
QGIS AVANZADO

Cuadernillo 1

Análisis, procesamiento espacial y georreferenciación



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**MINISTERIO GOBIERNO, INFRAESTRUCTURA
Y DESARROLLO TERRITORIAL**
Subsecretaría de Infraestructura y Desarrollo Territorial
Dirección de Planificación



ÍNDICE

- 1. Introducción
- 2. Geoprocesos
- 3. Zona de influencia - Buffer
- 4. Superposición vectorial
 - 4.1 Cortar
 - 4.2 Diferencia
 - 4.3 Intersección
 - 4.4 Diferencia simétrica
 - 4.5 Unión
- 5. Disolver
- 6. Envolverte convexa
- 7. Diseñador de modelos / Model builder
- 8. Georreferenciación PDF / JPG / CAD(.dxf)
- 9. Bibliografía de referencia

OBJETIVO

Conocer el uso de herramientas de geoprocésamiento vectorial en QGIS, fundamentales para el análisis espacial. Estas operaciones permiten extraer, combinar y simplificar información geográfica. Y aprender a georreferenciar un PDF imagen o archivo de CAD.

1. Introducción

Recordamos lo que hemos visto en la capacitación del nivel inicial, en la que se abordaron los siguientes temas:

CUADERNILLO_1: Introducción a los SIG (Sistemas de Referencia de Coordenadas)

CUADERNILLO_2: Manejo de información geoespacial en QGIS

CUADERNILLO_3: Edición y Creación de Datos Geoespaciales

CUADERNILLO_3.2: Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y Estándares

CUADERNILLO_4: Simbología y Salida Gráfica

CUADERNILLO_5: Georreferenciación de parcelas en planos de mensura

Todo ese material permanece disponible para consulta y descarga en el siguiente enlace:

 [Acceder a los materiales del curso inicial](#)

Como siempre, recomendamos complementar estos contenidos consultando la documentación técnica oficial de QGIS, que se actualiza con cada versión y ofrece información detallada sobre todas las herramientas disponibles.

 [Manual de aprendizaje QGIS](#)

2. Geoprocesos

Uno de los aspectos más significativos de un SIG es su capacidad para realizar análisis espaciales y generar nueva información a partir de las relaciones espaciales entre diferentes capas, a las operaciones que nos permiten hacer esto se las conoce como geoprocesos.

Entonces, los geoprocesos son operaciones que, a partir de uno o más conjuntos de datos vectoriales, generan nuevas capas espaciales (y también nuevos atributos).

En general, para cada operación se requiere:

- Una o más **capas de entrada** (de puntos, líneas o polígonos).
- Una **operación espacial** (superposición, influencia, coincidencia, etc).
- Y como resultado, se genera una nueva **capa de salida**.

Las herramientas de geoprocesos se encuentran en Vectorial > Herramientas de geoproceso o bien en la caja de herramientas.

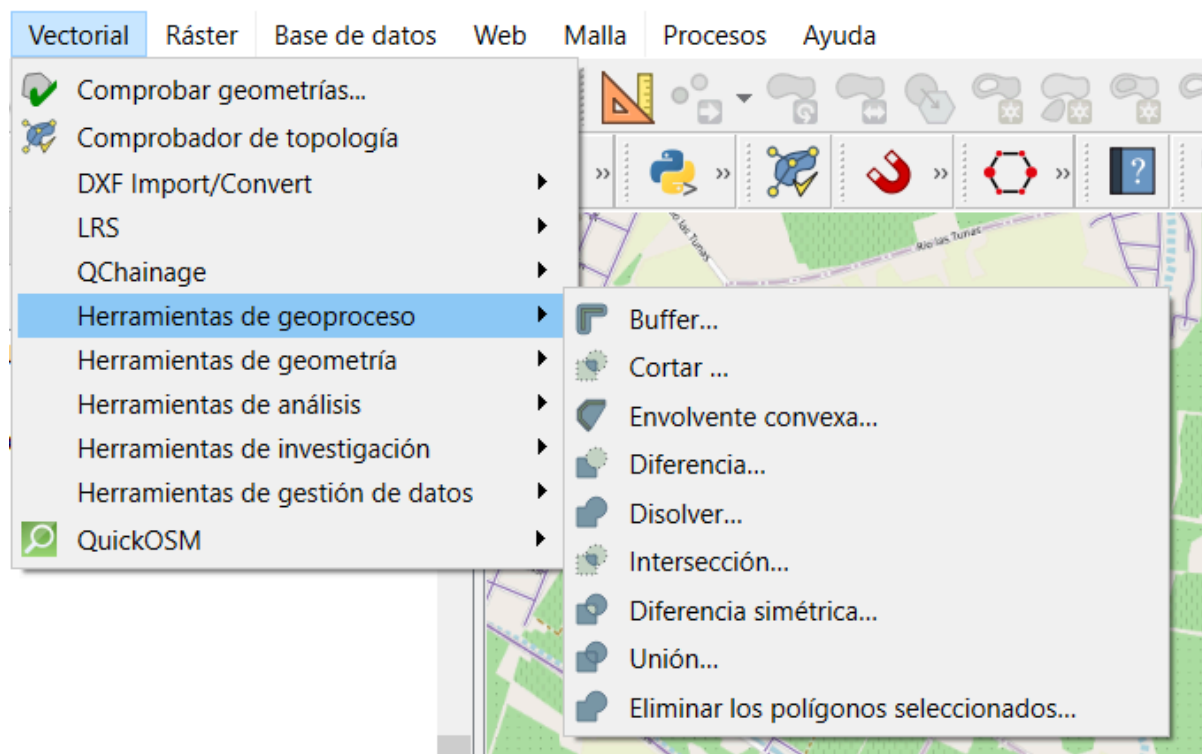


Figura 1. Herramientas de geoproceso. Interfaz de QGIS

3. Zona de influencia o buffer

Una de las operaciones vectoriales más utilizadas en SIG es la creación de áreas de influencia o buffers, que consiste en generar un área alrededor (o dentro) de un elemento a una distancia determinada. Permite analizar si otros elementos o entidades se ubican dentro de la zona de influencia.

Este proceso puede aplicarse en capas de puntos, líneas o polígonos y su resultado siempre es una nueva capa de polígonos.

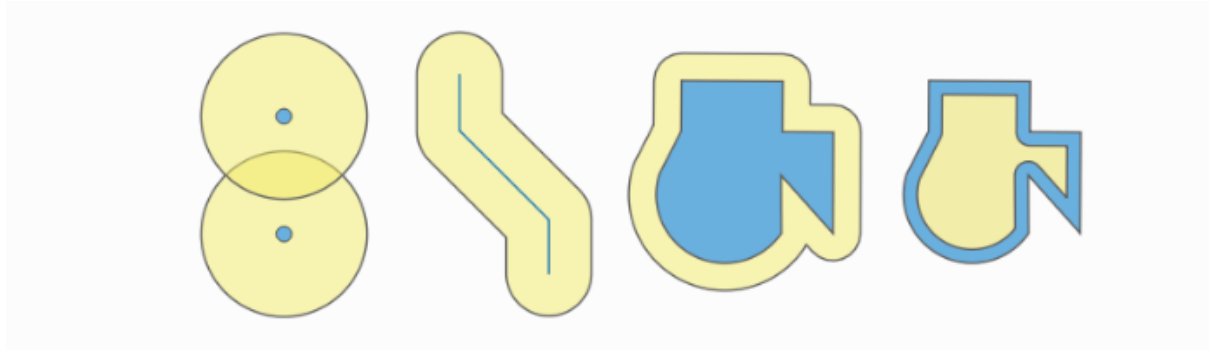


Figura 2. En amarillo los buffers a las capas de puntos, líneas y polígonos (en azul). Fuente: Volaya, *Libro de SIG*

En el caso de los puntos, el buffer es un círculo centrado en el punto, con radio según la distancia establecida. Para líneas, se genera un polígono alrededor del trazado. Para polígonos, se puede crear el buffer tanto hacia afuera como hacia adentro del contorno (Figura 2)

Tipos de buffer:

- **Fijo:** todos los elementos tienen la misma distancia (por ejemplo, 10 m).
- **Variable:** la distancia se toma de un campo de la tabla de atributos (por ejemplo, orden de cauces).

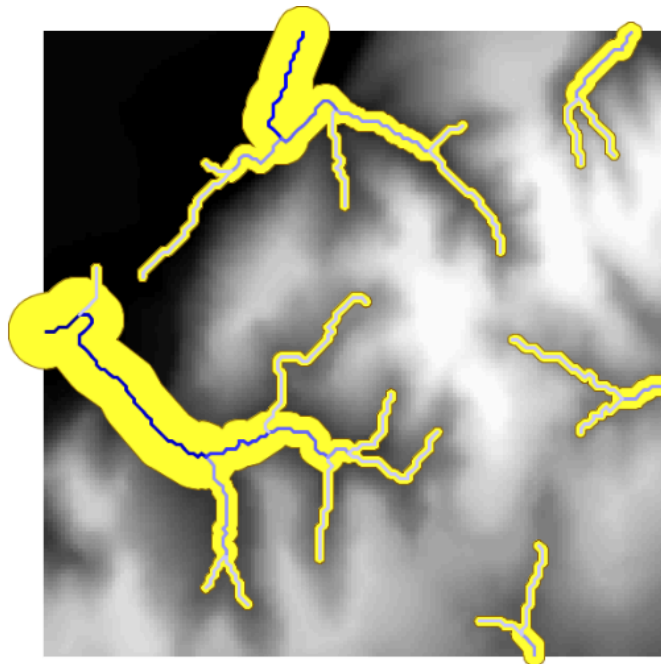


Figura 3. Zonas de influencia variable en función de los órdenes de cauces. Fuente: Volaya, *Libro de SIG*

- **Anillos múltiples:** buffers sucesivos a distintas distancias, para representar diferentes niveles de cercanía o influencia.

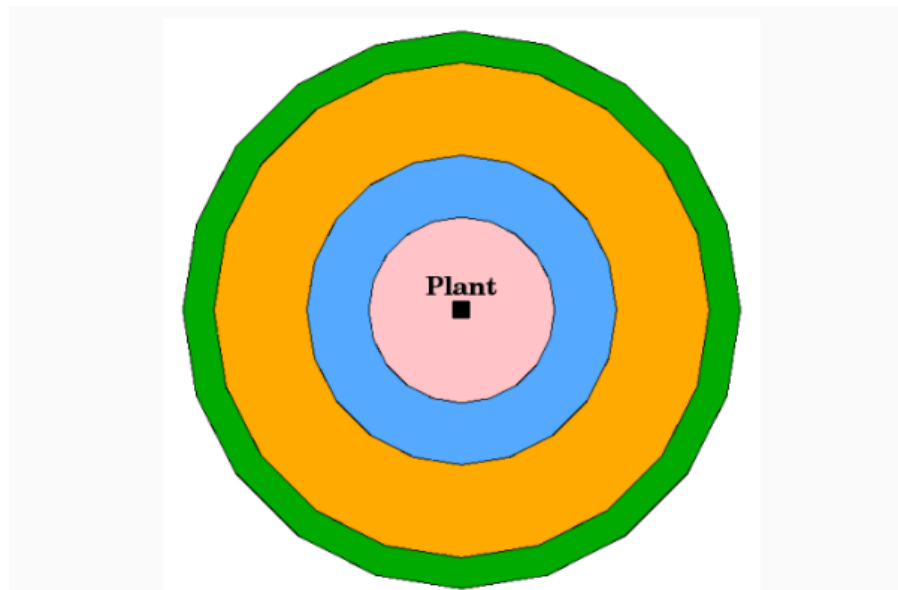


Figura 4. Anillos multiples segun distancias de 10,15,25 y 30km.. Fuente: Documentación QGIS

- **A un solo lado:** en líneas, permite generar el buffer solo hacia la derecha o izquierda del trazado (por ejemplo, en calles o ríos).

Importante:

La distancia de buffer se define según las unidades del mapa (metros, grados decimales) conforme con el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) de la capa vectorial.

Pasos para crear un buffer:

1. Abrir Caja de herramientas > “Buffer”
2. Configurar los parámetros principales:
 - Capa de entrada: la capa sobre la que se aplicará el buffer.
 - Distancia del buffer: valor numérico que define hasta dónde se extiende la zona (en las unidades del SRC de la capa).

- Segmentos para aproximar curvas: número de segmentos que se usarán para suavizar las curvas del buffer (mayor número = borde más suave).
- Dissolver resultado: si se activa, todos los buffers se fusionan en uno solo cuando se superponen.

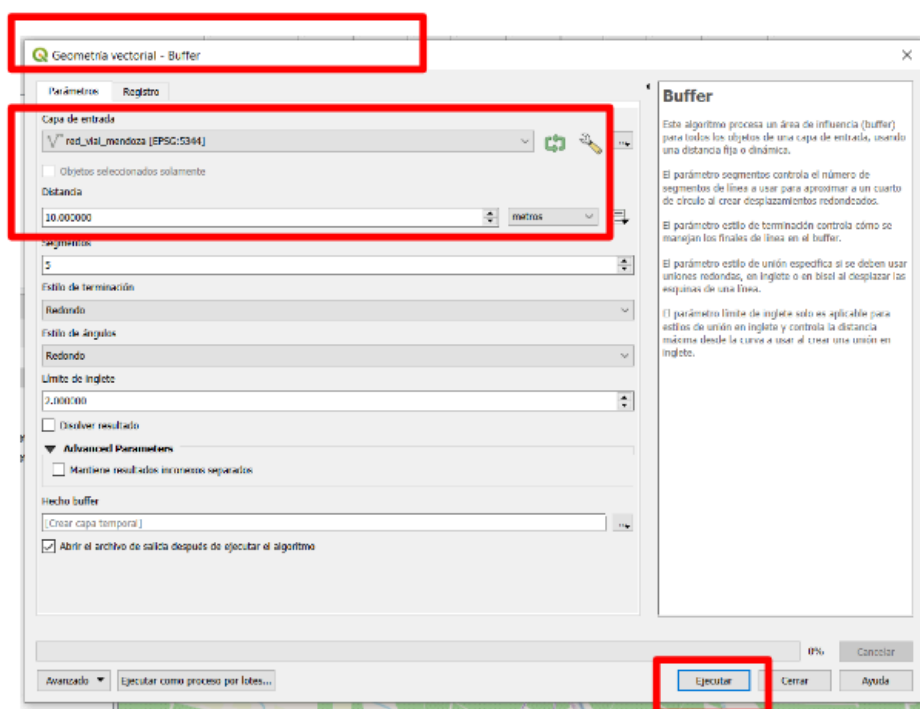


Figura 5. Herramienta buffer. Fuente: QGIS

3. Elegir ubicación y nombre del archivo de salida
4. Ejecutar y cerrar.

4. Superposición vectorial

Las herramientas de superposición vectorial permiten combinar dos capas espaciales para analizar cómo se relacionan sus geometrías y atributos. A través de estas operaciones, es posible recortar, fusionar o identificar áreas comunes y diferencias entre capas, generando nuevas capas con la información resultante.

Existen varias herramientas de superposición que se adaptan a distintos tipos de análisis:

- **Cortar (Clip):** recorta una capa según los límites de otra. El resultado mantiene únicamente los atributos de la capa de entrada.
- **Diferencia:** elimina de una capa el área que se superpone con otra.
- **Intersección:** conserva el área común entre ambas capas, combinando los atributos de ambas capas en el resultado.
- **Diferencia simétrica:** deja fuera el área común, conservando solo las partes no compartidas.
- **Unión:** fusiona las geometrías y atributos de ambas capas, combinando toda la información espacial disponible.

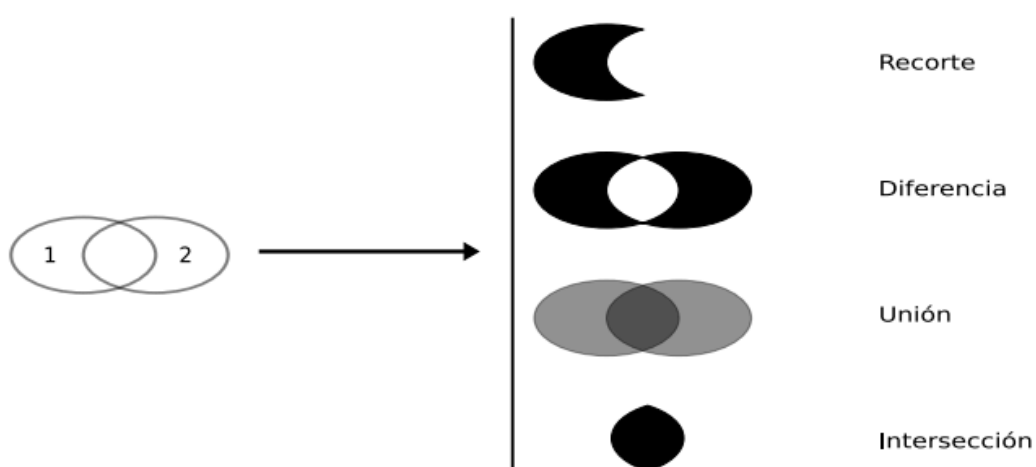


Figura 6. Tipos de operaciones de superposición vectorial. Fuente: Libro SIG, V.Olaya.

4.1 Cortar o clip

Esta operación es similar a la intersección, pero se utiliza principalmente para recortar una capa usando otra como “molde”, sin combinar atributos. Se mantiene la información original de la capa recortada.

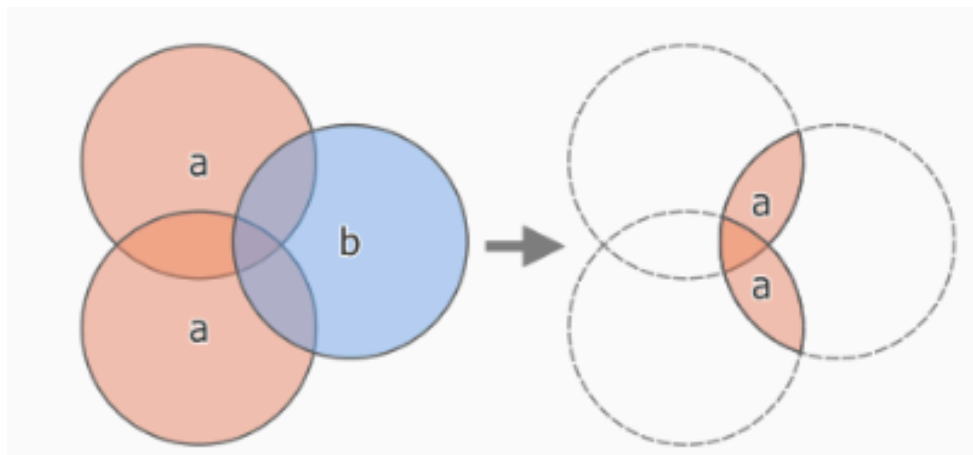


Figura 7. Cortar, la capa de entrada es “a” y se corta con “b”. Fuente: Documentación QGIS

Pasos:

1. Abrir la herramienta Cortar
2. En Capa de entrada, seleccioná la capa que deseás recortar.
3. En Capa superpuesta, seleccioná la capa que define los límites de recorte.
4. Definir la ubicación y el nombre del archivo de salida.
5. Hacer clic en Ejecutar.

4.2 Diferencia

Como su nombre lo indica, es la diferencia de un conjunto A con uno B. Es decir, que esta operación permite seleccionar y sustraer del conjunto A aquellos objetos que no están en otro conjunto, B.

La operación Diferencia toma una capa de entrada y le resta las geometrías de una capa superpuesta. El resultado es una nueva capa que contiene solo las partes de la capa de entrada que no se superponen con la capa superpuesta..

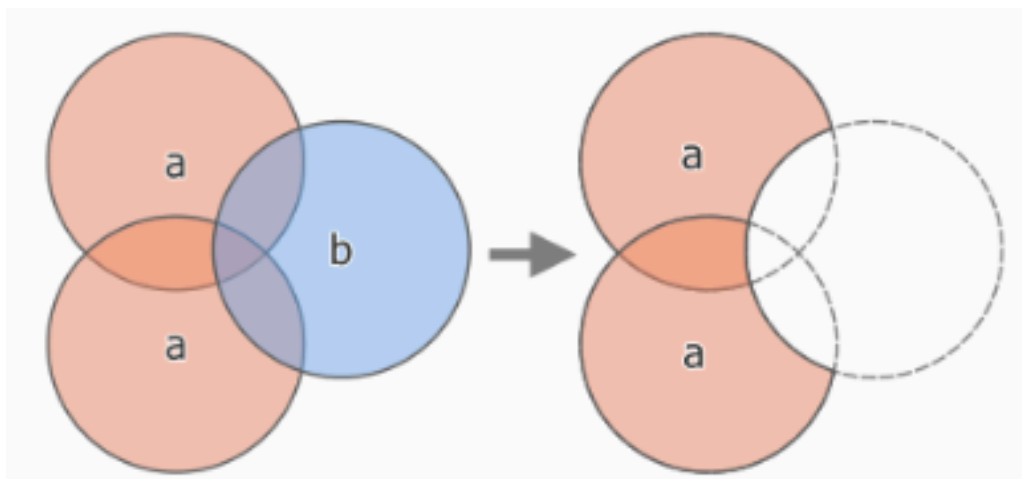


Figura 8. Diferencia. Resultado de una capa "a" menos "b". Fuente: Documentación QGIS

Pasos:

1. Caja de herramientas > Diferencia
2. En Capa de entrada, seleccioná la capa que deseás modificar.
3. En Capa superpuesta, seleccioná la capa cuyas geometrías serán restadas de la capa de entrada.
4. Definir la ubicación y el nombre del archivo de salida.
5. Hacé clic en Ejecutar.

4.3 Intersección

La operación de intersección crea una nueva capa con las porciones geométricas comunes entre dos capas. Es decir, devuelve las áreas donde las capas se superponen. Además de las geometrías, también se combinan los atributos de las entidades involucradas.

La intersección mantiene sólo aquellas zonas para las que se dispone de información en ambas capas de entrada y la tabla de atributos resultante tiene tantos campos como el conjunto de las dos capas de entrada. Estas entidades deben ser de tipo polígono.

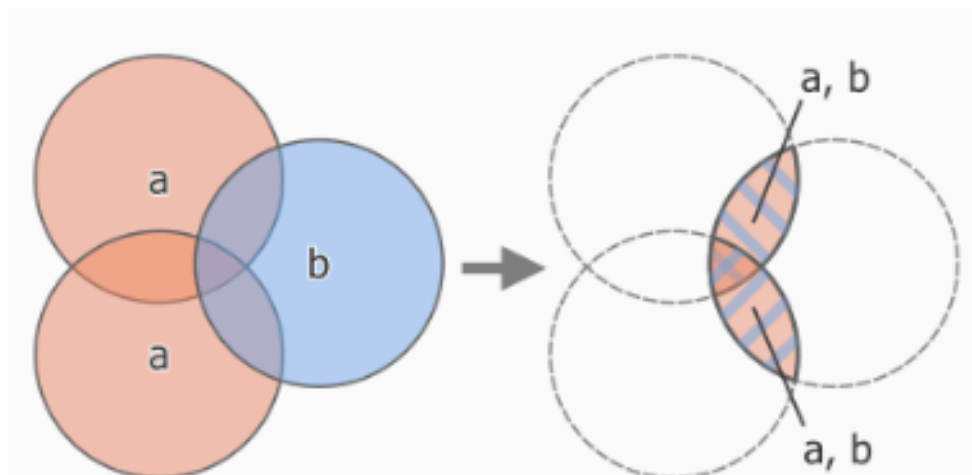


Figura 9. Intersección. Resultado geométrico y en la tabla de atributos de una capa “a” y otra “b” en donde coinciden. Fuente: Documentación QGIS

4.4 Diferencia simétrica

La diferencia simétrica genera una nueva capa con las partes que no se superponen entre dos capas. Es decir, excluye la intersección y muestra solo lo que es exclusivo de cada capa.

La diferencia es un operador contrario al recorte. En este caso las zonas que se mantienen son las que no entran dentro de la zona definida por la capa de recorte.

Mientras que el recorte era útil para restringir la información de una capa vectorial a un área dada, la diferencia es útil cuando deseamos excluir ese área de la capa.

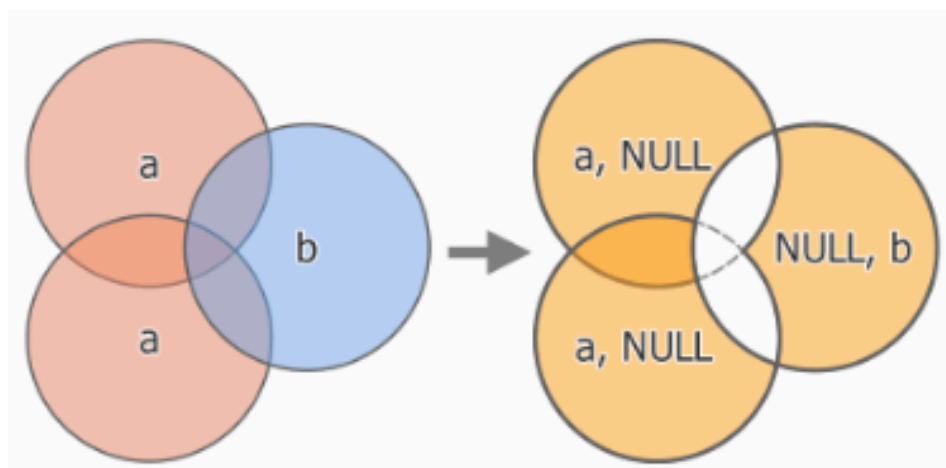


Figura 10. Diferencia simétrica. Se resta la zona donde las capas "a" y "b" coinciden. Fuente: Documentación QGIS

4.5 Union

La unión genera una nueva capa combinando todas las geometrías de las capas involucradas, incluso las que no se superponen. Se conserva toda la información, y se combinan los atributos cuando hay coincidencia.

De esta forma, y al unir dos capas de polígonos, encontraremos en la capa resultante zonas que están cubiertas por uno de ellos perteneciente a la primera capa, o bien por uno de la segunda capa, o bien por polígonos de ambas capas.

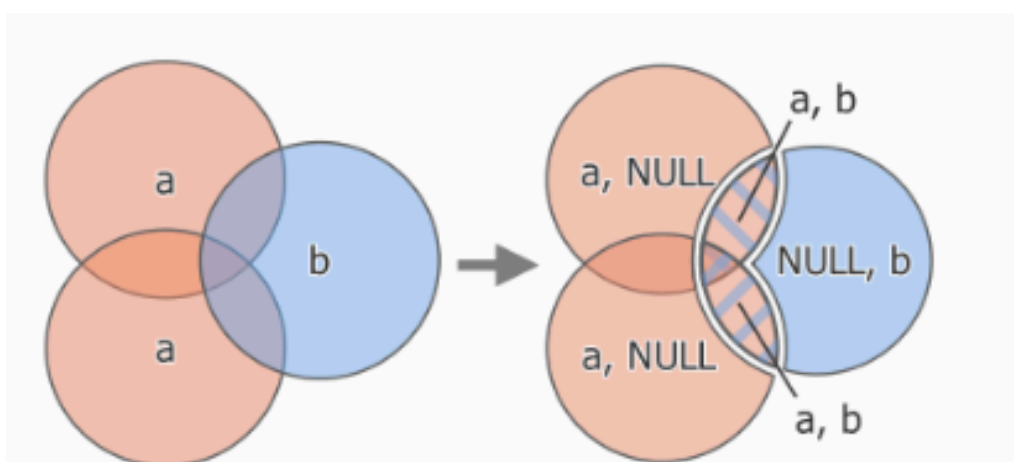


Figura 11. Unión de dos capas. Fuente: Documentación QGIS

5. Dissolver

El proceso de dissolve permite agrupar y simplificar geometrías adyacentes basándose en un atributo común. Es una operación útil para generar unidades más generales a partir de elementos más pequeños.

Se unen polígonos con atributos comunes y «disuelve» las fronteras existentes entre ellos en una única entidad.

La aplicación de la operación dissolve hace que todos aquellos polígonos que tengan asociado un determinado valor en uno de sus atributos pasen a constituir una nueva y única entidad.

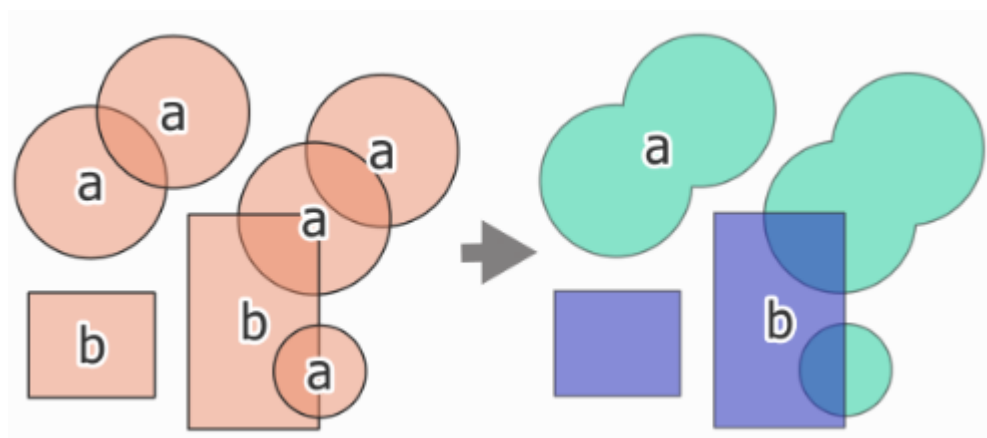


Figura 12. Proceso de disolución de polígonos. Fuente: Documentación oficial QGIS

6. Envolverte convexa

Dado un conjunto de puntos, una de las operaciones geométricas más comunes que pueden llevarse a cabo es la delimitación de un contorno mínimo que los englobe. Existen diversas formas de contornos mínimos:

- Envolverte convexa mínima

- Rectángulo mínimo
- Círculo mínimo

La envolvente convexa mínima (convex hul) define el polígono convexo de menor área dentro del cual se contienen todos los puntos de un conjunto.

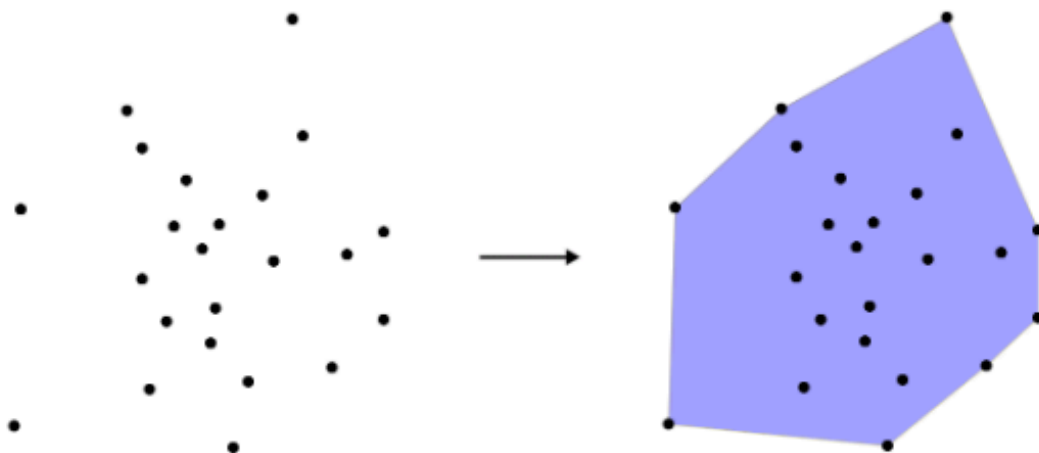


Figura 13. Envolvente convexa. Fuente: Volaya, *Libro de SIG*

Geoproceso	¿Qué hace? (con A y B)	Utilidad práctica
Buffer (Zona de influencia)	<i>Crea un polígono alrededor de A a una distancia (no usa B).</i>	<i>Saber qué hay cerca de algo: rutas, escuelas, ríos, etc.</i>
Clip (Cortar)	<i>Recorta A usando los bordes de B. Resultado: solo la parte de A que está dentro de B.</i>	<i>Obtener solo lo que está dentro de un límite (ej. árboles dentro de un barrio).</i>
Diferencia	<i>Resta B a A. Resultado: la parte de A que no se superpone con B.</i>	<i>Eliminar zonas de conflicto o exclusión (ej. construcciones que no pertenecen a la zona de seguridad de fronteras).</i>
Intersección	<i>Devuelve solo el área común entre A y B. Conserva atributos de ambas capas.</i>	<i>Ver qué se superpone (ej. parcelas dentro de una zonificación).</i>
Diferencia simétrica	<i>Devuelve las partes de A y B que no se superponen. Elimina el área en común.</i>	<i>Ver diferencias espaciales (ej. zonas donde hubo cambios en usos del suelo entre dos fechas).</i>
Unión	<i>Combina A y B. Devuelve geometrías de ambas, se crucen o no. Las superpuestas se dividen y combinan atributos.</i>	<i>Unir capas para análisis completos (ej. en una capa tener múltiples criterios).</i>
Disolver	<i>Une polígonos de A que comparten un mismo atributo (no usa B).</i>	<i>Agrupar por categoría (ej. todas las parcelas del mismo barrio).</i>
Envolvente convexa	<i>Crea un polígono que encierra todos los elementos de A.</i>	<i>Analizar la distribución y morfología de una actividad, ejemplo: comercios</i>

7. Modelador gráfico / Model builder

El diseñador de modelos o modelador gráfico en QGIS es la herramienta equivalente al Model Builder en ArcGIS, permite diseñar flujos de trabajo complejos combinando múltiples algoritmos en un único proceso automatizado. A través de una interfaz visual e intuitiva, es posible encadenar operaciones de análisis para que se ejecuten de manera secuencial.

Recordemos que un algoritmo es una secuencia finita de pasos o instrucciones bien definidas, utilizadas para resolver un problema o realizar una tarea específica. Es como una receta o un conjunto de reglas que, al seguirse de manera ordenada, conducen a un resultado deseado.

Las tareas de análisis rara vez son procesos aislados: normalmente forman parte de una serie de pasos interrelacionados. El modelador permite integrar esa secuencia en un único modelo, facilitando su ejecución sobre distintos conjuntos de datos, ahorrando tiempo y reduciendo errores.

Una vez definido, el modelo se comporta como un único algoritmo dentro de QGIS. Esto simplifica la ejecución, permite compartir el proceso de análisis, y documentar claramente las tareas realizadas.

Los modelos sirven para:

1. **Automatizar tareas repetitivas**

Ejemplo: Cortar una capa, disolverla y luego calcular un buffer, sin hacerlo paso por paso cada vez.

2. **Encadenar geoprocesos**

Combinar muchas herramientas como *intersección*, *buffer*, *diferencia*, etc., y que se ejecuten en orden automáticamente.

3. **Estandarizar flujos de trabajo**

Para aplicar siempre los mismos pasos a distintas capas o municipios.

4. **Reducir errores humanos**

Al automatizar, se evita olvidar pasos o equivocarse al cambiar parámetros.

5. **Compartir flujos de análisis**

Se pueden guardar y compartir modelos con otras personas.

Se accede desde la pestaña procesos > diseñador de modelos

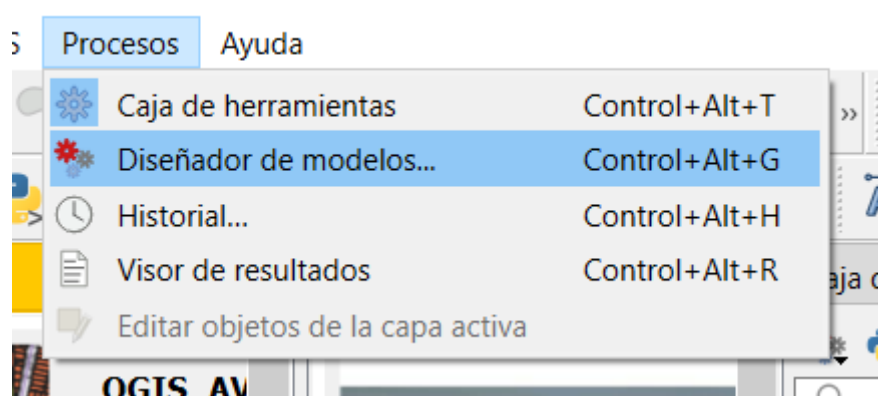


Figura 14. Diseñador de modelos. Interfaz de QGIS

La interfaz del diseñador de modelos tiene en el lado izquierdo un panel para agregar las entradas al modelo (capas, valores numéricos, cadenas de texto, etc.) y los algoritmos (todos los procesos que se pueden usar, igual que en la Caja de herramientas).

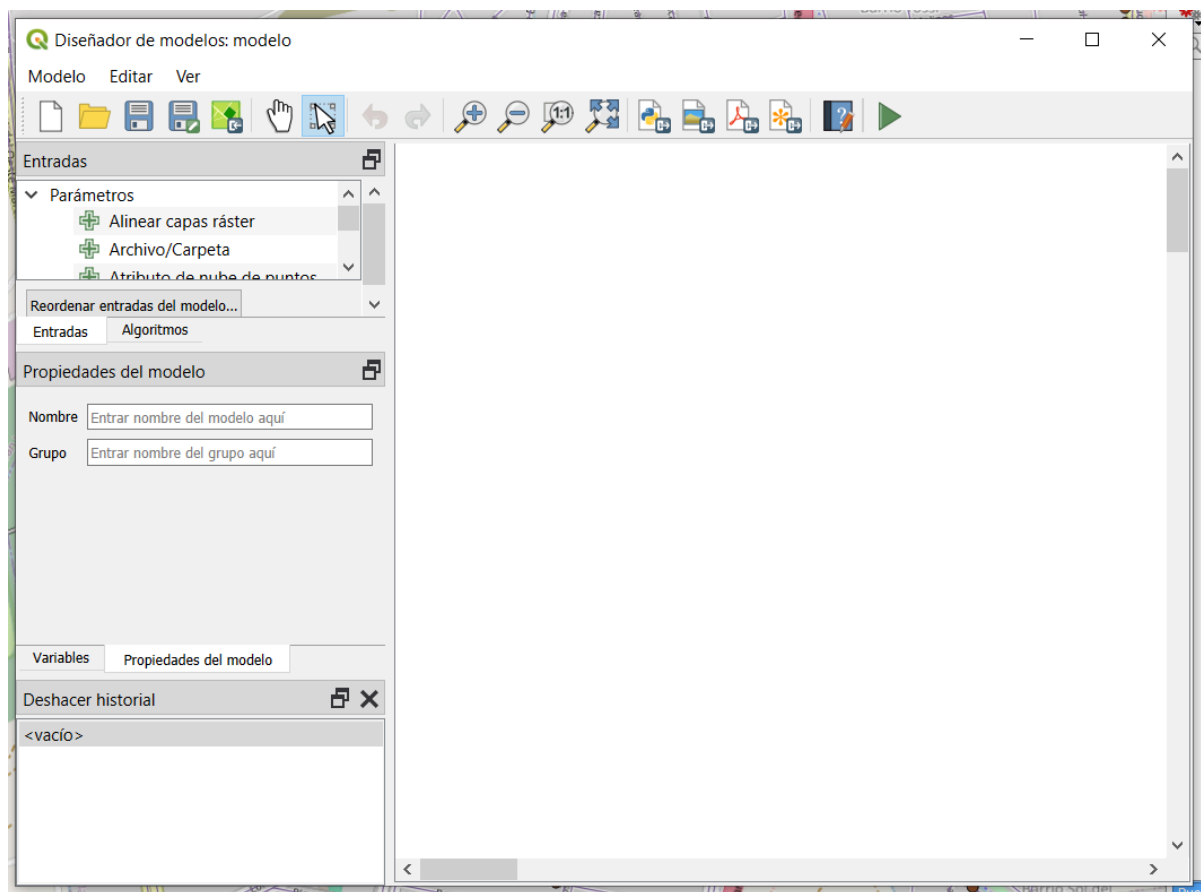


Figura 15. Diseñador de modelos. Interfaz de QGIS

En el área central, el lienzo de modelado, se construye visualmente el modelo. Allí se arrastran y sueltan entradas y algoritmos, y se unen según el flujo lógico de trabajo.

Las conexiones entre elementos muestran cómo se usan las salidas de un proceso como entradas de otro.

En la barra superior, se encuentran los botones para Guardar, Abrir y Ejecutar el modelo.

En el panel de la izquierda “propiedades del modelo” se definen el nombre del modelo (esto es importante de completar para que aparezca luego en la Caja de herramientas).

El diseñador de modelos requiere de:

- **Entradas:** capas, valores numéricos, textos, etc.
- **Operaciones:** geoprosesos (buffer, cortar, unir, etc.)
- **Condiciones lógicas:** “si esto pasa, hacer esto otro”
- **Salidas:** capas resultantes

Para crear un modelo es necesario:

1. La definición de entradas

Configurar los parámetros de entrada que se deberán completar al ejecutar el modelo. Para agregarlas, se arrastran desde la lista de tipos de entrada y se sueltan en el lienzo.

2. La definición de algoritmos y flujo de trabajo

A partir de las entradas definidas, se construye el flujo del modelo agregando algoritmos que procesan esos datos. Estos algoritmos pueden recibir como entrada los datos originales o los resultados de otros algoritmos previamente incluidos en el modelo.

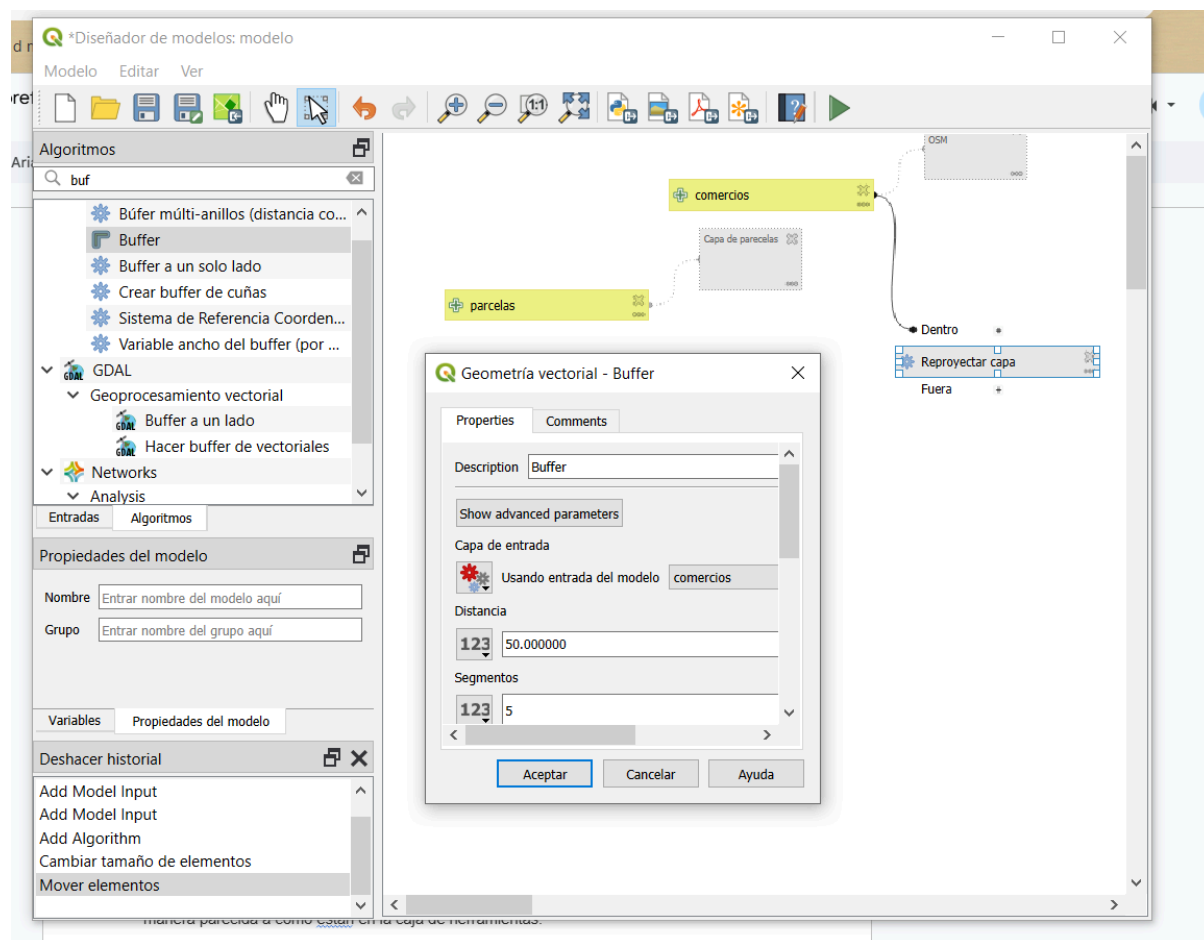


Figura 16. Algoritmos en el Diseñador de modelos. Interfaz de QGIS

Los algoritmos se encuentran en la pestaña "Algoritmos", organizados de forma similar a como se presentan en la Caja de Herramientas. Para agregarlos al modelo, se puede hacer doble clic sobre el algoritmo o arrastrarlo y soltarlo en el lienzo del modelador. Al hacerlo, se abrirá una ventana similar a la que aparece al ejecutar el algoritmo desde la Caja de Herramientas.

Una vez que el modelo está listo, se puede guardar usando el botón correspondiente. Los modelos se guardan con la extensión **.model**.

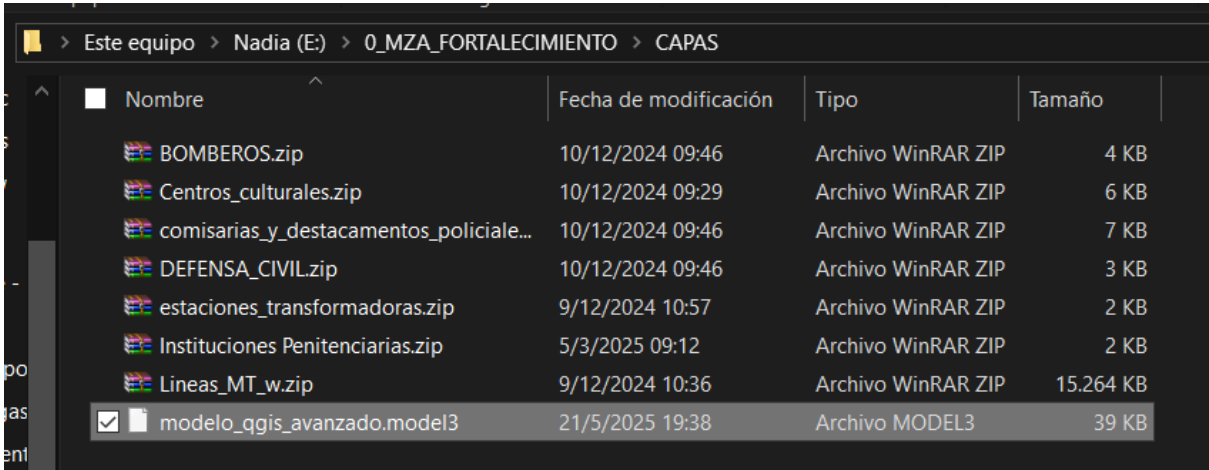


Figura 17. Guardado de un modelo.

Los modelos guardados en la carpeta predeterminada de modelos aparecen automáticamente en la Caja de Herramientas, ya que QGIS los carga al iniciar. Como los modelos son también algoritmos, pueden reutilizarse en otros modelos o procesos, lo que facilita la estandarización y documentación de flujos de trabajo.

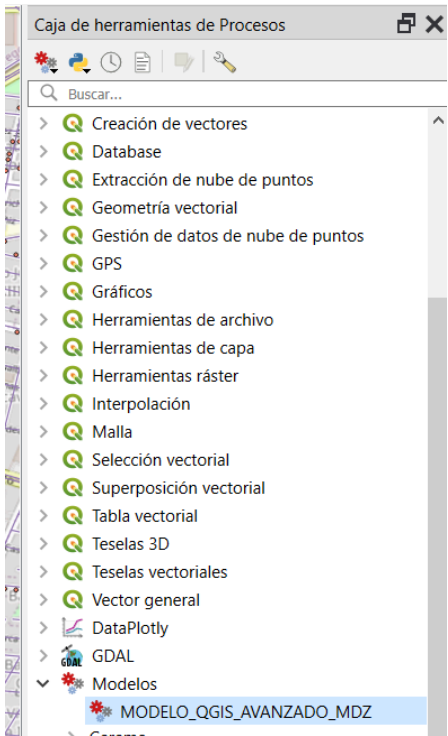


Figura 18. Modelo en caja de herramientas. Interfaz de QGIS

A continuación se muestra un ejemplo de modelo utilizando una capa de comercios y otra de parcelas

En este caso, el modelo diseñado parte de dos capas de entrada (rectángulos en color amarillo): una de comercios y otra de parcelas. El flujo de trabajo incluye los siguientes procesos (rectángulos en blanco):

1. Se crea un índice espacial para la capa de comercios, lo que acelera los procesos posteriores.
2. Se reprojeta la capa de comercios al sistema de referencia EPSG:3587.
3. Se filtran los registros que tienen como atributo el valor 'supermercado'.
4. A esta selección se le aplica un buffer de 500 metros.

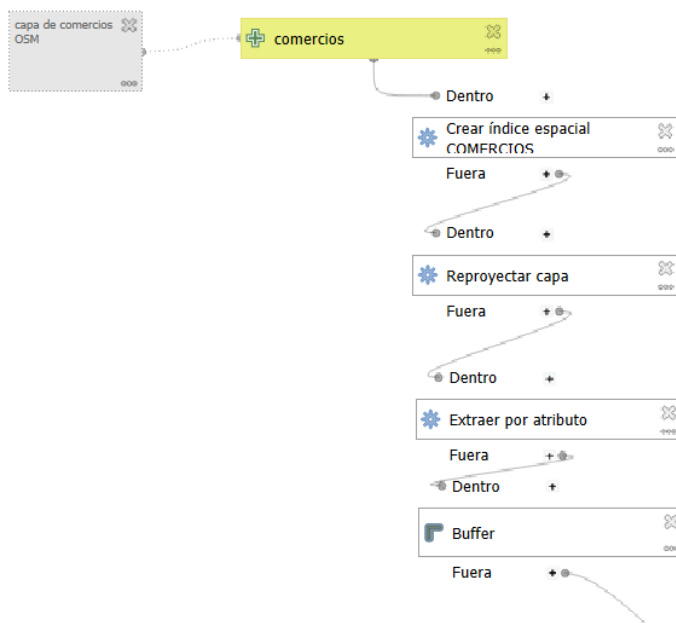


Figura 19. Proceso para capa de comercios. Interfaz de QGIS

5. A la capa de parcelas también se le crea un índice espacial y se le corrigen las geometrías.

6. Luego, se realiza una intersección entre el buffer generado y la capa de parcelas corregidas.

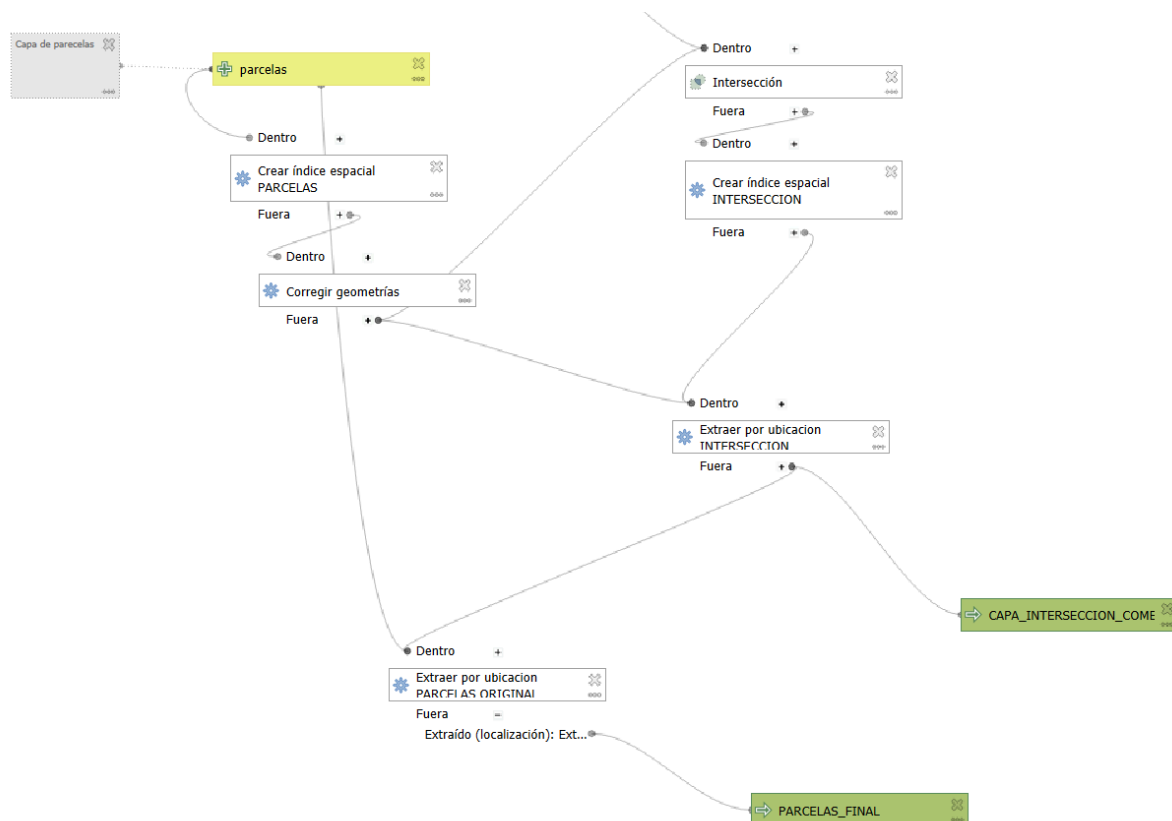


Figura 20. Proceso para capa de parcelas. Interfaz de QGIS

Para ejecutar el modelo hacer clic en el botón verde de “ejecutar modelo” o bien desde la caja de herramientas:

1. Buscar el modelo en la sección Modelos
2. Hacer doble clic sobre el nombre del modelo.
3. Se abrirá una ventana con los parámetros de entrada definidos (capas, de entrada, en nuestro ejemplo de comercios y parcelas).
4. Hacer clic en Ejecutar.

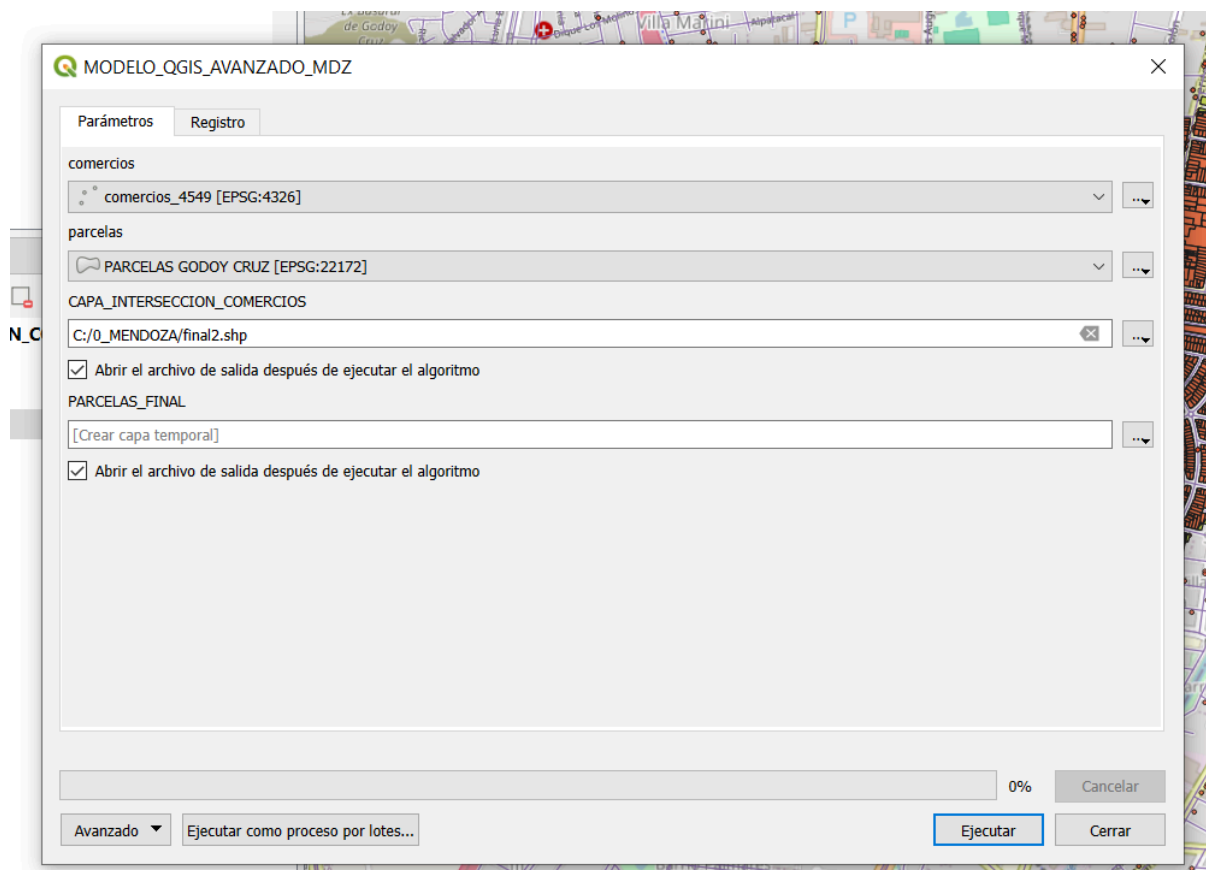


Figura 21. Ejecución de modelo. Interfaz de QGIS

El resultado final (rectángulos en color verde) incluye:

- Las parcelas recortadas por la zona de influencia de los supermercados (intersección).
- Las parcelas originales que intersectan con los buffers, conservando su geometría completa.

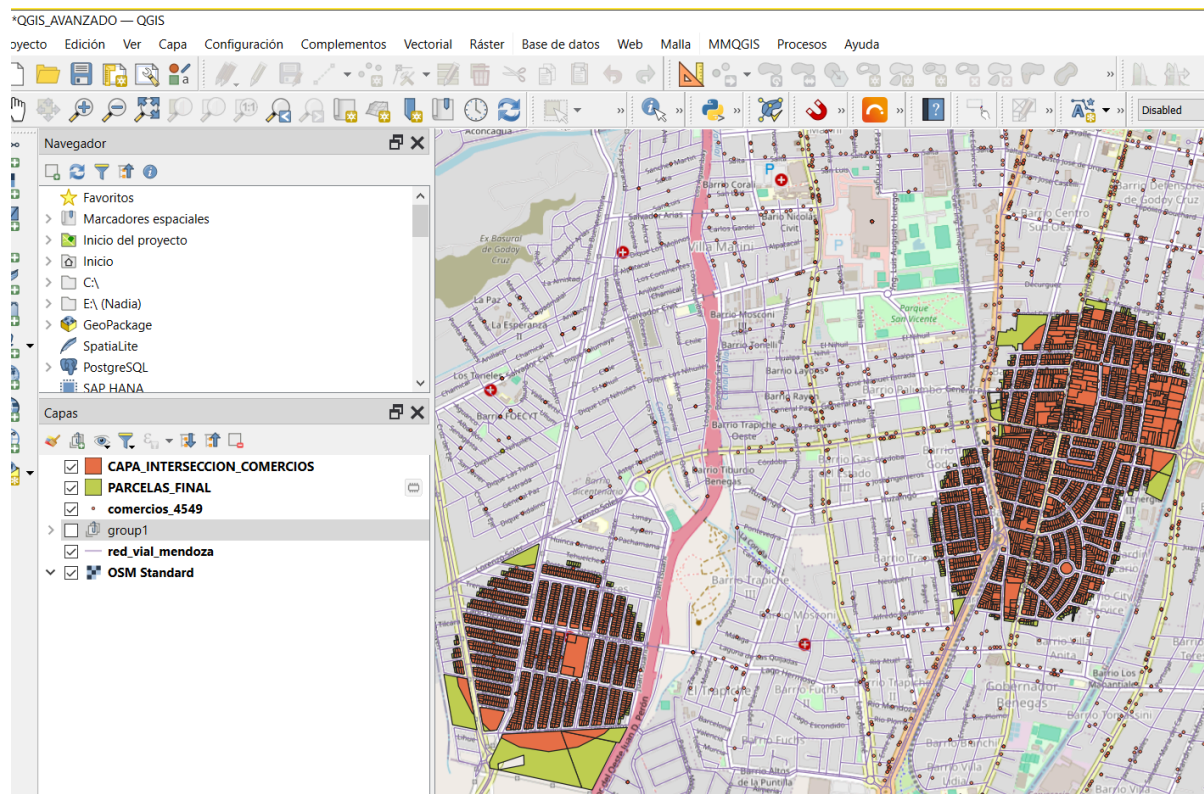


Figura 22. Resultado de modelo. Interfaz de QGIS

Este modelo incluye varios procesos (como creación de índices, reproyección, filtros, correcciones y geoprosesos), que si se hicieran manualmente, requerirían mucho más tiempo. Automatizarlos no solo agiliza el trabajo, sino que además permite documentarlo de manera clara, compartirlo con otras personas y facilitar su reutilización.

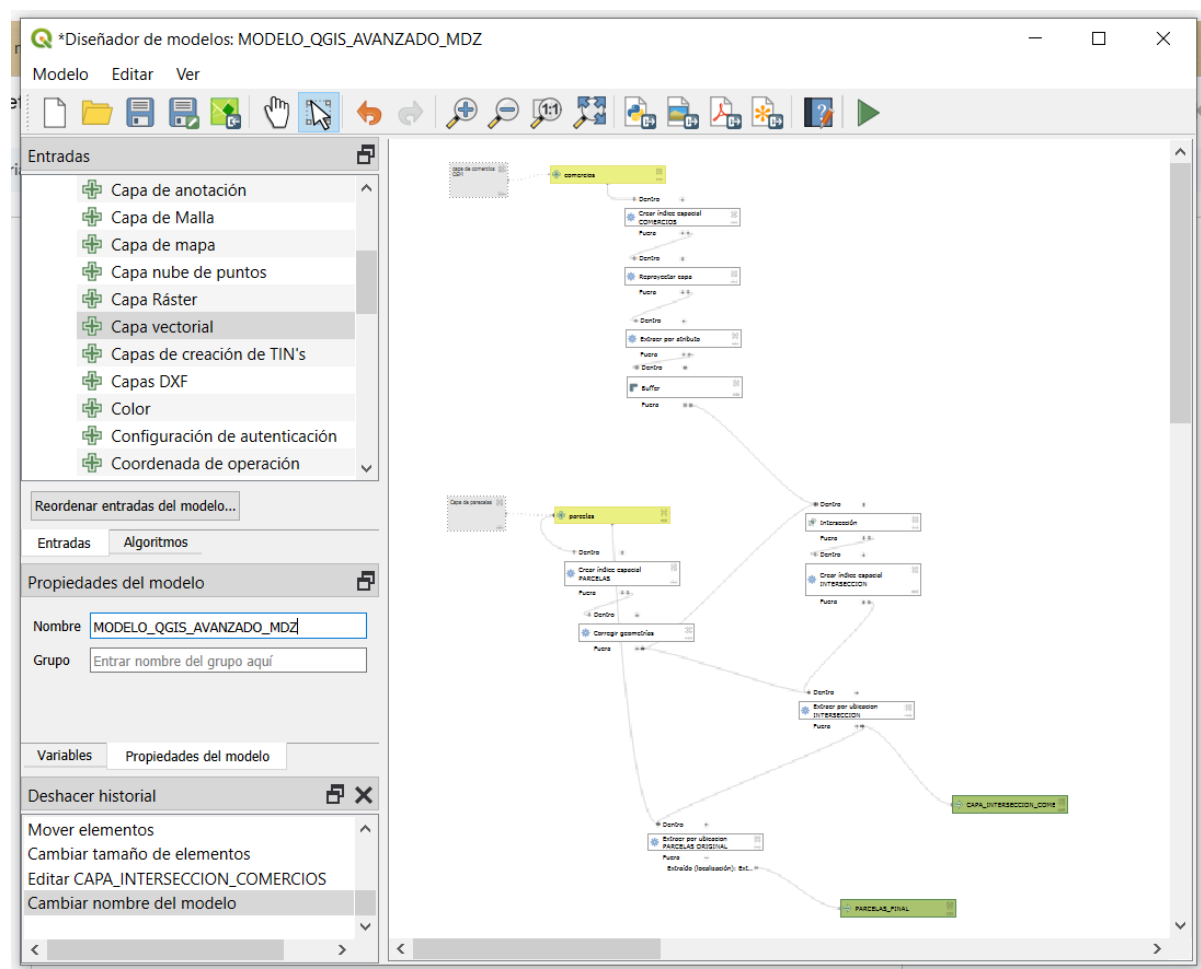


Figura 23. Modelo. Interfaz de QGIS

Para cargar un modelo que nos hayan compartido, se debe abrir el Diseñador gráfico desde el menú “Procesos” → “Diseñador gráfico”, hacer clic en “Abrir” y seleccionar el archivo con extensión .model.

8. Georreferenciación

La georreferenciación de un PDF o JPG permite asignar coordenadas geográficas a un mapa o plano escaneado. Esto es útil cuando se dispone de un archivo PDF de un mapa en formato raster (por ejemplo, un plano escaneado) y se necesita verlo en un SIG para digitalizar desde allí. A través de la herramienta de georreferenciación de QGIS, se asignan puntos de control que permiten que el mapa sea ubicable en el espacio.

Si se quieren referenciar imágenes se utiliza el Georreferenciador, si se quieren referenciar archivos vectoriales se utiliza el complemento Vector Bender.

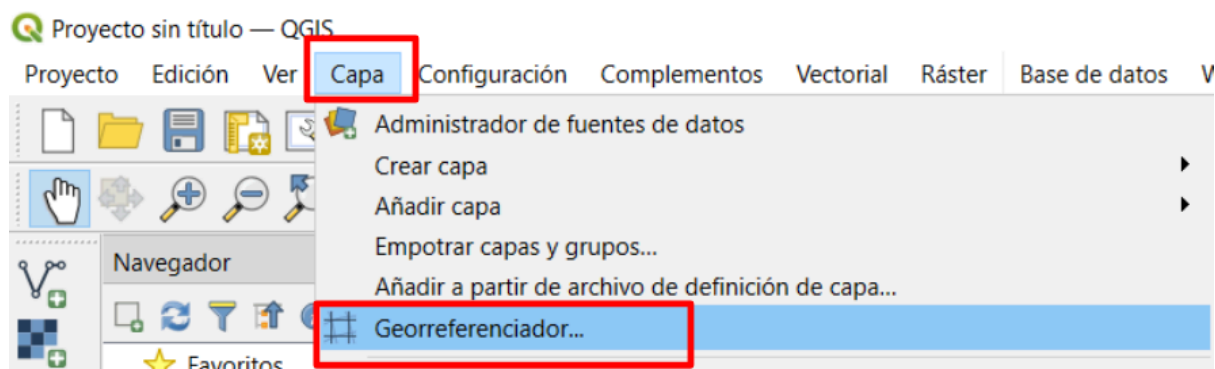


Figura 24. Georreferenciador. Elaboración propia.

Pasos para Georreferenciar una imagen o PDF:

- Capa > Georeferenciador
- Archivo > Abrir imagen “Open Raster” (Figura 45) y cargar la imagen

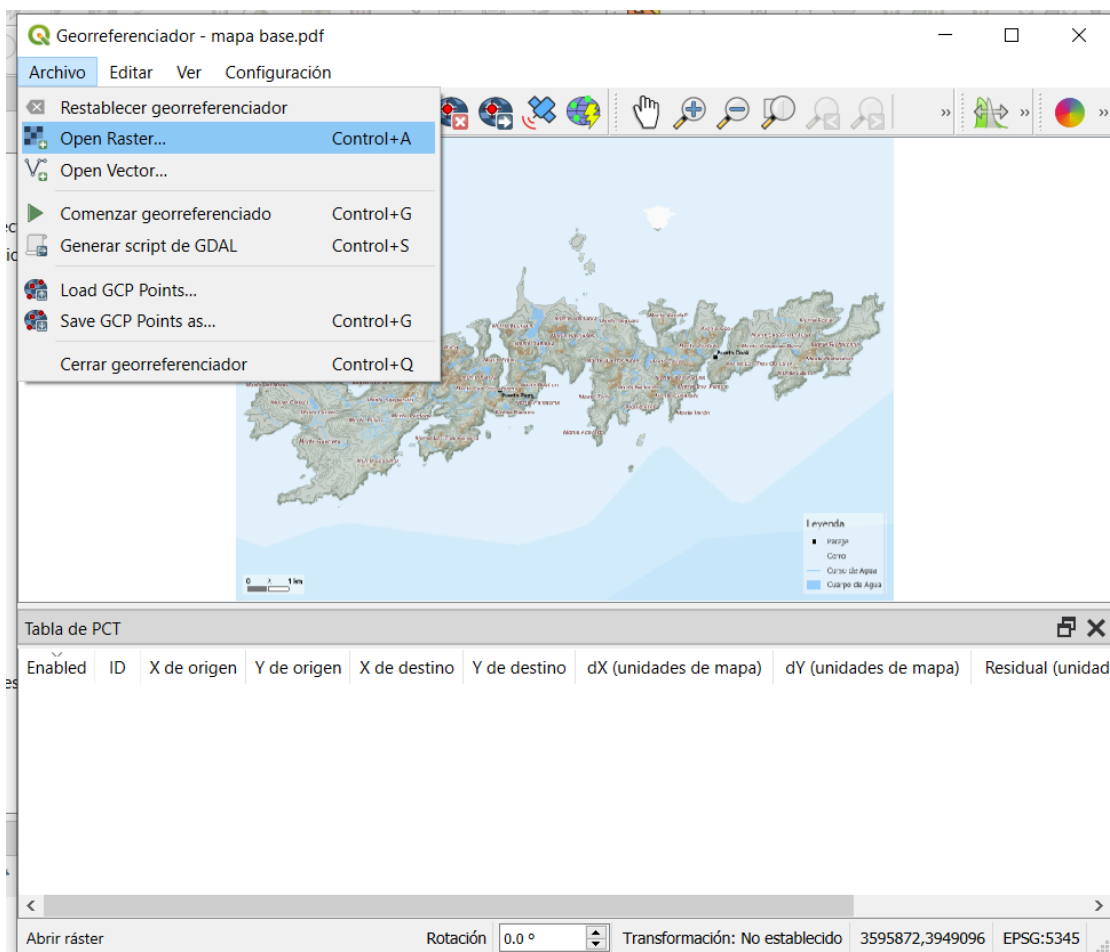


Figura 25. Georreferenciador. Elaboración propia.

- Agregar puntos de control:
 - Editar > Añadir punto > hacer clic en ubicaciones.

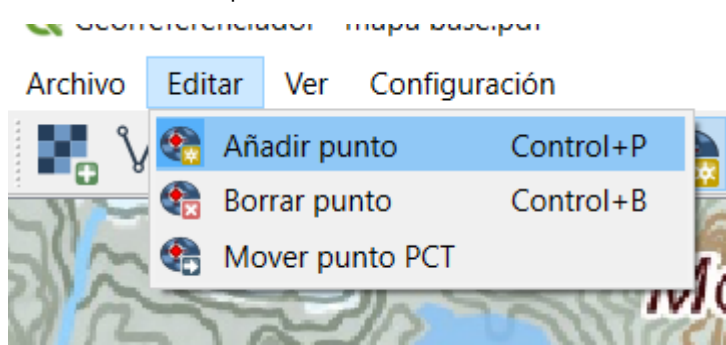


Figura 26. Georreferenciador. Elaboración propia.

- Para cada punto, buscar su coordenada real usando una capa vectorial o “desde el lienzo del mapa” (con un mapa base), configurar el sistema de coordenadas de referencia y aceptar.
- Añadir mínimo 5 puntos y que tengan una buena distribución,

para asegurar una buena precisión.

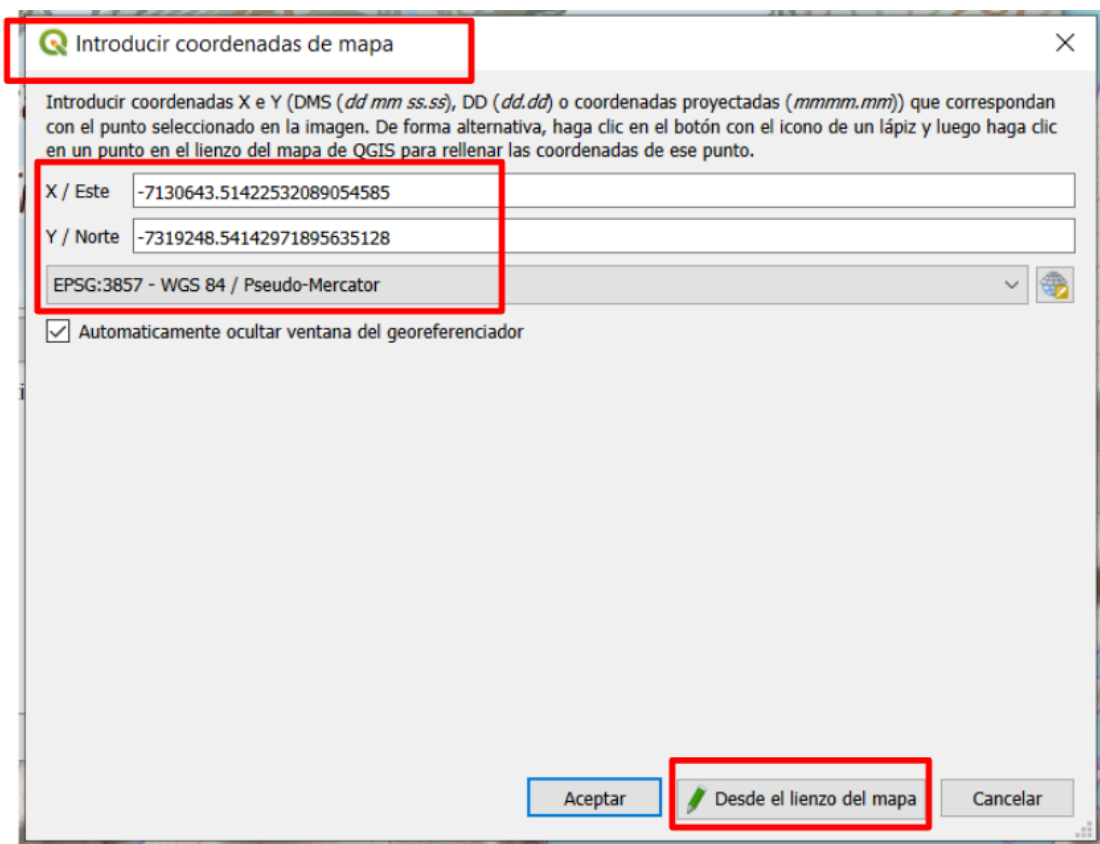


Figura 27. Agregar puntos de control (PCT) Elaboración propia.

Tabla de PCT								
Enabled	ID	X de origen	Y de origen	X de destino	Y de destino	dX (unidades de mapa)	dY (unidades de mapa)	Residual (unidades de mapa)
<input checked="" type="checkbox"/>	0	3625081.61	3927570.21	-7130643.51	-7319248.54	-314.439654	-785.275135	845.889670
<input checked="" type="checkbox"/>	1	3642059.25	3933107.91	-7101726.33	-7308875.02	94.497046	-1045.7002	1049.9612
<input checked="" type="checkbox"/>	2	3583835.32	3928073.64	-7201826.75	-7320293.93	-377.485638	1179.4902	1238.4234
<input checked="" type="checkbox"/>	3	3583453.41	3913630.49	-7202727.40	-7345447.70	-136.526965	-43.207189	143.200815
<input checked="" type="checkbox"/>	4	3593938.58	3934184.20	-7185486.45	-7308649.86	733.955212	694.692289	1010.5878

Rotación: 0.0 ° Transformación: Lineal Translación (3.5789e+06, 3.94934e+06) Escala (21.9005, 22.1663) Rotación: 0 Error medio: 1210.16 3617200,3906478 EPSG:5345

Figura 28. Agregar puntos de control (PCT) Elaboración propia.

- Configurar el método de transformación:
 - En configuración > seleccionar un método de transformación. El método de transformación depende de la precisión que se necesite y las características de la imagen a georeferenciar. Se recomienda Polynomial (si la imagen tiene una distorsión

simple)

- Seleccionar ruta para guardar imagen resultante.

De los métodos de remuestreo, recomendamos el cúbico.

- Vecino más cercano(Nearest neighbour): Para datos categóricos (rápido, sin suavizado).
- Bilineal: Para imágenes continuas (buena suavización).
- Cúbico: Para imágenes de alta calidad (mejor suavizado, más lento).

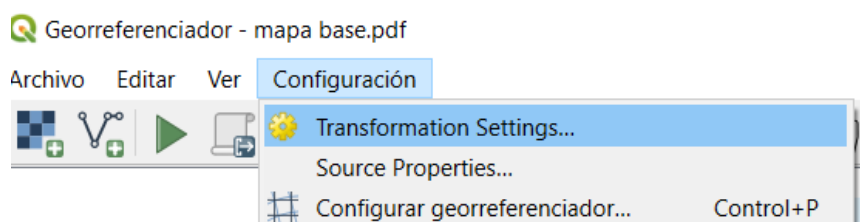


Figura 29. Configuraciones de la transformación. Elaboración propia.

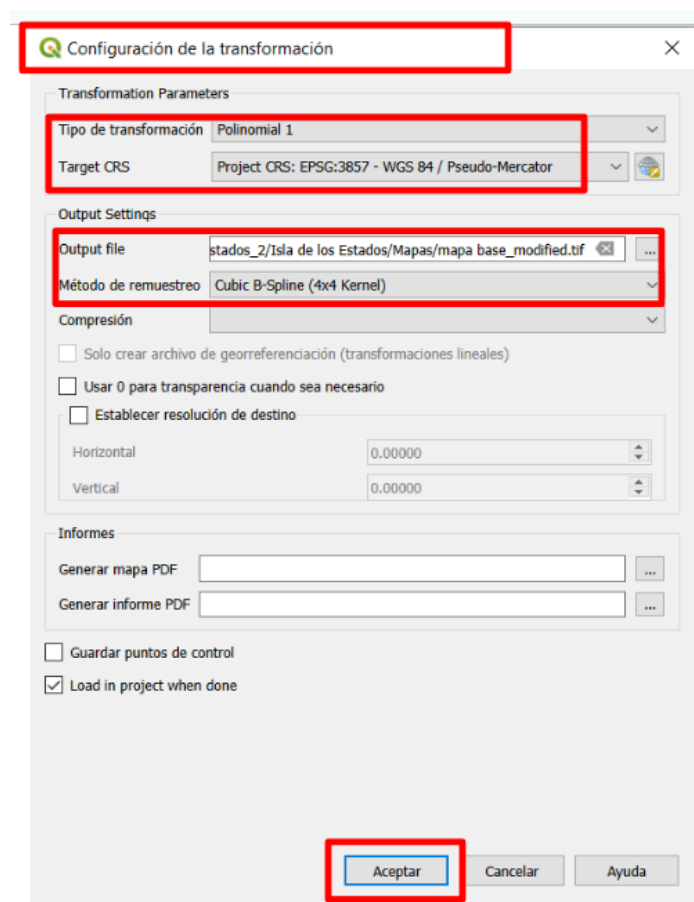


Figura 30. Configuraciones de la transformación. Elaboración propia.

- Iniciar georreferenciación > se crea una nueva capa georreferenciada.

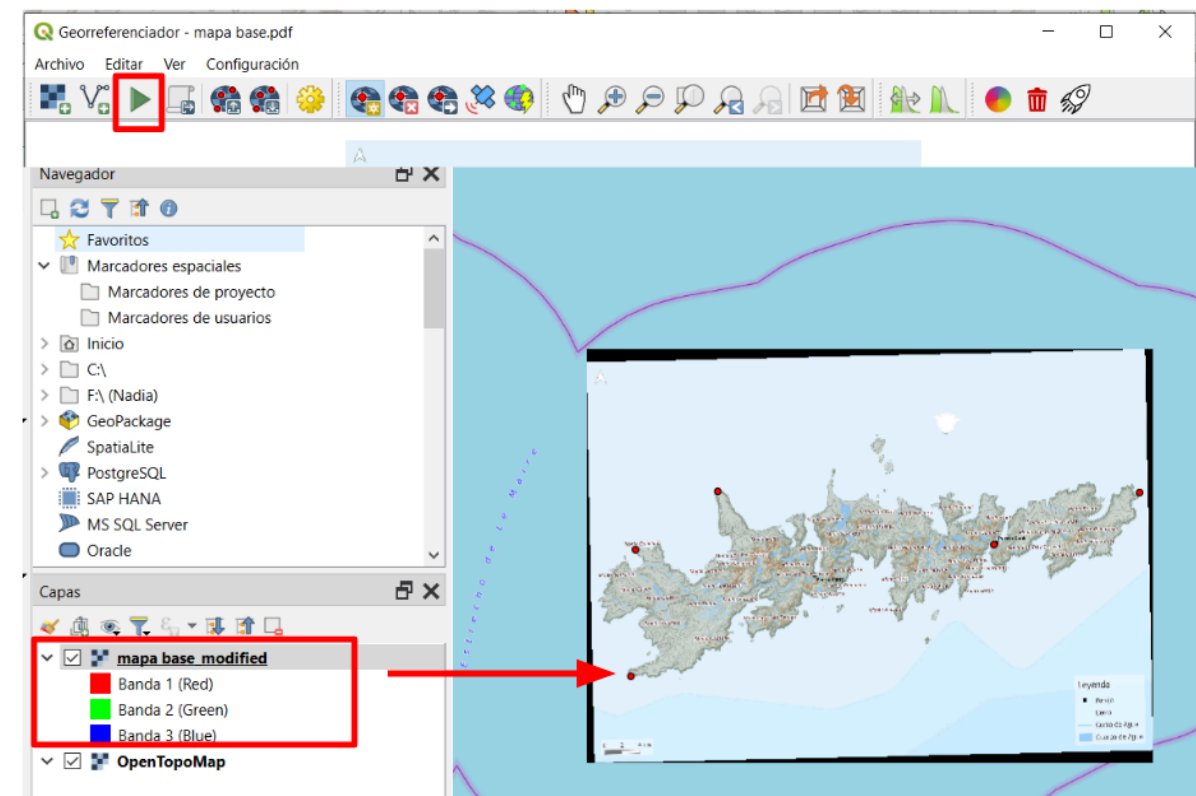
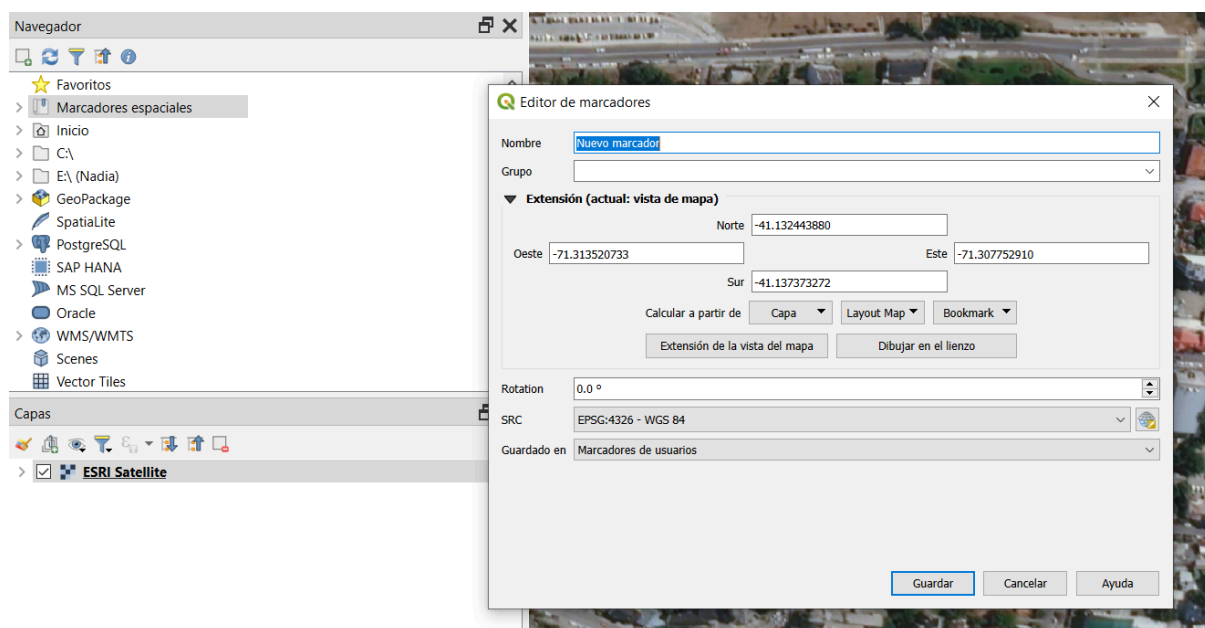


Figura 31. Imagen georreferenciada. Elaboración propia.

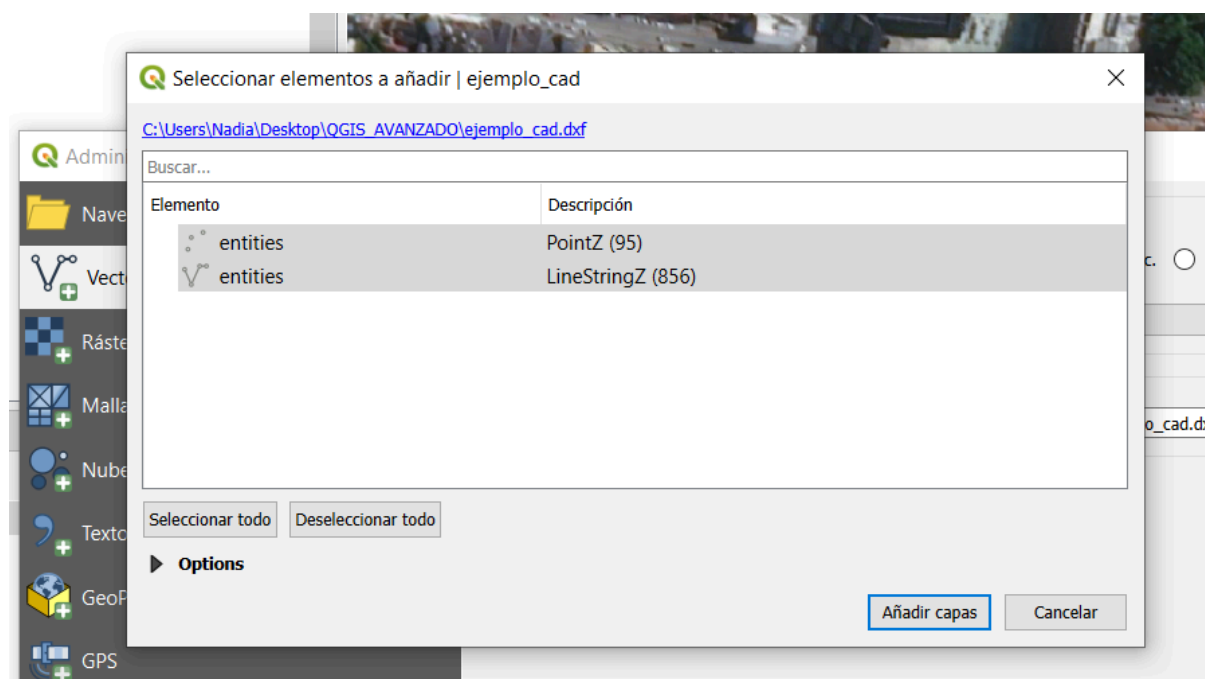
Georreferenciar un archivo de CAD (dxf)

Cuando tenemos un archivo de CAD que no está ubicado en el espacio, se utiliza el complemento Vector Bender. Para esto es necesario:

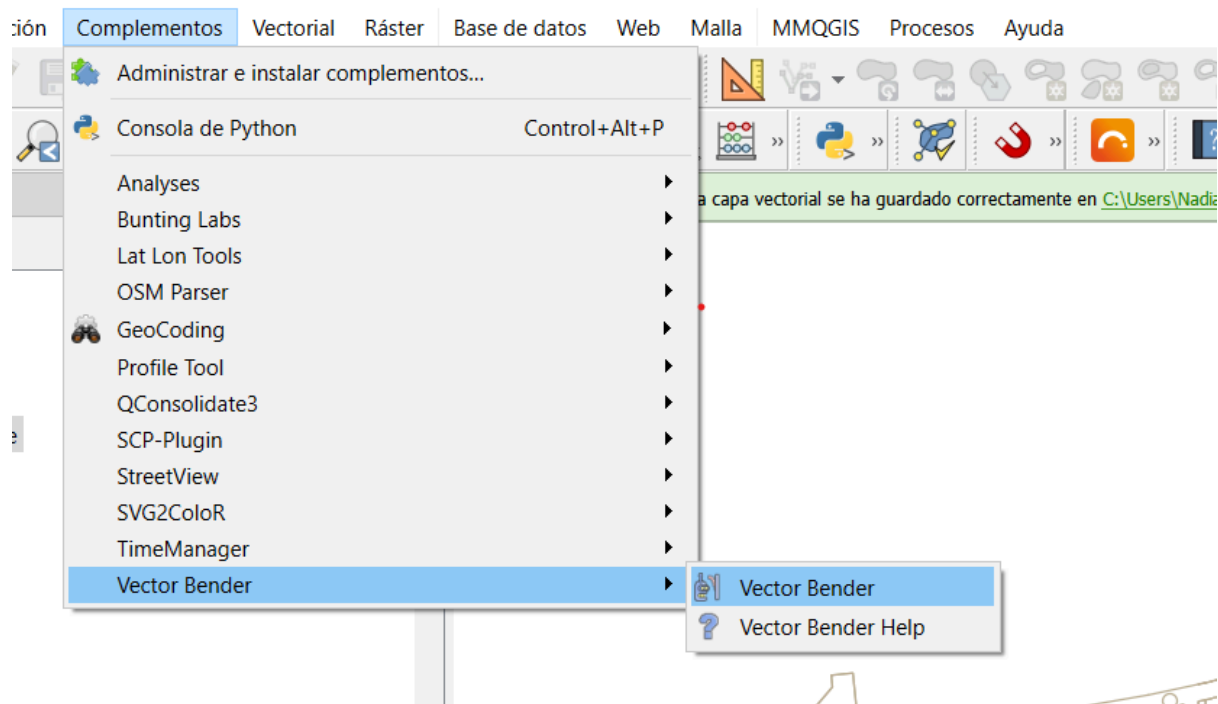
1. Primero es necesario cargar un mapa base de referencia o una capa que nos sirva de referencia.
2. Generar un marcador en donde va a estar la referencia para posicionar el CAD. Ir a la pestaña Ver > Nuevo marcador.



3. Importar el archivo CAD .dxf desde el menú Capa > Añadir capa > Añadir capa vectorial.

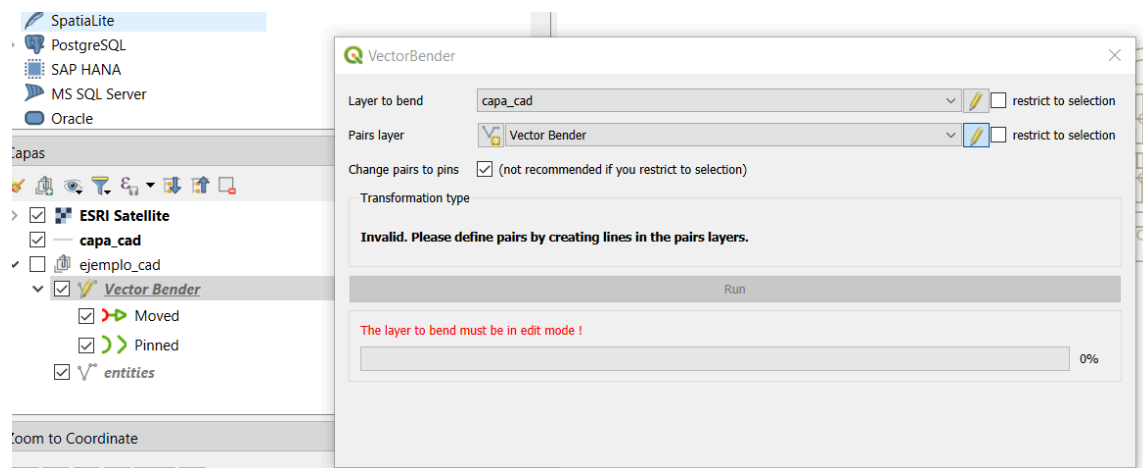


4. Abrir el complemento Vector Bender



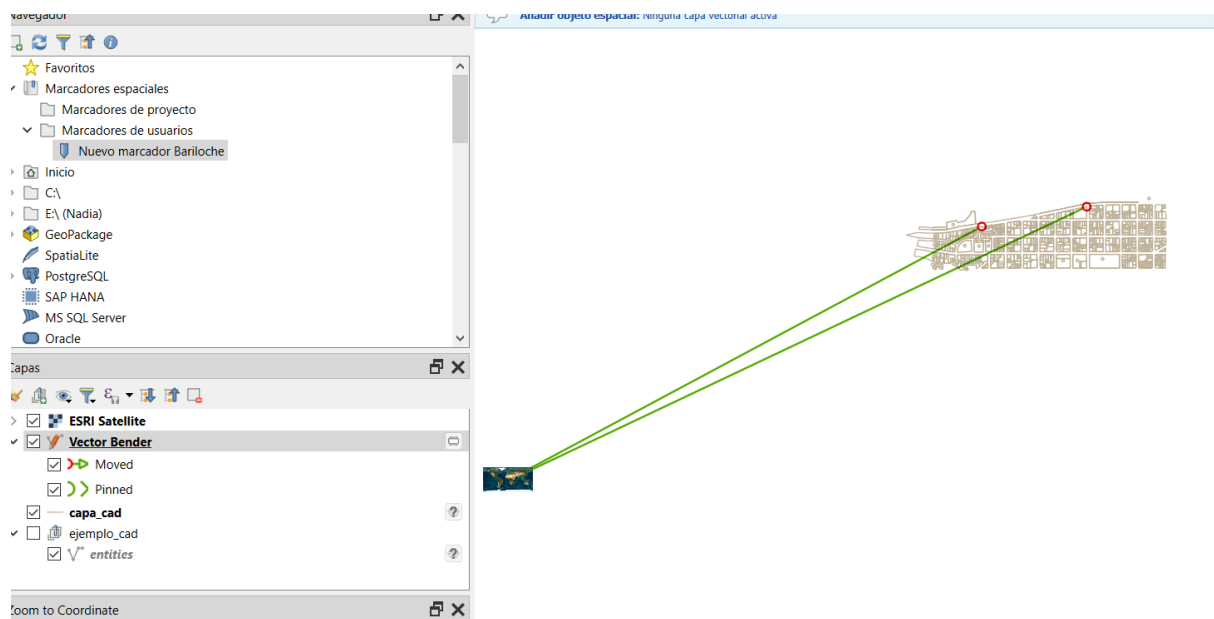
5. Guardar el archivo CAD como shapefile

6. En Vector Bender crear una capa de referencia

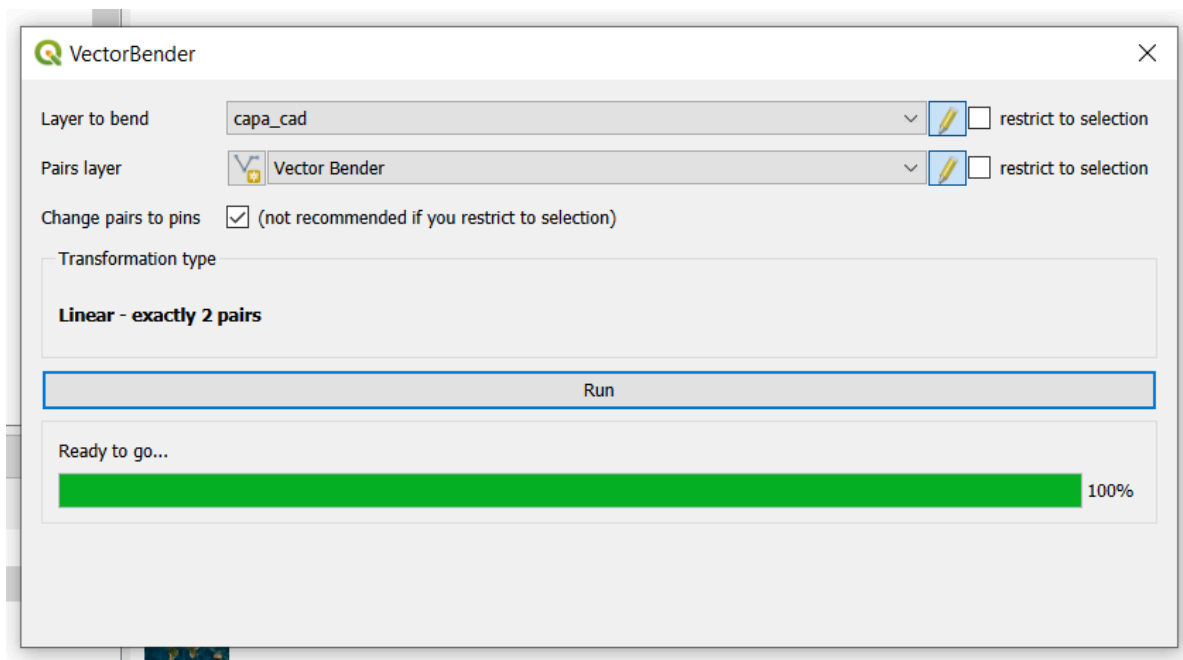


7. Desde la herramienta de edición, añadir línea, creo un primer punto en mi capa de cad

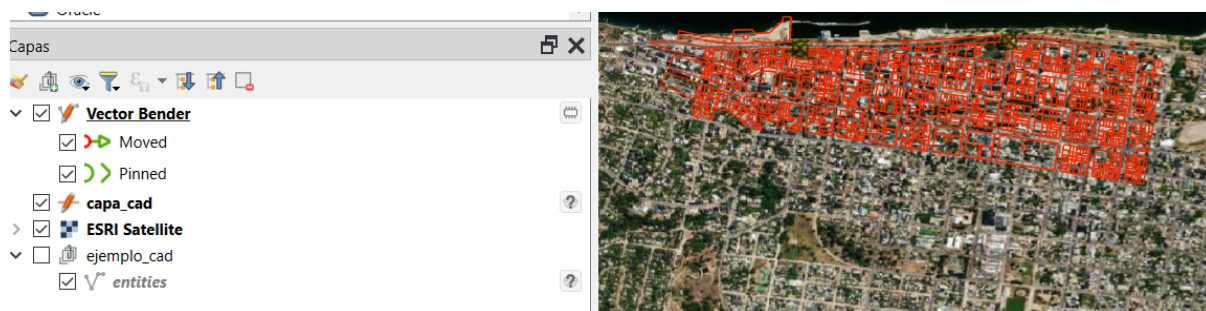
8. Luego se realiza doble click en el marcador y marco mínimo dos puntos de referencia que debieran coincidir. Clic derecho para finalizar al colocar el segundo punto. Finalizo la edición y se marcan nuestras líneas de referencia.



9. Vuelvo al complemento, y sobre la capa de cad activo la edición y hago click en “run”



10. Vemos que se trasladó nuestro archivo



11. Guardo el resultado y descarto la capa de Vector Bender

8. Bibliografía de referencia

ArcGIS Pro. (s. f.). *Información general sobre el conjunto de herramientas Superposición*.
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/analysis/an-overview-of-the-overlay-toolset.htm>

Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica*.
<http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>

Proyecto QGIS. (s. f.). *Documentación oficial de QGIS 3.34*. Recuperado de
https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user_manual/index.html

Proyecto QGIS. (s. f.). *Superposición vectorial*. En *Documentación oficial de QGIS 3.40*.
https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoroverlay.html

Volaya, A. (s. f.). *Operaciones geométricas*. En *Libro de SIG*. Recuperado el 14 de mayo de 2025, de https://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Operaciones_geometricas.html

Proyecto QGIS. (s. f.). *Diseñador de modelos*. En *Documentación oficial de QGIS 2.14*.
https://download.qgis.org/qgisdata/QGIS-Documentation-2.14/live/html/es/docs/user_manual/processing/modeler.html

IDECOR. (2021). *Automatizá tus geoprocesos usando el modelador gráfico de QGIS y los geoservicios de IDECOR*.
<https://www.idecor.gob.ar/automatiza-tus-geoprocesos-usando-el-modelador-grafico-de-qgis-y-los-geoservicios-de-idecor/>

QGIS AVANZADO

Cuadernillo 2

Relaciones espaciales, uniones y geocodificación



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**MINISTERIO GOBIERNO, INFRAESTRUCTURA
Y DESARROLLO TERRITORIAL**

Subsecretaría de Infraestructura y Desarrollo Territorial
Dirección de Planificación



MENDOZA

ÍNDICE

- 1. Relaciones espaciales
- 2. Unión por localización
- 3. Cardinalidad (1 a 1 y 1 a muchos)
- 4. Unión entre tablas
- 5. Geocodificación de direcciones
- 6. Geocodificación inversa
- 7. Creación de geometrías desde CSV
- 8. Bibliografía de referencia



OBJETIVO

Comprensión y aplicación de relaciones espaciales, uniones por localización, uniones entre tablas, cardinalidad, geocodificación (directa e inversa) y la creación de geometrías a partir de archivos CSV.

1. Relaciones espaciales

Cuando trabajamos con datos geográficos, muchas veces no nos interesa solo dónde están las cosas, sino cómo se relacionan entre sí en el espacio. Por ejemplo, ¿una parcela está dentro de una zona inundable? ¿Dos rutas se tocan o se cruzan?

Para responder este tipo de preguntas usamos lo que se llama predicados espaciales. Son funciones que comparan dos objetos geográficos.

Los predicados espaciales (también llamados predicados geométricos) son condiciones lógicas usadas para preguntar cómo se relacionan espacialmente dos objetos geográficos. Son funciones booleanas (devuelven un resultado verdadero o falso) según se cumpla una relación espacial entre dos geometrías.

A diferencia de los geoprocursos, que transforman las geometrías y generan nuevas capas, los predicados simplemente evalúan la relación entre objetos existentes, permitiendo realizar selecciones o filtrados de información.

El modelo de intersección de 9 dimensiones (9-IM, por sus siglas en inglés) es el marco teórico que describe todas las formas posibles en que dos geometrías pueden relacionarse entre sí, comparando sus partes: interior, borde y exterior.

Este modelo fue propuesto por Egenhofer y Al-Taha (1992) y sirve como base teórica para definir estas relaciones y genera una matriz de 3x3 con 9 combinaciones posibles (Figura 1)

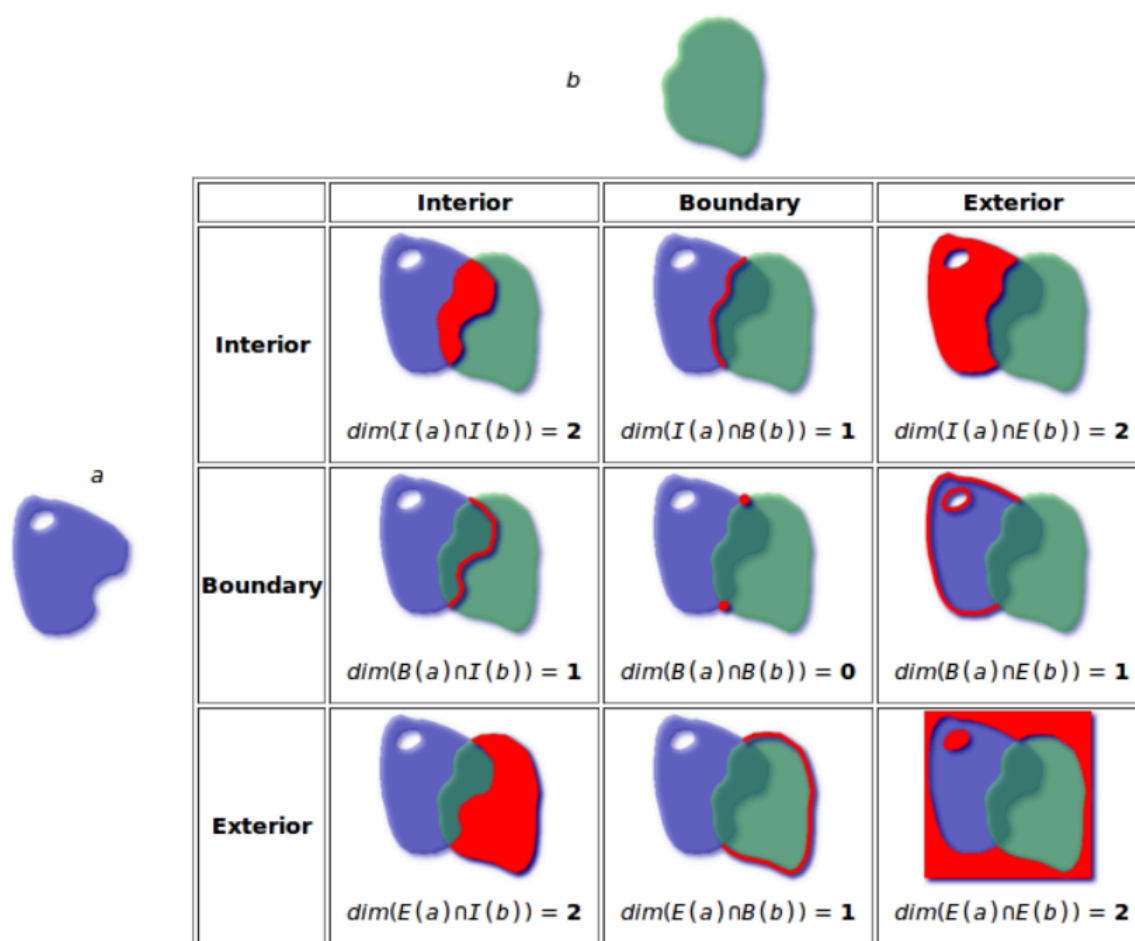


Figura 1. Modelo de intersección de 9 dimensiones (9-IM)

Los predicados espaciales son reglas o funciones específicas que se definen en función de este modelo 9-IM. (Si la matriz del modelo tiene ciertos valores, entonces se cumple una relación)

Si los geoprocursos son como recetas de cocina: transforman ingredientes (nuestros datos espaciales), los mezclan, cortan o separan; los predicados espaciales son como preguntas que haríamos al observar una mesada ¿Está el tomate dentro de un recipiente? ¿La cuchara toca la olla? No cambian nada, solo nos permiten saber cómo están ubicados los objetos entre sí. Mientras los geoprocursos actúan, los predicados observan y responden con un sí o un no.

Los predicados más comunes son:

- Disjoint (disjuntas): verdadero si no comparten ningún punto del espacio.

- Contains (contiene): verdadero si una geometría contiene completamente a la otra.
- Within (dentro de): verdadero si una geometría está completamente contenida dentro de otra.
- Equals (iguales): verdadero si las dos geometrías tienen exactamente la misma forma y ubicación.
- Touches (toca): verdadero si las geometrías se tocan en el límite, pero no comparten interior.
- Overlaps (superpone): verdadero si ambas geometrías se superponen parcialmente, compartiendo parte de su interior.
- Covers (cubre): Verdadero si A cubre a B.
- Covered by (cubierto por): Verdadero si A está cubierto por B, incluso si toca su borde.

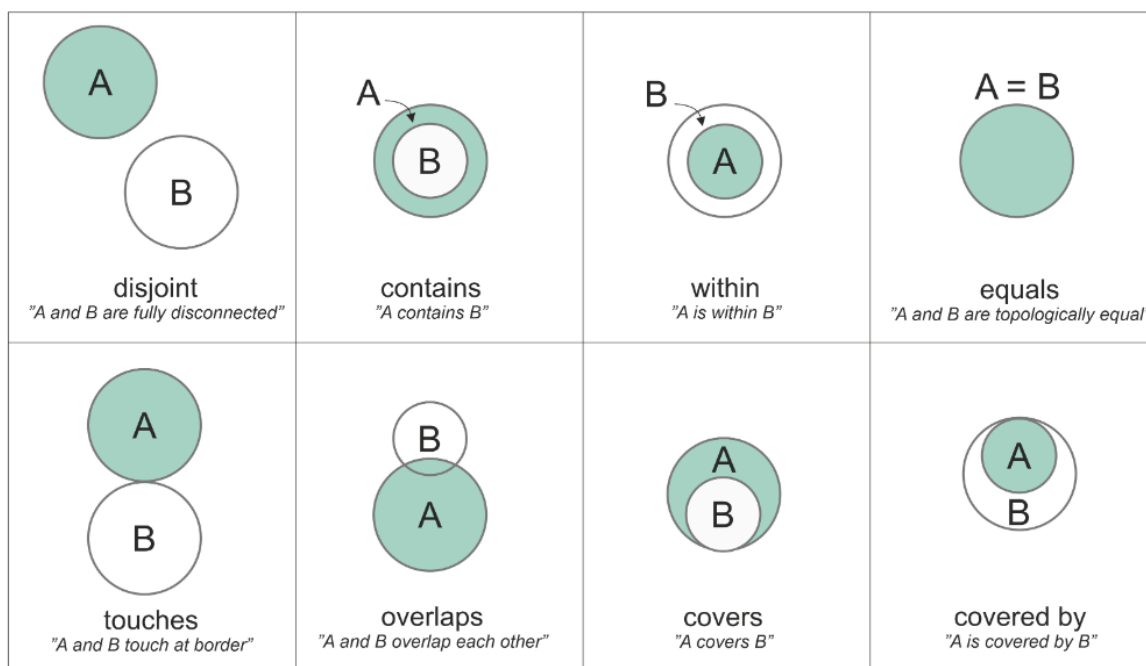


Figura 2. Predicados espaciales comunes. Egenhofer y Al-Taha, 1992

Las relaciones espaciales en QGIS usan esos predicados, pero con nombres más intuitivos, y adaptan el comportamiento según el tipo de geometría.

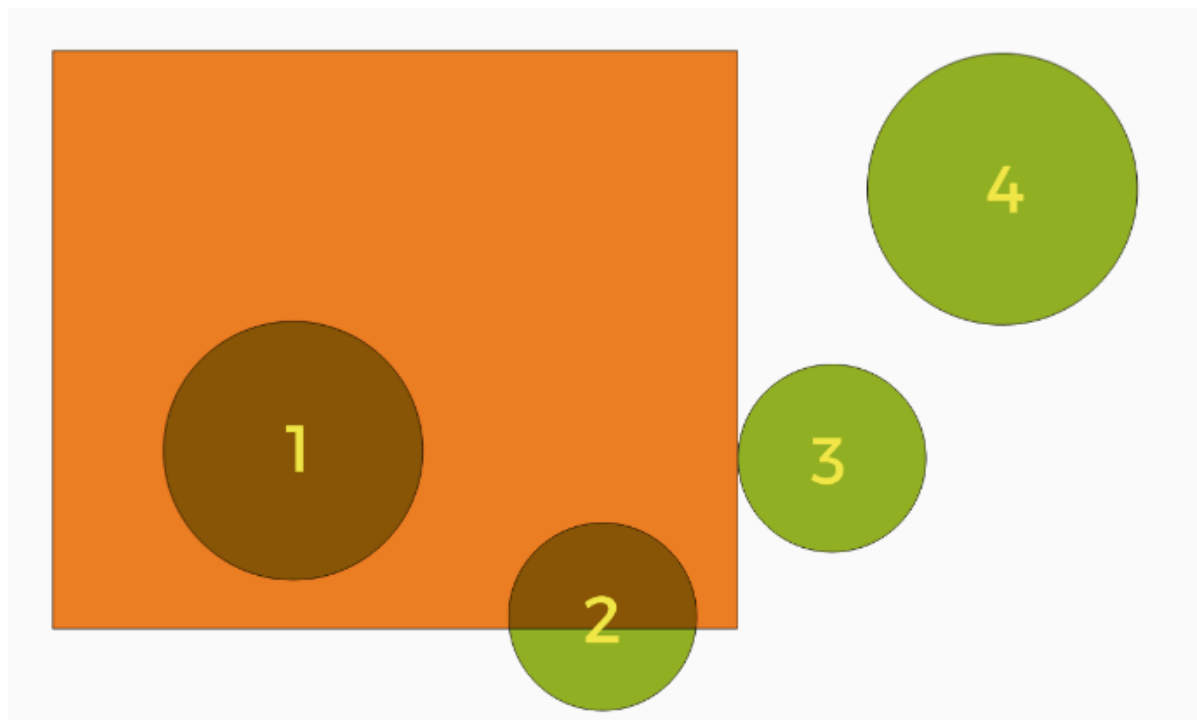


Figura 3. Relaciones espaciales entre capas. Documentación QGIS

Usando la figura anterior, buscamos los círculos verdes comparándolos espacialmente con la característica del rectángulo naranja. Los predicados geométricos serían:

Intersección

Comprueba si una geometría se cruza con otra. Devuelve 1 (verdadero) si las geometrías se intersecan espacialmente (comparten cualquier parte del espacio, se superponen o se tocan) y 0 en caso contrario. En la imagen de arriba, esto devolverá los círculos 1, 2 y 3.

Contiene

Devuelve 1 (verdadero) si y sólo si ningún punto de b está en el exterior de a, y al menos un punto del interior de b está en el interior de a. En la imagen, no se devuelve ningún círculo, pero el rectángulo sí lo sería si lo buscaras al revés, ya que contiene el círculo 1 por completo. Esto es lo opuesto a están dentro.

Dividir

Devuelve 1 (verdadero) si las geometrías no comparten ninguna parte del espacio (no se superponen, no se tocan). Solo se devuelve el círculo 4.

Igual

Devuelve 1 (verdadero) si y solo si las geometrías son exactamente iguales. No se devolverán círculos.

Tocar

Comprueba si una geometría toca otra. Devuelve 1 (verdadero) si las geometrías tienen al menos un punto en común, pero sus interiores no se cruzan. Solo se devuelve el círculo 3.

Superponer

Comprueba si una geometría se superpone a otra. Devuelve 1 (verdadero) si las geometrías comparten espacio, tienen la misma dimensión, pero no están completamente contenidas entre sí. Solo se devuelve el círculo 2.

Están dentro

Comprueba si una geometría está dentro de otra. Devuelve 1 (verdadero) si la geometría a está completamente dentro de la geometría b. Solo se devuelve el círculo 1.

Cruza

Devuelve 1 (verdadero) si las geometrías proporcionadas tienen algunos puntos interiores en común, pero no todos, y el cruce real tiene una dimensión más baja que la geometría proporcionada más alta. Por ejemplo, una línea que cruza un polígono se cruzará como una línea (verdadero). Dos líneas que se cruzan se cruzarán como un punto (verdadero). Dos polígonos se cruzan como un polígono (falso). En la imagen, no se devolverán círculos.

En QGIS es importante conocer estos predicados ya que se utilizan para hacer las selecciones por localización y las uniones espaciales (Join espacial).

Vectorial → Herramientas de investigación → Seleccionar por localización

Vectorial → Herramientas de gestión de datos → Unión por localización

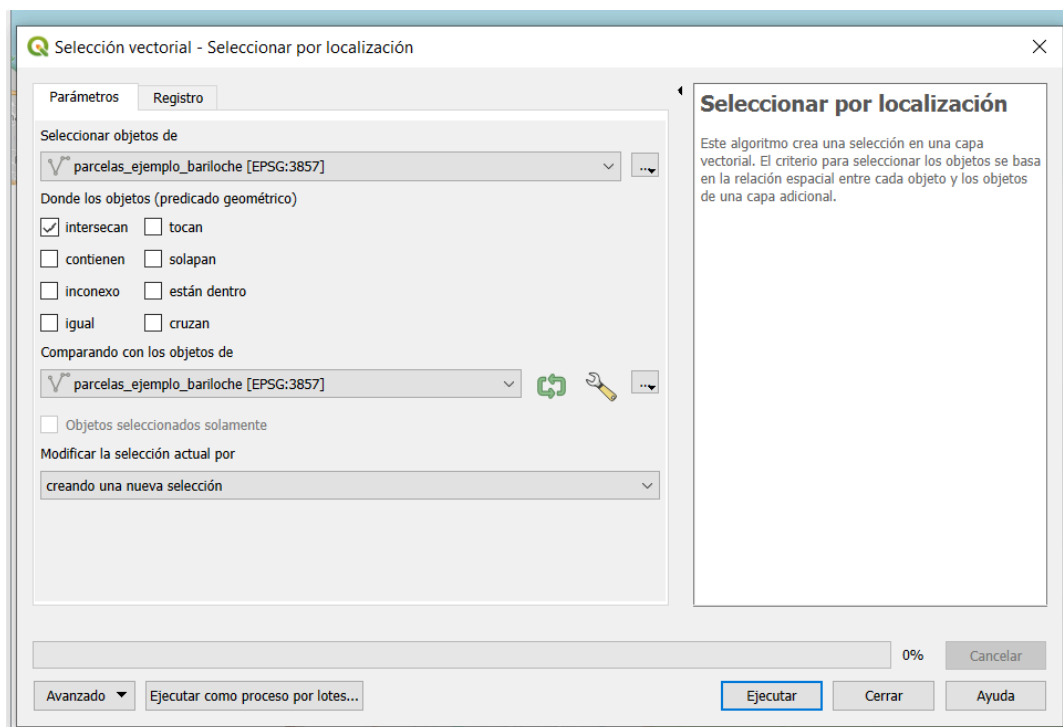


Figura 4. Selección por localización. QGIS

2. Unión por localización - Spatial join

En los Sistemas de Información Geográfica (SIG), muchas veces queremos asociar información de una capa a otra, pero no contamos con un campo común para hacer una unión desde las tablas de atributos (como un ID o código). Sin embargo, si las capas comparten una relación espacial, podemos vincularlas mediante una unión espacial, también conocida como unión por localización.

Esta unión nos permite agregar atributos de una capa (por ejemplo, polígonos) a otra (por ejemplo, puntos) en función de cómo se relacionan espacialmente entre sí. El resultado es una nueva capa que conserva la geometría de la capa de entrada, pero con los atributos tomados de la capa secundaria, siempre y cuando cumpla con el criterio espacial elegido.

Entonces si queremos unir atributos de una capa A (por ejemplo, paradas) con los

de una capa B (por ejemplo, barrios), según una relación espacial (por ejemplo: unir atributos de paradas dentro de un barrio).

Pasos para hacer la unión espacial:

1. Herramienta: “Unir atributos por localización”.

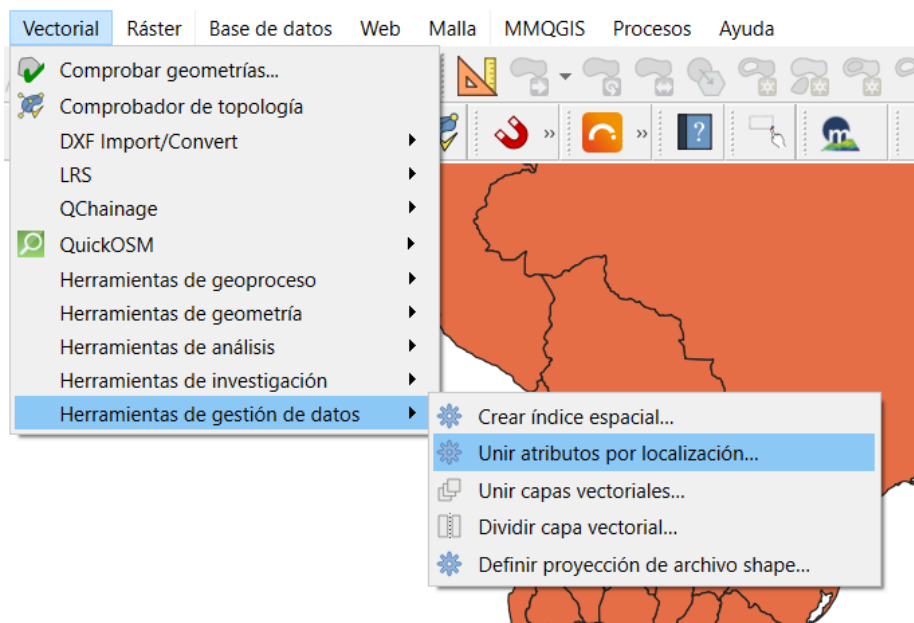


Figura 5. Unión espacial. QGIS

2. Completar los parámetros:

- Capa de entrada: la que va a recibir los nuevos atributos (ej: paradas).
 - Comparando con (capa de unión): la que aporta atributos (ej:barrios).
 - Predicado espacial: elegir la relación espacial que te interesa (ej: *interseca, dentro de, contiene*, etc.).
- Atributos a unir: podés dejar todos o seleccionar algunos.
- Elegir si mantener todos los registros o solo los que tienen coincidencias.

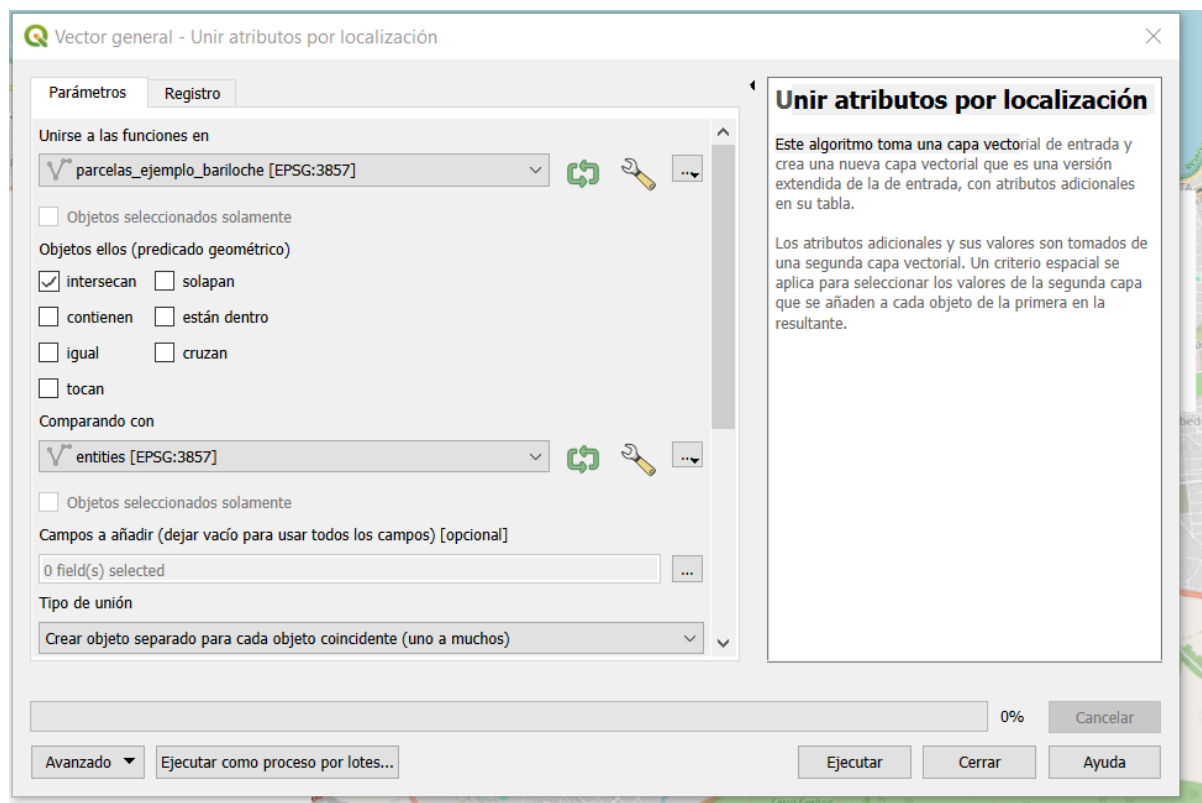


Figura 6. Unión espacial. QGIS

3. Ejecutar y guardar la capa resultante

En el tipo de unión es importante tener en claro **qué resultado nos interesa obtener**, ya que una geometría puede cruzarse con una o varias de la otra capa. Y por ejemplo, si quiero unir dos polígonos, zonificación con parcelas, puede ocurrir que una parcela intersecta varias zonas y voy a tener:

- Una parcela repetida una vez por cada cruce (ej: 3 registros en mi tabla porque la parcela A se repite tres veces al intersectar tres zonas distintas.)
- Quedarme con un primer resultado y unir todo en una sola fila (un solo resultado por parcela).

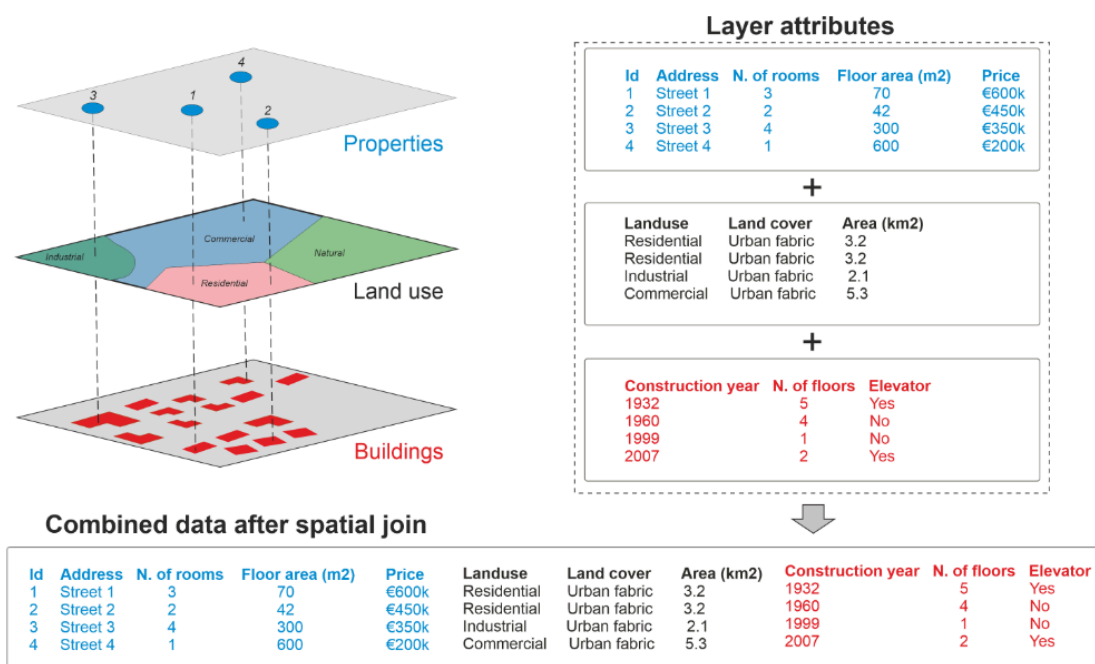


Figura 7. Combinación de atributos de tres capas con una union espacial

Uniones posibles

Relación espacial	¿Qué hace?
Intersecta	Asocia entidades que comparten cualquier punto en común.
Contiene	Asocia si la entidad de la capa base contiene completamente a otra.
Está dentro	Lo inverso a contiene: la entidad base debe estar dentro de la otra.
Igual	Solo si las geometrías son exactamente iguales.
Toca	Si se tocan en los bordes pero no comparten interior.
Se superpone	Si comparten parte del área, pero ninguna contiene a la otra.
Cruza	Si una atraviesa a otra (típico con líneas).

3. Cardinalidad (1 a 1 y 1 a muchos)

En relación al tipo de unión necesariamente debemos comprender la cardinalidad, que describe cómo y cuántas veces se relaciona un objeto de una tabla con objetos de otra.

La cardinalidad define la cantidad de coincidencias posibles entre los registros de dos conjuntos de datos. En otras palabras, describe cuántas filas de una tabla se corresponden con cuántas filas de otra. Esta relación condiciona qué tipo de operación es adecuada: una unión o una relación.

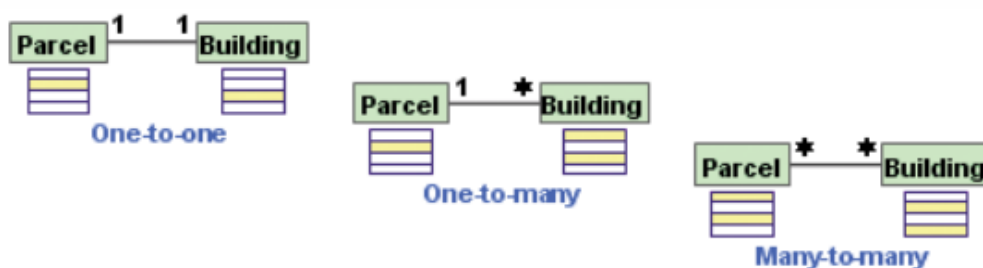
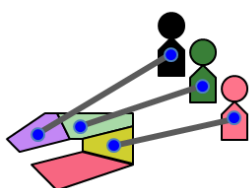


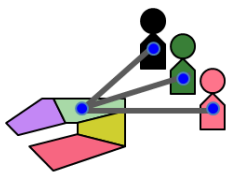
Figura 8. Relación entre tablas.

Los tipos de cardinalidad posibles son los siguientes:

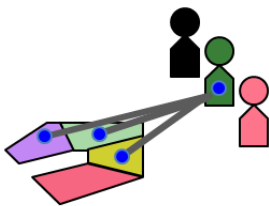
- Uno a uno: Una parcela tiene un propietario



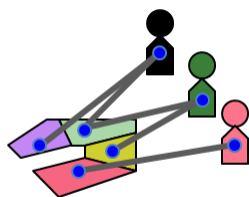
- Uno a muchos: Una parcela tiene muchos propietarios



- Muchos a uno: Muchas parcelas tienen un propietario



- Muchos a muchos: Muchas parcelas tienen muchos propietarios



A continuación una síntesis de los tipos de cardinalidad posibles y la operación que es conveniente realizar para relacionar las tablas.

Relación	Descripción	Operación
Uno a uno (1:1)	Un registro de una tabla se relaciona con un solo registro de otra.	Join
Uno a muchos (1:N)	Un registro de una tabla se relaciona con varios registros de la otra.(simple)	Join
Muchos a uno (N:1)	Varios registros de una tabla se relacionan con uno solo de la otra.(Más complejidad)	Relación

Muchos a muchos (N:M)	Varios registros de una tabla se relacionan con varios registros de la otra.	Relación con tabla intermedia
------------------------------	--	-------------------------------

4. Unión entre tablas

La combinación de datos de distintas tablas se conoce como unión o relación entre tablas.

Para poder asociar dos tablas, debe existir al menos un campo en común entre ambas que contenga valores coincidentes (por ejemplo, un código de identificación). Además, los campos deben ser del mismo tipo de datos (texto, entero, etc.).

Ejemplo: Si una capa de parcelas tiene un campo "id_parcela", y una tabla externa contiene ese mismo campo, entonces se pueden vincular.

La unión puede realizarse entre:

- Capas con geometría.
- Tablas sin geometría (por ejemplo, archivos CSV, Excel, bases de datos).
- Cualquier combinación de las anteriores.

La lógica de unir y relacionar tablas proviene del modelo relacional de bases de datos, en el cual los datos se organizan en tablas que pueden vincularse mediante claves primarias (un campo que identifica de forma única a cada registro en una tabla) y foráneas (un campo que conecta una tabla con otra, apuntando a su clave primaria)

UNIÓN (JOIN):

Entonces, una unión de tablas (join) es un proceso que permite añadir atributos de una tabla a otra, combinándolas en una sola estructura de datos. Esta operación es temporal (no modifica los datos de origen) y se basa en una relación de uno a uno o muchos a uno.

Para realizar una unión o join en qgis:

1. Abrir la capa a la que queremos ampliar con atributos.
2. En sus propiedades, pestaña “Uniones”.
3. Añadí la tabla a unir, el campo de coincidencia, y configura las opciones.

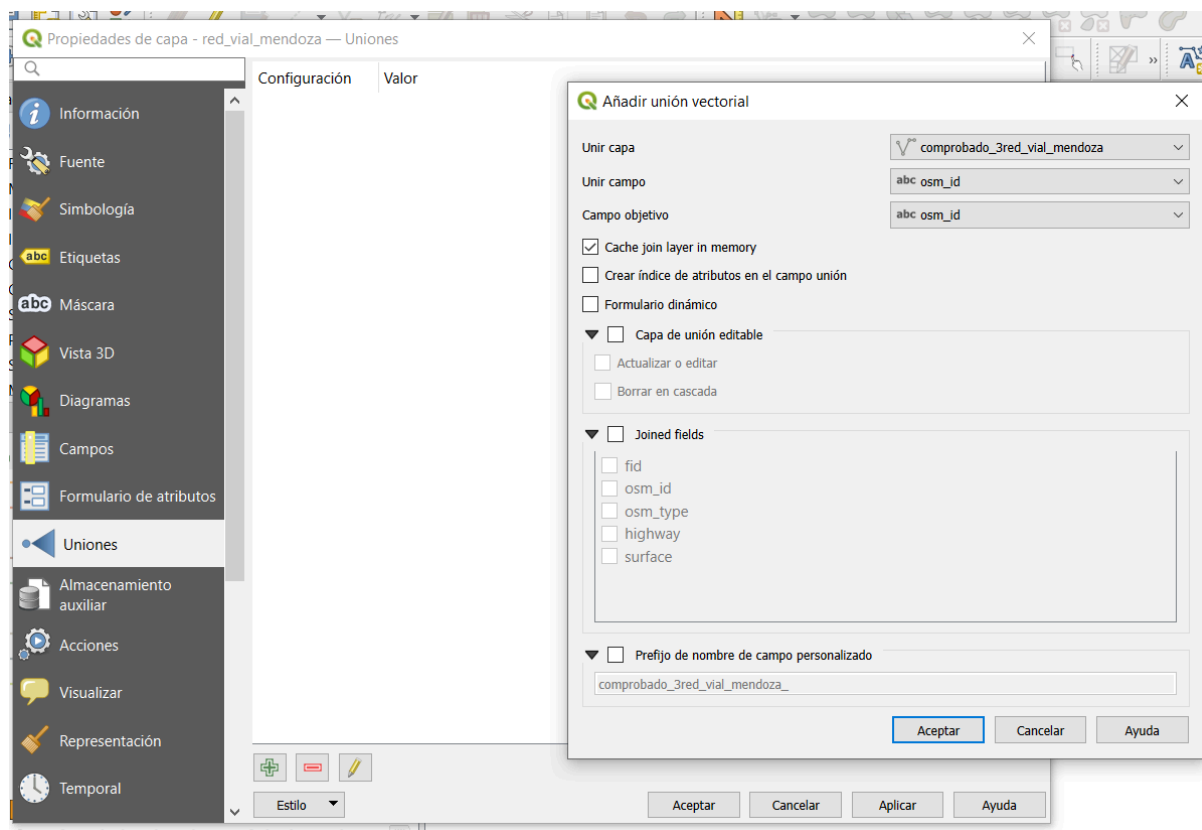


Figura 9. Unión entre tablas. QGIS

RELACIÓN (RELATE):

Una relación de tablas (relation) no fusiona los datos, sino que establece un vínculo entre dos tablas. Esto es útil cuando existe una relación de uno a muchos o muchos a muchos, y queremos explorar los datos relacionados sin duplicarlos.

Para realizar la relación haremos clic en la pestaña proyecto y en propiedades del proyecto.

Menú Proyecto → Propiedades → Relaciones.

Añadí una nueva relación indicando:

- Tabla principal.
- Tabla secundaria.
- Campos vinculantes.

Activá la vista de formulario para explorar los datos relacionados.

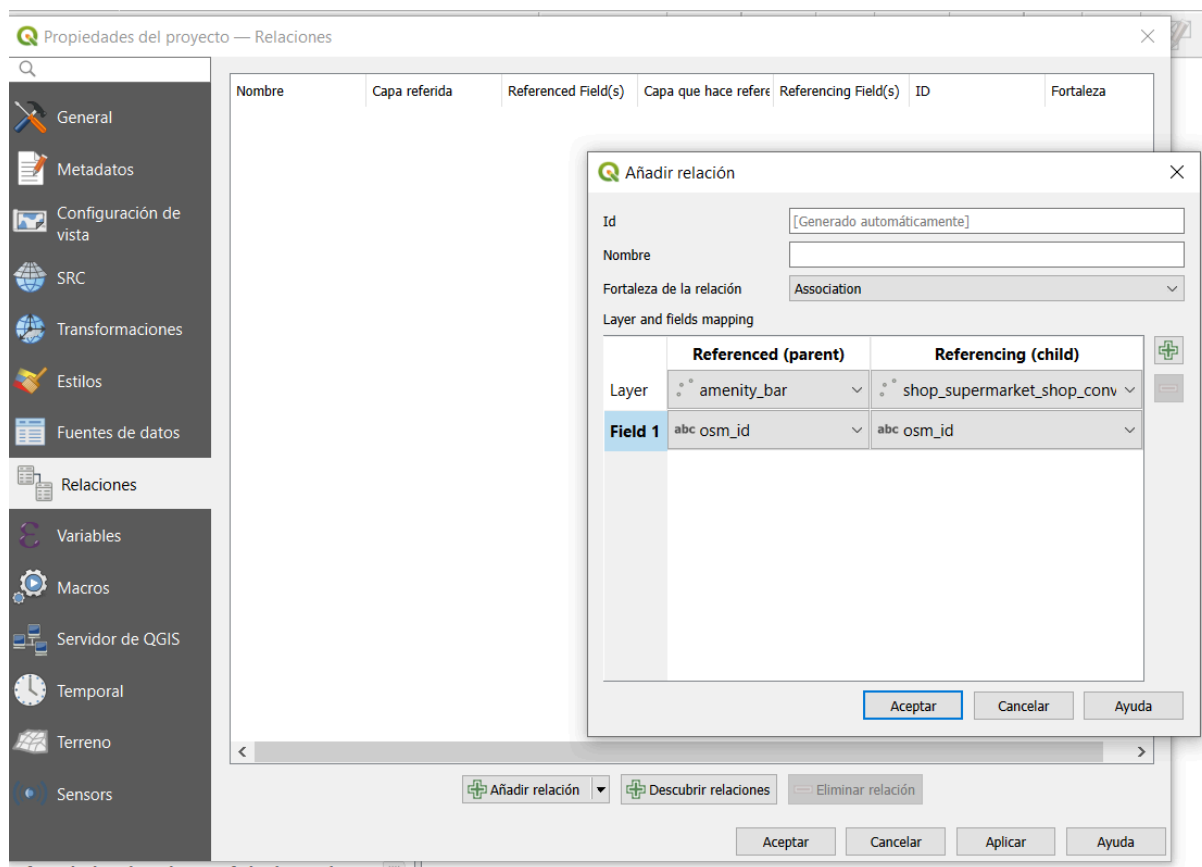


Figura 10. Relación entre tablas. QGIS

Las relaciones de muchos a muchos, por otro lado, exigen el uso de una tabla intermedia para asignar las asociaciones. En consecuencia, al crear una relación de muchos a muchos, se crea automáticamente una tabla intermedia. En la tabla intermedia se asignan los valores de clave principal del origen a los valores de clave externa del destino. Cada fila asocia un objeto de origen a un objeto de destino.

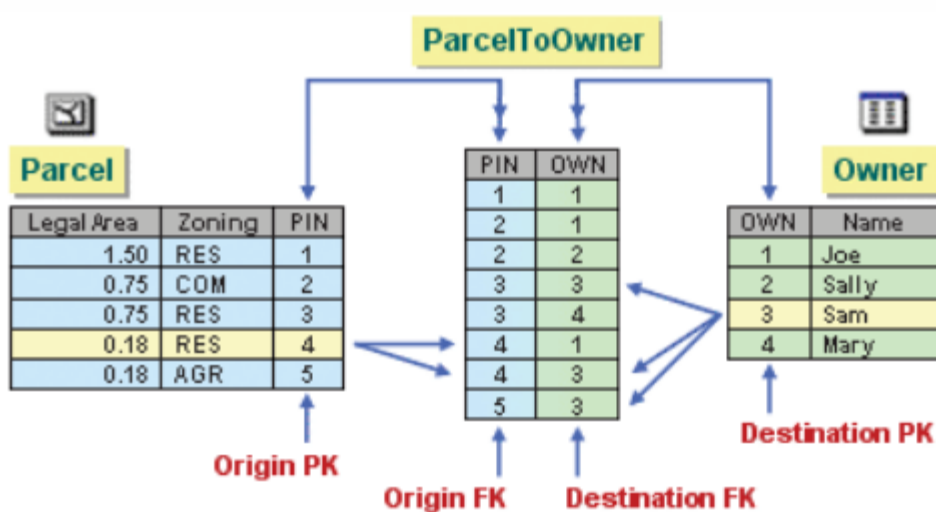


Figura 11. Relación con tabla intermedia.

5. Geocodificación de direcciones

La geocodificación es el proceso que asigna una ubicación (coordenadas) a una dirección. Este procedimiento permite representar espacialmente elementos a partir de su dirección, utilizando sistemas de referencia como latitud y longitud. Si bien a veces se usa como sinónimo de georreferenciación, la geocodificación está centrada específicamente en convertir direcciones en coordenadas.

Un método común para este proceso es la interpolación de direcciones, donde se estiman coordenadas a partir de puntos conocidos (por ejemplo, en los extremos de una calle). La precisión de esto dependerá de las numeraciones y calidad de la capa de calles que se utilice de referencia.

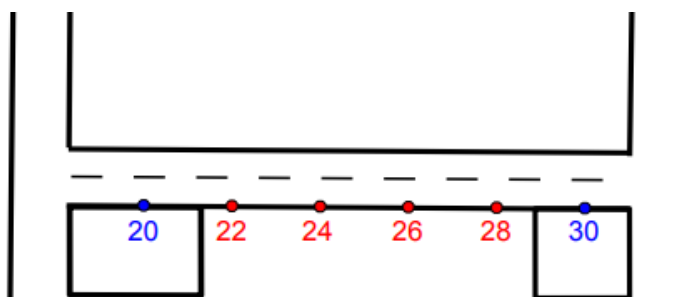


Figura 12. Esquema de interpolación de numeraciones

MMQGIS Plugin

Este complemento permite cargar un listado de direcciones (en archivo CSV codificado en UTF-8) y geocodificarlas de forma automática, ya sea mediante servicios en línea (Google o Nominatim) o usando una capa propia (como un callejero local). Si alguna dirección no puede ser localizada, se registra aparte para su revisión manual.

Pasos para geocodificar:

1. Preparar un archivo CSV con la lista de direcciones que querés convertir en coordenadas. Este archivo debe:
 - a. Usar codificación UTF-8.
 - b. Incluir las siguientes columnas: calle, altura, Dirección, Ciudad, Provincia y País.
2. Ejecutar la geocodificación: abrir el complemento. MMQGIS → Geocode → Geocode CSV with web service.
3. Seleccionar el archivo CSV.
4. Asignar las columnas correspondientes a dirección, ciudad, estado y país.
5. Elegir el servicio web (por defecto: Nominatim; también puede usarse Google, con una API Key).
6. Definir un nombre para el archivo de salida (será una capa vectorial con los puntos geocodificados).
7. Hacé clic en Apply y comenzará el proceso.

Si se trabaja con muchos registros, el proceso puede ser lento o fallar si QGIS no está actualizado. En ese caso, es recomendable dividir el archivo y hacer la geocodificación por lotes.

Otras formas de geocodificación

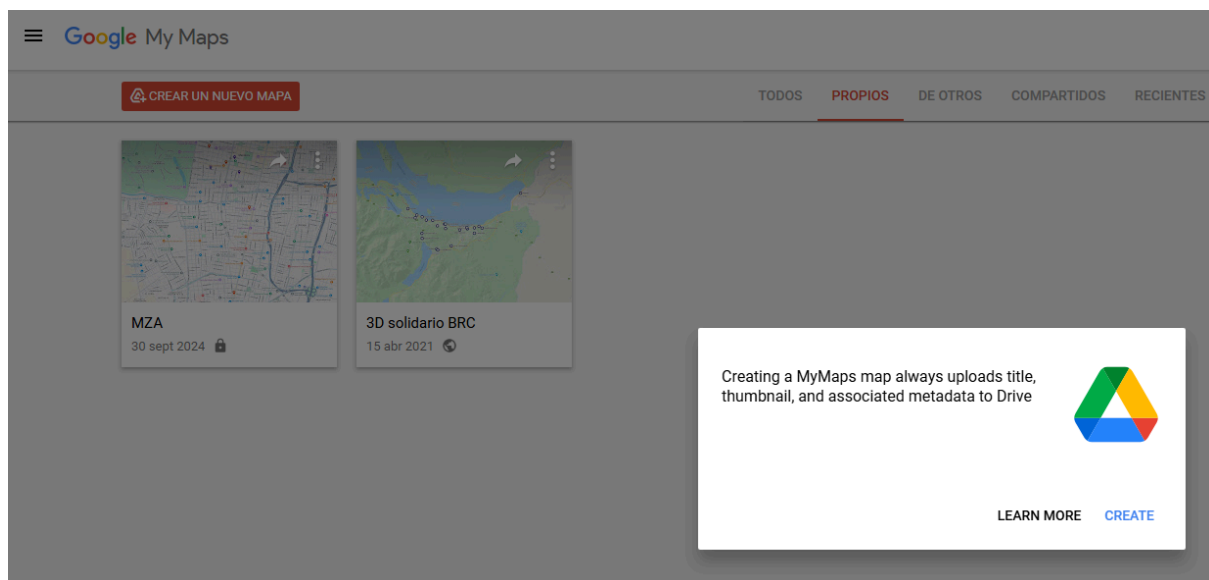
- API de Google Maps: Permite automatizar la geocodificación con gran precisión. Es necesario contar con una clave (API Key) y, si se superan los límites gratuitos, se debe contratar una suscripción paga.



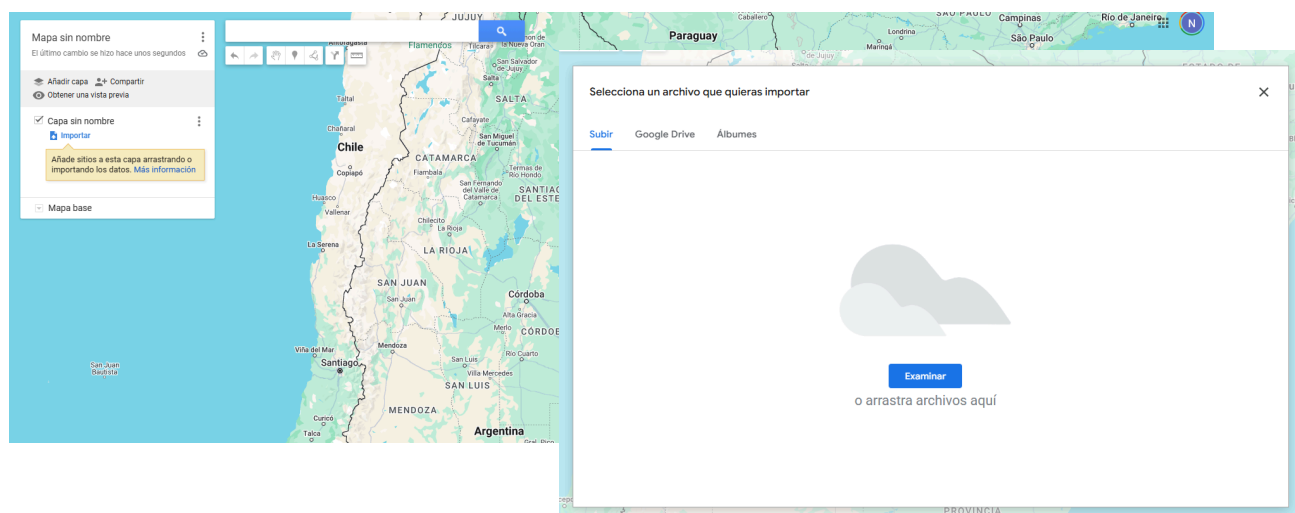
- Localizador propio: Si se dispone de un callejero bien estructurado (con nombres y numeración correctamente normalizados), es posible crear un localizador interno en QGIS y realizar geocodificación sin depender de servicios externos.
- Google My Maps

Una alternativa sencilla y online para geocodificar sin usar QGIS es Google My Maps, que permite cargar un archivo con varias direcciones y las convierte automáticamente en puntos en el mapa. El límite diario es de aproximadamente 2.500 geocodificaciones. Si se necesitan más, se requiere la API Geocoding de Google Maps (paga).

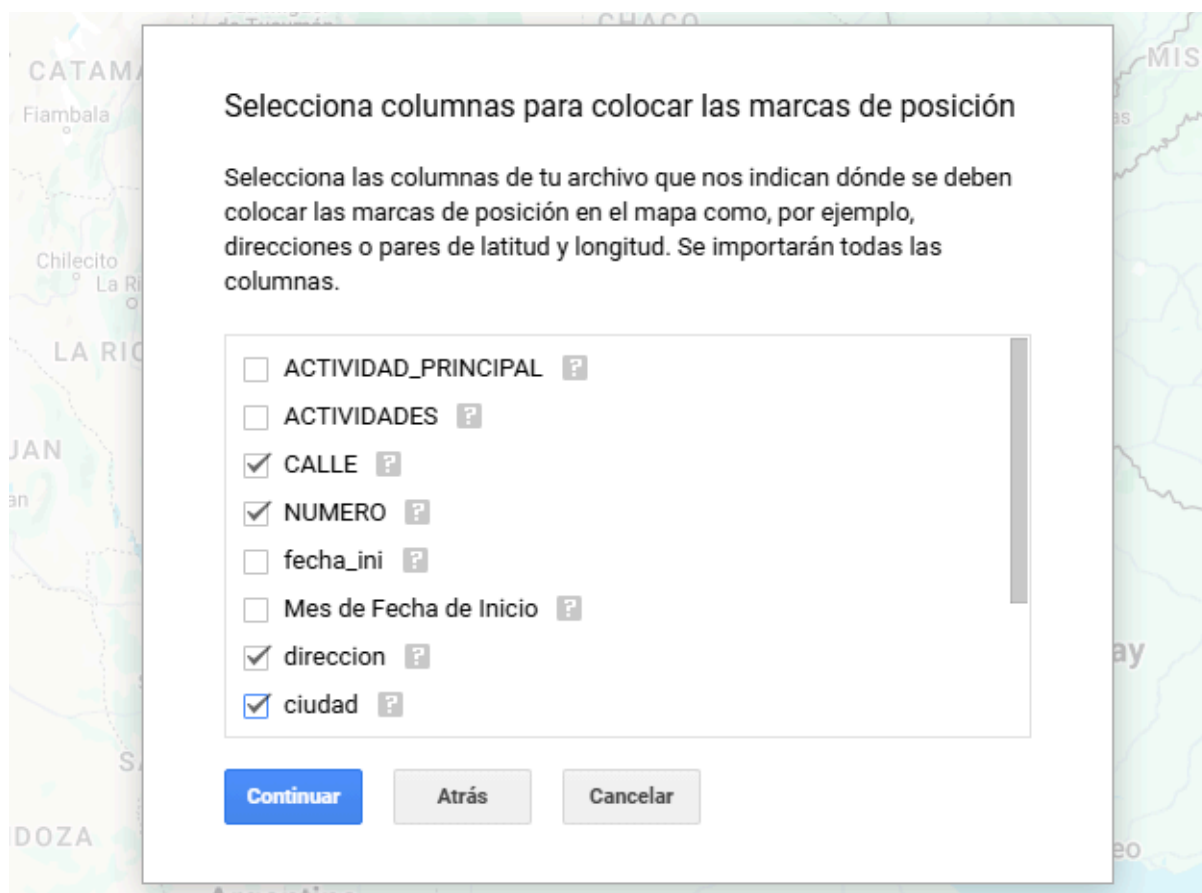
Una vez listo el dataset accedemos a nuestra cuenta de Google [My Maps](https://www.google.com/maps/about/mymaps/) (<https://www.google.com/maps/about/mymaps/>) y creamos un nuevo mapa al que le damos un nombre y una descripción.



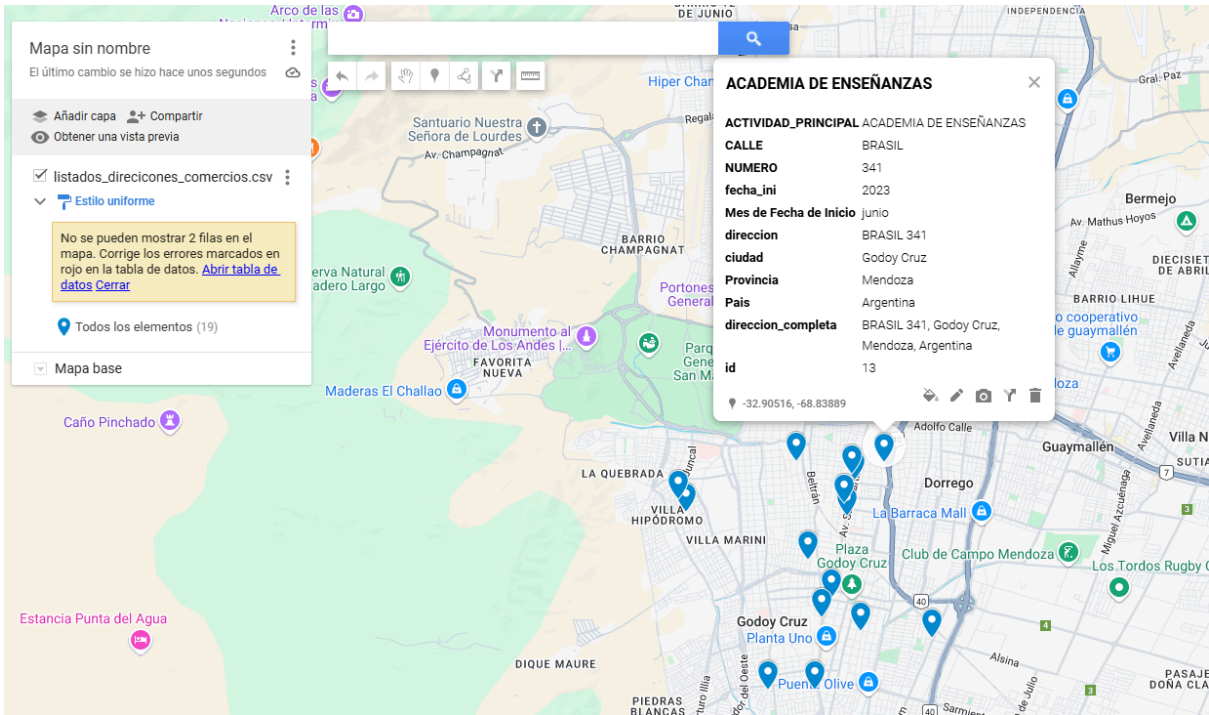
1. Para geocodificar los elementos de nuestro dataset hacemos clic en *Importar* y arrastramos nuestro archivo *nombre.csv*.



En el cuadro de diálogo indicamos que columnas queremos que utilice para añadir los elementos al mapa.



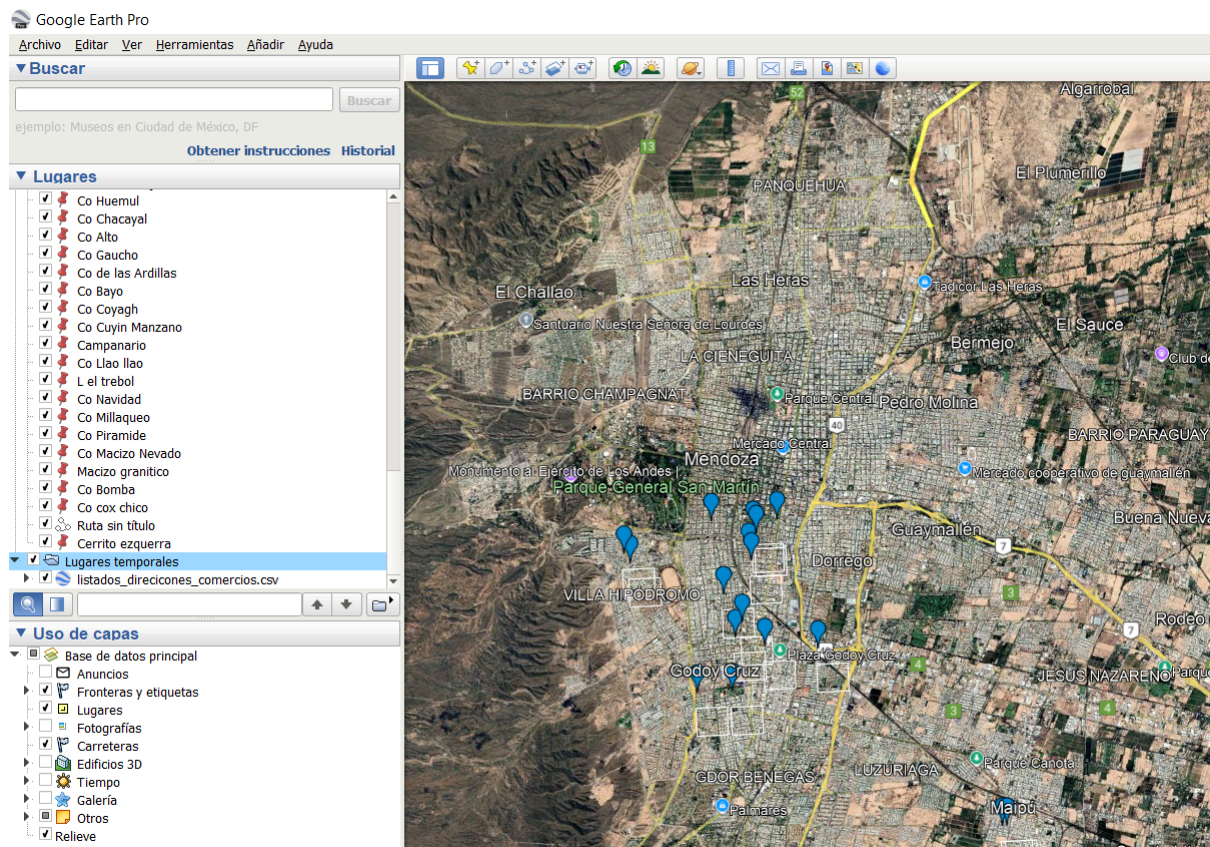
Seleccionamos *Finalizar* y los comercios se habrán geocodificado y aparecerán localizadas sobre el mapa



En la tabla de atributo vemos aquellas direcciones que no se pudieron geocodificar.

listados_direcciones_comercios.csv										
Buscar en la tabla										
	ACTIVIDAD_PRINCIPAL	ACTIVIDADES	CALLE	NUMERO	fecha_ini	Mes de Fecha de Inicio	direccion	ciudad	Provincia	Pais
1	ABONOS, EXPLOTACION	ABONOS, EXPLOTACION	TANDIL	1216	2010	julio	TANDIL 1216	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
2	ABONOS, EXPLOTACION	CULTIV PLANTAS ETC VIVEROS, ABONOS, EXPLOTACION	SIN DATOS	1092	2022	julio	SIN DATOS 1092	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
3	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	25 DE MAYO	938	2013	junio	25 DE MAYO 938	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
4	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	AGUA DEL TORO	390	2006	abril	AGUA DEL TORO 390	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
5	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ALAS ARGENTINAS	2654	2011	febrero	ALAS ARGENTINAS 2654	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
6	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ALVAREZ THOMAS	153	2014	julio	ALVAREZ THOMAS 153	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
7	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ANATOLE FRANCE	449	2000	enero	ANATOLE FRANCE 449	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
8	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	AV. SAN MARTIN	1134	2013	septiembre	AV. SAN MARTIN 1134	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
9	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	AV. SAN MARTIN	1656	2000	enero	AV. SAN MARTIN 1656	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
10	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	AV. SAN MARTIN SUR	98	2010	noviembre	AV. SAN MARTIN SUR 98	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
11	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	BELGRANO MANUEL	131	2017	octubre	BELGRANO MANUEL 131	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
12	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	BELTRAN SUR	423	2006	noviembre	BELTRAN SUR 423	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina
13	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	ACADEMIA DE ENSEÑANZAS	BLANCO ENCALADA	2630	2010	abril	BLANCO ENCALADA 2630	Godoy Cruz	Mendoza	Argentina

Luego puedo abrir el kml en Google Earth.



6. Geocodificación inversa

La geocodificación inversa es el proceso que permite obtener una dirección o un nombre de lugar a partir de una coordenada geográfica (latitud y longitud).

El complemento GeoCoding permite hacer clic sobre una ubicación en el mapa, devuelve la dirección correspondiente.

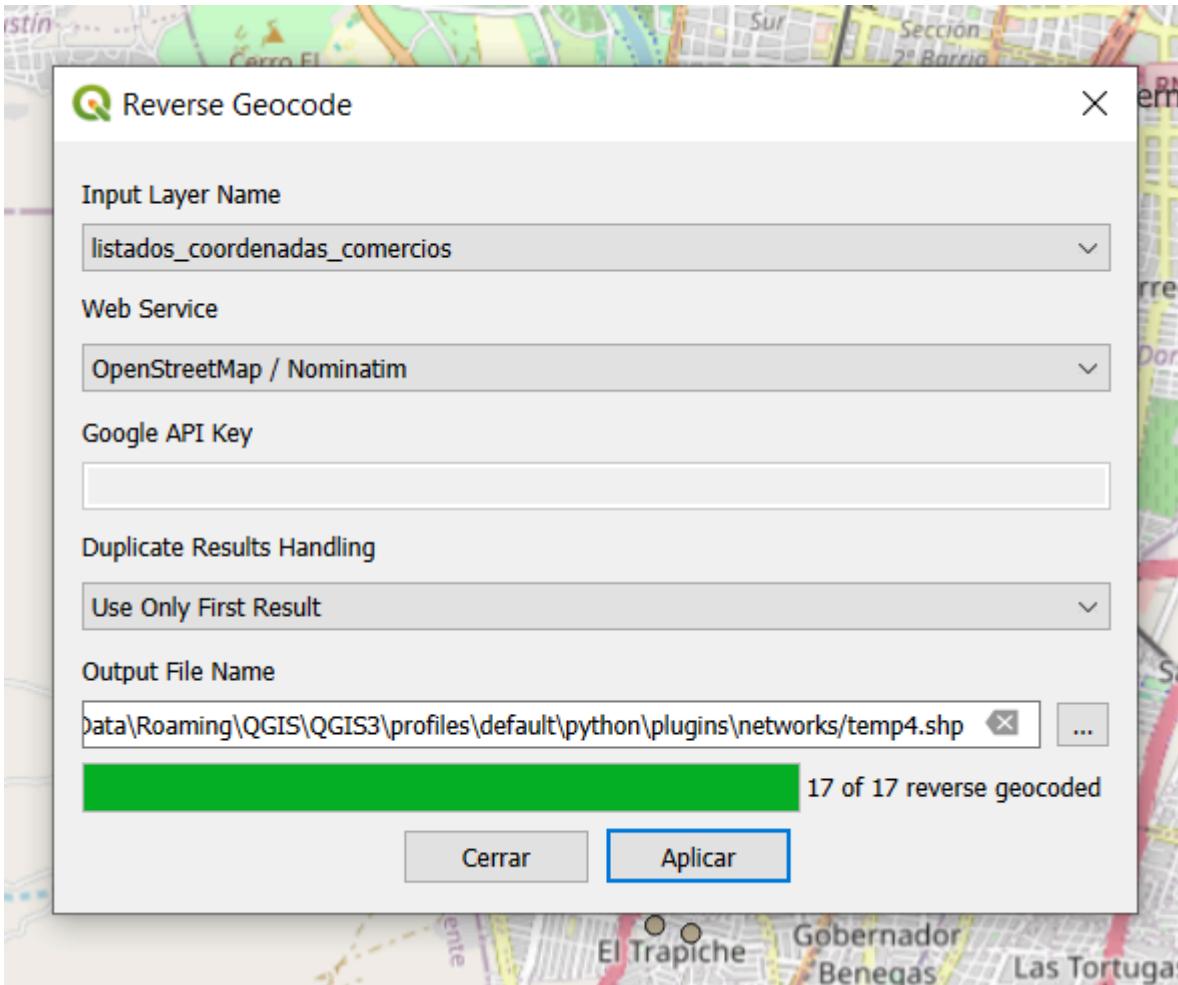
Por defecto utiliza el servicio Nominatim, aunque se puede configurar para trabajar con otros proveedores como Google.

Se usa este complemento cuando se necesita:

- Buscar una dirección específica y ubicarla en el mapa.
- Obtener la dirección asociada a un punto o coordenada.

Para realizar geocodificación inversa, ir a Complementos → GeoCoding y seleccioná la opción "GeoCoding Inverso". Al hacer clic sobre un punto en el mapa

el complemento muestra la dirección correspondiente.



lat	long	ult_n	osm_id	display_na	
-32.914144999...	-68.859539299...	0	264356986	1155, Paso de los Andes, Barrio Villa Hipódromo, Barrio La...	p
-32.907990699...	-68.846615200...	0	264237506	212, Tucumán, Barrio Romairone, Zona Centro Godoy Cruz...	p
-32.937042699...	-68.850650500...	0	263999666	315, Tiburcio Benegas, Barrio Palumbo, Distrito Villa Marini...	p
-32.919819099...	-68.841204300...	0	264388114	526, General Marcos Balcarce, Rincón Arizu, Zona Centro G...	p
-32.919819099...	-68.841204300...	0	264388114	526, General Marcos Balcarce, Rincón Arizu, Zona Centro G...	p
-32.919605300...	-68.841270499...	0	264388114	550, General Marcos Balcarce, Rincón Arizu, Zona Centro G...	p
-32.952556700...	-68.828287500...	0	113528385	Cabo Bartolomé, Barrio Paulo VI, Distrito Las Tortugas, Dep...	h

7. Creación de geometrías desde CSV

En muchos casos, la información espacial no está en formato geográfico, sino como una tabla de datos (como un archivo CSV) que contiene coordenadas (latitud y longitud, o X e Y). Para poder trabajar con esta información en un SIG, necesitamos convertir esas coordenadas en geometrías (normalmente puntos), lo que nos permitirá visualizarla en el mapa.

Para que un archivo CSV pueda ser transformado en geometría, debe contener al menos:

- Dos columnas con coordenadas:
 - X e Y (coordenadas proyectadas) o
 - Longitud y latitud (coordenadas geográficas).
- Un separador válido (coma, punto y coma, tabulación).
- Idealmente, un sistema de referencia de coordenadas conocido (SRC o CRS) por ejemplo, WGS84 (EPSG:4326) si las coordenadas están en grados decimales.
- Preparar el archivo CSV
Abrir QGIS y cargar el CSV
 - Menú: Capa → Añadir capa → Añadir capa de texto delimitado.
 - Buscar el archivo CSV.
- Configurar la importación
 - Seleccioná el campo X (longitud).
 - Seleccioná el campo Y (latitud).
 - Indicar el tipo de geometría: Punto.
 - Definir el sistema de coordenadas (ej: WGS 84 - EPSG:4326).

El CSV ya aparece como una capa con geometría y ya se puede guardar.

Si los puntos "aparecen en el océano", es probable que haya un error en las coordenadas (por ejemplo, campos invertidos, signos mal puestos otro SRC).

6. Bibliografía de referencia

Proyecto QGIS. (s. f.). *Documentación oficial de QGIS 3.34*.

https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user_manual/index.html

Proyecto QGIS. (s. f.). *QGIS 2.14 Guía del usuario*.

<https://ubuntugis.qgis.org/qgisdata/QGIS-Documentation-2.14/live/html/pdf/es/QGIS-2.14-UserGuide-es.pdf>

Proyecto QGIS. (s. f.). *Selección de entidades vectoriales*.

https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectorselection.html

Acolita. (s. f.). *Operaciones básicas con tablas en QGIS 3*. Recuperado de

<https://acolita.com/operaciones-basicas-con-tablas-en-qgis-3/>

Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica* (Versión revisada el 16 de octubre de 2014).

MMQGIS. (s. f.). *Complemento para QGIS*. Recuperado de

<https://michaelminn.com/linux/mmqgis/>

MappingGIS. (2017). *Geocodificar direcciones con Google My Maps*. Recuperado de

<https://mappinggis.com/2017/07/geocodificar-direcciones-google-my-maps/>

Google Developers. (s. f.). *Geocodificación en Google Maps Platform*. Recuperado de

<https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview?hl=es-419>

Esri. (s. f.). *Spatial relationships (GeoAnalytics)*. Recuperado de

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/geoanalytics-desktop/spatial-relationships-gapro.htm>

Esri. (s. f.). *Propiedades de clases de relación*. Recuperado de

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/relationships/relationship-class-properties.htm>

QGIS AVANZADO

Cuadernillo 3

Calidad y validación de geometrías



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MINISTERIO GOBIERNO, INFRAESTRUCTURA
Y DESARROLLO TERRITORIAL
Subsecretaría de Infraestructura y Desarrollo Territorial
Dirección de Planificación



ÍNDICE

Corrección y validación de geometrías

- 1. De la calidad de datos
- 2. Geometrías múltiples
- 3. Geometría dividida en partes
- 4. Validación de geometría

Topología

- 5. Fundamentos de Topología
- 6. Comprobador de topología y de geometría
- 7. Corregir geometrías
- 8. Autoensamblado
- 9. Bibliografía de referencia



OBJETIVO

Identificar, corregir y validar geometrías espaciales, así como aplicar principios de topología en datos geoespaciales, asegurando la calidad e integridad de la información geográfica.

1. De la calidad de datos

La precisión y fiabilidad de los datos impactan directamente en la calidad de los resultados y visualizaciones. Una regla simple es que si los datos son de mala calidad los resultados serán de mala calidad.

No importa qué tan innovador sea un análisis o herramienta, si se parte de datos erróneos, los resultados serán igualmente incorrectos. En este sentido, evaluar la calidad de los datos antes de usarlos es fundamental.

La norma internacional ISO 19157 define cómo describir, medir y documentar la calidad de los datos geográficos. No impone estándares técnicos de calidad, sino que estructura la forma de evaluarla y comunicarla.

La calidad de un dato espacial está determinada por varias características; los principales componentes que definen la calidad de un dato geoespacial son:

1.Exactitud posicional

Indica qué tan precisa es la ubicación del objeto representado. Se refiere a la diferencia entre la posición real y la registrada, es decir, qué tan cerca están las coordenadas registradas del lugar real.

Es importante diferenciar:

Precisión: nivel de detalle con el que se mide.

Exactitud: qué tan cerca está el valor registrado del valor real.

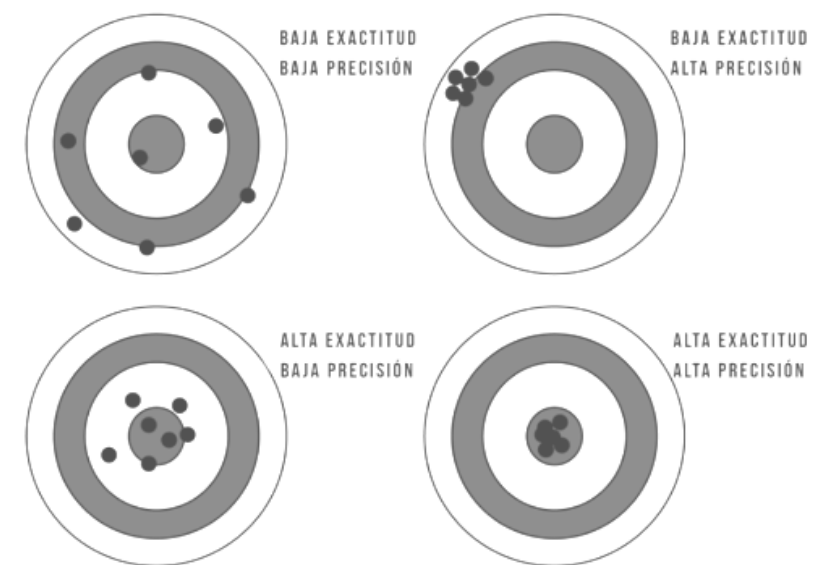


Figura 1. Diferencia entre precisión y exactitud. A y B precisión elevada. B y D exactitud alta.

2.Exactitud temática o de atributos

Se refiere a la fidelidad de los valores asociados a los objetos espaciales. Que tengan lógica, es decir qué tan correctos son los valores de los atributos.

3.Completitud

Hace referencia a si todos los elementos relevantes fueron incluidos. Si falta información (omisiones, valores ausentes o nulos) o si hay datos duplicados.

4.Calidad temporal

Como los datos representan una realidad que cambia con el tiempo, se trata de conocer qué tan precisas son las fechas o períodos registrados. En relación a la dinámica de cada capa de información es importante adecuar los procesos para tener la información actualizada.

5.Procedencia

Conocer el origen de los datos y los procesos aplicados para generarlos es esencial para evaluar su confiabilidad y tener un registro de su trazabilidad.

6.Consistencia lógica

Coherencia interna de las estructuras de datos (tipos de datos), relación de sus geometrías (topología) y atributos.

2. Geometrías múltiples

Existen casos donde una misma entidad puede estar compuesta por varias geometrías. A esto se le llama geometría múltiple.

Es decir, una entidad multiparte se trata como un único objeto con un solo registro de atributos

Por ejemplo:

- Una isla formada por varios islotes → **multipolígono**
- Una ruta que está interrumpida en distintos tramos → **multilínea**
- Un grupo de árboles representados por un solo registro → **multipunto**

Las geometrías múltiples permiten representar entidades complejas como un solo objeto, manteniendo la relación temática unificada.

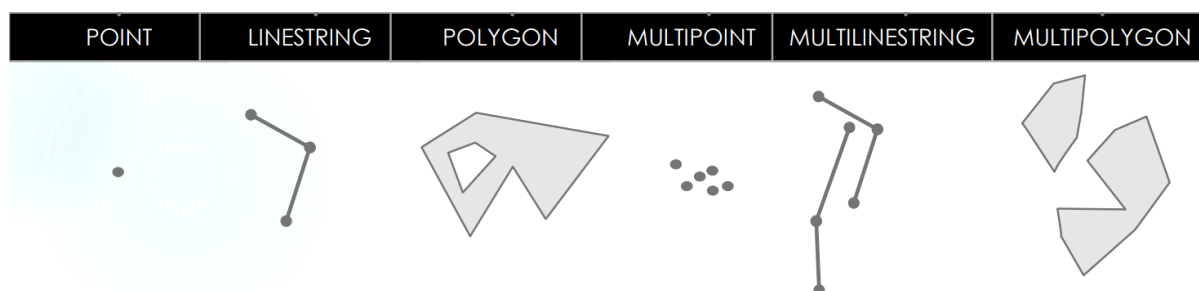
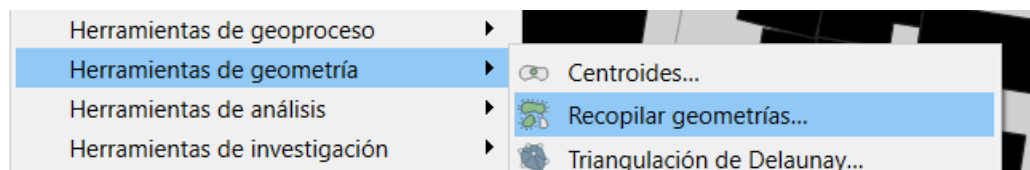


Figura 2. Geometrías simples y múltiples.

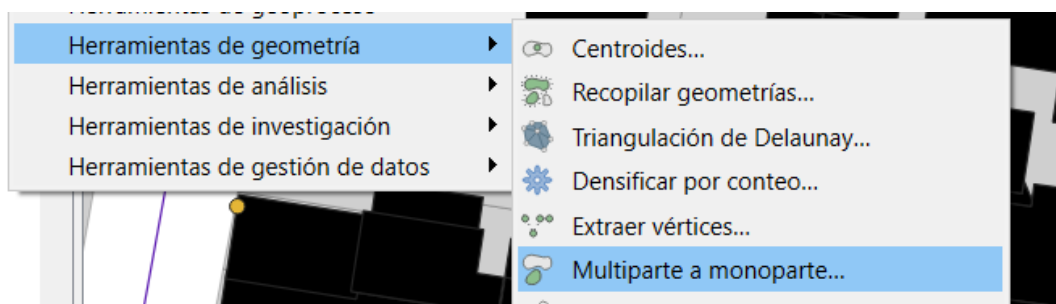
3. Geometría dividida en partes

En QGIS es posible convertir geometrías entre simples y múltiples, según las necesidades del análisis o la organización de los datos.

- De simple a múltiple: se puede usar la herramienta Recopilar geometrías, que agrupa varias entidades en una única geometría multiparte. Esto es útil, por ejemplo, si una institución (como una escuela o plaza) ocupa varias parcelas contiguas y se desea representarlas como un solo objeto.



- De múltiple a simple: con la herramienta Multiparte a monoparte, se separa una geometría multiparte en varias entidades simples, una por cada parte.



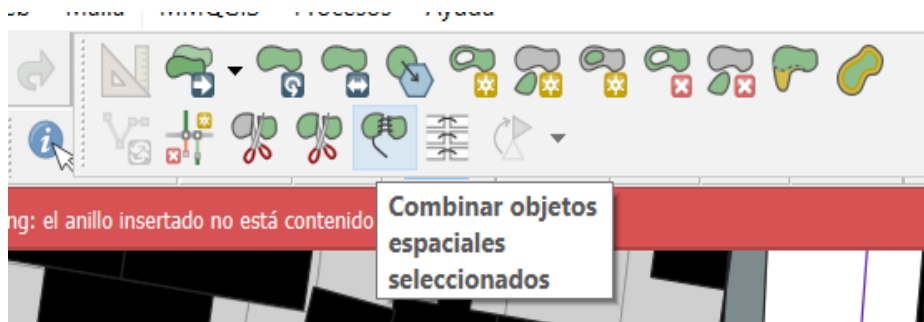
Estas conversiones afectan solamente la geometría. La tabla de atributos mantiene el registro de la entidad que seleccione.

En muchos casos, un mismo objeto (como un lago, una plaza o una ruta) aparece dividido en varias partes dentro de una capa vectorial. Esto puede deberse a cuestiones técnicas (como el corte por hojas cartográficas) o a errores en la digitalización.

Para resolver o trabajar con estos casos, es clave entender cómo unir, dividir o reconstruir geometrías según lo que necesite el análisis. Se pueden usar las siguientes herramientas:

¿Qué hacer si quedan líneas internas visibles? (Figura 3)

- Activar el modo edición
- Seleccioná las geometrías a unir
- Herramientas de edición → Combinar objetos espaciales seleccionados



- Guardar edición

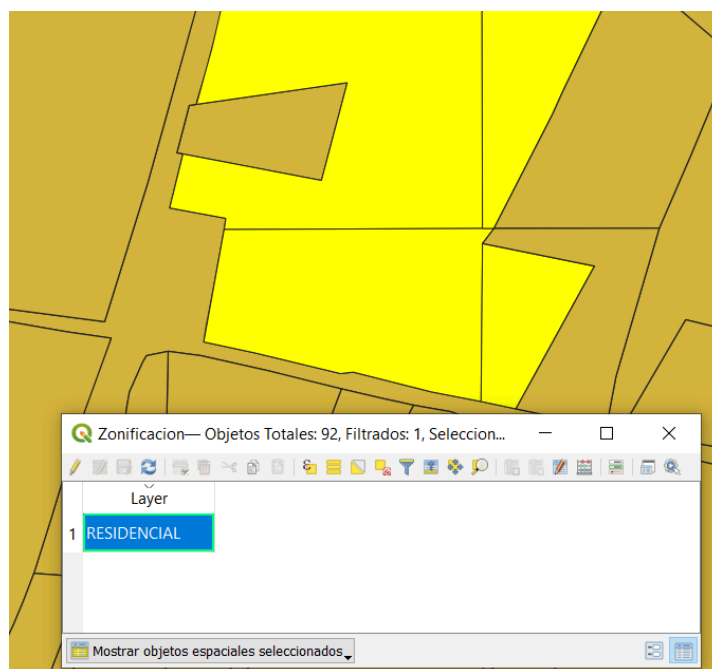


Figura 3. Geometría multiparte

En algunos casos, una entidad puede estar compuesta por varias partes (una geometría multiparte), pero para ciertos análisis o tareas de edición es más útil trabajar con cada parte como una entidad individual.

Por ejemplo: Un conjunto de parcelas unidas que representan ejes con una normativa especial. Para dividir estas geometrías en partes independientes, podemos utilizar la herramienta Multiparte a monoparte.

- Vectorial > Geometría > Multiparte a monoparte

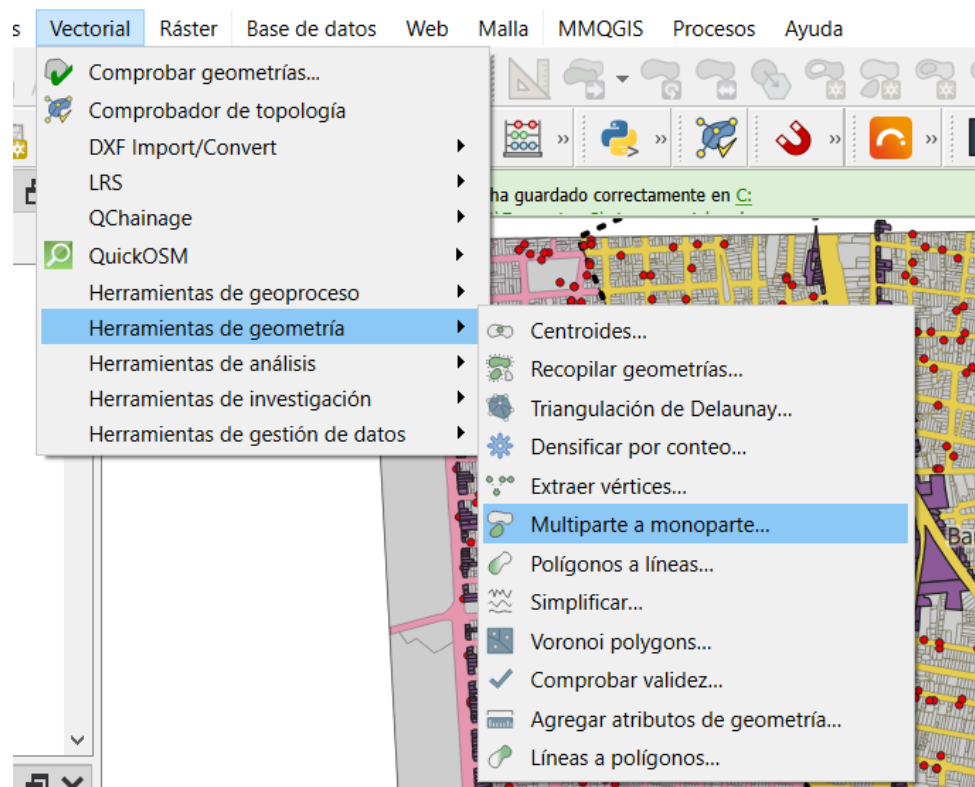


Figura 4. Interfaz de QGIS

4. Validación de geometría

En los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la calidad de los datos espaciales es fundamental para garantizar resultados precisos y confiables en cualquier análisis o modelado territorial. Uno de los aspectos clave de esta calidad es la integridad geométrica, que se refiere a la correcta construcción y representación de las geometrías espaciales.

Las geometrías pueden presentar errores como polígonos con agujeros no válidos, líneas que se cruzan, vértices duplicados, geometrías que se autointersectan o multipartes incorrectas, entre otros. Estos errores no solo afectan la visualización, sino que también pueden afectar la precisión de análisis espaciales, cálculos de área, topología y otros procesos geoespaciales.

El proceso de validación es la operación de la topología que chequea que todos los elementos del mapa (puntos, líneas y polígonos) cumplen con las reglas anteriormente definidas y crea un registro de cada uno de los errores detectados.



Figura 5. Errores de un mapa digitalizado. Quelle: Laurini & Thomson

Algunos de los errores más comunes son:

- Polígonos mal cerrados o con huecos entre bordes: generan vacíos o áreas sin definir correctamente.
- Polígonos superpuestos: dos o más polígonos ocupan el mismo espacio, lo que puede generar duplicidades o inconsistencias.
- Undershoots (subalcances): líneas que deberían conectarse, pero quedan cortas, sin alcanzar su punto de unión (Figura 6)



Figura 6. Errores subalcance (1) y sobrealcance (2)

- Overshoots (sobrealcances): líneas que se extienden más allá del punto donde deberían conectarse con otra (Figura 6)
- Slivers (astillas): pequeñas áreas residuales que surgen cuando los bordes de dos polígonos no coinciden exactamente. Suelen producirse por errores al digitalizar o al hacer geoprocesos sin tolerancia de ajuste.

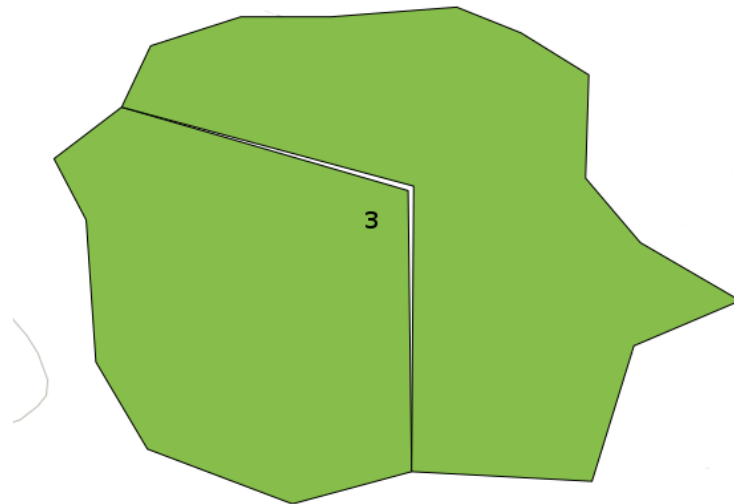


Figura 7. Error de astillas

- Nodos colgados: extremos de líneas que no están conectados a ninguna otra geometría. Son válidos en casos específicos, como calles sin salida o ramales únicos.

5. Fundamentos de Topología

La topología es una rama de las matemáticas que estudia las propiedades espaciales de los objetos que no cambian aunque se deformen, siempre que no se separen. Estas propiedades se expresan como relaciones espaciales entre objetos geográficos, describiendo cómo se conectan, se tocan o se contienen mutuamente (Ver cuadernillo 2).

Si los predicados espaciales son condiciones o expresiones usadas para consultas,

análisis o selección de datos espaciales, la topología son reglas o restricciones internas que definen cómo deben relacionarse esos datos.

Estas reglas internas del modelo de datos se basan en la relación espacial entre entidades vectoriales (puntos, líneas y polígonos) y son fundamentales para asegurar la calidad, consistencia y precisión de los datos.

Las propiedades topológicas básicas que se aplican incluyen:

- **Adyacencia:** Dos objetos que comparten una frontera común, como polígonos vecinos.
- **Cercamiento:** La proximidad o vecindad entre objetos.
- **Conectividad:** La forma en que las entidades están unidas, como intersecciones de líneas o nodos comunes.
- **Desembocadura:** Puntos donde un objeto termina o se conecta con otro, por ejemplo, una calle secundaria que desemboca en una calle principal.

A diferencia de los CAD, los SIG integran estructuras topológicas para administrar la conectividad y relaciones espaciales, mientras que CAD se enfoca en la forma sin mantener relaciones espaciales.



Figura 8. Relaciones espaciales

La topología no solo facilita la representación correcta sino que es útil para:

- Detectar y corregir errores de digitalización, como líneas que no se conectan correctamente en una intersección o polígonos que se superponen o tienen espacios vacíos entre ellos.
- Realizar análisis espaciales complejos, como análisis de redes (planificación de rutas, flujo de tráfico), mediciones precisas de áreas y perímetros, y modelado de relaciones espaciales.
- Mantener bases de datos geográficas consistentes y evitar duplicaciones o inconsistencias que pueden generar resultados erróneos en estudios posteriores.

Topología de nodos y bordes

- La unidad básica son los bordes (líneas) formados por una serie de puntos.
- Cada borde tiene un nodo inicial y un nodo final, que son puntos donde dos o más bordes se conectan.
- Los nodos sirven como puntos relacionales para realizar análisis espaciales, como buffers o conexiones de red.

Topología de polígonos

- Un polígono está formado por uno o más bordes cerrados.
- Puede incluir "agujeros" internos denominados polígonos isla.
- La topología permite relacionar los polígonos entre sí y evitar la duplicación de bordes en la base de datos, asegurando consistencia espacial.

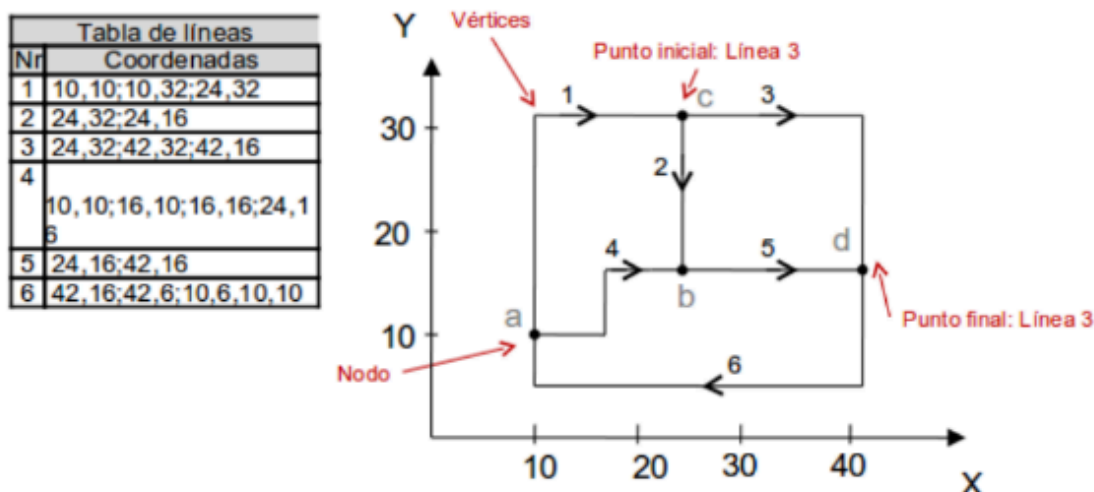


Figura 9. Topología de líneas

Los polígonos se forman mediante líneas cerradas donde el nodo inicial y final coinciden, y deben tener al menos dos vértices para formar una superficie. Los polígonos vecinos tienen líneas idénticas.

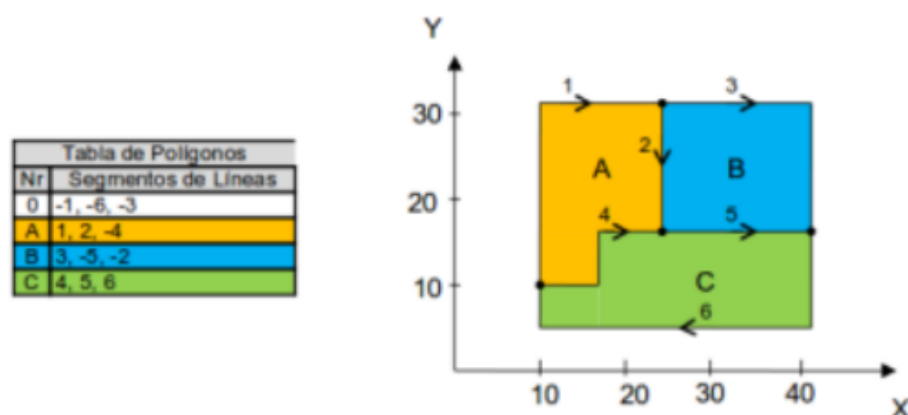


Figura 10. Topología de polígonos

Con el uso de estructuras topológicas para polígonos, se busca evitar la duplicación de líneas límite entre polígonos individuales y reducir problemas de consistencia al realizar modificaciones.

En lugar de almacenar cada polígono como un recorrido lineal cerrado, las superficies se construyen a partir de segmentos compartidos, definidos una sola

vez. Este enfoque permite almacenar las líneas límite una sola vez, en lugar de duplicarlas en cada polígono adyacente, favoreciendo la integridad topológica y el uso eficiente del almacenamiento

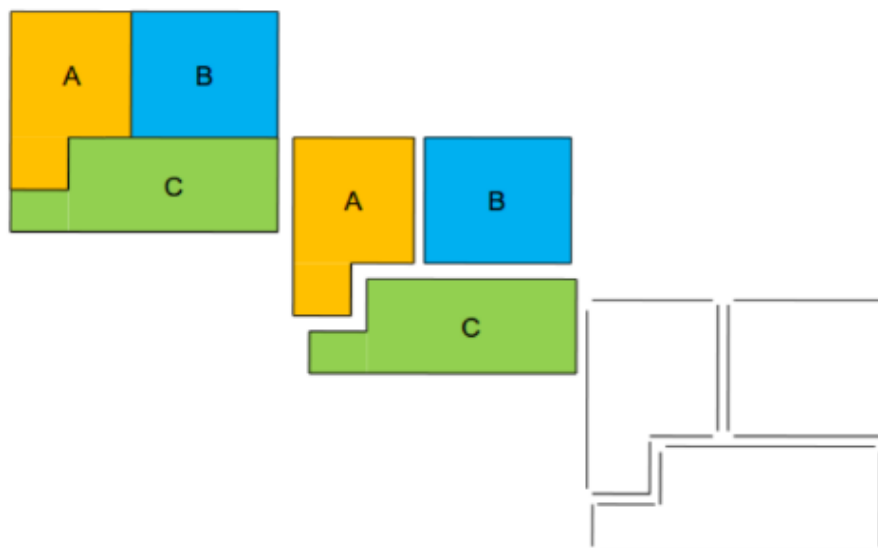


Figura 11. Topología de polígonos

Las reglas topológicas permiten validar que cada una de las reglas que han sido establecidas, se cumple en todos y cada uno de los elementos que participan en la topología.

Topología de red

Las líneas pueden organizarse de manera estructurada para formar redes, no solo representando objetos lineales individuales, sino también modelando sistemas de flujo como el tráfico vehicular, el transporte público, ríos, redes eléctricas o de agua.

Una red se compone de líneas conectadas (bordes) que enlazan nodos (puntos de conexión), permitiendo simular cómo se mueven objetos o flujos a lo largo de ellas. Esto se basa en una implementación de grafos, donde la geometría se complementa con información estructural.

Tipos comunes de estructuras de red:

- Red mallada (mesh): Múltiples caminos posibles entre nodos. Alta conectividad y redundancia.

Red tipo estrella (hub and spoke): Los nodos periféricos (como A y B) se conectan a través de un nodo central (Z, el hub). No existe conexión directa entre los extremos.

- Red lineal: Conexiones secuenciales, útil para modelar rutas o líneas de producción.

- Red dendrítica o en árbol: Estructura jerárquica, típica de redes de distribución como ríos o tendidos eléctricos.

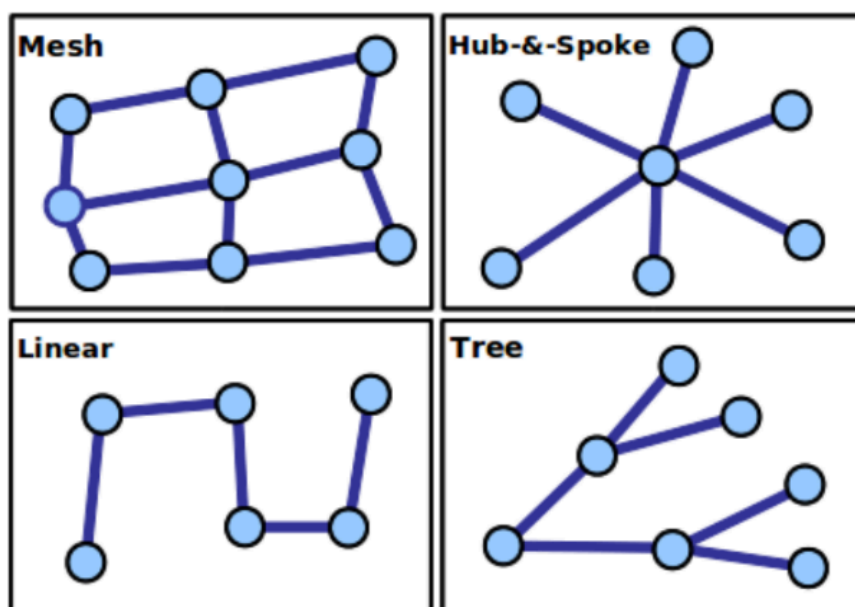


Figura 12. Topología de red

Los componentes de la topología de red son:

- Tabla de nodos: Registra cada punto de intersección o extremo.
- Tabla de bordes: Contiene las líneas con atributos asociados y las referencias a sus nodos inicial y final.

Cada borde se define por los nodos que conecta, los cuales pueden indicarse con valores positivos (entrada) o negativos (salida), dependiendo del sentido del flujo.

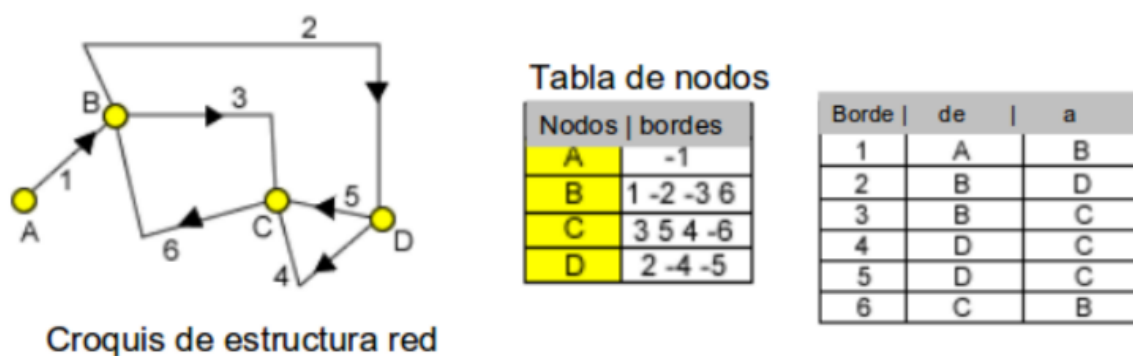


Figura 13 Topología de red

Los nodos están indicados con letras mayúsculas, los bordes con números; las aristas que salen de un nodo, tienen un valor negativo, las que entran tienen un valor positivo.

6. Comprobador de topología

Para asegurar la integridad topológica se puede utilizar la herramienta llamada comprobador de topología. Esta permite definir reglas topológicas (como que los polígonos no se superpongan o que las líneas se conecten adecuadamente) y verificar que los datos las cumplan. Cada vez que una de estas reglas no se respeta, el comprobador genera un registro de error, lo que permite identificar rápidamente las inconsistencias, revisarlas y corregirlas.

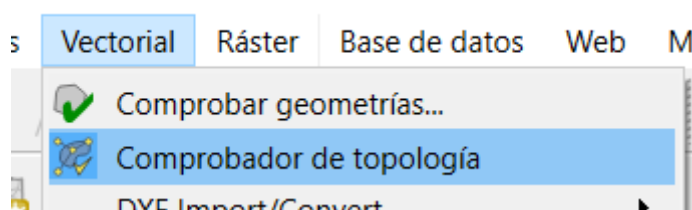
Para acceder al comprobador de topología en QGIS, primero se debe activar el complemento desde el menú:

Complementos > Administrar e instalar complementos > Comprobador de topología.



Complemento Comprobador de Topología

Una vez habilitado, la herramienta estará disponible en:
Vectorial > Comprobador de topología



Desde el botón Configurar, se accede a la definición de las reglas topológicas que se aplicarán sobre las capas seleccionadas. Una vez establecidas, el panel presenta dos botones importantes:

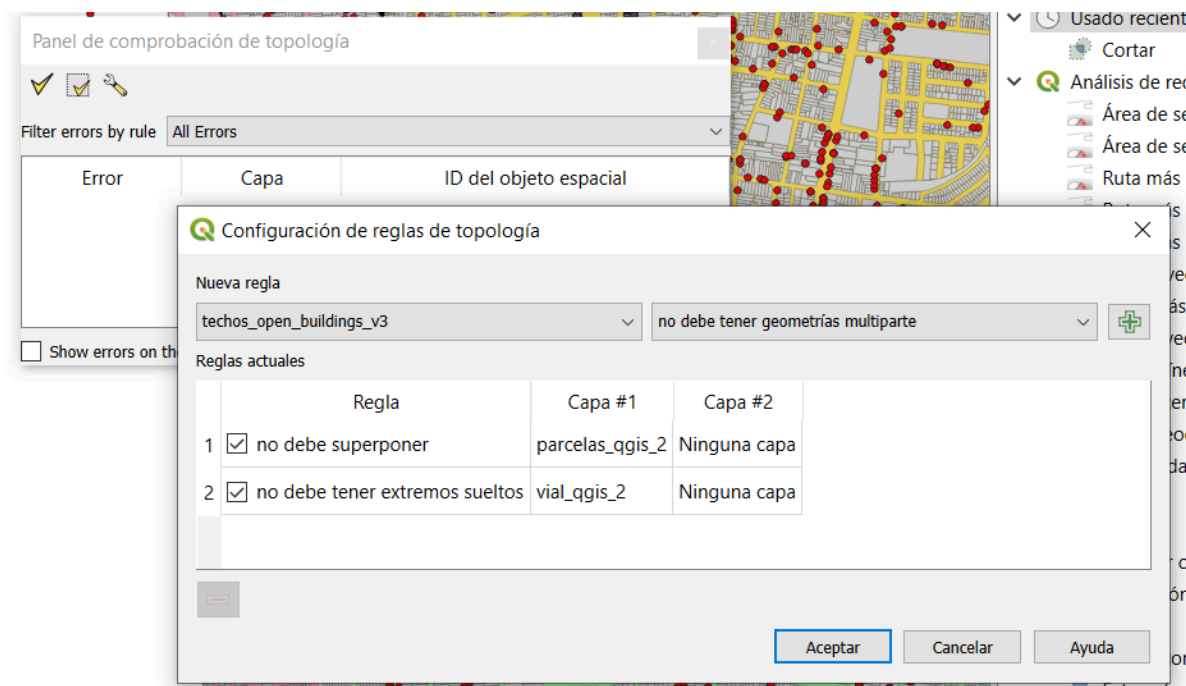


Figura 14. Configuración del comprobador de topología

- Validar todo: analiza las reglas topológicas en todas las capas del proyecto, independientemente de la vista actual.
- Validar extensión: verifica solo los elementos visibles en la extensión actual del mapa, acelerando el proceso en proyectos grandes.

Al ejecutar la validación, el panel muestra los errores detectados agrupados por tipo.

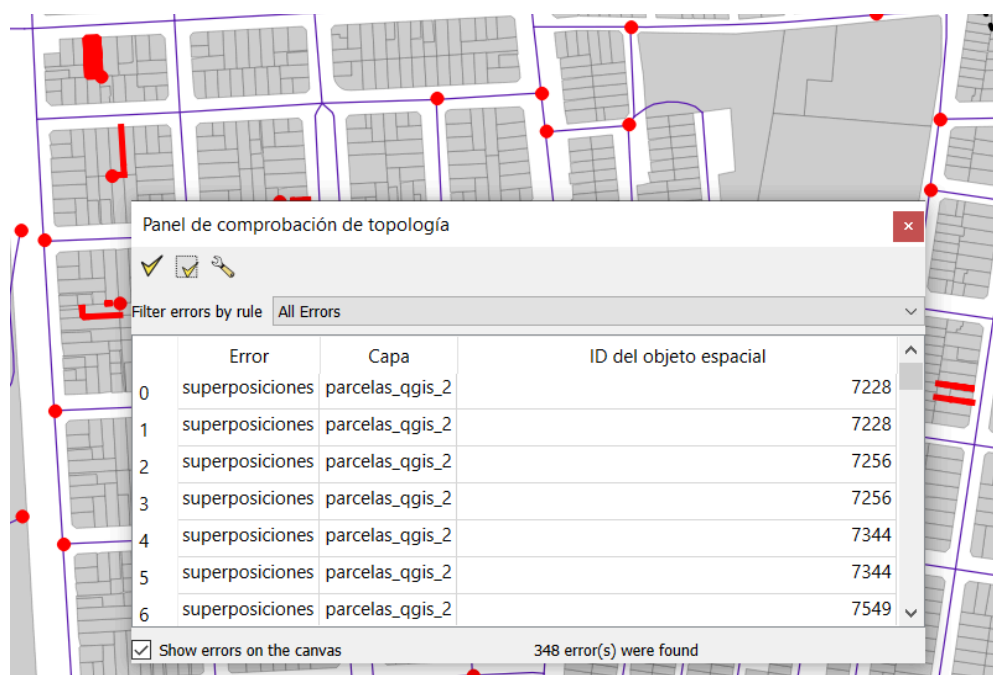


Figura 15. Resultado del comprobador de topología

Al hacer clic en un error, QGIS hace zoom automáticamente a su ubicación para facilitar su corrección.

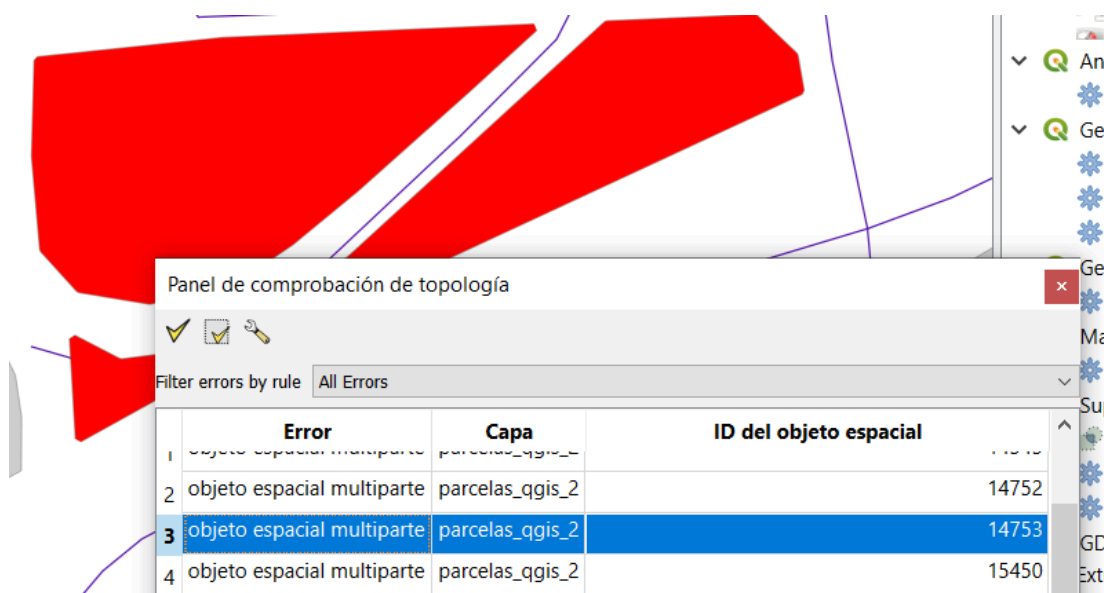


Figura 16. Zoom al resultado del comprobador de topología

Para solucionar los errores topológicos se recomienda activar las opciones de autoensamblado (snapping), lo que asegura que las geometrías se conecten con

precisión al editar. El snapping a vértices o segmentos permite ajustar los nuevos elementos a los ya existentes, evitando undershoots, overshoots y otras inconsistencias comunes.



El Comprobador de Topología permite detectar las inconsistencias en las relaciones entre capas diferentes (p.ej., que un punto esté “dentro” de un polígono, que líneas se toquen, etc.).

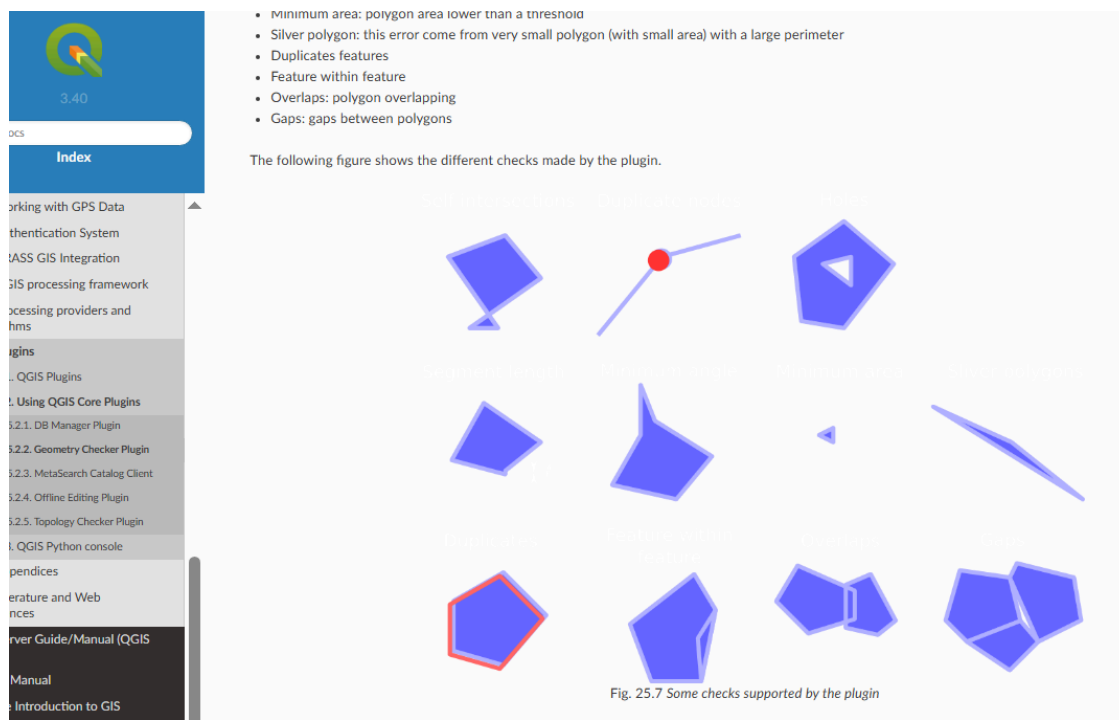


Figura 17. Topología en manual de QGIS

Comprobador de geometría

Otra herramienta es el comprobador de geometría, esta herramienta solo revisa la integridad de cada capa individual (p.ej., eliminar huecos, vértices duplicados, polígonos superpuestos, etc.) y en muchos casos ofrece correcciones automáticas. La diferencia con la herramienta anterior es que aquella nos permite establecer reglas entre diferentes capas de información.

Se accede desde menú Vectorial > Comprobador de geometría.

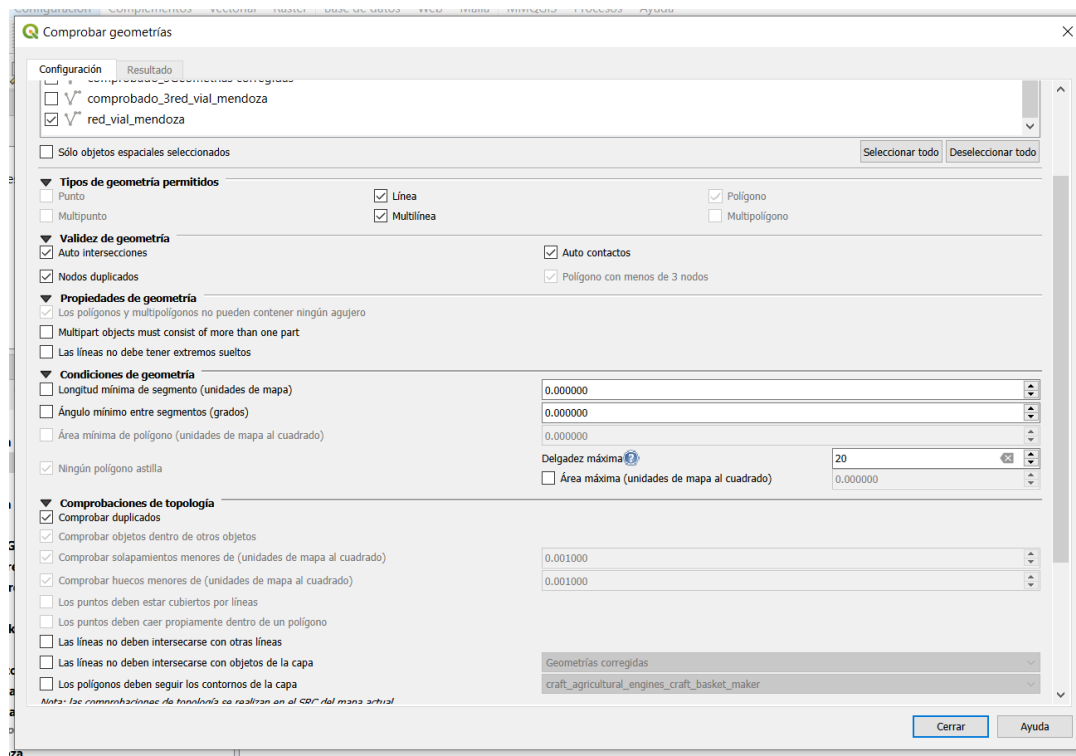


Figura 18. Comprobador de geometría

Pasos para la comprobación de geometría:

- Seleccionar la capa a validar.
- Elegir qué tipos de validación (errores) buscar.
- Clic en “Comprobar” para iniciar el análisis.
- Ver resultados

La pestaña “Resultado” muestra una tabla con un error por fila. Cada fila incluye:

- Nombre de la capa.
- ID de la entidad/registro.
- Tipo de error encontrado.
- Valor asociado (por ejemplo, longitud de segmento o área detectada).
- Estado de “resolución” (si ya fue corregida o no).
- Se genera automáticamente una capa nueva.

Inspección y corrección

- Haciendo clic en cualquiera de las filas de la tabla se hace Zoom al error
- Para corregir errores: hay dos opciones:
 - Resolución predeterminada: Se aplicará automáticamente la solución más común (por ejemplo, unir un polígono pequeño con el vecino más grande).
 - Solicitud de método de resolución: Se mostrará un cuadro de diálogo para escoger entre distintas alternativas, como:
 - Unir con el polígono vecino que comparte el borde más largo.
 - Unir con el polígono vecino de mayor área.
 - Unir con el polígono vecino que tenga el mismo valor de atributo
 - No acción (dejar el error para corregirlo manualmente más adelante).

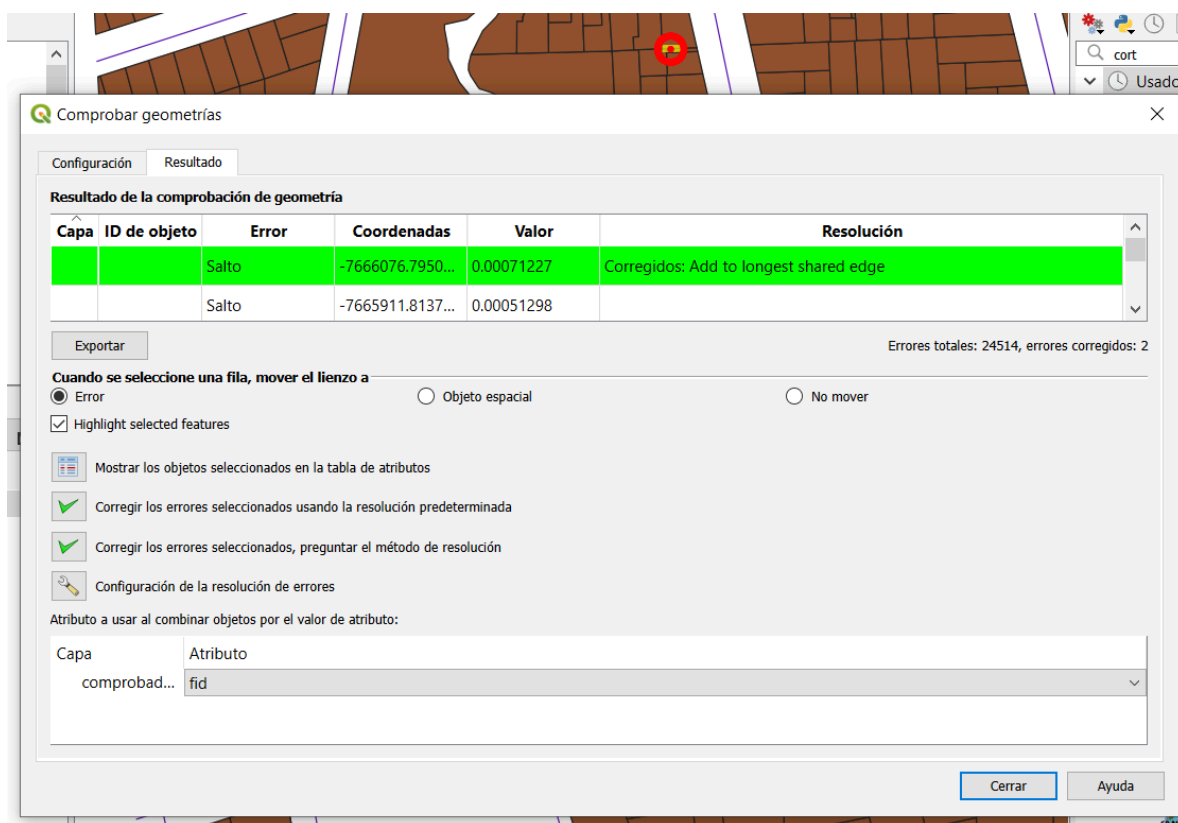


Figura 19. Comprobador de geometría - Resultados

Cada vez que se confirma una corrección, el contador en la parte inferior de la ventana se actualiza, mostrando el número de errores totales detectados y el

número de errores ya corregidos.

Al finalizar la comprobación, se puede exportar la tabla de resultados a varios formatos (CSV, GeoPackage, Shapefile, etc.) para documentar o compartir.

7. Corregir geometrías

Existen una herramienta adicional para trabajar con la integridad de las geometrías: “Corregir geometrías” (Fix Geometries), que se encarga de reparar automáticamente los errores más comunes que hacen que una geometría sea inválida según las reglas de GEOS/OGR.

Es una solución rápida y sencilla para resolver problemas que impiden ejecutar ciertos geoprocursos. Por ejemplo, si al aplicar una herramienta aparece un mensaje de error indicando que una geometría no es válida, “Corregir geometrías” puede utilizarse para resolverlo y permitir la operación.

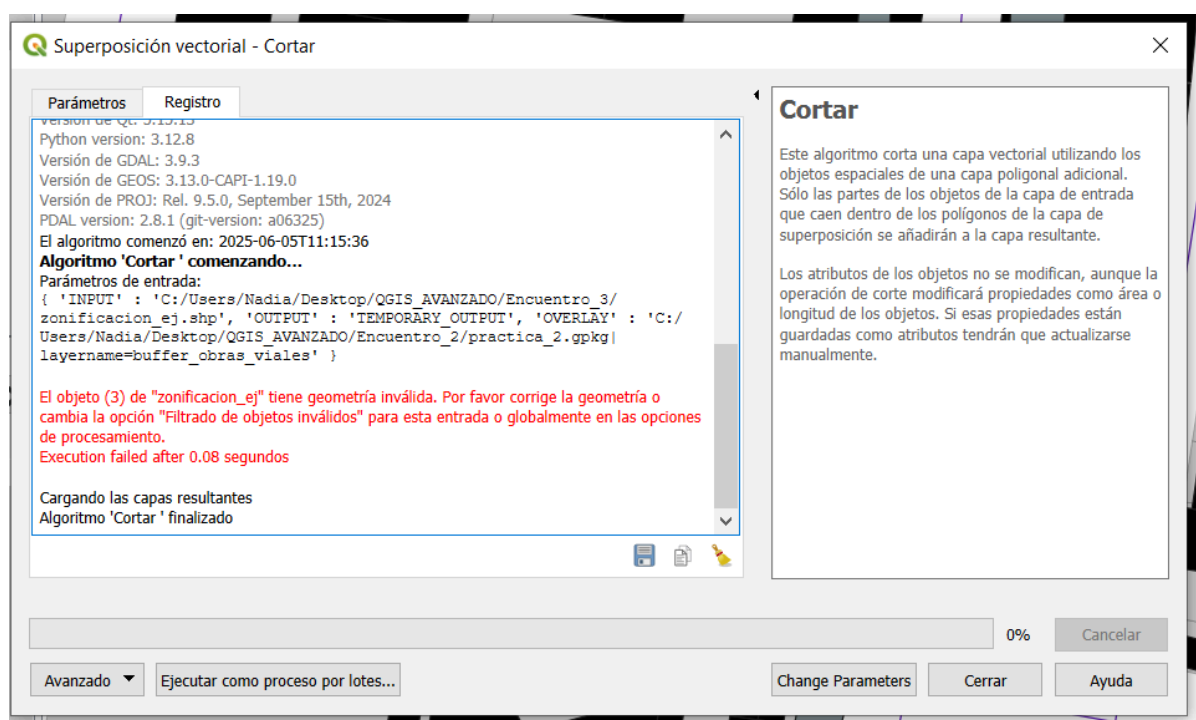


Figura 20. Error por geometría inválida

Sin embargo, como todo proceso automático, es posible que las geometrías corregidas no queden exactamente como se desea.

Entre los problemas que corrige se incluyen:

- Autointersecciones
- Anillos mal cerrados
- Vértices duplicados
- Huecos dentro de polígonos
- Ángulos o segmentos por debajo de ciertos umbrales
- Polígonos de área muy pequeña

Para utilizarla escribir en la caja de herramientas: Corregir geometrías.

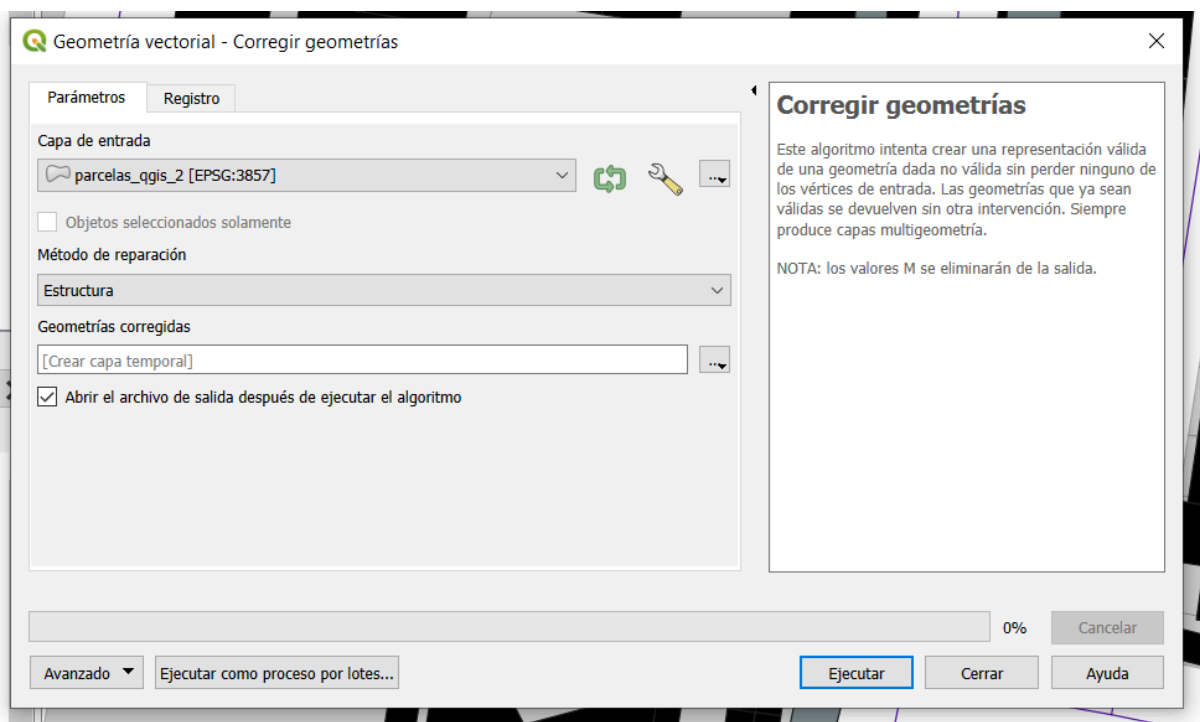


Figura 21. Corregir geometrías

- Selecciona la capa de entrada
- Ruta de salida
- Ejecutar

Se genera una nueva capa donde todas las entidades han sido procesadas por el algoritmo de corrección.

Capas donde es importante la topología

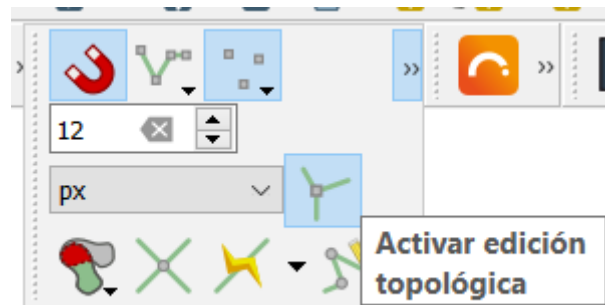
- Polígonos (MUY importante):
 - Ejemplos:
 - Parcelas: no deben solaparse ni tener huecos.
 - Un barrio no puede solaparse con otro barrio. O zonificaciones
 - Errores comunes: superposición, huecos, vértices no conectados, polígonos no cerrados.
- Líneas (Importante, especialmente en redes):
 - Ejemplos:
 - Calles: deben conectarse bien en las esquinas (nodos compartidos).
 - Redes de servicios(agua, cloacas, electricidad)
 - Hidrografía
 - Un eje de calle no puede atravesar una manzana
 - Errores comunes: líneas que no se tocan, duplicadas, cruces sin nodo.
- Puntos (no suele utilizarse tanto):
 - Ejemplos:
 - Paradas de colectivo: deberían estar sobre calles
 - Un edificio educativo no puede estar dentro de un polígono de lago

8. Autoensamblado

El autoensamblado, también conocido como snapping, es una herramienta fundamental en QGIS para mejorar la precisión y la calidad de los datos vectoriales durante la edición de geometrías. Su función principal es ayudar a que los vértices, nodos o bordes de una geometría se alineen exactamente con los de otra, evitando errores comunes como líneas que no se conectan correctamente o polígonos que no comparten límites precisos.

Esta herramienta es clave para mantener la integridad topológica de las capas, especialmente cuando trabajamos con datos que deben tener relaciones espaciales estrictas, como redes viales, parcelas catastrales o límites administrativos.

En la barra de herramientas de QGIS, hacer clic en el ícono de Autoensamblado (un imán) o ir a Configuración > Opciones de autoensamblado.



Configurar las capas y modos de autoensamblado:

- Seleccionar las capas sobre las que se quiere activar el autoensamblado.
- Configurar el tipo de autoensamblado:
 - Vértices: para que los vértices se ajusten.
 - Segmentos: para que los bordes (líneas entre vértices) se ajusten.
 - Ambos: tanto vértices como segmentos.

- Definir la distancia de tolerancia (en píxeles) que determina hasta qué distancia el cursor “atraerá” la geometría.
- Al mover o crear vértices durante la edición, QGIS se acerca automáticamente a esos puntos

9. Bibliografía de referencia

Ariza-López, F. J., García-Balboa, J. L., Rodríguez-Avi, J., & Robledo, J. (2018). *Guía general para la evaluación de la exactitud posicional de datos espaciales*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. <https://ipgh.org>

Esri. (n.d.). *Geodatabase topology rules for polygon features — ArcGIS Pro*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/3.3/help/editing/geodatabase-topology-rules-for-polygon-features.htm>

Geoinnova. (2021, 17 de septiembre). *Comprobador de topología para QGIS*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/comprobador-de-topologia-para-qgis/>

Innovative GIS. (n.d.). *GIS basics*. <http://www.innovativegis.com/basis/>

Moreno, F., & Olivera, J. (2014). *Sistemas de información geográfica*. GIS & Beers. https://www.gisandbeers.com/GeoBazar/Libros/SIG/Libro_Sistemas_Informacion_Geografica.pdf

QGIS Documentation Team. (n.d.-a). *Introducción a la topología — QGIS Documentation*. https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/gentle_gis_introduction/topology.html

QGIS Documentation Team. (n.d.-b). *Geometry checker — QGIS Documentation*. https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/user_manual/plugins/core_plugins/plugins_geometry_checker.html

Wikipedia contributors. (n.d.). *Geospatial topology*. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Geospatial_topology

QGIS Documentation Team. (n.d.-c). *Geometry — QGIS PyQGIS Developer Cookbook*. https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/pyqgis_developer_cookbook/geometry.html

QGIS AVANZADO

Cuadernillo 4

**Consultas SQL, Representación
y otras herramientas**



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**MINISTERIO GOBIERNO, INFRAESTRUCTURA
Y DESARROLLO TERRITORIAL**
Subsecretaría de Infraestructura y Desarrollo Territorial
Dirección de Planificación



ÍNDICE

Consultas SQL en QGIS

- 1. Introducción a lenguaje SQL
- 2. Operadores (matemáticos, de comparación y lógicos)
- 3. Funciones de texto

Visualización y Representación

- 4. Etiquetado avanzado
- 5. Exploración de Simbologías
- 6. Exportación a GeoPDF

Otras Herramientas y tendencias en SIG

- 7. Google Earth Engine
- 8. ChatGPT - Deepseek
- 9. R y Python para análisis espacial

OBJETIVO

Introducir a la realización de consultas SQL en QGIS, representación cartográfica más avanzada y recursos complementarios vinculados a herramientas emergentes como Google Earth Engine, el uso de inteligencia artificial (ChatGPT, Deepseek) y lenguajes como R y Python para análisis espacial, ampliando las posibilidades de análisis e interpretación del territorio.

1. Introducción a lenguaje SQL

El lenguaje SQL (Structured Query Language) es un estándar universal para la gestión y consulta de bases de datos relacionales.

Su potencia radica en la capacidad para manipular, consultar y administrar datos de manera más eficiente.

Las Querys o consultas que hagamos en QGIS se realizan en pseudo lenguaje SQL (Structure Query Language). Es decir, la estructura de las consultas es muy similar a SQL pero un poco simplificada. QGIS soporta diversas fuentes de datos espaciales como PostgreSQL/PostGIS, SQLite/SpatiaLite, Oracle, etc, utilizando el lenguaje SQL podemos realizar consultas espaciales y sobre atributos.

Es un lenguaje que sirve para:

- **Consultar** datos (buscar, filtrar, ordenar).
- **Crear** y modificar tablas o bases de datos.
- **Actualizar** registros.
- **Combinar** información de distintas tablas (JOIN).
- **Hacer cálculos o estadísticas** sobre los datos.

En QGIS, el lenguaje SQL o expresiones similares se utilizan en distintos espacios para consultar, filtrar o procesar datos. El uso más directo de SQL completo se da en el Administrador de Bases de Datos, donde se pueden hacer consultas sobre bases como PostgreSQL - PostGIS.

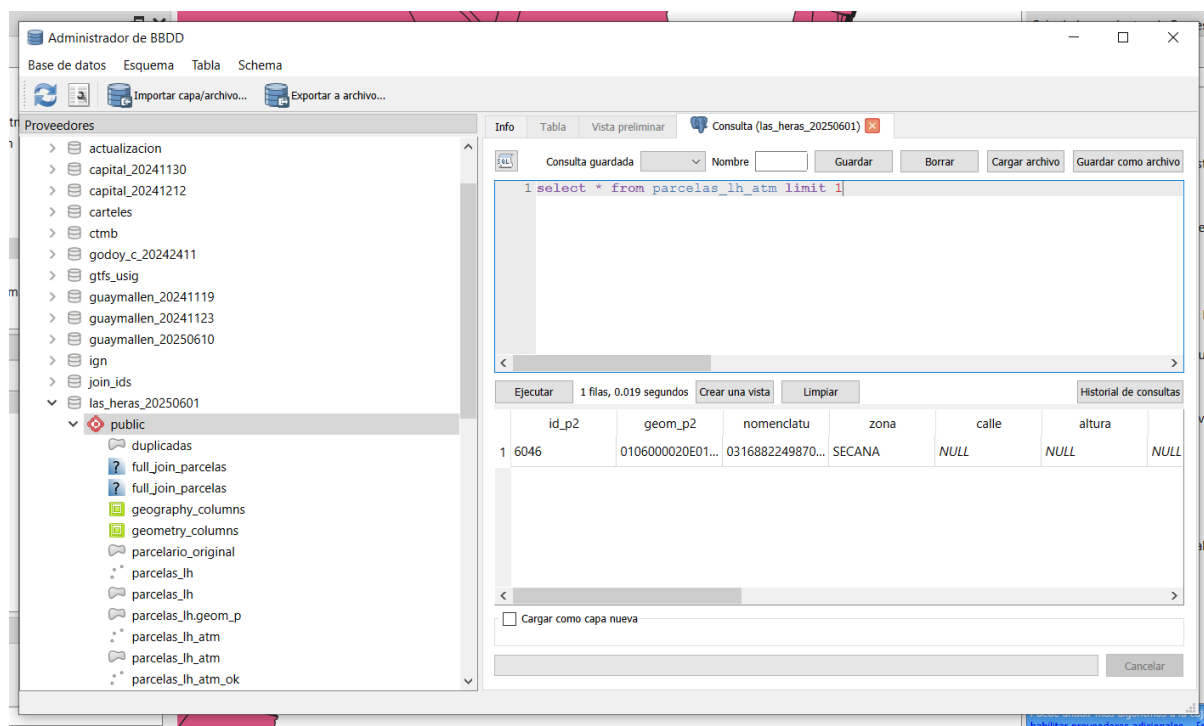


Figura 1. Administrador de BBDD en QGIS.

Sintaxis básica de SQL

SELECT * FROM mi_capa WHERE "campo_atributo" = 'valor';

Esto selecciona todas las filas donde el campo que indiqué tenga los valores escritos.

SELECT: Indica qué campos se quieren recuperar (se usa * para traer todos).

FROM: Indica la capa o tabla desde la que se extraen los datos.

WHERE: Filtra los datos que cumplen una condición.

La sentencia SELECT consta de varias cláusulas (partes que establecen una condición). Por ejemplo:

```
SELECT [ DISTINCT ] { * | columna [ , columna ] }  
  
FROM tabla  
  
[ WHERE condición_de_búsqueda ]  
[ ORDER BY columna [ ASC | DESC ]  
[,columna [ ASC | DESC ] ]];
```

El orden en que se tienen en cuenta las distintas cláusulas durante la ejecución y la función de cada una de ellas es la siguiente:

FROM: especifica la tabla sobre la que se va a realizar la consulta.

WHERE: si sólo se debe mostrar un subconjunto de las filas de la tabla, aquí se especifica la condición que deben cumplir las filas a mostrar;

SELECT: aquí se especifican las columnas a mostrar en el resultado; para mostrar todas las columnas se utiliza *.

DISTINCT: es un modificador que se utiliza tras la cláusula SELECT para que no se muestren filas repetidas en el resultado.

ORDER BY: se utiliza para ordenar el resultado de la consulta. La cláusula ORDER BY, si se incluye, es siempre la última en la sentencia SELECT. El orden puede ser ascendente o descendente y puede basarse en una sola columna o en varias.

Por otro lado, QGIS ofrece herramientas que utilizan expresiones similares a SQL, como la Calculadora de Campos (para crear o modificar atributos), Seleccionar por Expresión (para elegir elementos que cumplen ciertas condiciones), el Filtro de Capa (para mostrar solo registros específicos) y la configuración de simbología y etiquetado, que permite aplicar reglas condicionales. Es decir, en QGIS no se usa

SQL puro, pero sí se utiliza una sintaxis inspirada en SQL, con muchos de sus operadores, funciones y estructuras lógicas.

2. Operadores más usados

Los operadores son símbolos o palabras que permiten realizar operaciones o comparaciones entre valores o expresiones dentro de un lenguaje de consulta o programación. Son la base para manipular datos, hacer cálculos, filtrar información o combinar condiciones.

Operadores de comparación

Son esenciales para evaluar condiciones entre valores. Permiten seleccionar, filtrar o clasificar registros según criterios específicos, por ejemplo, encontrar todos los polígonos cuya población sea mayor a cierto valor, o seleccionar características cuyo nombre cumple con una determinada condición. Estos operadores son la base para construir consultas SQL, y para realizar análisis condicionales dentro de QGIS, facilitando la extracción de información relevante.

Sirven para establecer condiciones:

- `=` igual
- `<>` o `!=` distinto
- `<` : menor que
- `>` : mayor que
- `<=` : menor o igual que
- `>=` : mayor o igual que
- `BETWEEN ... AND ...` : dentro de un rango
- `IN ('A', 'B')` pertenece a una lista de valores

- **LIKE** : comparación con comodines (para texto)
 - **%** : cualquier cantidad de caracteres
 - **_** : un solo carácter
- **IS NULL** : es nulo (sin valor)
- **IS NOT NULL** : no es nulo

Ejemplo

Seleccionar parcelas donde el nombre de calle comience con "San". En la consulta sería:

```
"calle" LIKE 'San%'
```

Seleccionar parcelas cuya superficie sea mayor a 1000 m². Consulta:

```
"area_m2" > 1000
```

Operadores lógicos

Permiten combinar condiciones para construir expresiones más complejas que permiten refinar selecciones o cálculos. Usando **AND**, **OR** y **NOT**, podemos combinar múltiples filtros o criterios, obteniendo resultados más específicos.

- **AND** : y (ambas condiciones verdaderas)
- **OR** : o (una u otra condición verdadera)
- **NOT** : negación (no es verdad)

Ejemplo:

Queremos seleccionar todas las parcelas con una superficie mayor a 500 m² ubicadas en una zona con nomenclatura R2 o R3, y que tengan definido un valor de altura máxima.

Consulta (expresión sería):

```
"area_m2" > 500 AND "zonificacion" IN ('R2', 'R3') AND "altura_max"  
IS NOT NULL
```

O si queremos seleccionar todas las parcelas que están en la zona R1 o R2, y al mismo tiempo incluir también aquellas cuyo uso permitido sea comercial.

```
"zonificacion" IN ('R1', 'R2') OR "uso_permitido" = 'comercial'
```

Operadores matemáticos - aritméticos

Permiten realizar cálculos matemáticos básicos sobre los valores numéricos de los atributos de una capa. Estos cálculos son fundamentales para generar nuevos valores derivados, como áreas ajustadas, índices o proporciones. Por ejemplo, sumar, restar, multiplicar o dividir campos permite transformar datos para análisis posteriores o para la creación de nuevas variables. Los más utilizados son:

- **+** : suma
- **-** : resta
- ***** : multiplicación
- **/** : división
- **%** o **MOD ()** : módulo (resto de una división)
- **ROUND ()**: redondear

Función Condicional

La función **CASE** sirve para clasificar datos o asignar valores condicionalmente, es decir, según diferentes reglas o criterios.

"Si pasa esto → hacer esto, si no → hacer otra cosa".

Por ejemplo, si queremos clasificar un campo llamado **"valor"** como "Alto" cuando sea mayor a 100, y como "Bajo" en todos los demás casos:

CASE

WHEN "valor" > 100 THEN 'Alto'

ELSE 'Bajo'

END

Entonces, en QGIS, para usar los operadores y expresiones mencionadas previamente:

En la Calculadora de campos

Si queremos crear un nuevo campo o actualizar uno existente con un cálculo.

Pasos:

1. clic derecho en la capa → *Abrir tabla de atributos*
2. Tildar “Crear un campo nuevo” y colocar un nombre.
3. Seleccioná el tipo de campo (por ejemplo, decimal o entero).
4. En el recuadro de expresión, escribir la fórmula. O bien podemos ir en donde dice “campos y valores”, hacemos doble clic sobre el campo que queremos usar, y automáticamente se inserta en la expresión.

Si queremos conocer los valores existentes en ese campo, hacemos clic en el botón “Todos únicos” para que QGIS nos muestre una lista con los valores distintos presentes en ese atributo.

Ejemplo de una expresión : "area_total" * 0.8

En ese caso se multiplica el valor del campo "area_total" por 0.8, esta expresión da el 80% del área total.

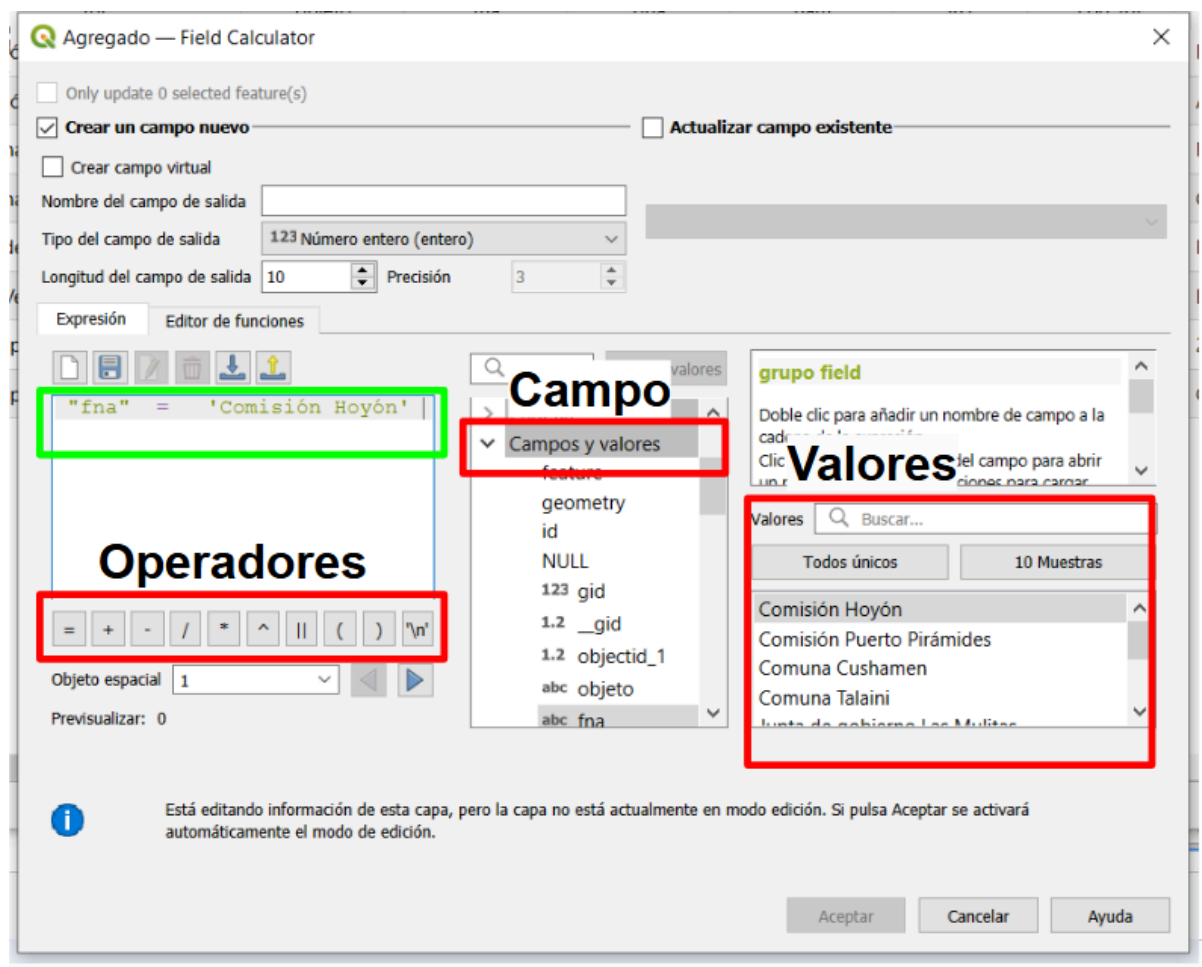


Figura 2. Calculadora de campos en QGIS.

5. Hacé clic en “Aceptar” → Se agrega el nuevo campo con el resultado.

En la Selección por expresión

Si queremos seleccionar elementos que cumplan un criterio. Pasos:

1. clic en el ícono de selección por expresión
2. Escribí una condición o expresión.
Ejemplo: `"area_m2" > 200`
3. Hacé clic en “Seleccionar características” → se seleccionan los registros que cumplen esa condición.

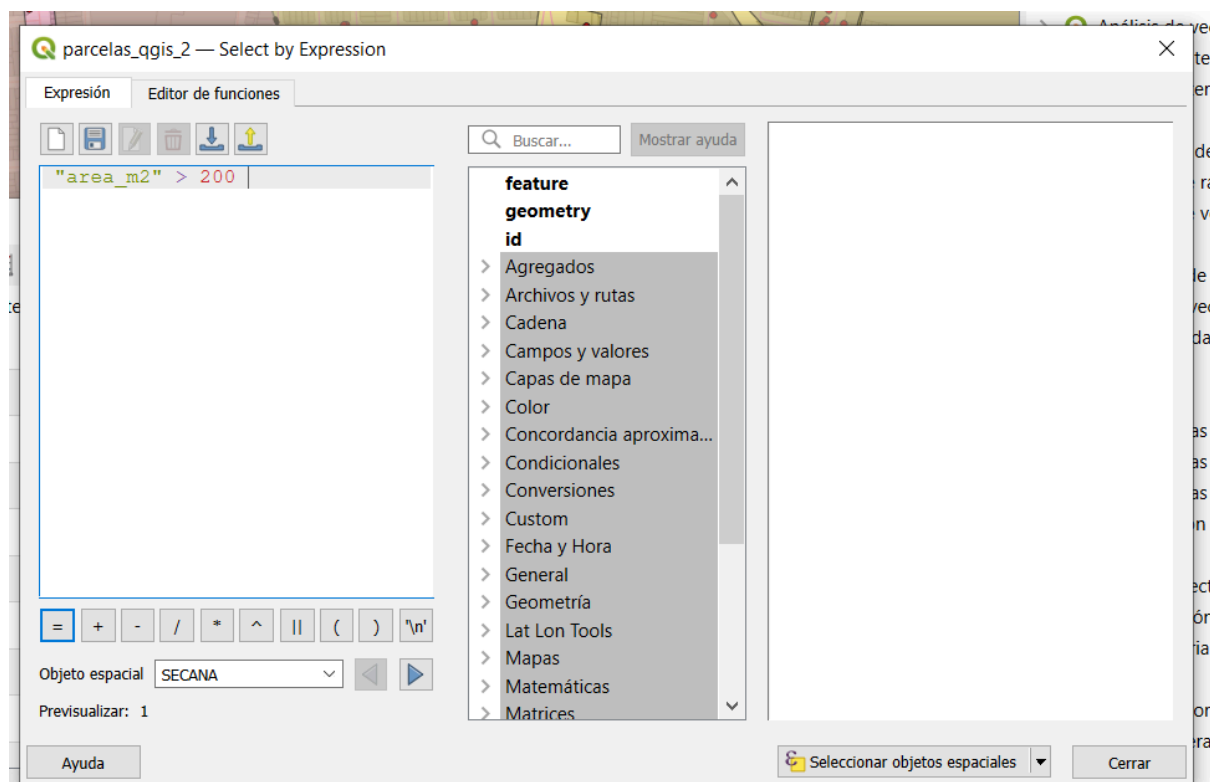
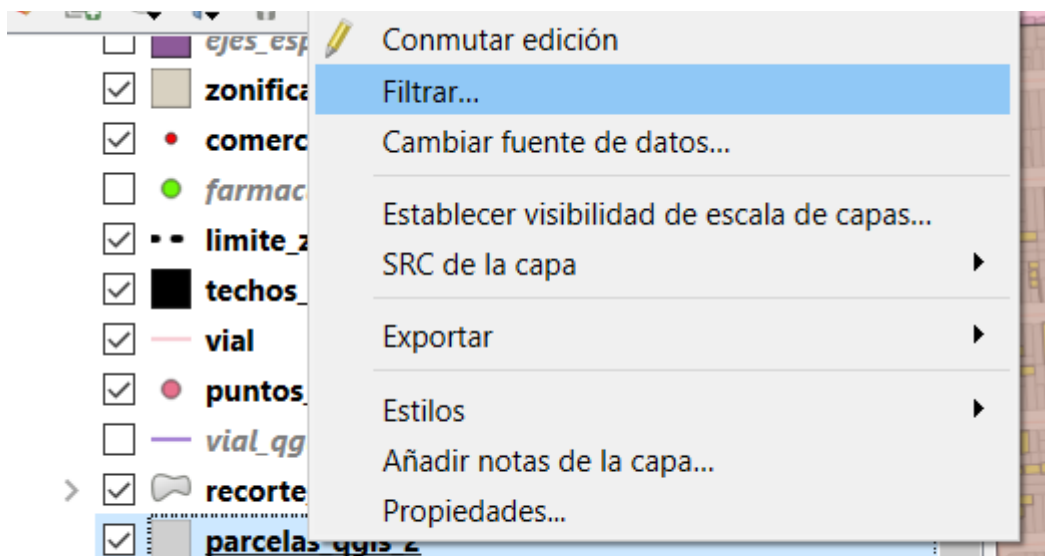


Figura 3. Selección por expresión en QGIS.

En un Filtro de capa

Si queremos ocultar todos los registros que no cumplen una condición. Pasos:

1. Clic derecho sobre la capa → “Filtrar...”



2. En el recuadro, escribí una expresión
Ejemplo : `"area_m2" BETWEEN 200 AND 800`
3. Aplicá el filtro → sólo se verán en el mapa los objetos que cumplan esa condición.

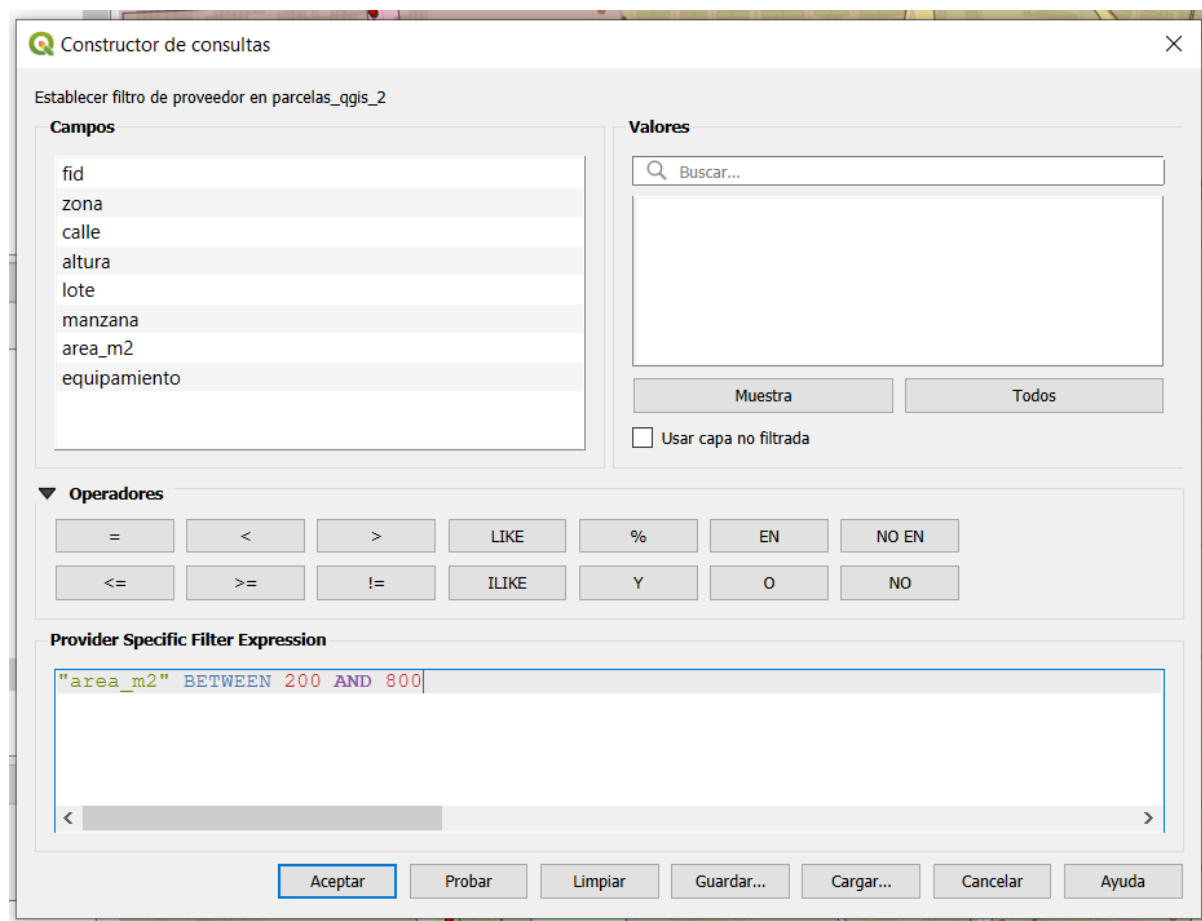


Figura 4. Constructor de consultas para filtrar en QGIS.

3. Funciones de texto

Permiten manipular cadenas de caracteres (textos) mediante operaciones como concatenación, extracción de subcadenas, búsqueda, comparación, transformación de mayúsculas/minúsculas, entre otras. Son útiles para procesar atributos descriptivos, como nombres, códigos, clasificaciones o cualquier dato textual asociado a las entidades espaciales.

No son operadores, pero son funciones muy usadas para texto:

- `UPPER(campo)` : convierte a mayúsculas
- `LOWER(campo)` : convierte a minúsculas
- `TRIM(campo)` : elimina espacios en blanco al inicio y final
- `SUBSTRING(campo, inicio, longitud)` : extrae parte del texto
- `LENGTH(campo)` : cantidad de caracteres
- `CONCAT(campo1, campo2, ...)` : concatenar textos

Ejemplos:

`UPPER('san martín')` Resultado: 'SAN MARTÍN'

`TRIM(' Lavalley ')` Resultado: 'Lavalley'

`SUBSTRING('Mendoza', 1, 3)` Resultado: 'Men'

`LENGTH('Mendoza')` Resultado: 7 (número de caracteres)

Extraer parte de un texto

Extraer los primeros 3 caracteres de un campo `código`:

`left("codigo", 3)`

- `left()` extrae caracteres desde el inicio.

Detectar espacios vacíos al inicio o al final

`"nombre" LIKE ' %' OR "nombre" LIKE '% '`

Visualización y Representación

4.Etiquetado avanzado

El etiquetado es un proceso fundamental para comunicar información de manera clara y efectiva sobre un mapa. Más allá del etiquetado básico, que solo coloca texto asociado a las entidades, el etiquetado avanzado permite controlar la

apariciencia, posición y comportamiento de las etiquetas para mejorar la legibilidad y evitar solapamientos o confusión visual.

El etiquetado avanzado incluye el uso de reglas, expresiones y configuraciones que ajusten dinámicamente las etiquetas según atributos o condiciones espaciales. Por ejemplo, se pueden usar expresiones SQL para definir cuándo y cómo mostrar etiquetas, filtrar qué atributos se etiquetan o modificar el contenido mostrado.

Para activar y configurar las etiquetas se debe ir a **Propiedades > Etiquetas > Mostrar etiquetas**

- Para agregar un texto o mostrar más de un campo en la etiqueta se debe ir al constructor de consultas (Expression Builder) y construir la expresión de los textos a concatenar.

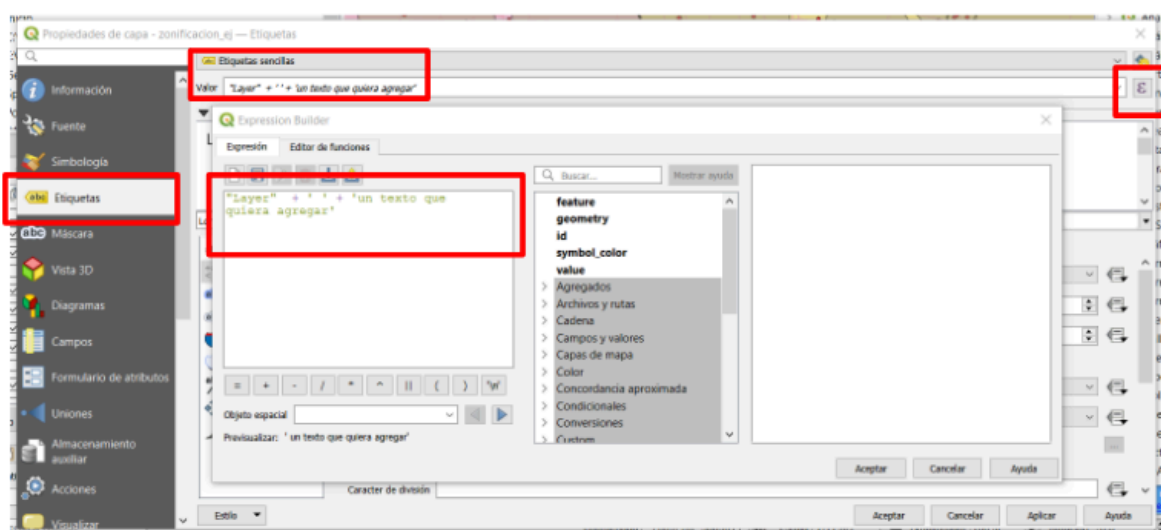


Figura 5. Etiquetado en QGIS.

En el caso de agregar un texto se utilizan comillas simples 'texto' y en caso de concatenar con un campo utilizar comillas dobles "campo". Siempre utilizar la doble barra vertical como separador || ||.

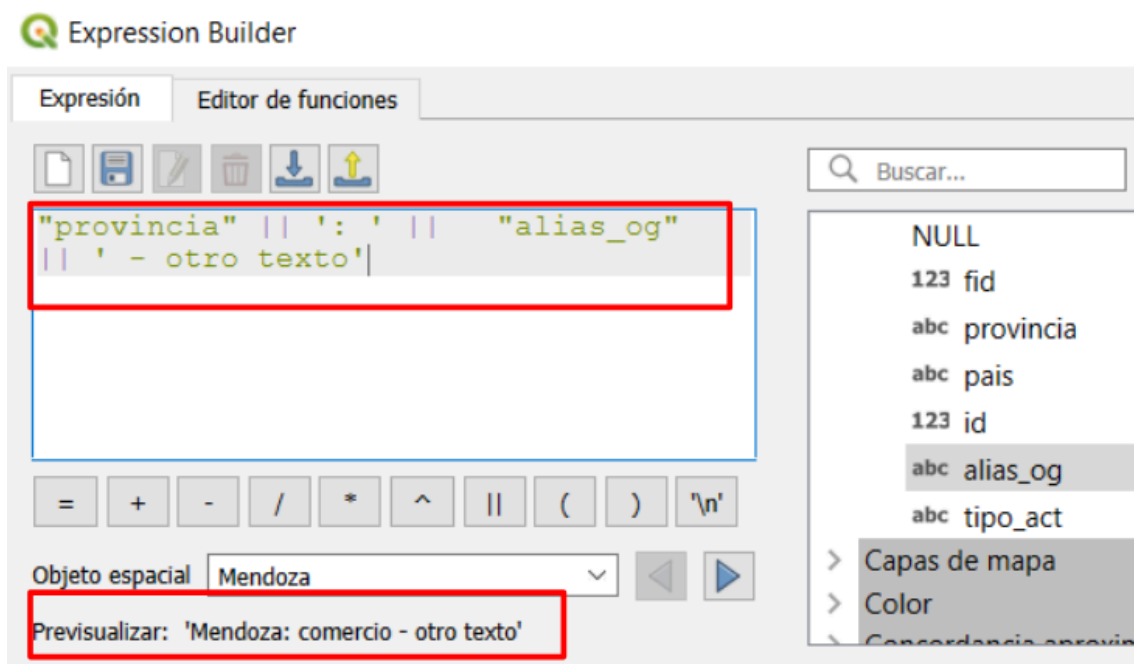


Figura 6. Expresión para construir etiquetas en QGIS.

Si quisiera que el texto se muestre en múltiples líneas de texto es necesario utilizar `\n` para saltos de línea.

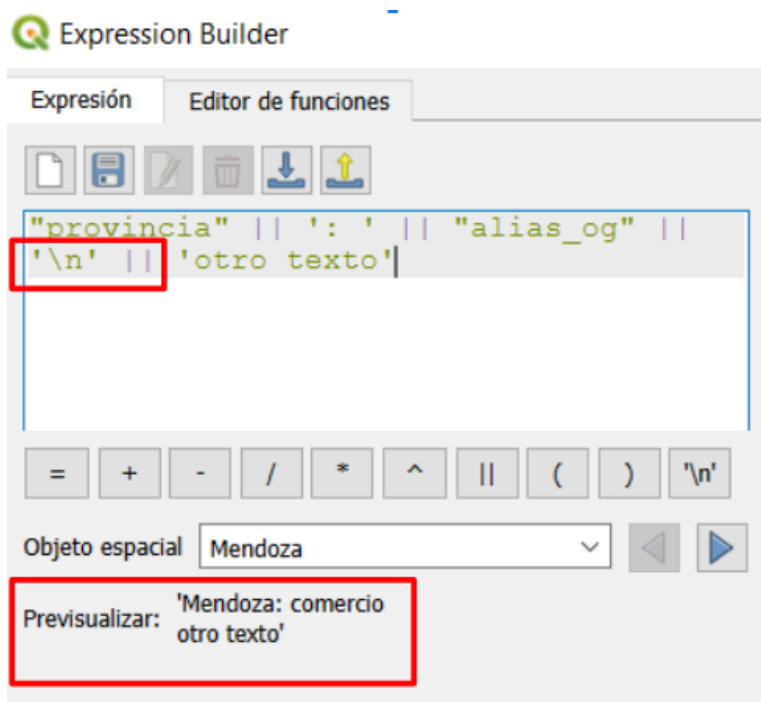


Figura 7. Expresión para construir etiquetas en QGIS.

Desde el estilo de texto puedo modificar:

- Fuente, tamaño, color, opacidad

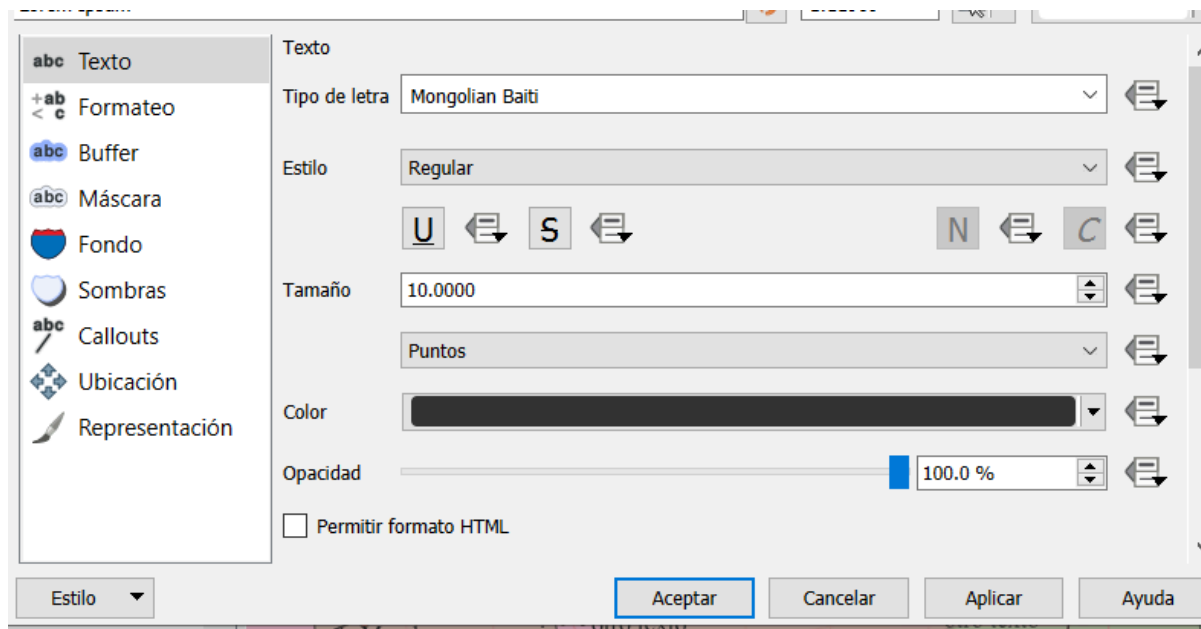


Figura 8. Modificación del estilo de texto de etiquetas en QGIS.

Desde formateo se pueden personalizar diversos aspectos visuales del texto, como la conversión a mayúsculas o minúsculas, el espaciado entre letras y entre palabras, y la disposición multilínea o vertical del texto. También es posible definir la alineación (horizontal y vertical), establecer sangrías, espaciado entre líneas, y elegir si el texto debe ajustarse automáticamente al ancho del objeto o mantenerse fijo.

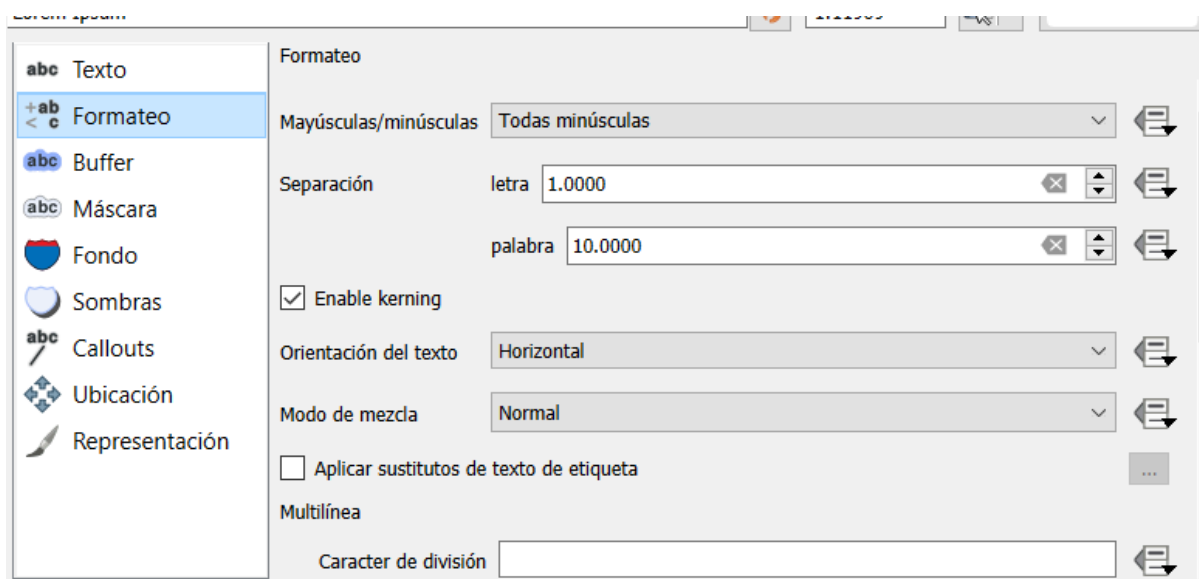


Figura 9. Modificación del formato de texto de etiquetas en QGIS.

Cuando hay fondos complejos, se pueden aplicar efectos visuales como un halo (buffer) alrededor del texto, sombras proyectadas, rellenos de fondo o bordes para mejorar la legibilidad de las etiquetas.

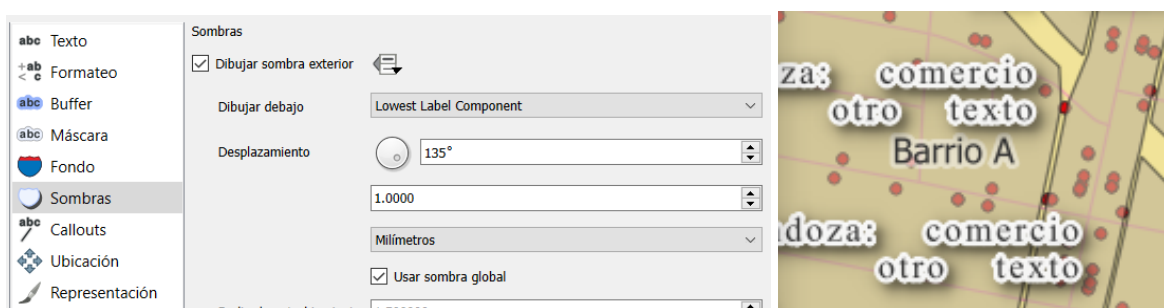


Figura 10. Modificación de efectos visuales de etiquetas en QGIS.

Colocación y visibilidad

En la pestaña Ubicación, se definen los métodos de colocación según el tipo de geometría de la capa. Para puntos, se puede elegir entre colocar la etiqueta directamente sobre el punto o alrededor del mismo en distintas posiciones.

En líneas, es posible ubicar la etiqueta en el centro, a lo largo de la línea o repetirla a intervalos, siguiendo la curvatura.



Figura 11. Ubicación de etiquetas en geometrías lineales. Documentación de QGIS.

Para polígonos, se puede colocar la etiqueta en el centroide visible, dentro del área del polígono, o en la parte más grande del polígono multipartes.

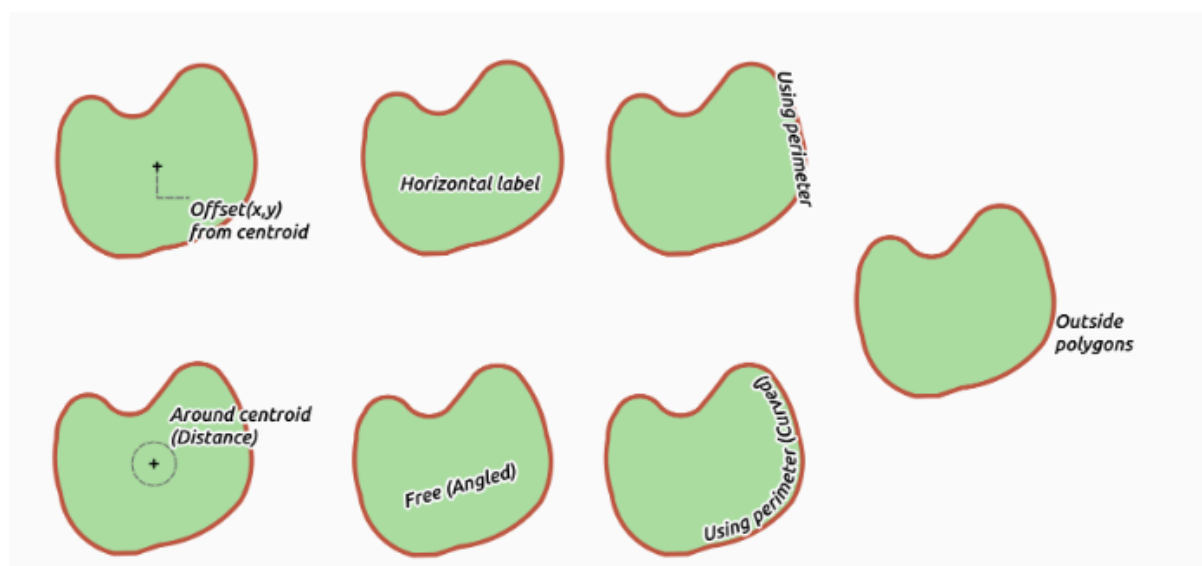


Figura 12. Ubicación de etiquetas en geometrías poligonales. Documentación de QGIS.

Además, se puede configurar la opción Evitar superposición de etiquetas, que impide que las etiquetas se solapen entre sí. También es posible asignar una prioridad (en una escala de 0 a 10) para indicar cuáles etiquetas deben mostrarse con preferencia en caso de conflicto de espacio. Estas opciones son clave para lograr un etiquetado ordenado y funcional, especialmente en zonas con gran cantidad de información.

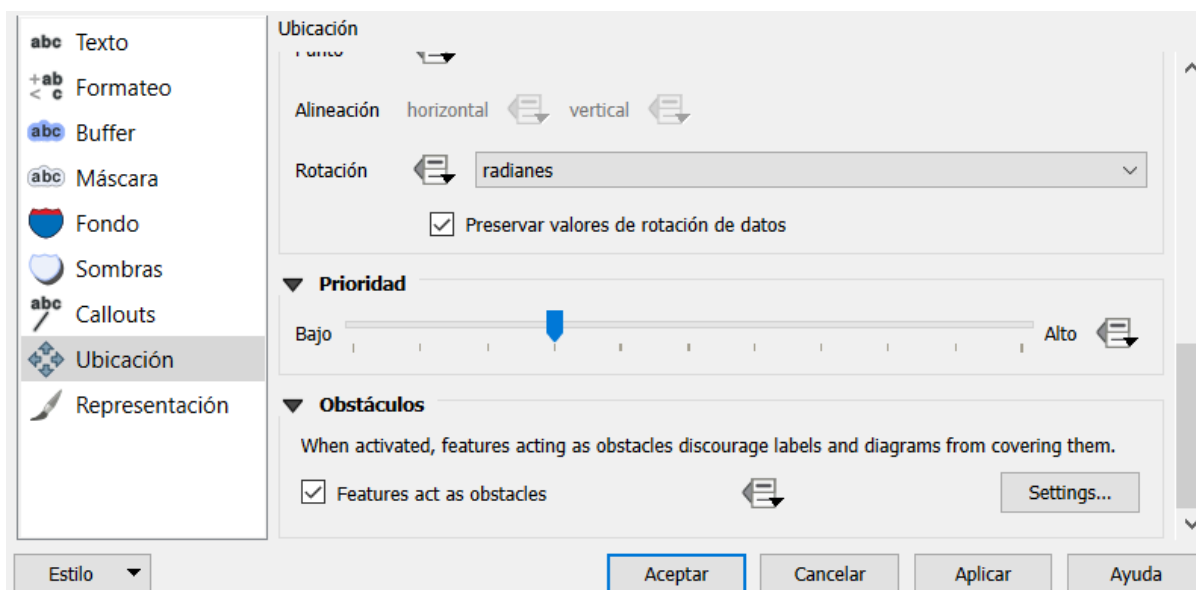


Figura 13. Configuración de prioridad de etiquetado.

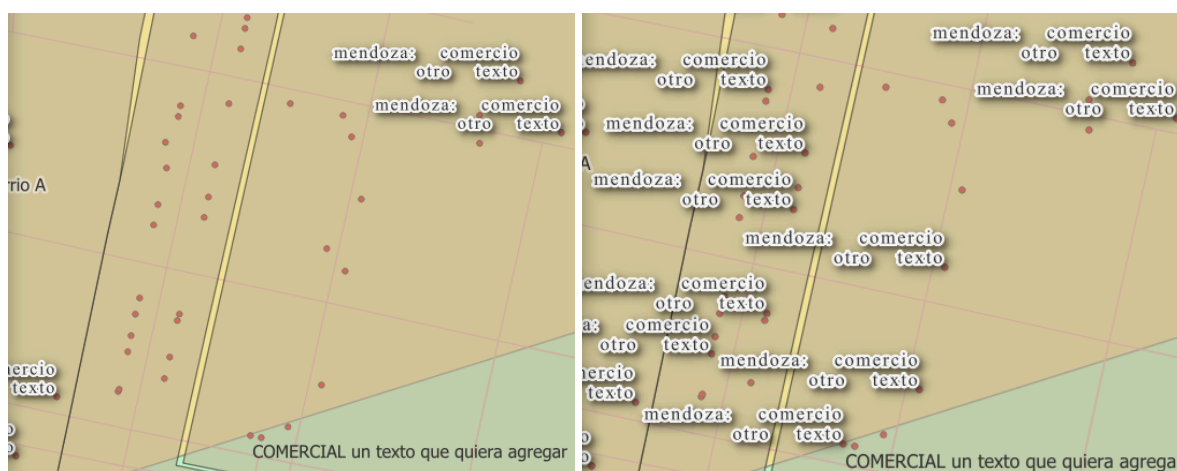


Figura 14. Diferencia de prioridad en etiquetas.

A la izquierda prioridad baja y a la derecha alta (intenta representar la mayor cantidad de etiquetas posibles)

En Representación, se puede controlar cuándo se muestran las etiquetas en función de la escala de visualización. Activando las opciones Escala mínima y/o Escala máxima, se define un rango dentro del cual las etiquetas serán visibles.

- Por ejemplo, si se configura una escala mínima de 1:5.000, las etiquetas no se mostrarán cuando el mapa esté más alejado (por encima de esa escala,

como 1:10.000). Y si se establece una escala máxima de 1:3.000, las etiquetas desaparecerán al acercarse más (como a 1:500). Es decir, solo serán visibles en ese rango de escalas.

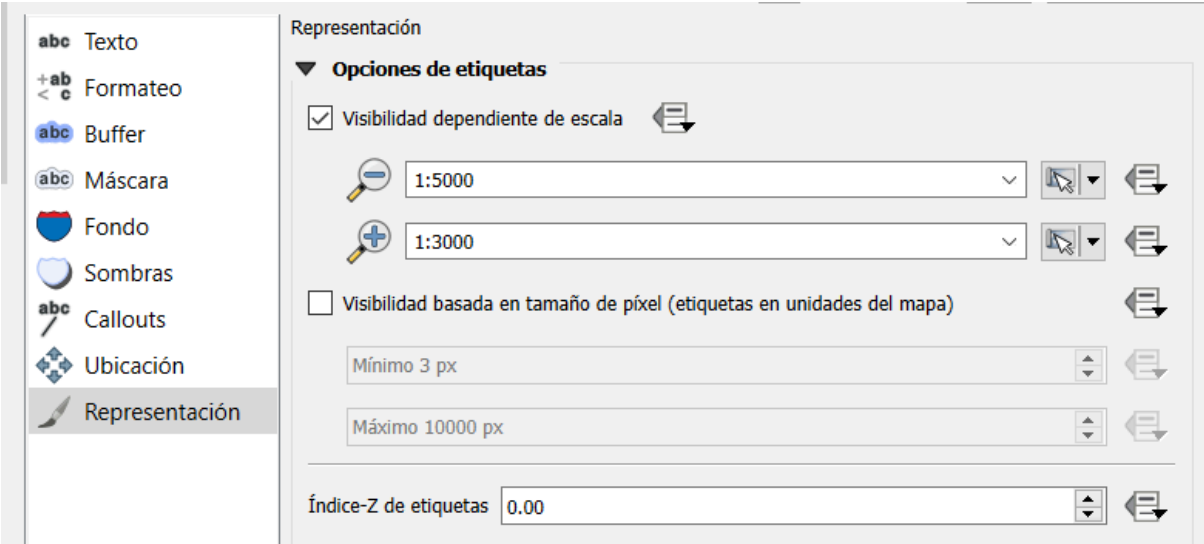


Figura 15. Configuración de visibilidad según escalas.

Etiquetado por Reglas

Además del etiquetado simple, se puede usar etiquetado por reglas, que define distintas condiciones para mostrar etiquetas con estilos diferentes (tamaño, color, fuente, visibilidad, etc.).

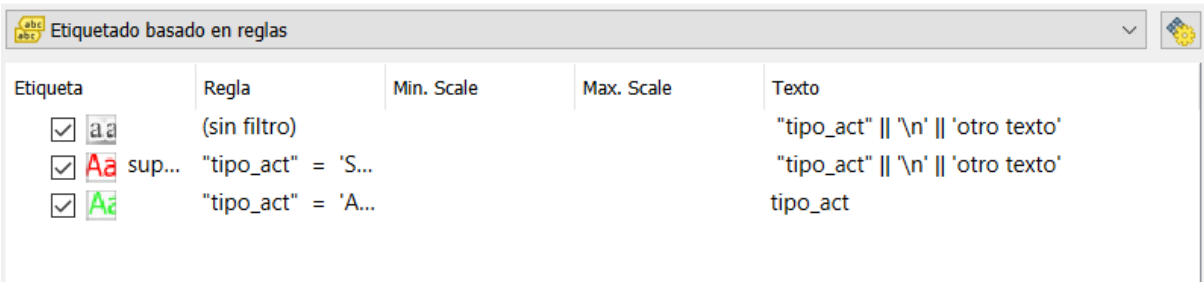


Figura 16. Configuración de reglas para estilos diferentes

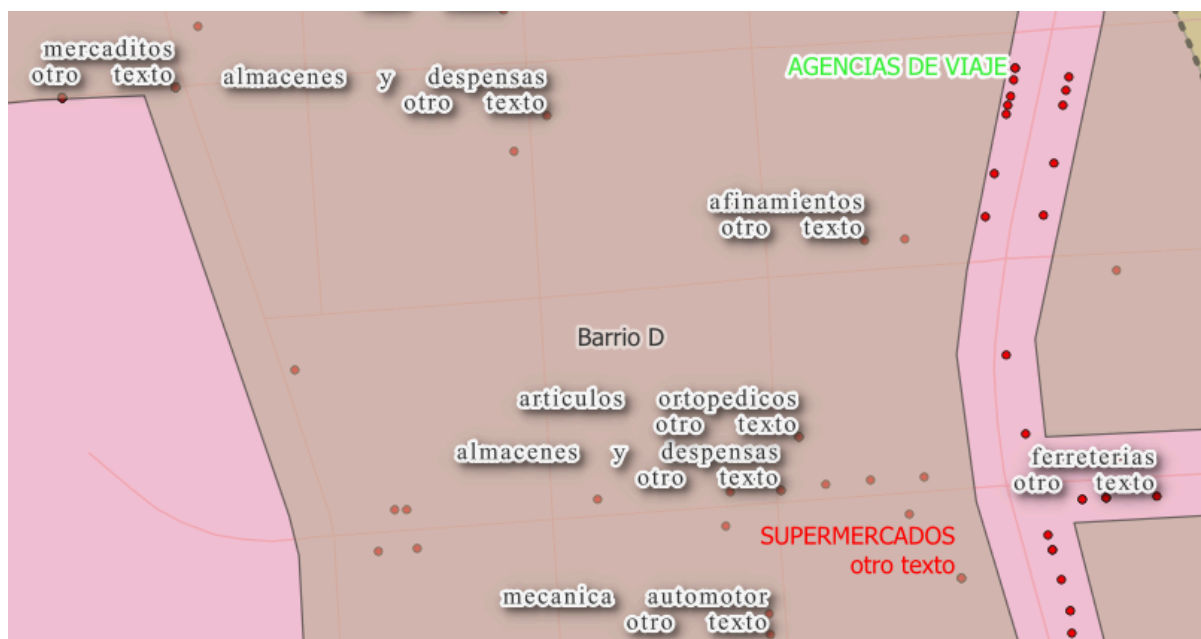


Figura 17. Etiquetas basadas en reglas.

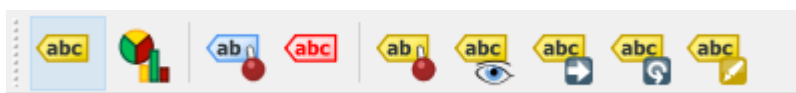
Posicionamiento Manual de Etiquetas

A veces es necesario ajustar manualmente la ubicación de las etiquetas para evitar superposiciones o mejorar la legibilidad del mapa.

Habilitado el etiquetado de una capa, se pueden usar una serie de herramientas gráficas (íconos como carteles amarillos) que aparecen en la barra de herramientas.

Pasos para usarlo:

1. Activar "Etiquetas".
2. Poner la capa en modo edición (botón del lápiz).
3. Aparecen herramientas de edición de etiquetas:



- Mover etiquetas (ícono de cartel amarillo con flecha).
- Rotar etiquetas.

- Editar anclaje (punto donde se engancha la etiqueta al objeto).
 - Mover etiquetas y diagramas (cuando hay ambos).
4. Clic y arrastrar la etiqueta en el mapa. También podés hacer clic derecho para rotarla.

De esta manera QGIS crea automáticamente campos auxiliares en la tabla de atributos (por ejemplo: `label_x`, `label_y`, `label_rotation`). Estos campos guardan las nuevas coordenadas o rotación de cada etiqueta. Este método se usa para ajustar etiquetas una por una, cuando hay muchas que se superponen y se está haciendo una edición final para impresión o presentación.

5. Exploración de Simbologías

Como ya hemos visto en la capacitación anterior, se pueden utilizar las siguientes simbologías:

1. Simbología de una sola banda o categoría

- Símbolo único: Todos los elementos se representan igual.
- Útil para capas homogéneas (p. ej. límites departamentales).

2. Simbología categorizada

- Categorías (Categorized): Basada en valores únicos de un campo (por ejemplo, tipo de uso de suelo o zonificación).
- Usa distintos colores o formas según la categoría.

3. Simbología graduada

- Graduated: Para representar valores numéricos que varían.
- Utiliza intervalos o clases (natural breaks, cuartiles, etc.).
- Ideal para variables como población, ingresos, indicadores, etc.

4. Simbología de reglas



- Rule-based: Permite aplicar símbolos diferentes según condiciones lógicas (como expresiones SQL).

5. Simbología por densidad o cantidad

- Mapa de calor (Heatmap): Representa una concentración de puntos.
- Densidad de puntos: Representa valores mediante una cantidad de puntos aleatorios proporcional.

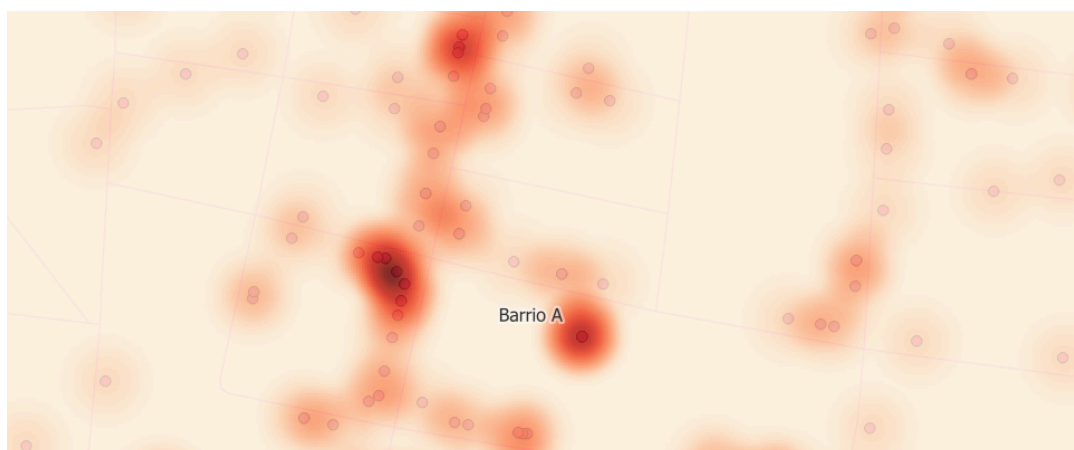


Figura 18. Mapa de Calor en QGIS

6. Simbología por grupo de puntos

- Agrupa puntos cercanos (como comercios, árboles o incidentes) y mostrar un símbolo único que indique la cantidad de elementos agrupados.

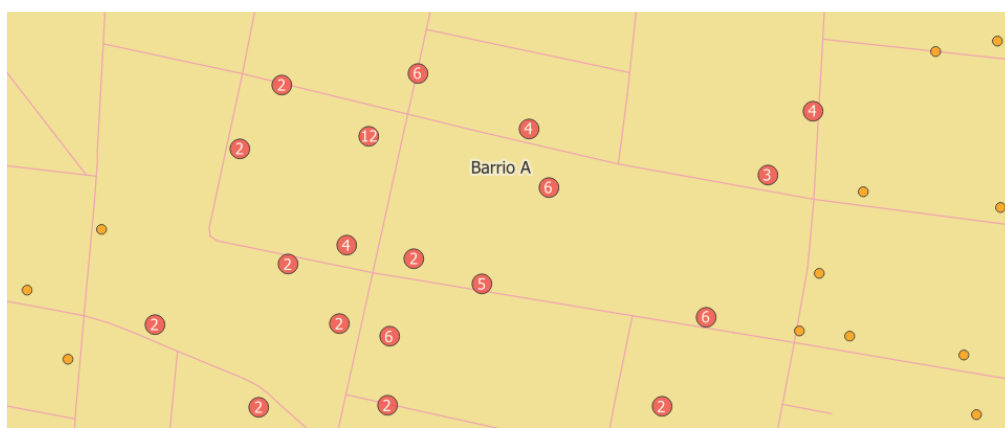


Figura 19. Simbología por grupo de puntos en QGIS

8. Simbología 2.5D

- Es una forma de representar objetos en un mapa con un efecto visual tridimensional (altura simulada), sin ser realmente 3D. Se usa para dar profundidad y volumen a entidades, especialmente edificios o infraestructuras, usando atributos como la altura.

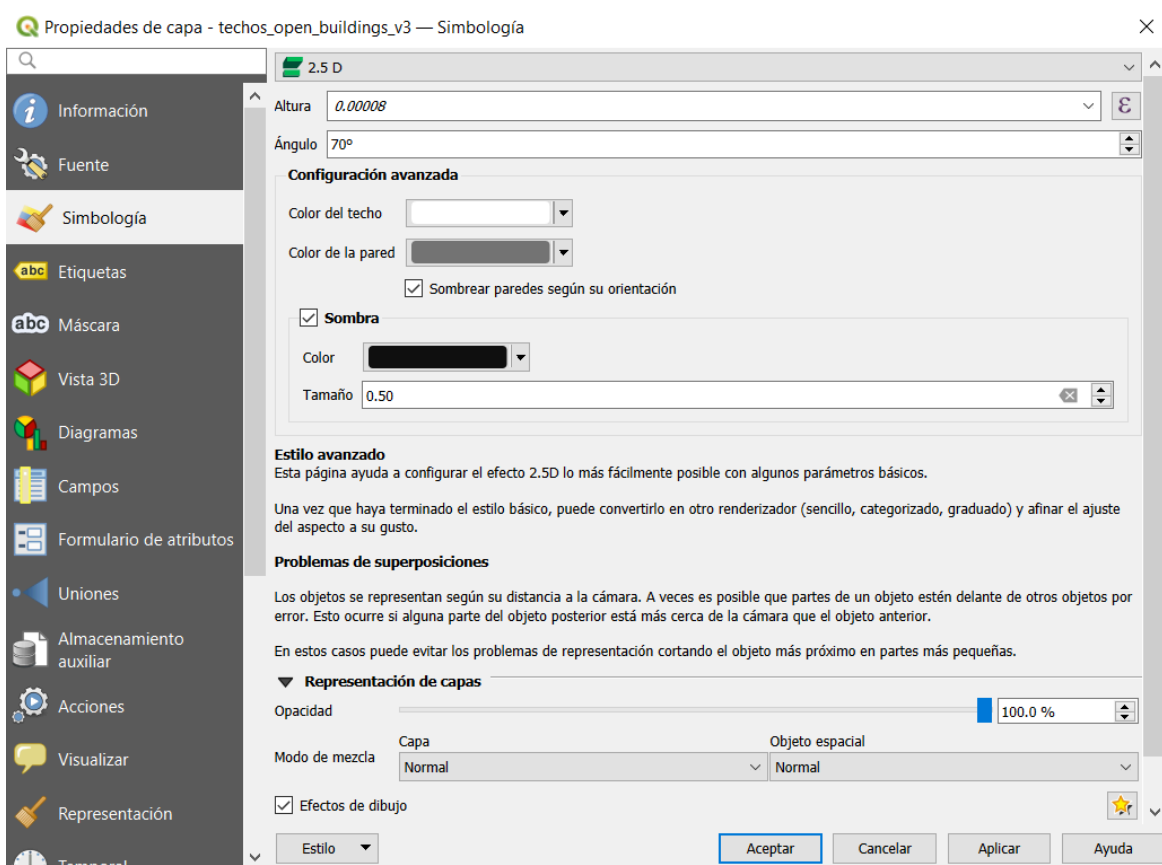


Figura 20. Simbología 2.5 D en QGIS



Figura 21. Simbología 2.5 D en QGIS

9. Simbología temporal o animada

Permite animar mapas a lo largo del tiempo. Para esto se puede utilizar el complemento Time Manager en QGIS , y es necesaria:

- Una capa vectorial o raster con un campo de fecha/hora.
- Los datos deben tener marcas temporales por registro.

Pasos:

- Asegurarse que la capa tenga un campo tipo fecha o fecha/hora
- El formato debe ser compatible (YYYY-MM-DD o con hora YYYY-MM-DD HH:MM:SS).
- Ir a Complementos > Time Manager > Activar.
- Se abre una barra de tiempo.
- En el panel de Time Manager, clic en "Add layer".
- Elegí la capa y el campo de tiempo.

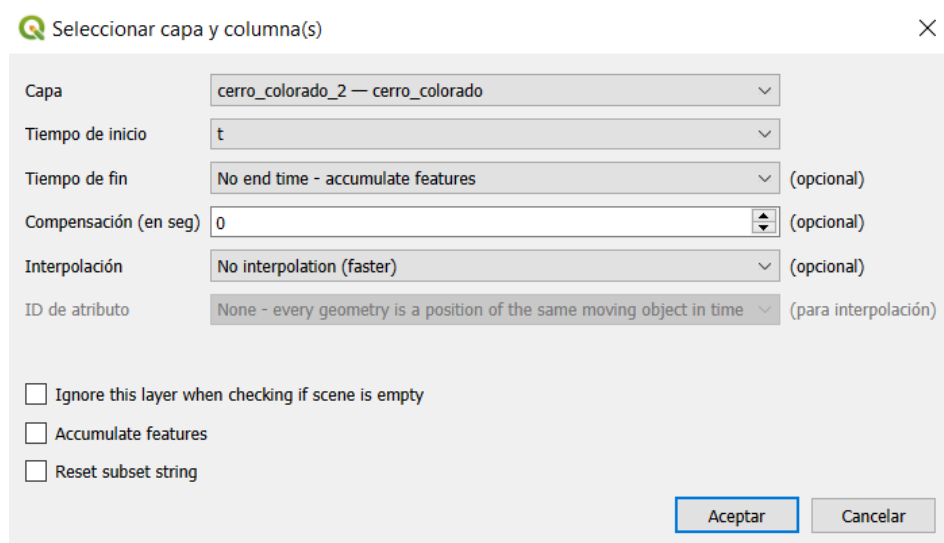


Figura 22. Simbología temporal en QGIS

- Configurar:
 - Formato de tiempo
 - Intervalo temporal (ej: días, semanas, meses)
 - Si los datos son instantes o intervalos.
 - Reproducir:
- Se puede exportar la animación a video o GIF.

Salida gráfica: Atlas

Una herramienta que puede resultar útil es el Atlas, ya que permite generar múltiples mapas a partir de una misma plantilla de diseño, centrando cada hoja en una unidad territorial definida por el usuario (por ejemplo, una parcela, un barrio o un municipio), y adaptando de forma automática los textos, escalas y vistas del mapa.

La generación de atlas resulta especialmente útil en contextos donde es necesario sistematizar y presentar información georreferenciada en un recorte espacial específico.

Para generar un atlas:

1. Proyecto → Nuevo diseño de impresión.

2. Elegir un nombre.
3. En el lienzo del diseño, añadir un elemento Mapa (Add Map)



4. En el panel "Atlas" del Print Layout:

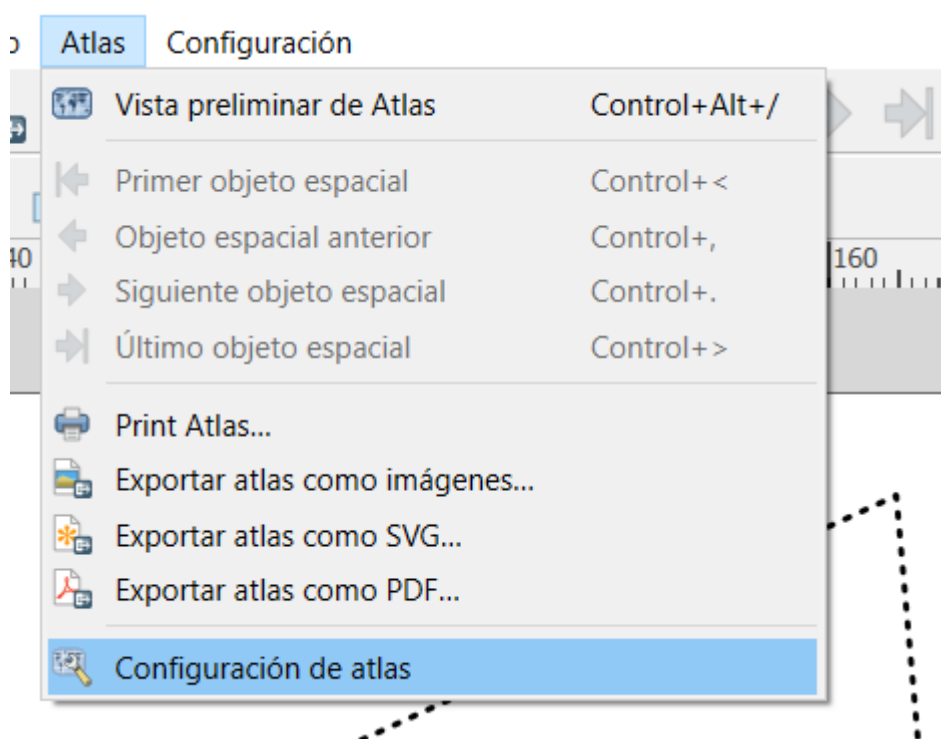


Figura 23. Atlas en QGIS

- a. Activar "Generar atlas".
- b. Seleccionar la capa que tiene los polígonos o unidades para cada mapa, ej: parcelas o barrios.
- c. Establecer el ícono de filtro si quisieramos filtrar información

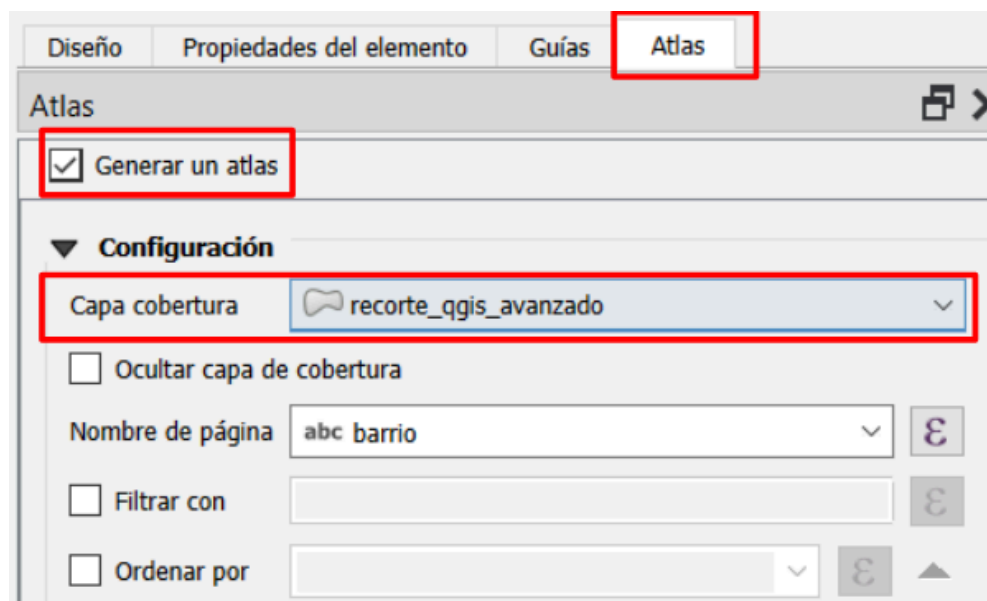


Figura 24. Atlas en QGIS

5. Ajustar la vista del mapa
6. Con Atlas activo, ir a Propiedades del elemento y tildar en donde dice 'Controlado por Atlas' por Atlas'

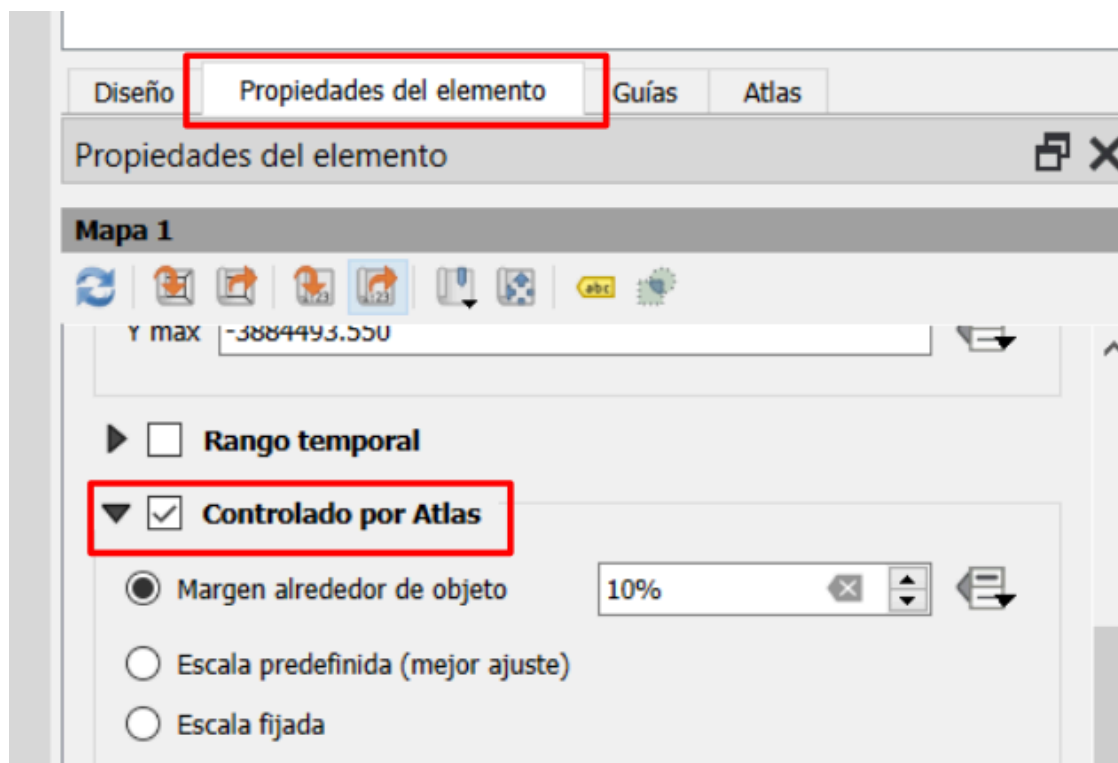
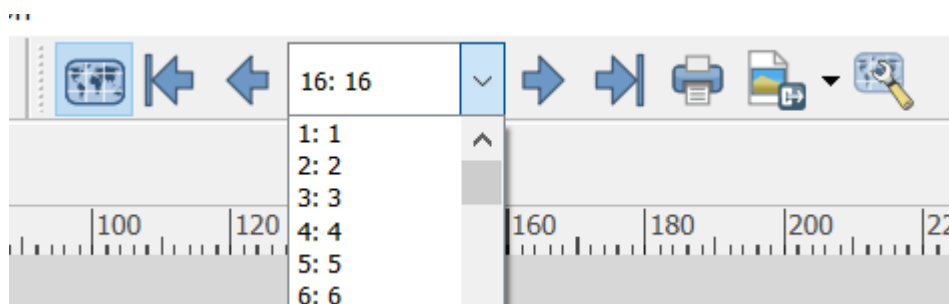


Figura 25. Atlas en QGIS

7. En la vista preliminar del atlas puedo ver la unidad que configuré.



8. Insertar etiquetas variables

- Por ejemplo, un título como 'Mapa de parcela Nro: 63 Zona: URBANA', usando expresiones QGIS para que cada plano muestre el nombre correspondiente. En este caso, concatenando mis textos sería: 'Mapa de parcela Nro: ' || "fid" || '\n' || 'Zona: ' || "zona"

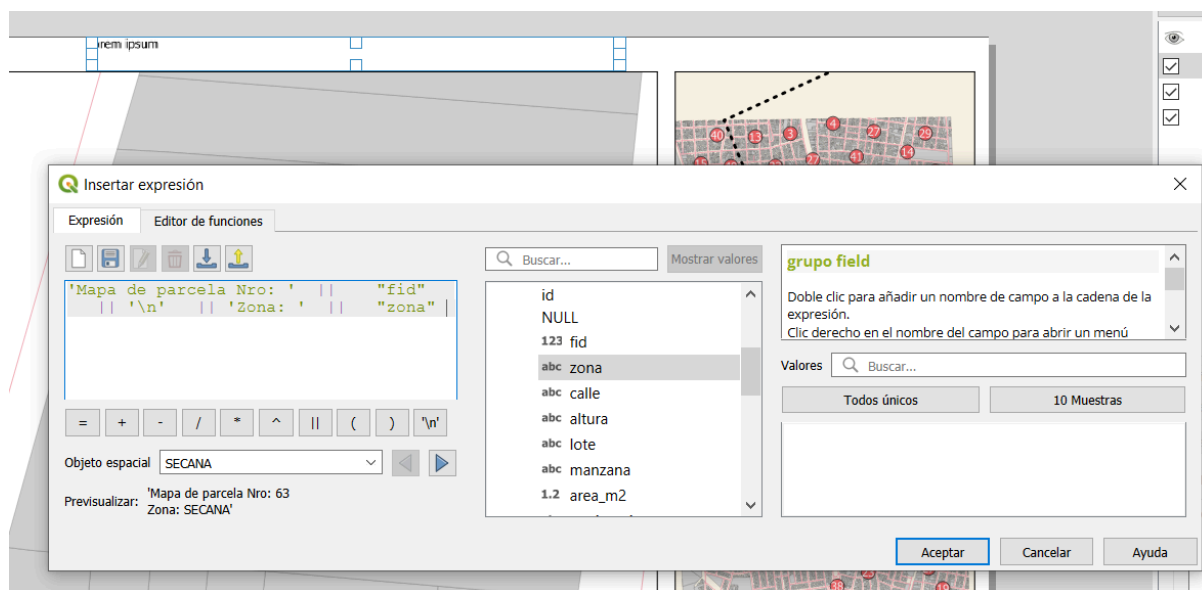


Figura 26. Atlas en QGIS

Para configurar estos textos desde Etiqueta > Propiedades del elemento > Insertar/editar expresión

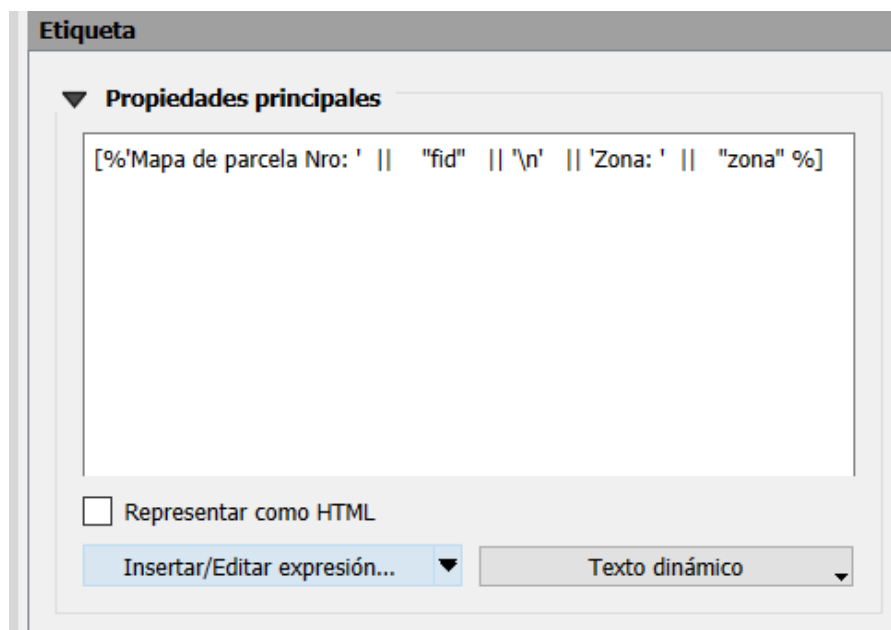


Figura 27. Configuración de etiquetas dinámicas para Atlas en QGIS

10. Para agregar un mapa de referencia general (vista general o mapa índice), ingresar a las propiedades del elemento del mapa secundario en la pestaña “Vista general”. Allí:

- Activar la opción “Dibujar vista general”.
- En el campo “Marco del mapa”, seleccioná el Mapa 1 (o el mapa principal del diseño).

Esto permite ubicar espacialmente cada página del atlas dentro de una visión más amplia del territorio.

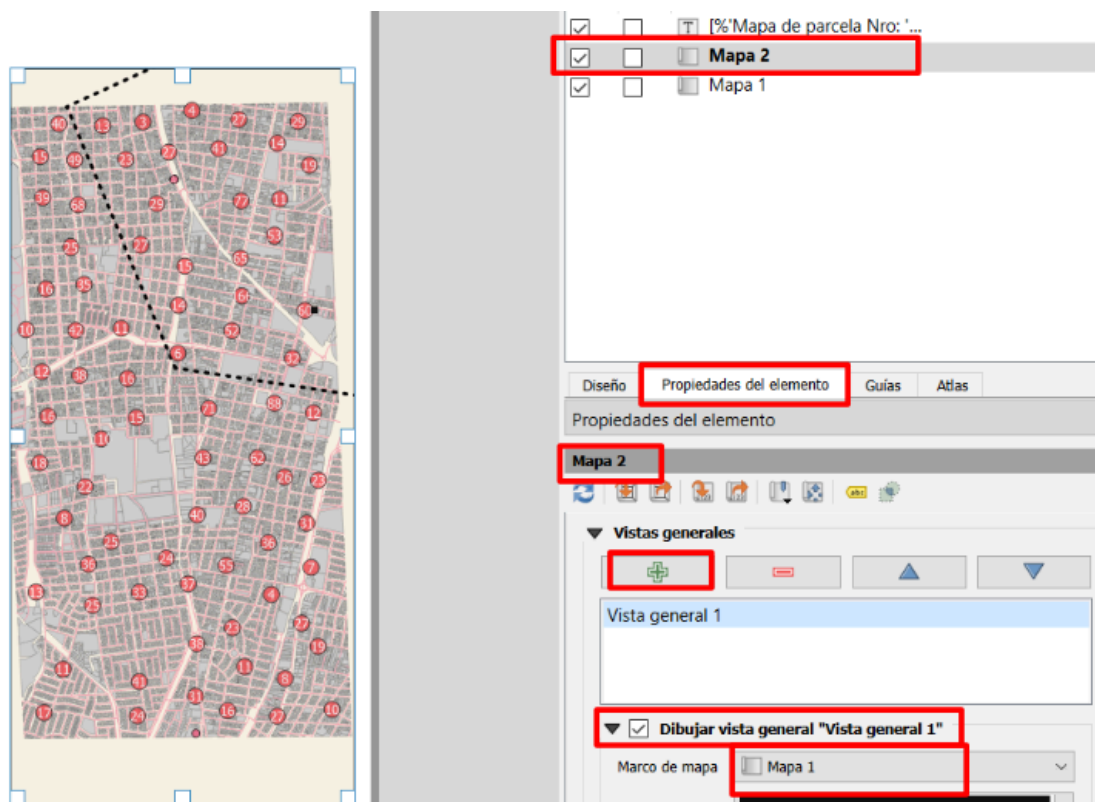


Figura 28. Mapa de referencia- Atlas en QGIS

Configurar etiquetas para que no aparezcan en el mapa general, configurando la regla con un máximo de 1:10000 por ejemplo.

11. Configurar simbología dinámica para el Atlas

- En la capa deseada (por ejemplo, polígonos de barrios), acceder a la pestaña Simbología y seleccioná el modo “Categorizado”.
- campo de categorización el nombre de la unidad territorial (por ejemplo, **barrio** o **nombre**).
- Generar las categorías, y luego eliminar la categoría “Todos los valores”.
- Cambiar el tipo de simbología a “Basada en reglas”.
- clic en el botón “+” para crear una nueva regla.

- f. En la condición de la regla, escribir una expresión que compare el campo con la variable del Atlas:
`"barrio" = @atlas_pagename`
- g. Arrastrar esa regla creada hacia la parte superior de la lista.
- h. Seleccioná todas las demás reglas (las preexistentes de la categorización) y arrastralas dentro de esa primera regla. De este modo, se agruparán bajo la condición que controla qué entidad se destaca según la página activa del Atlas.

Esto permite que, en cada hoja del Atlas, solo se resalte la unidad correspondiente a esa página, mientras las demás permanecen visibles en un estilo secundario o desactivadas, dependiendo de cómo se configure el estilo.

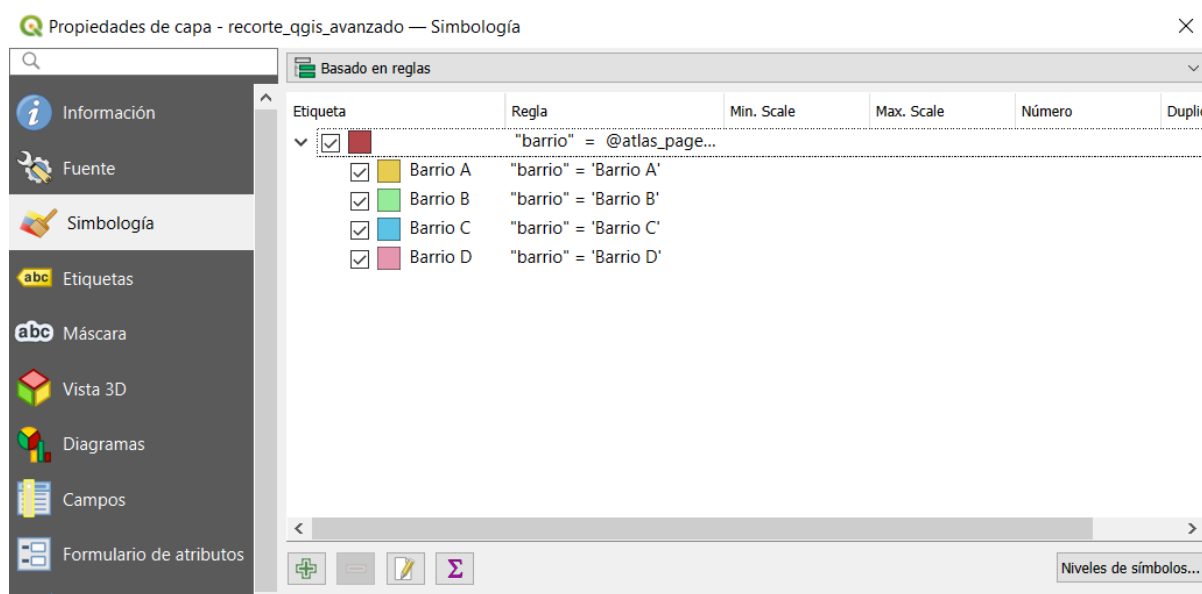


Figura 29. Simbología dinámica - Atlas en QGIS

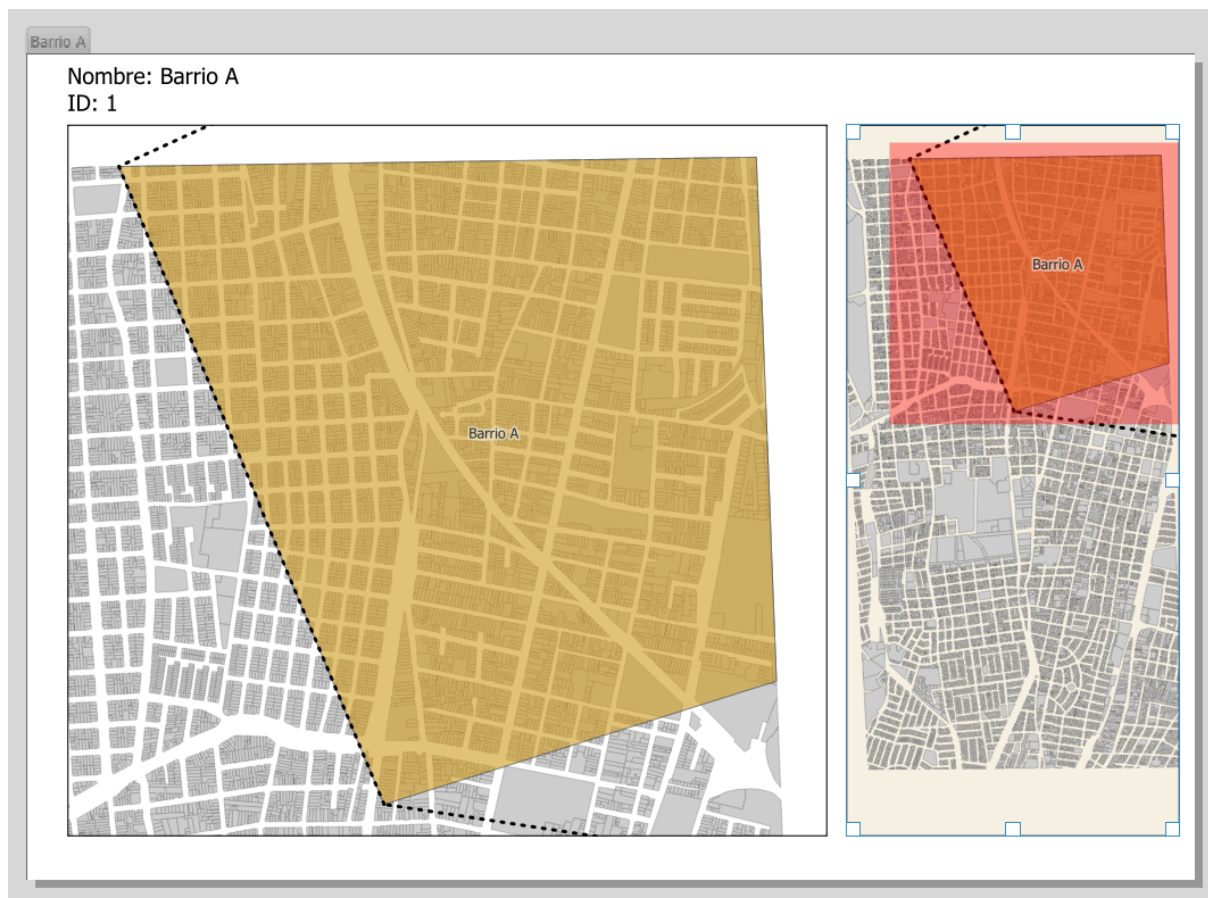


Figura 30. Simbología dinámica - Atlas en QGIS

12. Configurar exportación del Atlas

- En la pestaña Atlas:
 - Definir formato (PDF, imágenes, etc.), nombre de archivo (ej: atlas_[% "id" %].pdf).
 - Determinar si exportar todas las páginas o solo una selección filtrada.

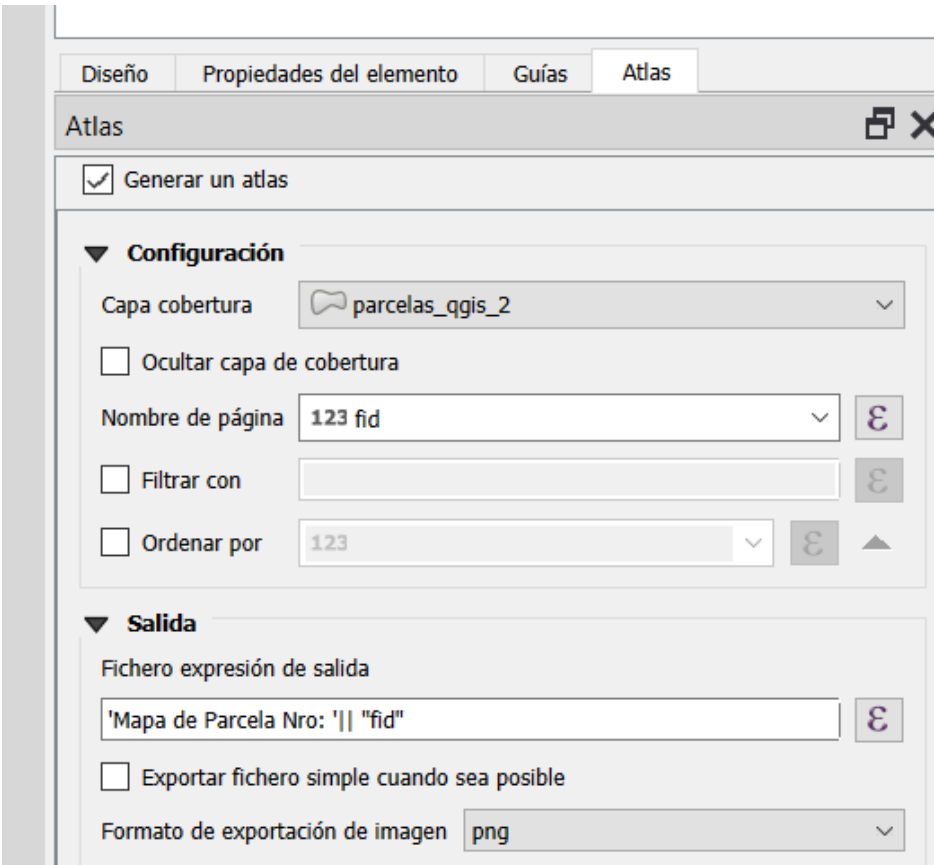


Figura 31. Exportar Atlas en QGIS

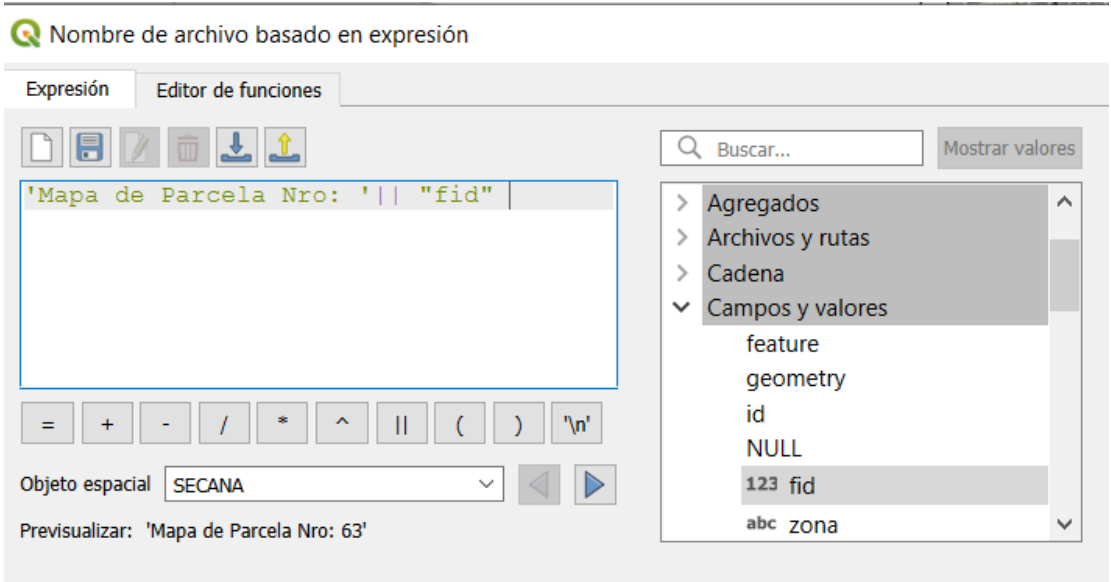


Figura 32. Exportar Atlas en QGIS

- Hacé clic en “Exportar Atlas como PDF”.

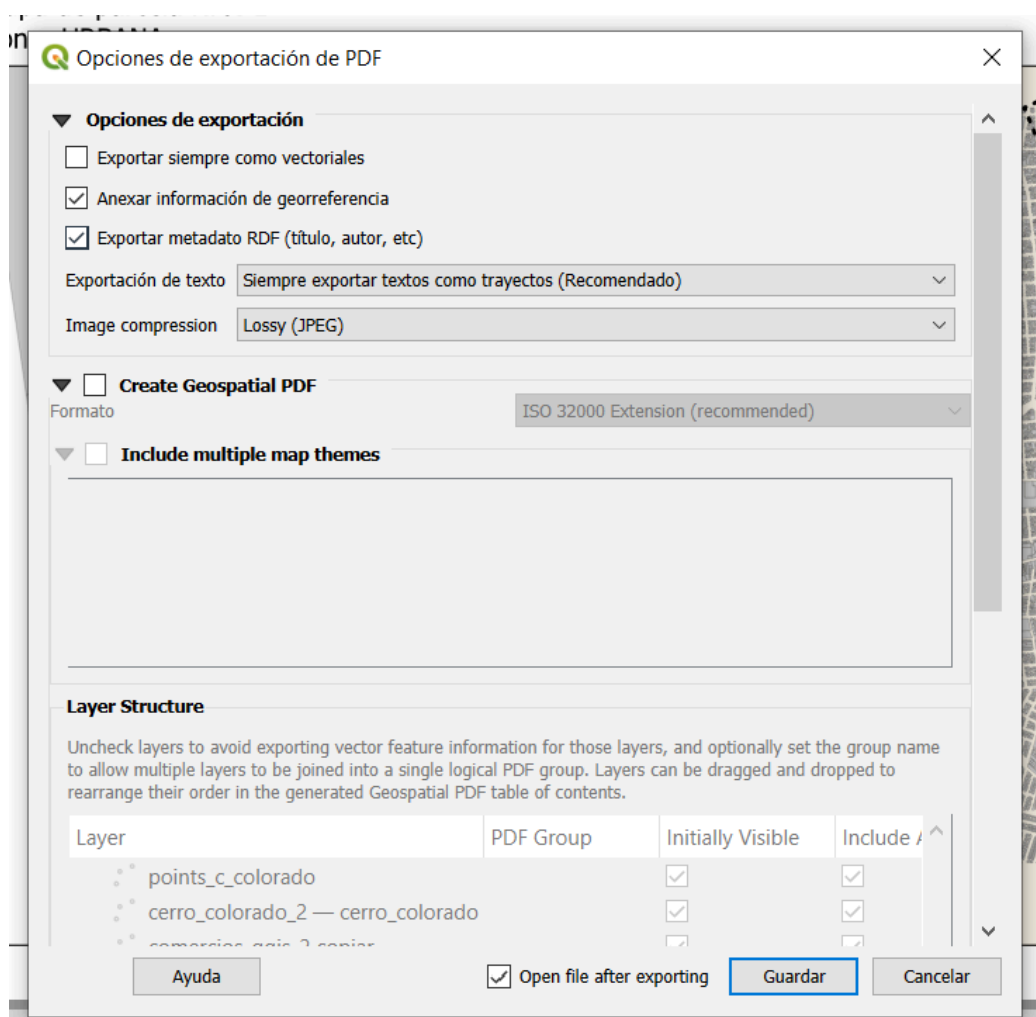
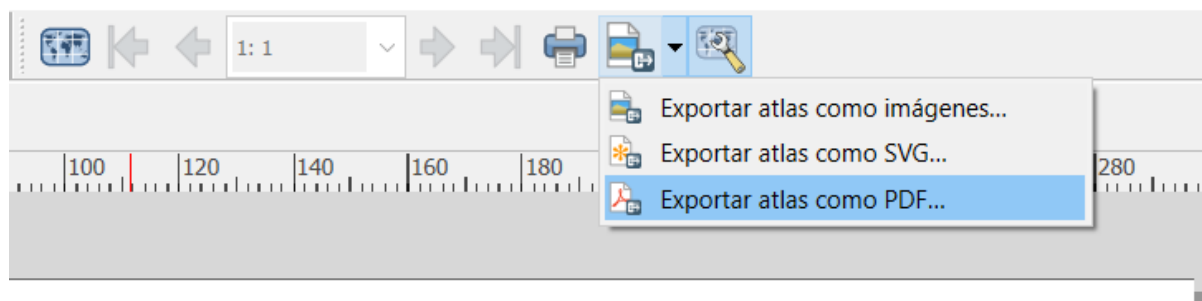


Figura 33. Exportar Atlas en QGIS

6. Exportación a GeoPDF

Un GeoPDF es un archivo PDF que contiene información geoespacial incorporada. Esto significa que, además de ser un mapa visual en formato PDF, también incluye coordenadas geográficas, atributos y capas que permiten la interacción geográfica dentro del propio visor de PDF.

Este formato permite en un PDF mostrar/ocultar capas si fueron exportadas con esa funcionalidad. Hacer consultas de coordenadas: al pasar el cursor, se puede ver latitud/longitud o coordenadas proyectadas, sin necesidad de software SIG.

Una vez terminado el mapa, desde el compositor de impresión (Layout).

- Al exportar como PDF, activar la opción "Crear GeoPDF"

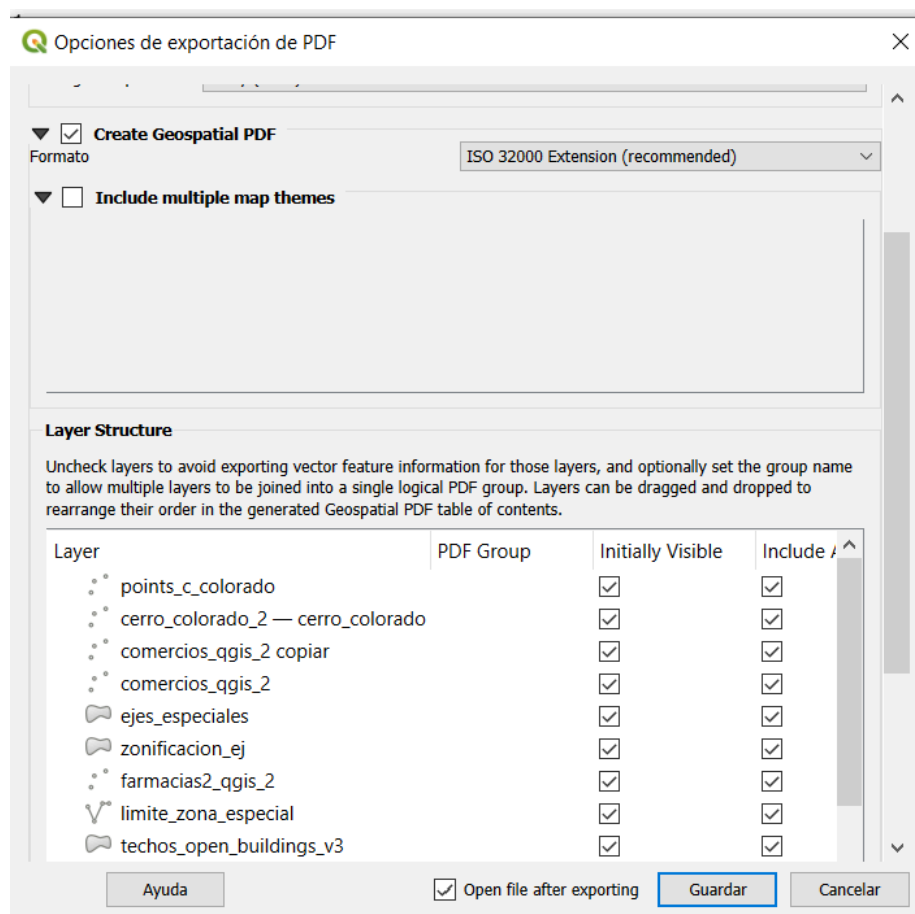


Figura 34. Exportar geoPDF en QGIS

Otras Herramientas y Tendencias en SIG

El campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) está en constante evolución. Además del software tradicional de escritorio como QGIS, han emergido herramientas y enfoques que potencian el análisis espacial con más automatización, mayor capacidad de procesamiento y nuevas formas de interacción con los datos. Algunas de las más relevantes son:

7. Google Earth Engine (GEE):

Plataforma en la nube para análisis geoespacial a gran escala, especialmente con imágenes satelitales. Permite procesar grandes volúmenes de datos geográficos sin necesidad de descargar archivos, usando JavaScript o Python.

Para ingresar: <https://earthengine.google.com/#>

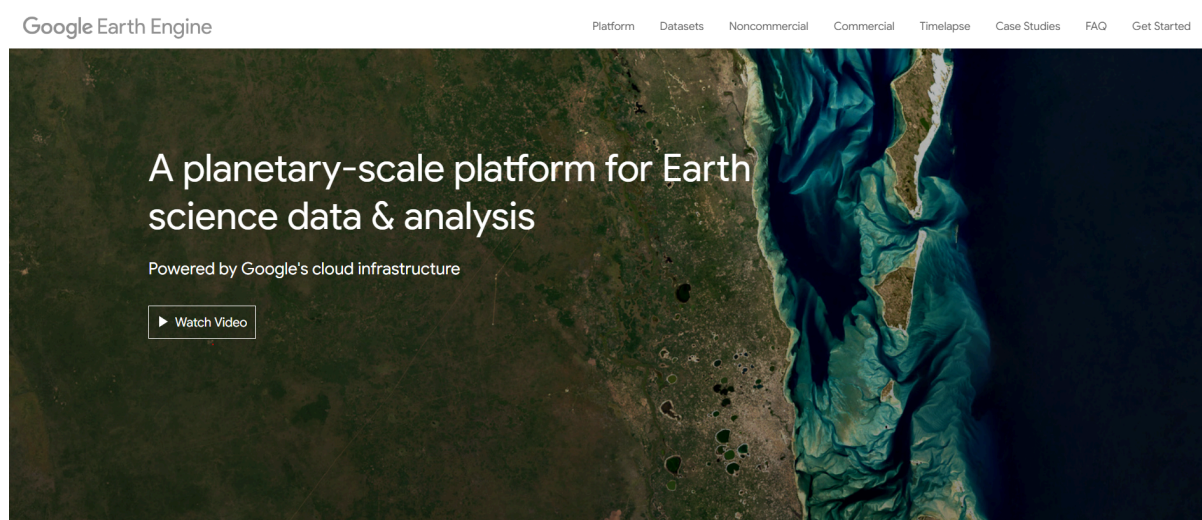


Figura 35. <https://earthengine.google.com/#>

GEE es una plataforma que permite realizar procesos geoespaciales en la nube desarrollada por Google. Permite el análisis a gran escala de datos satelitales y geoespaciales sin necesidad de descargarlos.

Se utiliza para análisis multitemporal de imágenes satelitales (Landsat, Sentinel, MODIS). Monitorización ambiental (cambio de uso del suelo, deforestación,

incendios). Y desarrollo de aplicaciones interactivas con datos geográficos en la web

Es de acceso gratuito a una enorme base de datos satelitales. El procesamiento es en la nube, con lo cual no es necesario contar con computadoras potentes.

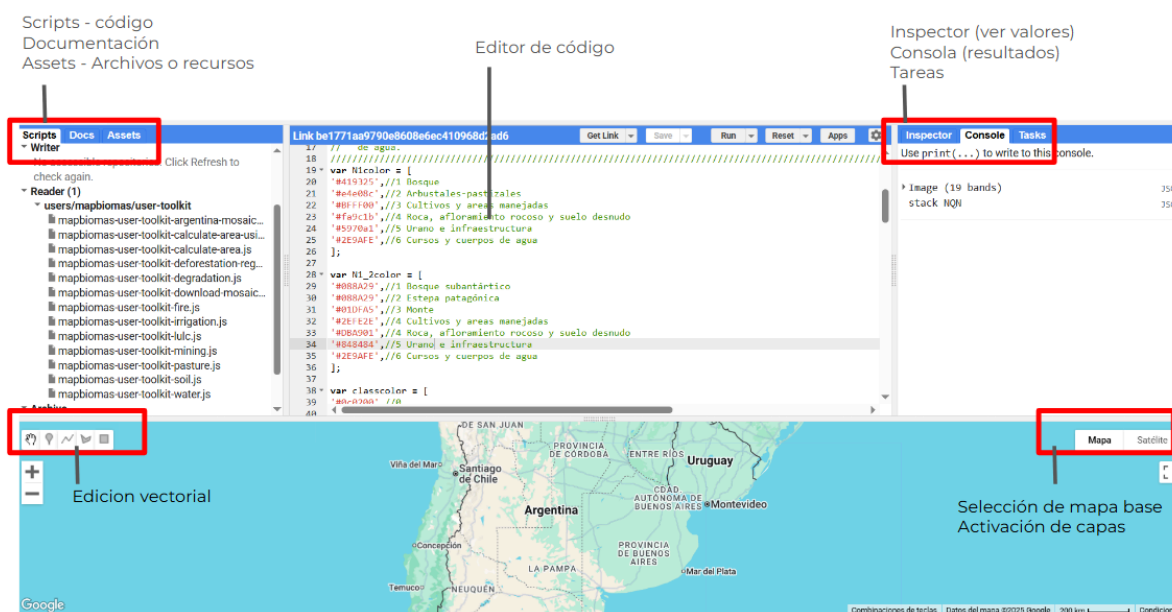


Figura 36. Google Earth Engine- Interfaz

Los lenguajes que utiliza son JavaScript o Python (API de GEE). En la plataforma de Google hay bastante material de apoyo, tutoriales y documentación.

8. ChatGPT y Deepseek:

ChatGPT y Deepseek son modelos de inteligencia artificial basados en procesamiento de lenguaje natural (PLN), entrenados con grandes volúmenes de datos para comprender, generar y razonar con texto humano. Estos modelos, conocidos como modelos fundacionales, están diseñados para responder preguntas, generar código, resumir documentos, redactar textos complejos, traducir lenguajes, entre muchas otras tareas, simplemente a partir de instrucciones dadas en lenguaje natural.

La principal fortaleza de estos sistemas es su capacidad para interpretar el contexto, adaptarse al tono y nivel técnico del usuario, y ofrecer soluciones creativas o técnicas en tiempo real. Están pensados tanto para el uso cotidiano como para entornos profesionales y académicos, siendo cada vez más integrados en flujos de trabajo y herramientas especializadas.

En el campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), estos modelos se convierten en herramientas de asistencia inteligente que complementan el trabajo técnico y analítico. Su aplicación permite:

- Resolver dudas técnicas relacionadas con software como QGIS, ArcGIS o PostGIS.
- Generar consultas SQL, expresiones de cálculo y scripts en Python o PyQGIS, incluso a partir de una descripción.
- Interpretar resultados de análisis espacial, proponer métodos adecuados y sugerir buenas prácticas cartográficas o estadísticas.
- Redactar informes, automatizar procesos o preparar documentación técnica, ahorrando tiempo y esfuerzo.
- Servir como soporte educativo y de capacitación, especialmente útil para estudiantes, docentes y equipos multidisciplinares.

Se utilizan prompts, que son instrucciones o entradas que se le dan al modelo de inteligencia artificial para que genere una respuesta. Puede ser una pregunta, una tarea, una descripción, un ejemplo o incluso una conversación más compleja.

En otras palabras, es la forma en que “dialogás” con la IA: se escribe algo, la IA lo interpreta y responde en función de eso. Cuanto más claro, preciso y bien formulado sea el prompt, mejor será la calidad de la respuesta.

Un buen prompt suele tener estas características:

- Claro y específico: indica exactamente qué necesitas.
- Contextualizado: incluye información relevante (tema, software, objetivo).
- Orientado a una acción: pedir, generar, explicar, comparar, resumir, etc.

ChatGPT tiene una versión gratuita y otra paga, mientras que Deepseek es un modelo abierto y gratuito (open-source).

Para ingresar al Chat GPT: <https://chatgpt.com/>

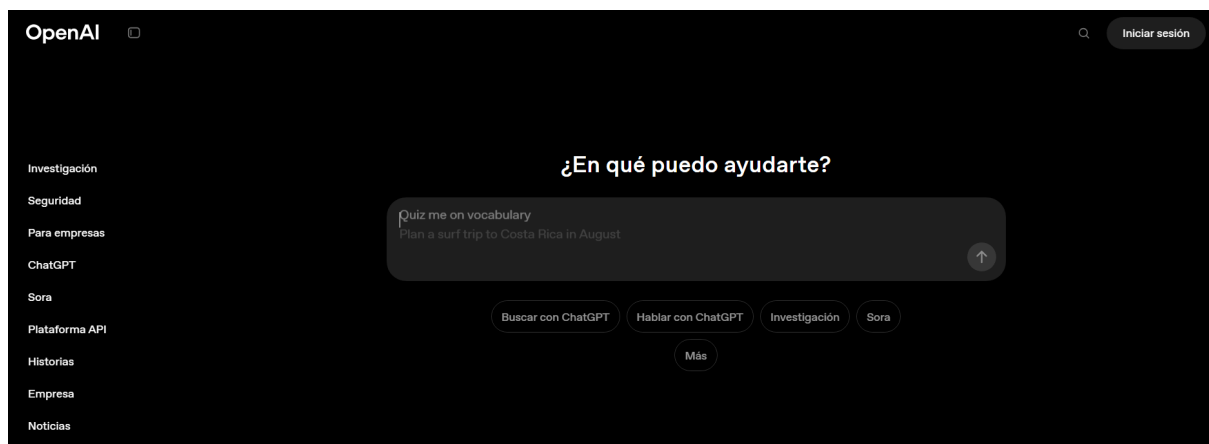


Figura 37. <https://chatgpt.com/>

Para ingresar a DeepSeek: <https://chat.deepseek.com/>

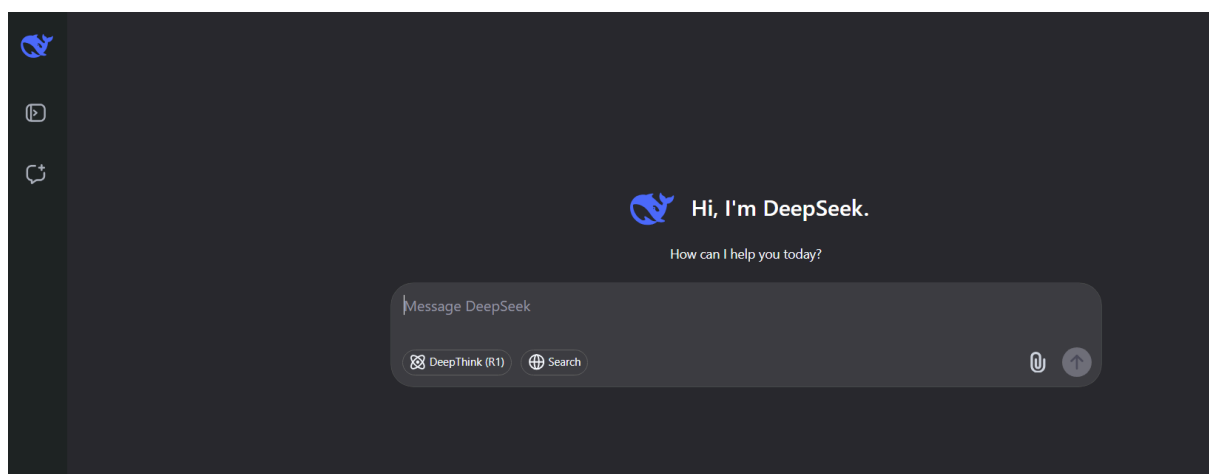


Figura 38. <https://chat.deepseek.com/>

9.R y Python para análisis espacial:

Los lenguajes de programación R y Python se han consolidado como herramientas fundamentales en el análisis de datos espaciales. Ambos ofrecen potentes bibliotecas específicas para Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo desarrollar análisis complejos, reproducibles y escalables, con integración directa a plataformas como QGIS, bases de datos espaciales como PostGIS, o entornos de visualización interactiva.

Tanto R como Python son lenguajes ampliamente utilizados en la ciencia de datos y el análisis espacial:

- Python es altamente valorado por su flexibilidad y su aplicación en entornos de producción, automatización y análisis geoespacial.
Principales bibliotecas: geopandas, shapely, rasterio, pyproj, folium, leaflet, y la API de Python de QGIS.
- R es preferido en entornos académicos y científicos, por su enfoque estadístico y sus capacidades de visualización de alto nivel.
 - Principales bibliotecas: sf, terra, raster, ggplot2, tmap, leaflet.

Tanto Python como R pueden ejecutarse desde múltiples entornos, adaptándose a distintos perfiles de usuario. Python puede utilizarse desde la línea de comandos (CMD o terminal), ejecutando scripts `.py`, o desde entornos integrados como Google Colab (en la nube) <https://colab.google/>, Jupyter Notebook, VSCode o PyCharm (entornos locales).

```

# Instalar las bibliotecas necesarias
!pip install geopandas folium

# Importar librerías
import geopandas as gpd
import folium

Requirement already satisfied: geopandas in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (1.0.1)
Requirement already satisfied: folium in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (0.19.7)
Requirement already satisfied: numpy>=1.22 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (2.0.2)
Requirement already satisfied: pyproj>=0.7.2 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (0.11.0)
Requirement already satisfied: packaging in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (24.2)
Requirement already satisfied: pandas>=1.4.0 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (2.2.2)
Requirement already satisfied: pyproj>=3.3.0 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (3.7.1)
Requirement already satisfied: shapely>=2.0.0 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from geopandas) (2.1.1)
Requirement already satisfied: branca>=0.6.0 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from folium) (0.8.1)
Requirement already satisfied: Jinja2>=2.9 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from folium) (3.1.6)
Requirement already satisfied: requests in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from folium) (2025.4.0)
Requirement already satisfied: xyzservices in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from folium) (2025.4.0)
Requirement already satisfied: MarkupSafe>=2.0 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from Jinja2>=2.9->folium) (3.0.2)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.8.2 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from pandas>=1.4.0->geopandas) (2.9.0.post0)
Requirement already satisfied: pytz>=2020.1 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from pandas>=1.4.0->geopandas) (2025.2)
Requirement already satisfied: tzdata>=20* in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from pandas>=1.4.0->geopandas) (2025.2)
Requirement already satisfied: certifi in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from requests->folium) (2025.6.15)
Requirement already satisfied: charset-normalizer<4, >=2 in /usr/local/lib/python3.11/dist-packages (from requests->folium) (3.4.2)

```

Figura 39. Entorno integrado en la nube para utilizar Python. Google Colab.

También está integrado en programas como QGIS, a través de la consola de Python (PyQGIS), lo que permite automatizar procesos geoespaciales directamente sobre capas y mapas. R, por su parte, se ejecuta principalmente desde RStudio, su entorno gráfico más difundido, aunque también puede correrse desde la terminal.

```

#MAPA 10: Matriz de la Ciudad
caba_matriz <- barrios_caba %>% #Generar matriz
  st_make_grid(n=c(60,60)) %>%
  st_sf() %>%
  st_intersection(barrios_caba) %>%
  mutate(matriz=row_number())

rus2017_geo <- st_join(rus2017_geo, caba_matriz) #Asignar a cada uso del suelo la matriz a la c
rus2017_geo <- caba_matriz %>%
  left_join(rus2017_geo %>%
    filter(CATEGORIA=="COMERCIAL") %>%
    group_by(matriz, CATEGORIA) %>%
    summarise(cant_matriz=n()) %>% #Asignar cantidad de comercios a cada cuadrícula
    st_set_geometry(NULL))

ggplot()+
  geom_sf(data=rus2017_geo,
    aes(fill=cant_matriz, color=NA)) +
  labs(title="Distribución de la Actividad Comercial",
    subtitle="Ciudad Autónoma de Buenos Aires",
    x="",
    y="",
    caption="Fuente de datos: https://data.buenosaires.gob.ar/",
    fill="Cantidad")+
  scale_fill_distiller(palette = "Spectral")+
  theme_cuba_c+
  ggsave("10_mapa_comercios_matriz.jpg", width = 30, height = 15, units = "cm", dpi = 300, lim

```

Figura 40. Entorno local para ejecutar R en RStudio.

Ambos lenguajes permiten realizar análisis espaciales avanzados, incluyendo uniones espaciales, interpolaciones, análisis de proximidad y modelos espaciales multivariados para estudiar patrones geográficos complejos. Además, posibilitan la automatización de flujos de trabajo, como la generación de mapas, la ejecución de cálculos sobre capas geográficas y la actualización masiva de datos, reduciendo tiempos y errores. Su capacidad para crear visualizaciones de datos espaciales, tanto en forma de mapas estáticos como dinámicos, animaciones y tableros interactivos (dashboards), facilita la comunicación de resultados. Asimismo, ofrecen un entorno potente para la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) geoespacial, permitiendo clasificaciones, predicciones y detección de patrones a gran escala.

Para aprender R:

- [Ciencia de datos para gente sociable \(Bits & Bricks\)](#)
- [R para ciencia de datos \(Hadley Wickham, en español\)](#)
- [DataCamp – Cursos interactivos](#)
- [Coursera – Especializaciones en R](#)

Para aprender Python:

- [Fundamentos de Python para el análisis espacial](#)
- [Tutoriales de Python geoespacial](#)
- [Python for Everybody – University of Michigan](#)
- [Coursera](#)

Durante el ciclo de capacitaciones se intentó dar una base teórica sólida, abordando los fundamentos del análisis espacial, con énfasis en que los conceptos espaciales son los mismos, sin importar la herramienta utilizada: operaciones como buffers, intersecciones, uniones espaciales, análisis de proximidad, etc., responden a una lógica común. La diferencia está en la escala,

velocidad y capacidad de automatización que pueden ofrecer otras herramientas como los lenguajes R y Python.

A modo de ejemplo:

Un buffer en QGIS, en R o en Python significa lo mismo: generar un área alrededor de un objeto geográfico. La diferencia es que en R/Python puedo aplicarlo sobre miles de capas, automatizarlo, o combinarlo con modelos estadísticos complejos.

10. Bibliografía de referencia

PostgreSQL Tutorial. (s. f.). *Guía de PostgreSQL con ejemplos prácticos.*

<http://www.postgresqltutorial.com/>

QGIS Project. (2024). *Consultas SQL (QGIS 3.40 Manual de formación).*

https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/training_manual/database_concepts/queries.html

Sánchez, J. (2004). *MySQL: Guía rápida (versión Windows).* <http://www.jorgesanchez.net>

Marqués, M. (2011). *Bases de datos* (Colección Sapientia, 18). Publicacions de la Universitat Jaume I.

<http://www.sapientia.uji.es>

W3Schools. (s. f.). *SQL Syntax.* https://www.w3schools.com/sql/sql_syntax.asp

QGIS Project. (2024). *Herramientas de etiquetado (QGIS 3.40 Manual de formación).*

https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/training_manual/vector_classification/label_tool.html

QGIS Project. (2024). *Configuración de etiquetas (Manual de usuario de QGIS 3.40).*

https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/user_manual/style_library/label_settings.html

CursosGIS. (s. f.). *Trucos para etiquetado avanzado en QGIS.*

<https://www.cursosgis.com/trucos-para-etiquetado-avanzado-en-qgis/>

QGIS Project. (2024). *Creación de mapas detallados con la herramienta Atlas.* En Manual de formación de QGIS 3.40.

https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/training_manual/forestry/forest_maps.html

Geoinnova. (2021, 11 mayo). *Atlas en QGIS: Cómo crear un libro de mapas para la gestión de biodiversidad en extensas áreas.*

<https://geoinnova.org/blog-territorio/atlas-en-qgis-como-crear-un-libro-de-mapas-para-la-gestion-de-biodiversidad-en-extensas-areas/>