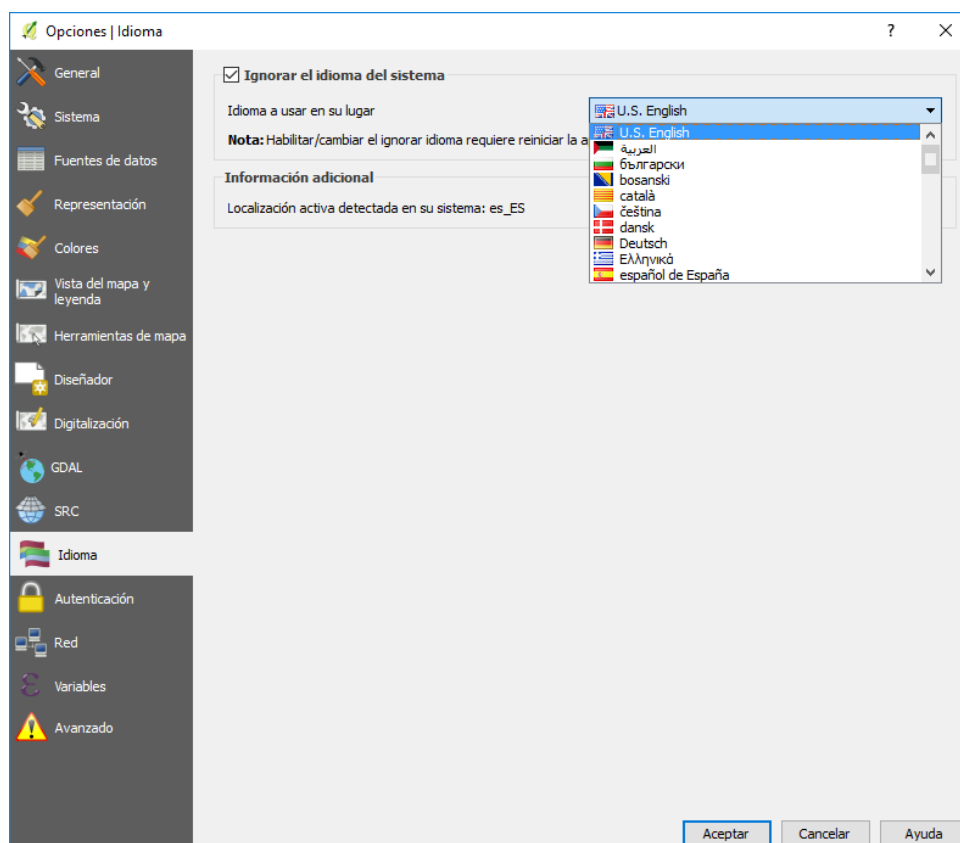


Figura 2: Cambiar el idioma.

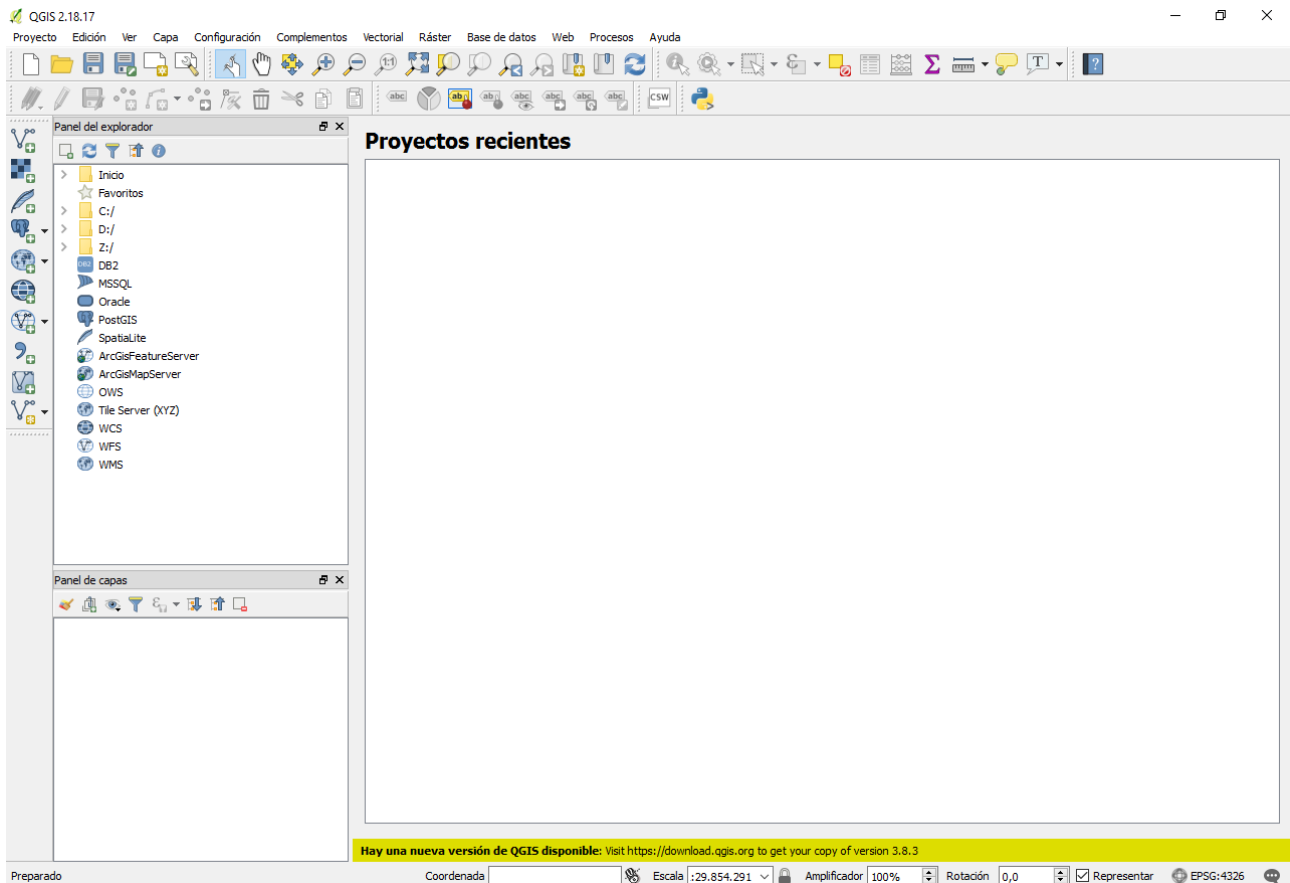


Figura 3: Pantalla principal.

2.2. Configuración de la pantalla principal

En la figura 3 se muestra la pantalla principal de *QGIS*. El área de trabajo está compuesta por varios paneles. Uno fijo, cuyo título actual es «Proyectos recientes», donde se mostrará el resultado de las operaciones que realicemos; otros opcionales, «Panel del explorador» y «Panel de capas», que pueden moverse o cerrarse.

El «Panel del explorador» nos permite seleccionar capas de datos de distintas fuentes para trabajar con ellas. El «Panel de capas» nos permite gestionar y organizar la capas que hemos seleccionado para representar.

Podemos ocultar estos paneles o bien mostrar otros disponibles desde [«Ver», «Paneles»] (figura 4).

2.3. Ubicación de los datos

Hemos descomprimido los datos facilitados en una carpeta de trabajo. Se trata de Shapefiles que, como se puede ver en la figura 5, es un formato de datos multiarchivo.

Para representar una capa en *QGIS*, podemos «pulsar-arrastrar-soltar» el archivo **.shp**, componente del Shapefile, sobre la ventana de «Panel de capas» o sobre la ventana de presentación (la ventana central). Una manera más apropiada de hacer esta operación (representar una capa), es desde la ventana «Panel del explorador», que nos permite navegar por el árbol de carpetas representando cada capa en formato Shapefile como un solo archivo.

3. En la ventana «Panel del explorador», accede a la carpeta de trabajo (donde has descomprimido los archivos).

Observa cómo muestra exclusivamente el componente **.shp** de cada capa.

¹<https://www.qgis.org/es/site/>

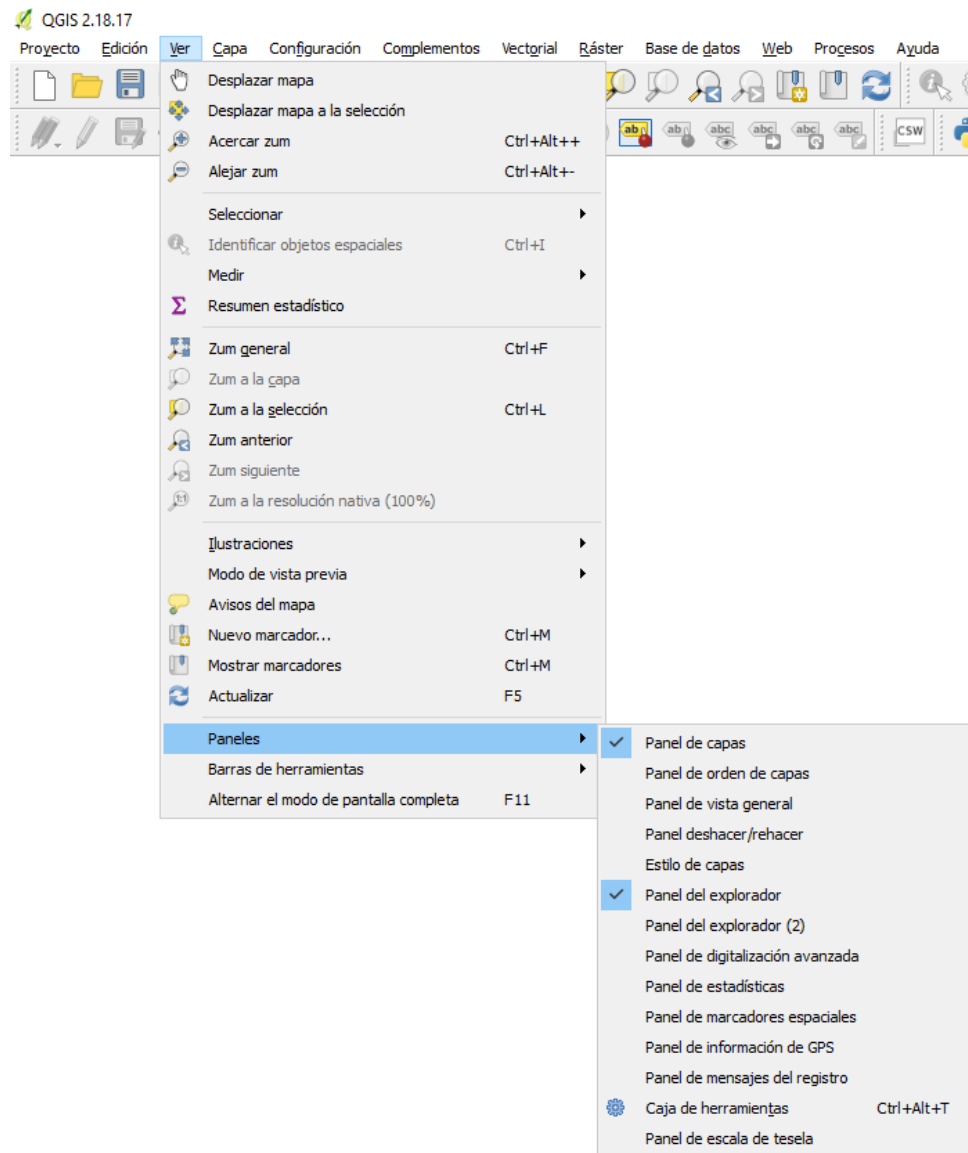


Figura 4: Selección de paneles del entorno de trabajo.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
municipios censo GR.cpg	18/09/2019 18:45	Archivo CPG	1 KB
municipios censo GR	18/09/2019 18:45	Hoja de cálculo O...	444 KB
municipios censo GR.prj	18/09/2019 18:45	Archivo PRJ	1 KB
municipios censo GR.qpj	18/09/2019 18:45	Archivo QPJ	1 KB
municipios censo GR.shp	18/09/2019 18:45	Archivo SHP	1.243 KB
municipios censo GR.shx	18/09/2019 18:45	Archivo SHX	2 KB
pantanos GR.cpg	09/07/2017 20:26	Archivo CPG	1 KB
pantanos GR	09/07/2017 20:26	Hoja de cálculo O...	9 KB
pantanos GR.prj	09/07/2017 20:26	Archivo PRJ	1 KB
pantanos GR.qpj	09/07/2017 20:26	Archivo QPJ	1 KB
pantanos GR.shp	09/07/2017 20:26	Archivo SHP	478 KB
pantanos GR.shx	09/07/2017 20:26	Archivo SHX	1 KB
red hidrografica GR.cpg	09/07/2017 20:27	Archivo CPG	1 KB
red hidrografica GR	09/07/2017 20:27	Hoja de cálculo O...	1.983 KB
red hidrografica GR.prj	09/07/2017 20:27	Archivo PRJ	1 KB
red hidrografica GR.qpj	09/07/2017 20:27	Archivo QPJ	1 KB
red hidrografica GR.shp	09/07/2017 20:27	Archivo SHP	1.919 KB
red hidrografica GR.shx	09/07/2017 20:27	Archivo SHX	20 KB

Figura 5: Archivos de las capas en la carpeta de trabajo.

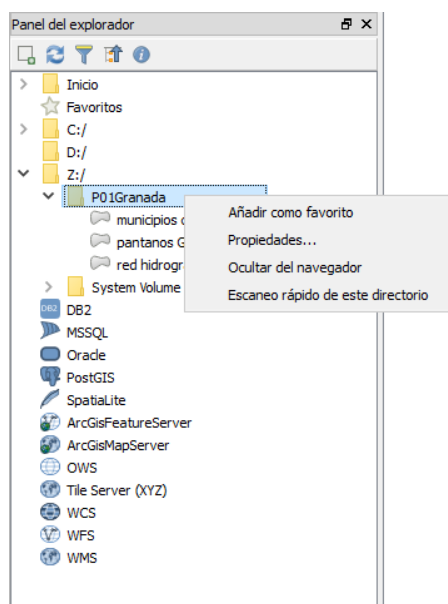


Figura 6: Añadir una carpeta a «Favoritos».

2.4. Añadir la carpeta de trabajo a *Favoritos*

Si la carpeta de trabajo la vamos a usar para almacenar las capas que vamos a utilizar, podemos facilitar su acceso posterior añadiéndola al apartado «Favoritos» del mismo «Panel del explorador». Esta operación se puede hacer desde el menú contextual de la carpeta, en la ventana «Panel del explorador», seleccionando la opción «Añadir como favorito» (figura 6).

4. Añade la carpeta de trabajo a «Favoritos».
5. Salva el proyecto ([«Proyecto», «Guardar»]) en la carpeta de trabajo y no olvides guardarlo periódicamente.

3. Representación de capas

3.1. Añadir capas de datos

Como se ha comentado en el apartado 2.3, para representar una capa, podemos «pulsar-arrastrar-soltar» el archivo `.shp`, sobre la ventana de «Panel de capas» o sobre la ventana de presentación.

Una vez tenemos los archivos en «Favoritos», esta operación es muy fácil porque se muestra directamente la carpeta (en lugar del árbol de carpetas) y, además, solo vemos el componente `.shp`.

6. Añade las tres capas disponibles en la carpeta de trabajo para que se visualicen.

Las capas que se están representando se pueden ver en el «Panel de capas» (figura 7). El resultado de la representación depende del orden de las capas en la lista del panel: el orden de representación es de abajo hacia arriba. Podemos cambiar el orden de las capas «pulsando-arrastrando-soltando» una capa hasta su nueva ubicación en la lista de capas.

Se puede desactivar cualquier capa pulsando sobre la casilla de verificación que aparece a la izquierda de su nombre (figura 7), el resultado en la representación es equivalente a que la capa no se hubiera añadido.

También podemos eliminar una capa mediante la opción «Eliminar» del menú contextual de la capa.

Una operación que se usa con frecuencia es cambiar el nombre de una capa. Se puede hacer directamente desde el menú contextual de la capa o desde la ventana de propiedades de la misma, en el apartado «General». El cambio de nombre tiene efectos solo en QGIS: el archivo de la capa no se ve afectado.

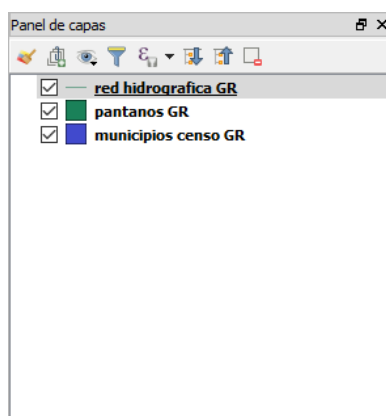


Figura 7: Capas representadas.

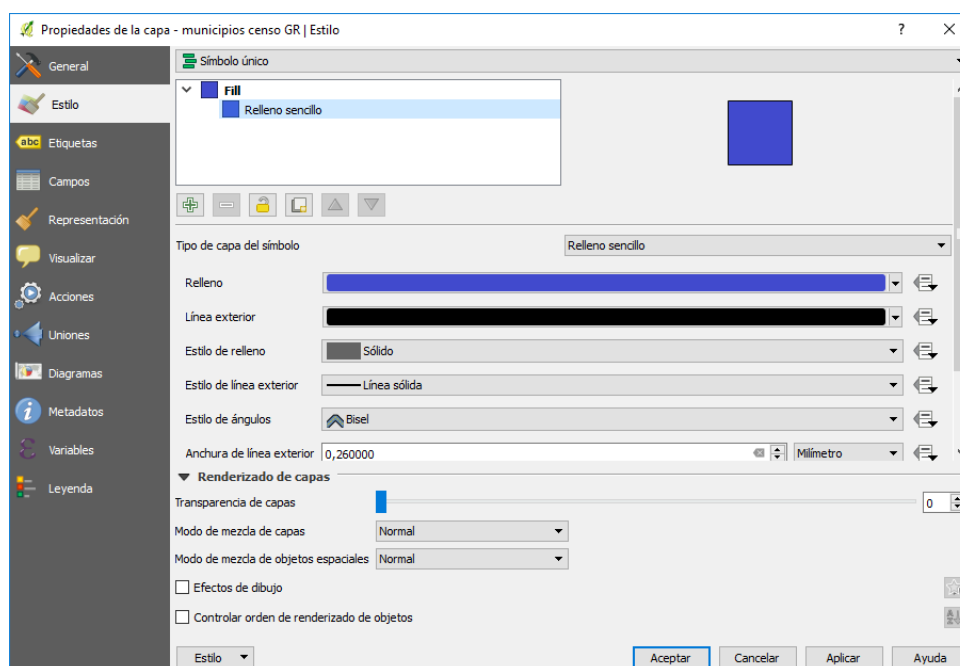


Figura 8: Definición del estilo de representación de una capa.

3.2. Cambiar la representación de una capa

Los colores utilizados para representar las capas son asignados de forma aleatoria pero se pueden cambiar mediante la opción «Propiedades» accesible desde el menú contextual de la capa, desde el apartado «Estilo»² (figura 8).

Una capa podemos añadirla varias veces: se trata en el «Panel de capas» como capas distintas. Para cada capa añadida podemos definir una representación distinta. Por ejemplo la capa de los municipios nos puede interesar para representar el fondo (de forma semitransparente) y también para representar claramente las líneas de división de los municipios (definiendo el fondo como transparente), es una candidata para ser añadida varias veces.

7. Cambia el orden y el estilo de las capas de manera que la que representa los municipios sea parcialmente transparente pero que las líneas de separación de los municipios se vean claramente. Modifica las otras capas para que tengan colores acorde a lo que representan.



Figura 9: Escala de representación.



Figura 10: Opciones de zum.

3.3. Acercar o alejar las capas

Al añadir una capa, *QGIS* adapta la escala de representación de la capas para que la capa añadida se muestre en su totalidad, al menos para las capas vectoriales. La escala de representación puede verse en la última línea de la pantalla (figura 9).

Se puede cambiar la escala mediante las distintas opciones de zum disponibles en la barra de herramientas. En la figura 10, se muestra apuntando el puntero del ratón al icono «Zum a la capa» que adapta la escala para que la capa seleccionada en el «Panel de capas» se muestre en su totalidad. A la izquierda de este icono tenemos los correspondientes a «Zum a la selección» (como el anterior pero para una zona seleccionada de la capa) y «Zum general» (muestra en su totalidad todas las capas); a la derecha tenemos «Zum anterior» y «Zum siguiente», para moverse por la lista de operaciones de zum realizadas.

8. Haz zum a cada una de las capas añadidas. Recorre la lista de zum. Prueba el funcionamiento de las operaciones de zum cuyos iconos están a la izquierda de los comentados (hasta el correspondiente a «Tocar zum y desplazar»). Haz que se muestren en su totalidad todas las capas.

3.4. Importar una imagen aérea desde la Web

La funcionalidad básica de *QGIS* se amplía mediante complementos (plugins). En particular, la funcionalidad de importar una imagen aérea desde la Web la ofrece el complemento *OpenLayers plugin*.

Hay muchos complementos disponibles: algunos, considerados como básicos, se encuentran preinstalados; otros hay que instalarlos explícitamente antes de poder usarlos. Pulsando sobre [«Complementos», «Administrar e instalar complementos...»] (figura 11) podemos gestionar los complementos: ver los instalados; ver todos los disponibles; instalar, desinstalar, actualizar, activar y desactivar complementos.

También podemos desarrollar nuestros propios complementos e, incluso, aportarlos a la comunidad *QGIS*. Se desarrollan en *Python*³.

²[«Propiedades», «Estilo»].

³https://www.qgistutorials.com/en/docs/building_a_python_plugin.html

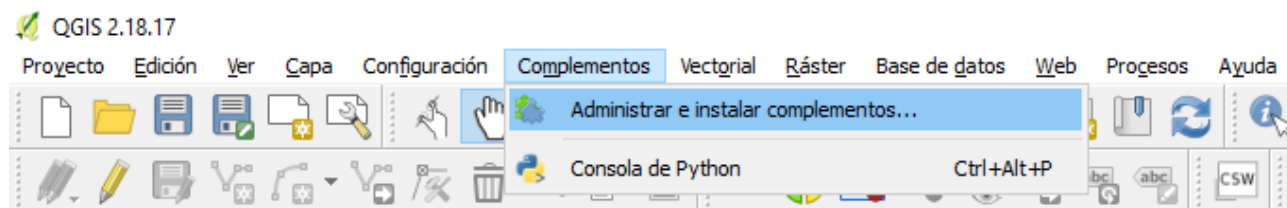
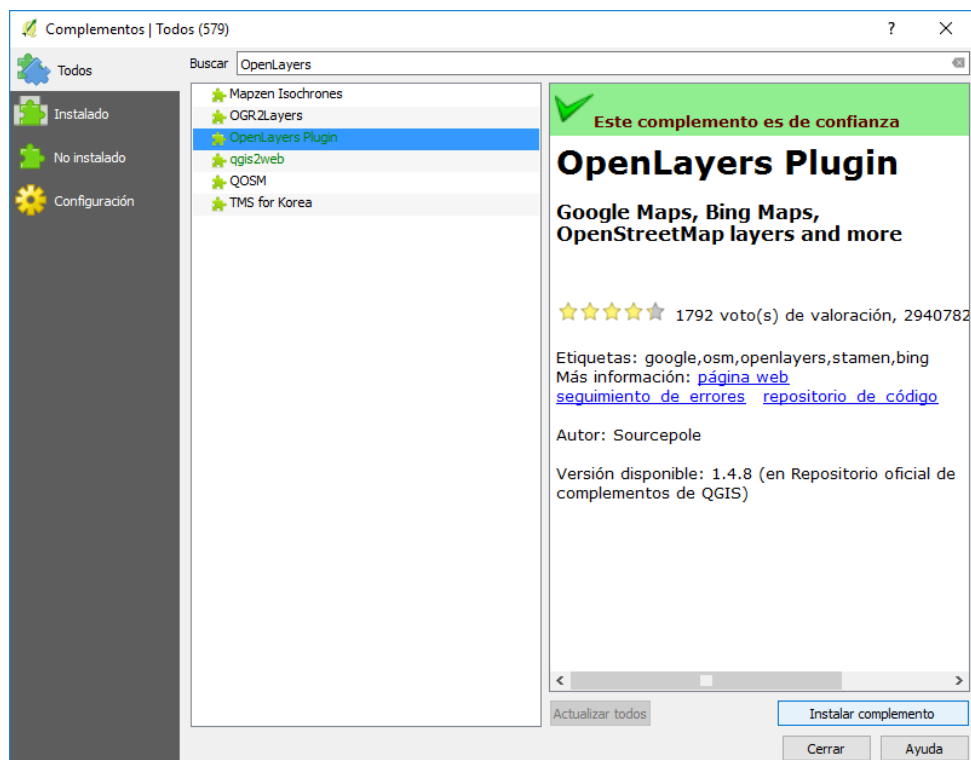
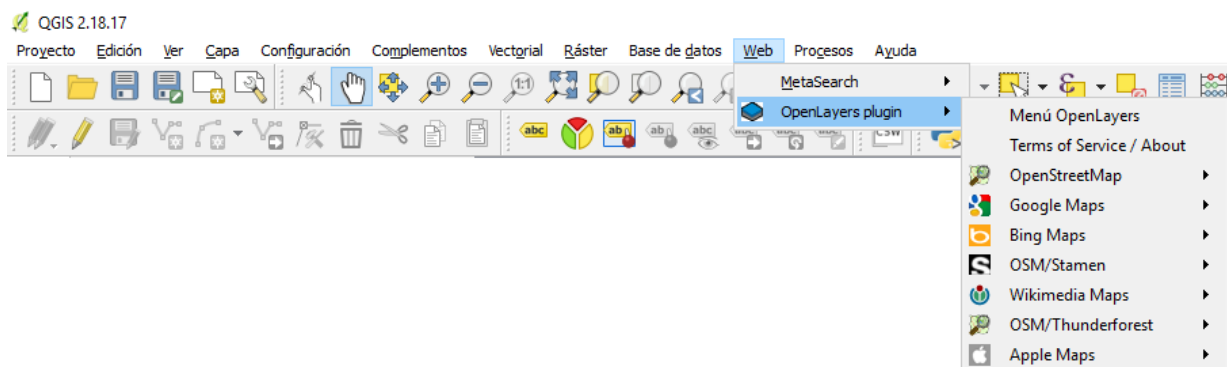


Figura 11: Administrar e instalar complementos.

Figura 12: Instalar *OpenLayers plugin*.Figura 13: Menú de *OpenLayers plugin*.

Para usar *OpenLayers plugin* tenemos que instalarlo. Podemos buscarlo en el apartado «Todos», lo seleccionamos y pulsamos sobre «Instalar complemento» (figura 12).

El resultado de la instalación del complemento lo podemos ver en la figura 13: se ha añadido un nuevo menú en [«Web», «OpenLayers plugin»]. Nos ofrece distintas fuentes de donde obtener una imagen asociada a nuestros datos. Podemos probar cualquier de ellas.

9. Importa una imagen aérea desde la Web⁴ y sitúa la capa correspondiente de manera que se vean las otras.
 - Selecciona la nueva capa añadida y haz zum a la capa⁵ (observa lo que pasa). Vuelve a hacer zum a la capa de municipios.

3.5. Mostrar etiquetas

Si queremos etiquetar los datos que representemos mediante alguna información disponible en la capa, podemos hacerlo en [«Propiedades», «Etiquetas»] de la capa: se puede definir qué valor mostrar

⁴Suelo usar [«Bing Maps», «Bing Aerial»] porque funciona mejor.

⁵Se puede hacer esta operación también desde el menú contextual de la capa.

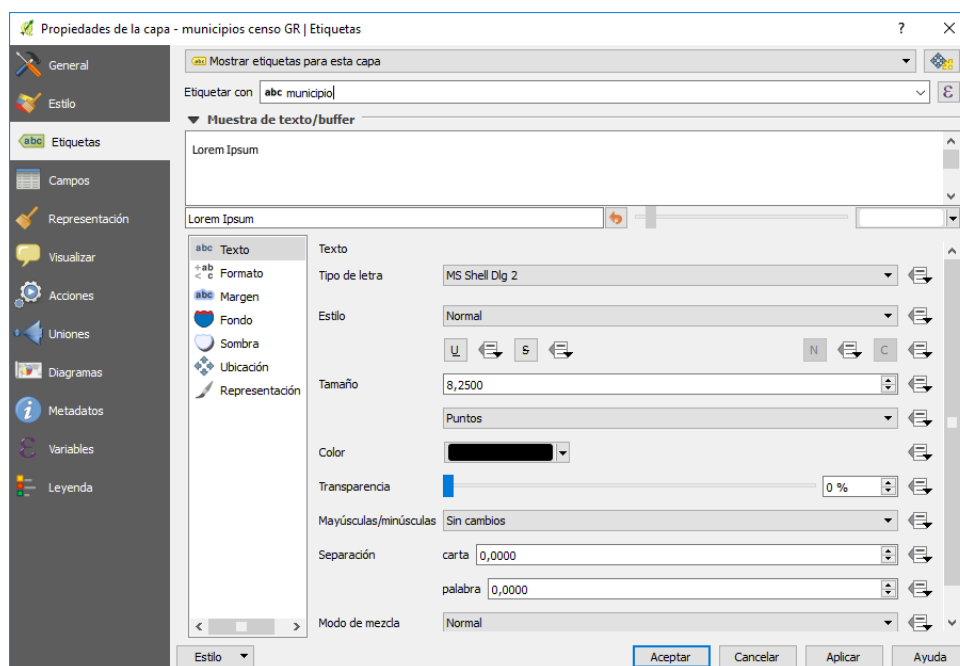


Figura 14: Mostrar etiquetas para esta capa.

para cada elemento disponible. En el ejemplo de la figura 14, se ha seleccionado la opción «Mostrar etiquetas para esta capa» y se ha elegido el campo `municipio` para tomar los valores de las etiquetas.

Es posible que las tildes de los nombres no se muestren adecuadamente. Este problema se debe a que no está leyendo los datos con la codificación adecuada. Hay muchas codificaciones posibles pero, generalmente, se suele interpretar la codificación UTF-8 como la del sistema (*System*) o viceversa. Si ocurre esto, podemos cambiar la codificación en [«Propiedades», «General»], en el campo «Codificación de la fuente de datos».

10. Etiqueta los municipios representados usando el nombre del municipio.

3.6. Representar información numérica

Al igual que hemos etiquetado los municipios con su nombre, podríamos añadir información de otros campos numéricos. Una forma alternativa de representar este tipo de información es mediante colores, generando un mapa de coropletas (también llamado mapa coropleto o coroplético).

Se define en [«Propiedades», «Estilo»] de la capa. En lugar de usar «Símbolo único» en el primer campo, elegimos «Graduado» (figura 15) y elegimos un campo numérico (por ejemplo, la población total del año 2018, `Ce2018T`). A partir de los datos, se pueden definir intervalos por distintos criterios, uno muy utilizado por geógrafos y estadísticos es el método de rupturas naturales de Jenks⁶. Podemos configurar el método elegido definiendo el número de clases a considerar.

Si no aparece la definición de las clases en la propia ventana, pulsamos sobre el botón «Clasificar» de la misma.

Además de colorear el mapa según la rampa de colores seleccionada, se muestra la leyenda correspondiente en el «Panel de capas».

11. Representa mediante colores algún campo numérico de la capa de municipios.

4. Explorar una capa

Para explorar una capa, debemos seleccionarla previamente en el «Panel de capas».

⁶<https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-441-d1.php>

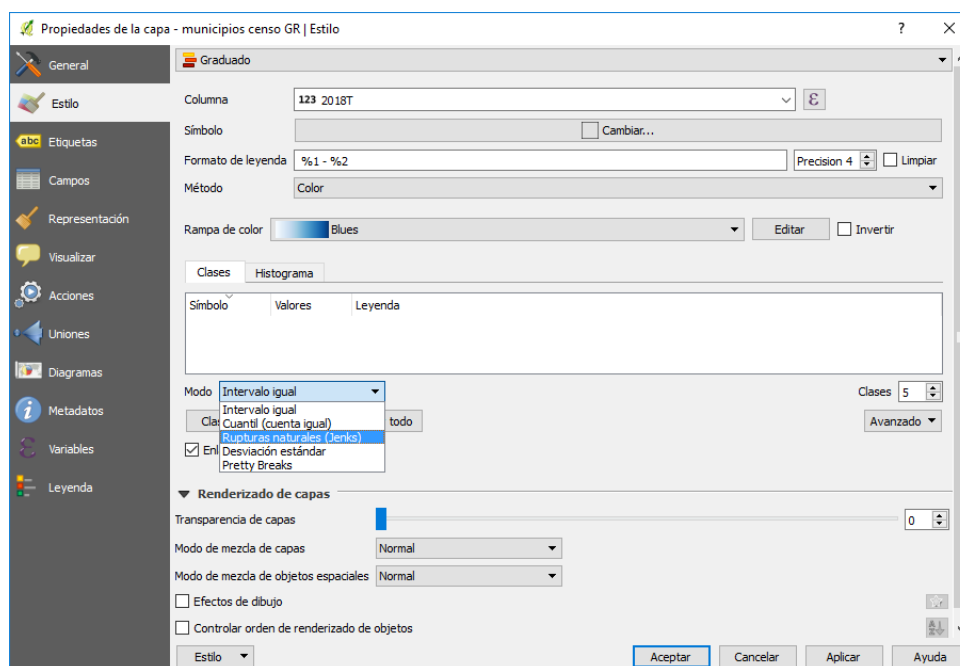


Figura 15: Definición de coropletas.



Figura 16: Identificar objetos espaciales.

4.1. Identificar elementos de una capa

Podemos identificar los elementos representados en una capa mediante la opción «Identificar objetos espaciales» (figura 16). Una vez activada dicha opción al pulsar sobre ella en la barra de herramientas (se nota que está activa porque cambia el puntero del ratón), pulsamos sobre cualquier elemento del mapa y muestra a la derecha de la pantalla una tabla con los datos disponibles de dicho elemento (también pueden ser varios elementos a la vez los que se seleccionen).

Para dejar de realizar esta operación, debemos pulsar sobre el icono «Limpiar resultados» de la ventana donde se presentan los datos (figura 17).

12. Identifica varios elementos de la capa de municipios.

4.2. Tabla de atributos de una capa

Podemos mostrar la tabla de atributos de una capa seleccionando la opción «Abrir tabla de atributos» del menú contextual de la capa.

Pulsando sobre cualquier número en el borde izquierdo de la tabla (figura 18), seleccionamos el elemento correspondiente de la tabla y este se muestra en la representación de la capa. Si mantenemos pulsada la tecla «Ctrl» mientras pulsamos elementos, podemos seleccionar varios elementos a la vez.

La tabla de atributos tiene su propia barra de herramientas que permite realizar selección de registros por varios métodos. Asimismo, nos permite dejar de aplicar la selección que se esté realizando, mediante «Deseleccionar todo (Ctrl+Mayús+A)» (figura 19).

13. Selecciona y deselecta varios elementos de una capa mediante su tabla de atributos.

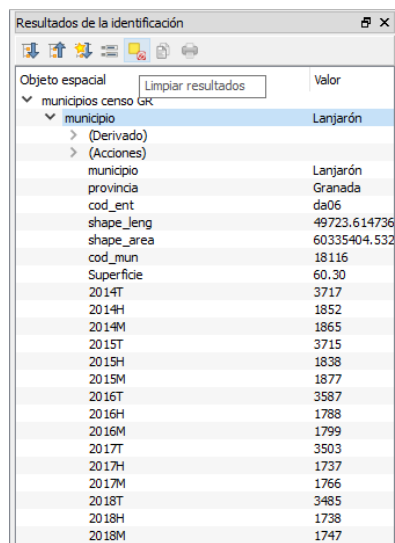


Figura 17: Limpiar resultados.

municipios censo GR :: Objetos totales: 168, filtrados: 168, seleccionados: 1

	municipio	provincia	cod_ent	shape_leng	shape_area	cod_mun	Superficie	2014T	2014H	2014M
4	Alpujarra de la Si...	Granada	da06	46435.74748040...	68480538.58319...	18904	68.40	1065	563	502
5	Peligros	Granada	da06	16513.11134179...	10135289.85199...	18153	10.10	11212	5574	5638
6	Maracena	Granada	da06	9878.594595239...	4885862.191999...	18127	4.89	21633	10683	10950
7	Molvizar	Granada	da06	22195.94846200...	21454617.31419...	18133	21.40	2903	1490	1413
8	Lanjarón	Granada	da06	49723.61473609...	60335404.53230...	18116	60.30	3717	1852	1865
9	ID de objeto: 7	Granada	da06	43895.24915070...	57430078.67589...	18148	57.40	1108	557	551
10	Cádir	Granada	da06	42247.96825720...	47283287.89750...	18035	47.20	1545	810	735
11	Jete	Granada	da06	18870.26369479...	13896490.00620...	18109	13.90	929	478	451
12	Gójar	Granada	da06	19138.75895569...	12001945.93019...	18084	12.00	5390	2756	2634
13	Montejicar	Granada	da06	41158.84132859...	87660345.15369...	18136	87.60	2265	1144	1121

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 18: Tabla de atributos.

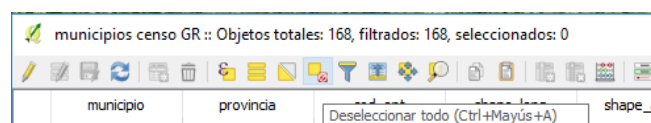


Figura 19: Deseleccionar todo.

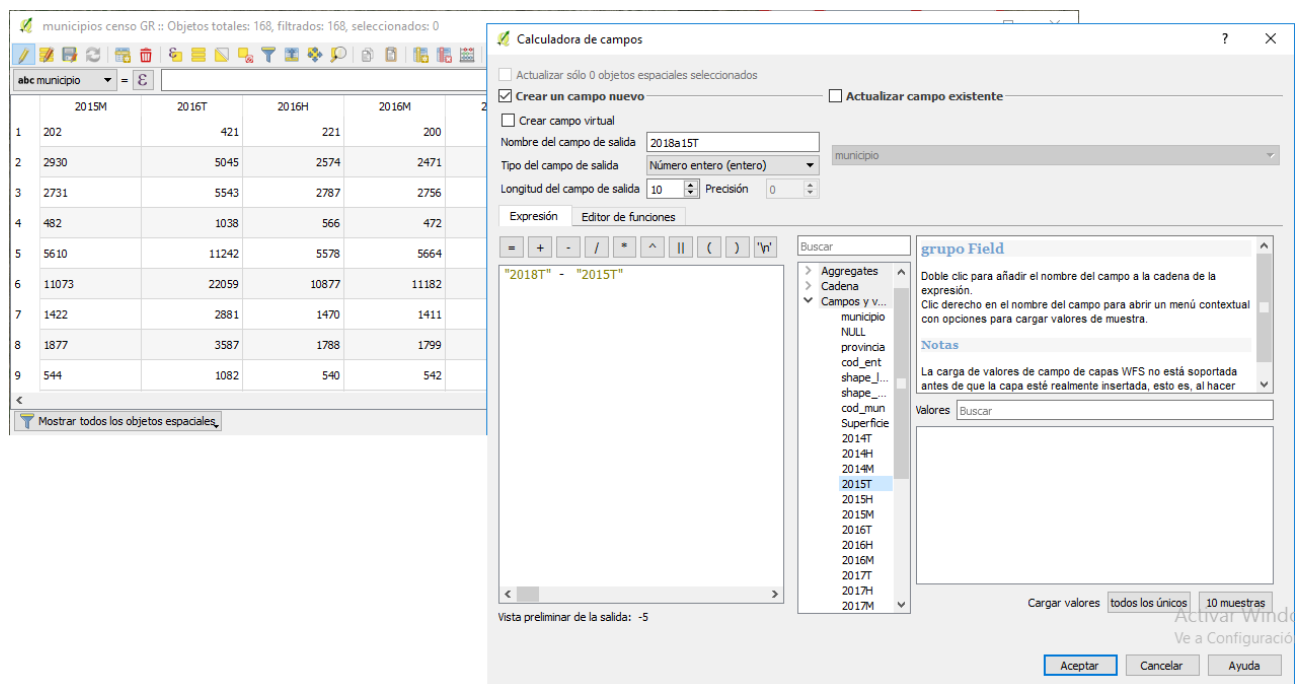


Figura 20: Deseleccionar todo.

4.3. Añadir un campo a la Tabla de atributos

Se puede modificar la tabla de atributos de una capa. Una de las modificaciones más frecuentes es añadir un campo nuevo a partir de otros campos.

Se puede añadir un campo calculado pulsando sobre «Abrir calculadora de campos (Ctrl+M)», en la barra de herramientas de la tabla. Automáticamente, la tabla se pone en modo de edición (cambia el icono «Conmutar el modo edición (Ctrl+E)» de la barra de herramientas). En la calculadora de campos, podemos definir la expresión, en este caso, como diferencia de campos (figura 20).

Para acabar de editar la tabla, pulsamos sobre el icono «Conmutar el modo edición (Ctrl+E)» (el primero por la izquierda).

- Añade un campo calculado⁷ a la tabla de atributos de la capa de municipios.

4.4. Operaciones con el Constructor de Consultas

Se accede al *Constructor de Consultas* desde [«Propiedades», «General»], pulsando sobre el botón «Constructor de consultas» (figura 21).

Esta herramienta nos permite definir consultas de filtrado a partir de los campos de la capa correspondiente. Una vez seleccionado un campo, podemos ver una muestra o bien todos sus valores pulsando sobre el botón correspondiente (figura 22). Pulsando «doble-clic» podemos seleccionar el campo, los operadores y los valores para definir la expresión (también los podemos escribir manualmente).

Al definir una consulta, si pulsamos sobre el botón «Probar», nos informa de los registros seleccionados. Si pulsamos sobre «Aceptar» y aplicamos la definición, la capa se transforma para contener exclusivamente los registros que cumplen la condición definida. Esto lo podemos comprobar si abrimos la tabla de atributos de la capa (solo contiene los registros que cumplen las condiciones definidas).

- Define una consulta para seleccionar los municipios que cumplan una condición sobre su población, superficie o combinación de ellas.

Si queremos volver a obtener todos los registros, debemos eliminar la consulta definida en el constructor de consultas. Sin embargo, si guardamos la capa actual con un nuevo nombre, obtendremos

⁷Es recomendable que el nombre del campo empiece por una letra, en caso contrario puede presentar problemas al realizar consultas sobre él.

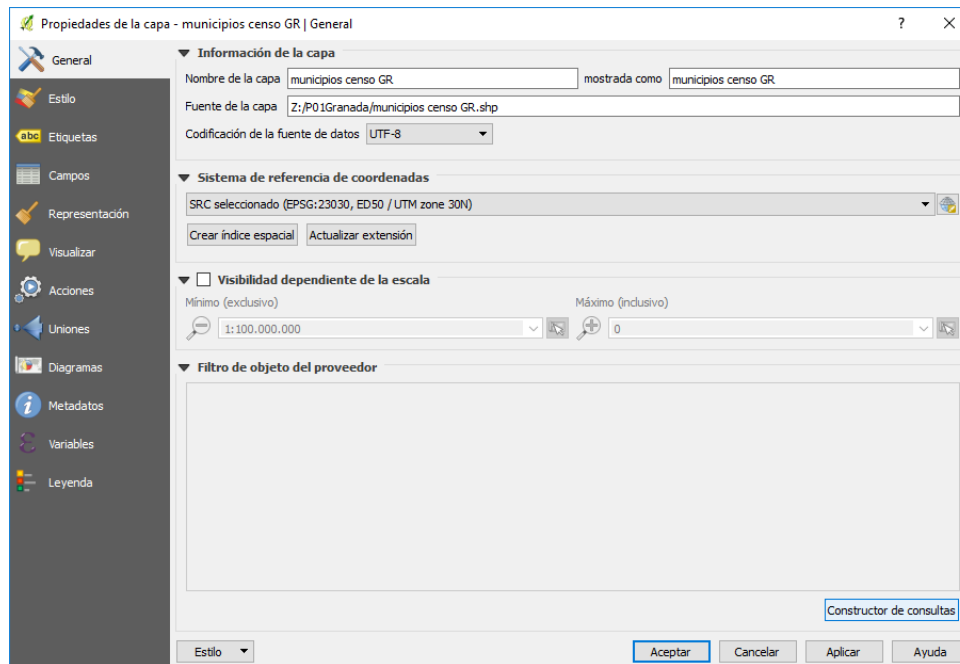


Figura 21: Acceso al constructor de consultas.

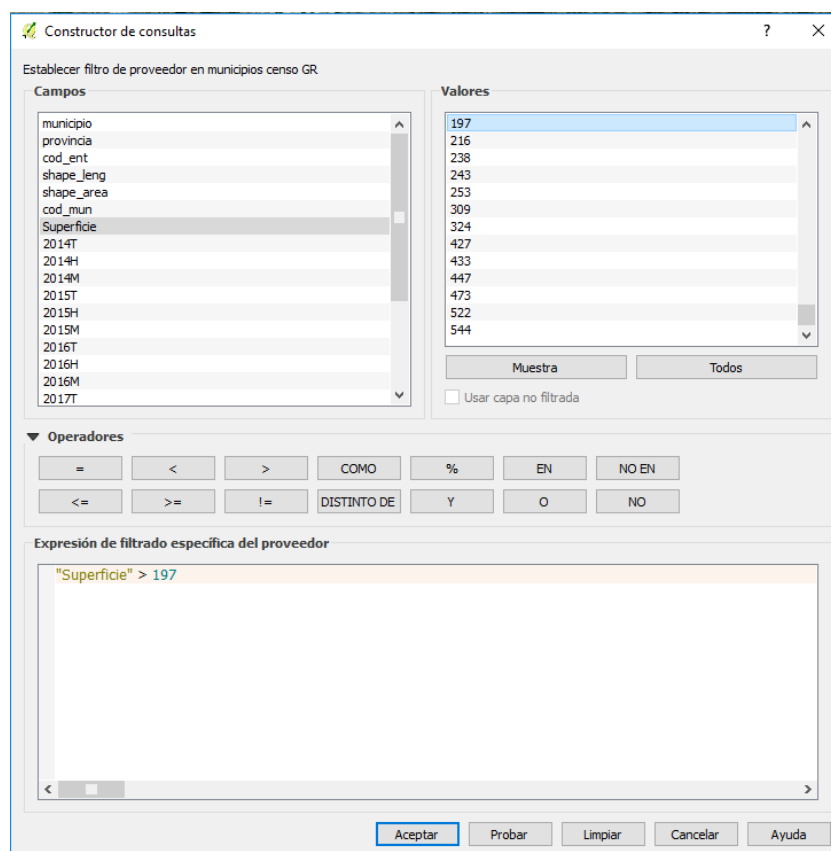


Figura 22: Constructor de consultas.

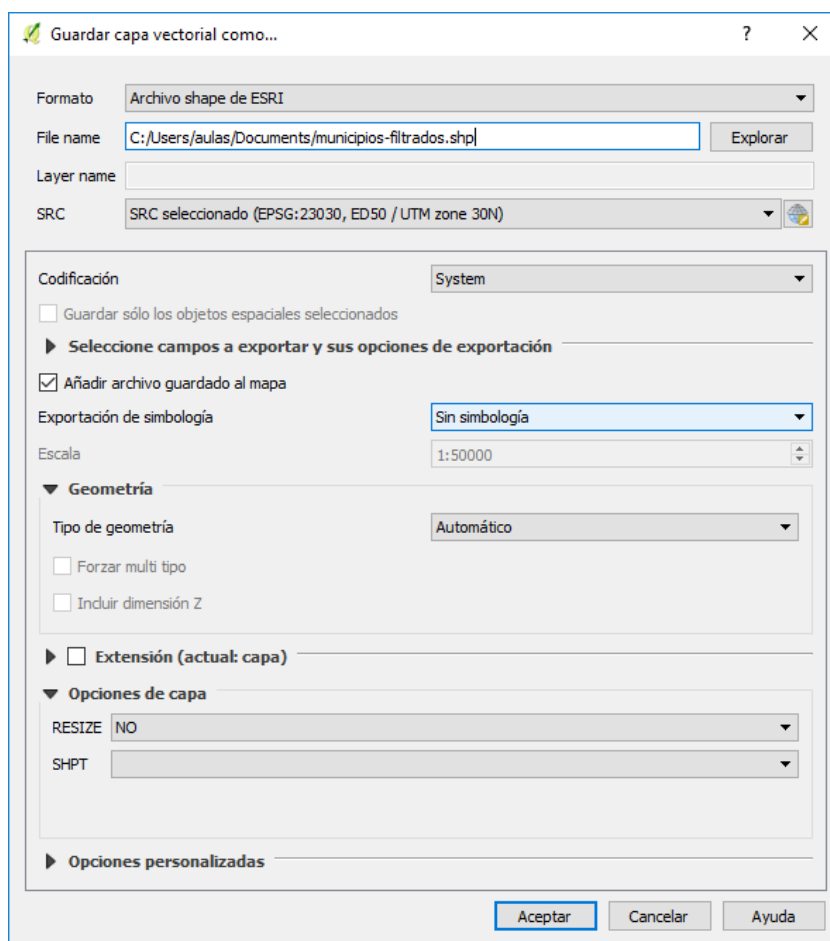


Figura 23: Guardar como una nueva capa.

una capa que contendrá solo los registros seleccionados pero, a diferencia de la capa original, esta nueva capa no tiene posibilidad de eliminar la consulta. Es decir, esta es una forma de definir nuevas capas con datos filtrados.

Podemos guardar una copia de la capa mediante la opción «Guardar como...» del menú contextual de la capa. Solo es necesario indicar el nombre del archivo de la nueva capa (figura 23). Una vez guardada la nueva capa, podemos eliminar la consulta de filtrado de la capa original para que se vuelvan a mostrar todos los elementos.

16. Define una nueva capa a partir de la consulta definida en el paso anterior y haz que se muestren todos los elementos de la capa original.

5. Generar la salida del proyecto

5.1. Guardar como una imagen

La manera más inmediata de generar los resultados de nuestro proyecto es guardarlo como un archivo de imagen, pulsando sobre [«Proyecto», «Guardar como imagen...»] (figura 24): genera una imagen a partir de lo que se muestra en el área de visualización.

17. Haz que se guarde un archivo de imagen a partir del proyecto.

5.2. Imprimir un mapa

Adicionalmente, dispone de la herramienta **Diseñador de Impresión**, accesible desde [«Proyecto», «Nuevo diseñador de impresión»] (figura 25).

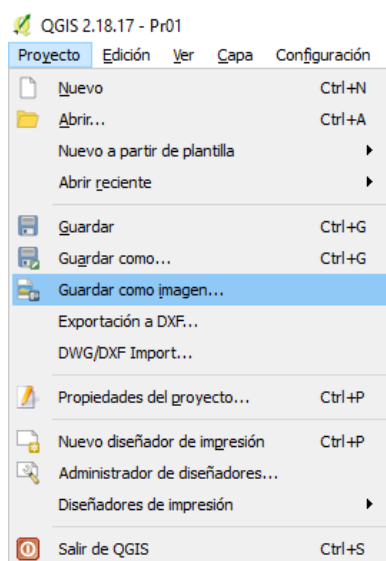
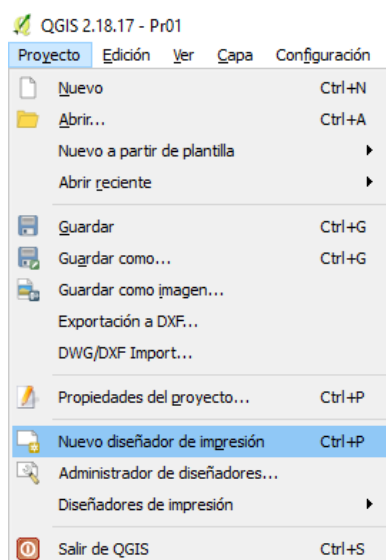


Figura 24: Guardar como imagen.

Figura 25: Acceso al *Diseñador de Impresión*.

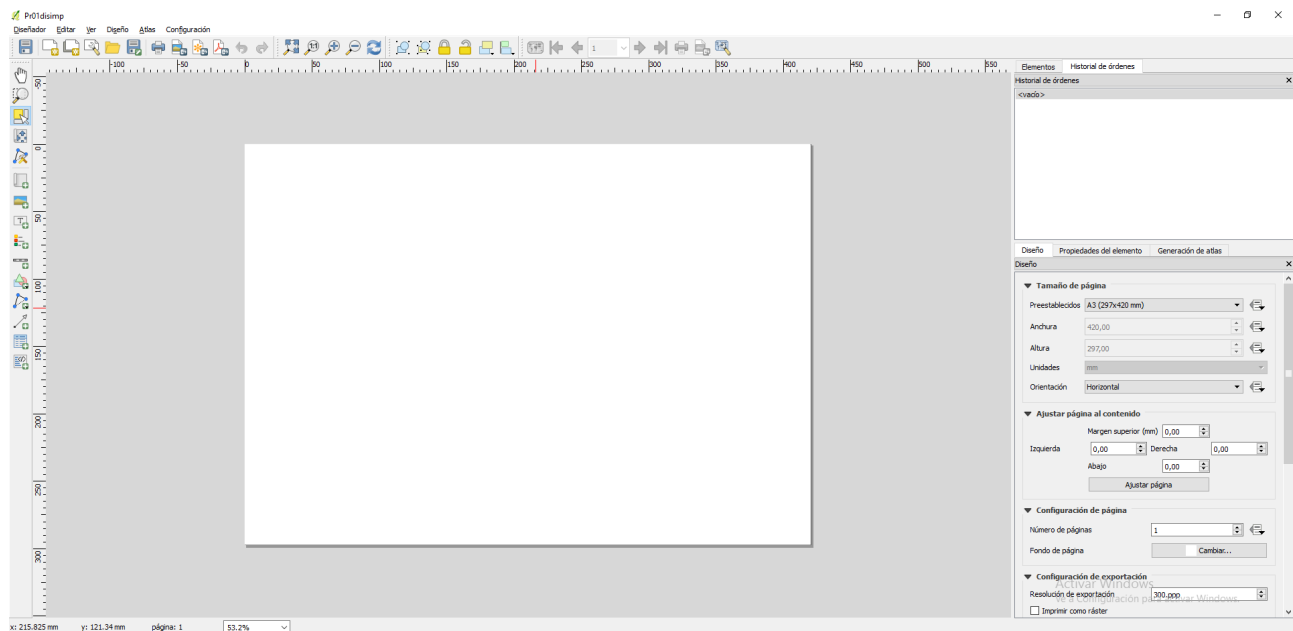


Figura 26: Diseñador de Impresión.

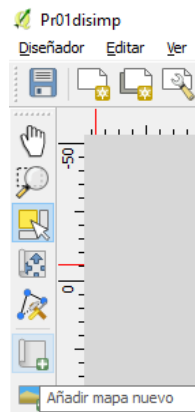


Figura 27: Añadir mapa nuevo.

Esta herramienta, que se muestra en la figura 26, nos permite definir los componentes adicionales de un mapa (escala, título, leyenda, etc.), partiendo de la imagen generada en el área de visualización.

Para añadir la imagen del área de visualización, pulsamos sobre «Añadir mapa nuevo» en la columna de la izquierda (figura 27) y, a continuación, «pulsando-arrastrando-soltando», trazamos sobre la superficie de trabajo el rectángulo donde se situará el mapa; generalmente lo ajustamos al tamaño de la página.

Usando la misma barra de herramientas de la izquierda añadimos:

- título («Añadir etiqueta nueva»),
- escala («Añadir nueva barra de escala»),
- leyenda («Añadir leyenda nueva»).

Las propiedades de cada elemento añadido se pueden definir en la ventana situada en la parte izquierda, seleccionando la pestaña «Propiedades del elemento» (figura 28).

Uno de los elementos a configurar es la leyenda. A partir de las capas definidas se genera automáticamente pero, demarcando el campo «Auto actualizar» (figura 29) permite editar los elementos incluidos.

Cuando hayamos acabado la definición, podemos exportarlo como PDF desde [«Diseñador», «Exportar como PDF...»].

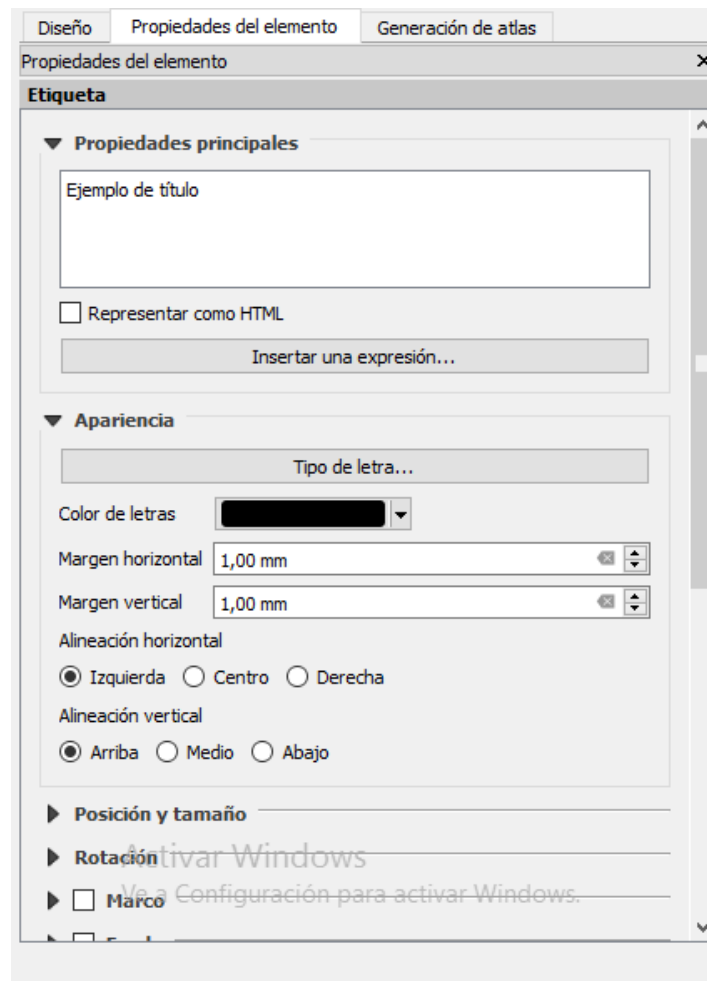


Figura 28: Propiedades del elemento.

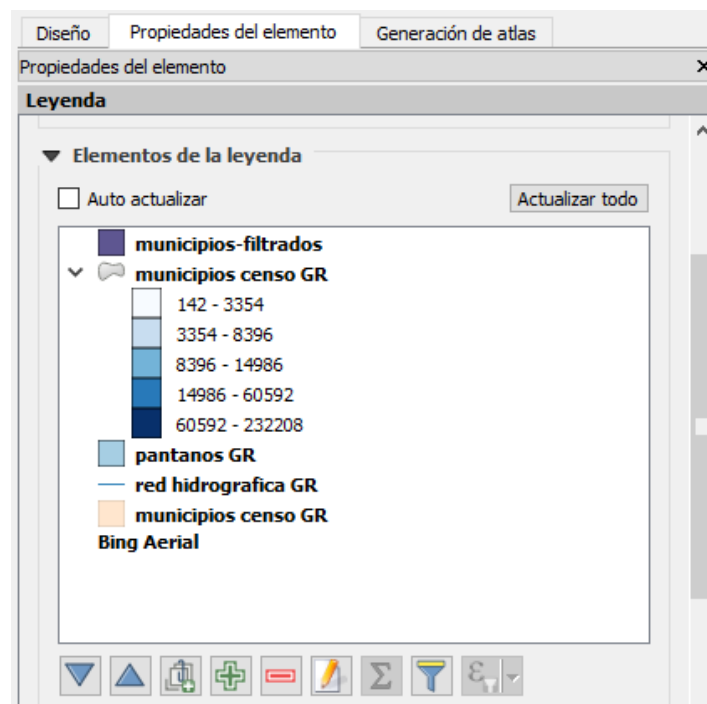


Figura 29: Propiedades de la leyenda.

18. Genera un mapa con título, escala y leyenda a partir del proyecto y expórtalo como PDF.

Bibliografía

- [Gra16] Anita Graser. *Learning QGIS (Third Edition)*. Packt Publishing, 2016.
- [IDE17] Andalucía IDE. *Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía*. Junta de Andalucía, <http://www.ideandalucia.es>, 2017.
- [INE19] INE. *INEbase / Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional*. Instituto Nacional de Estadística, <http://www.ine.es/nomen2/index.do>, 2019.
- [MG16] Services Group MIT GIS. *RES.STR-001 Geographic Information System (GIS) Tutorial. January IAP 2016*. Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare, <https://ocw.mit.edu>, 2016.