



INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA CON QGIS

VERSIÓN 2.0

FEDERICO JAVIER GAZABA

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica con QGIS



21 de febrero de 2024

Resumen

La presente obra es una especie de manual o curso introductorio a los Sistemas de Información Georreferenciada (SIG) mediante el uso del software QGIS. Este documento pretende ser una primer lectura para quienes recién comienzan con los SIG y QGIS, y ha sido organizado por niveles de dificultad creciente. Desde su concepción ha sido pensado como material de consulta práctica de uso libre (Licencia de uso) y colaborativo, sobre todo para su uso en organizaciones gubernamentales.

Acerca de mi

Soy profesor de Matemática y Técnico Maestro Mayor de Obras. Actualmente soy docente en el Instituto de Formación Docente y Técnica 122 «Presidente Illia» de Pergamino y Director de Sistemas de Información Georeferenciada de la Municipalidad de Pergamino. Llevo adelante la coordinación de la Infraestructura de Datos Espaciales local (IDE Pergamino), y participo activamente en la comunidad de «Geoinquietos de Argentina». Soy parte de la comunidad de usuarios de «QGIS Argentina» y activista por el «Software Libre», sobretodo en las administraciones gubernamentales.

En el 2013 incursioné en el mundo de los Sistemas de información Georeferenciada con la versión 2 de QGIS, siguiendo el manual de entrenamiento del proyecto que actualmente sigue vigente. He tomado varios cursos sobre la temática «geo», desde bases de datos hasta teledetección.

Soy entusiasta en todas las nuevas tecnologías libres y en los datos espaciales abiertos. Me gusta el enfoque del «Open Source», el principio de libertad y colaboración en comunidad.

Las necesidades laborales me impulsaron a dar cursos de QGIS a compañeros de la municipalidad, por lo que decidí sistematizar esas enseñanzas en varios documentos que confluyen en este libro. Desde el 2016 hasta el presente he dictado cursos introductorios a los SIG de forma anual e ininterrumpida, tanto en mi lugar de trabajo como en otras instituciones.

Cafecito

Si te gusta lo que escribo puedes ayudarme invitándome un café en *cafecito.app*:



<https://cafecito.app/federicogazaba>

Agradecimientos

A mi familia, *Sofi, Charo y Emma*, quienes me prestaron su tiempo para poder escribir. Y a los *Geoinquietos* y toda la comunidad *QGIS Argentina*, de quienes aprendo día a día un poco más de este maravilloso mundo de los *Sistemas de Información Geográfica*.

Antecedentes

Esta obra es en parte derivada de un *Curso Básico de Qgis* elaborado inicialmente como manual de introducción al uso de Sistemas de Información Geográfica para el Municipio de Pergamino y publicada de forma libre y abierta en varios sitios, con licencia Creative Commons BY-SA 4.0. Esta es la segunda versión, revisada, actualizada y ampliada.

Licencia de uso

El material fue producido con la idea de que pueda reutilizarse, adaptarse y compartirse libremente, siempre y cuando se comparta con igual licencia y citando la autoría original. Cualquier sugerencia o comentario al respecto de los contenidos dirigirse al correo electrónico.



Los datos aquí utilizados, como verán oportunamente, tienen sus propias licencias y autorías.

Versión

Versión 2.0

Cambios generales en la nueva versión

- Actualización de portada
- Actualización de lista de grupos
- Actualización de enlaces
- Capítulos 1 y 2: Revisión, renovación y actualización de gráficos. Reformulación de definiciones y conceptos. Actualización de enlaces. Agregado de simbología ráster. Agregado de herramientas y configuraciones.

- Capítulo 3: Actualización de gráficas y textos de procesos vectoriales. Agregado de procesos vectoriales básicos y nueva sección de edición de capas ráster.
- Capítulo 4: Actualización de gráficas y textos. Agregado de configuraciones y nuevos elementos de mapa.
- Capítulo 5: Actualización de gráficas y textos de procesos de análisis vectorial. Agregado de procesos vectoriales avanzados. Incorporación de nueva sección de análisis ráster.
- Capítulo 6: Actualización de gráficas y textos. Incorporación de nuevos complementos y configuraciones. Agregado de nueva sección de fuentes de datos abiertos.

Índice general

1. Introducción	10
1.1. Resumen del nivel	10
1.2. ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica (SIG)?	10
1.3. ¿Qué es una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)?	11
1.4. ¿Por qué utilizar un SIG y/o una IDE?	12
1.5. ¿Dónde se usan SIG/IDE?	13
2. Consulta	15
2.1. Resumen del nivel	15
2.2. Sistemas de Referencia de Coordenadas	15
2.3. Proyección Cartográfica	16
2.4. Instalación, Interfaz y configuraciones generales de QGIS	17
2.4.1. Descarga	17
2.4.2. Instalación	17
2.4.3. Interfaz	17
2.4.4. Configuraciones generales	18
2.5. Abrir y guardar un proyecto nuevo	18
2.6. Formatos de archivos de un SIG	18
2.7. Agregado de capas vectoriales	19
2.8. Consultas espaciales básicas	21
2.9. Selección de objetos	23
2.10. Agregado de capas Ráster	24
2.11. Orden de capas	25
2.12. Manejo de complementos	26
2.13. Agregado de capas base	27
2.14. Agrupamiento de capas	28
2.15. Agregado de capas WMS	29
2.16. Empotrar capas	30
2.17. Archivo de definición de capa	31
2.18. Propiedades de la capa	31
2.19. Panel de vista general	32
2.20. Simbología y etiquetado	33
2.20.1. Simbología vectorial	33
2.20.2. Número de objetos en capas	37
2.20.3. Etiquetas	38
2.20.4. Simbología ráster	39
2.20.5. Transparencia	42
2.20.6. Guardar y cargar estilos	42
2.20.7. Múltiples estilos de capa	43
2.21. Tabla de atributos	45
2.21.1. Estructura	45
2.21.2. Información de la tabla	46
2.21.3. Filtros de tabla	47
2.22. Filtro de capa	49
2.23. Medición de distancia, área y ángulos	50
2.24. Exportar mapa	51
2.24.1. Ilustraciones	51
2.25. Marcadores	52
2.26. Anotaciones	53

2.27. Avisos de mapa	53
2.28. Localizador	54
2.29. Panel de Resumen Estadístico	55
3. Edición	56
3.1. Edición de capas vectoriales	56
3.1.1. Modificar una capa espacial	56
3.1.2. Editar un objeto	57
3.1.3. Agregar campos en la tabla de atributos	58
3.1.4. Agregar nuevos objetos (puntos) a la capa	59
3.1.5. Desplazar/mover objetos	60
3.1.6. Modificar vértices/nodos	60
3.1.7. Borrar/Eliminar objetos	60
3.1.8. Copiar objetos	60
3.2. Ejemplo 1: Modificar una capa de líneas	60
3.2.1. Modificar un trayecto existente	61
3.2.2. Seleccionar y eliminar vértices/nodos	61
3.2.3. Autoensamblado o snap	62
3.2.4. Agregar objetos de línea	64
3.3. Ejemplo 2: Modificar una capa de polígonos	65
3.3.1. Modificar un polígono existente	65
3.3.2. Agregar objetos poligonales	65
3.4. Digitalización avanzada	66
3.4.1. Añadir anillo	66
3.4.2. Borrar Anillo	67
3.4.3. Dividir Objetos espaciales	67
3.4.4. Remodelar objetos	68
3.4.5. Recortar/Extender (Trim/Extend)	68
3.4.6. Otras herramientas	69
3.5. Creación de capas vectoriales (puntos, líneas y polígonos)	70
3.5.1. Recomendaciones para generar datos vectoriales	70
3.5.2. Crear capa vectorial	71
3.5.2.1. GeoPackage	71
3.5.2.2. Capa borrador temporal	72
3.5.3. Metadatos	73
3.5.4. Notas de capa	74
3.6. Edición de capas ráster	75
3.6.1. Georreferenciador	75
3.6.2. Extracción	78
3.6.2.1. Cortar ráster por capa de máscara	78
3.6.2.2. Cortar ráster por extensión	79
3.6.2.3. Curvas de nivel	79
3.6.3. Relieve	83
3.6.4. Conversión	84
3.6.4.1. Combinar (Merge)	84
3.6.4.2. Traducir (convertir formato)	87
3.6.4.3. Combar (reproyectar)	87
4. Diseño	89
4.1. Claves del diseño de mapas	89
4.1.1. Tipos de mapas	89
4.1.2. Propósito de un mapa	89
4.1.3. Principios básicos	90
4.2. Elementos básicos de un mapa	90
4.3. Simbología	93
4.3.1. Variables visuales	93
4.4. Composición de impresión	94
4.4.1. Propiedades de la página	95
4.4.2. Diseño	96
4.4.3. Guías	96
4.4.4. Elementos del mapa	97

4.4.4.1.	Añadir mapa	97
4.4.4.2.	Vistas generales	98
4.4.4.3.	Leyenda	99
4.4.4.4.	Bloqueo de capas y estilo	101
4.4.4.5.	Escala	101
4.4.4.6.	Norte o Rosa de los vientos	102
4.4.4.7.	Rótulo o Carátula	103
4.4.4.8.	Imagen	104
4.4.4.9.	Otros elementos	105
4.4.5.	Exportación del mapa	105
4.4.6.	Impresión directa	106
4.4.7.	Guardar plantilla	106
4.4.8.	Licencia de datos	107
4.4.8.1.	Licencias	107
4.4.8.2.	Fuentes de datos en linea	107
5. Análisis		108
5.1.	Análisis vectorial	108
5.1.1.	Selección avanzada	108
5.1.1.1.	Selección desde tabla	108
5.1.1.2.	Invertir selección	109
5.1.1.3.	Seleccionar todo	109
5.1.1.4.	Selección por atributo	109
5.1.1.5.	Selección por expresión	110
5.1.1.6.	Selección por localización	111
5.1.1.7.	Selección distancia adentro	112
5.1.1.8.	Selección aleatoria	113
5.1.1.9.	Reseleccionar objetos espaciales	114
5.1.2.	Formato condicional en tablas	114
5.1.2.1.	Condicional en Campo	114
5.1.2.2.	Condicional en Fila	115
5.1.3.	Unión de tablas (join)	116
5.1.3.1.	Unión uno a uno	116
5.1.3.2.	Uno a muchos	119
5.1.4.	Capas virtuales	121
5.1.5.	Geocodificación	122
5.1.5.1.	Geocodificador por lote Nominatim	122
5.1.5.2.	Complemento GeoCoding	123
5.1.5.3.	Complemento MMQGIS	124
5.1.6.	Análisis de redes	127
5.1.6.1.	Ruta más corta (punto a punto)	127
5.1.6.2.	Ruta más corta (punto a capa)	127
5.1.6.3.	Ruta más corta (capa a punto)	128
5.1.6.4.	Área de servicio (desde punto)	128
5.1.6.5.	Área de servicio (desde capa)	129
5.1.6.6.	Advanced Parameters	129
5.1.7.	Herramientas de geoprocessos y geometría	131
5.1.7.1.	Comprobación de validez de geometría	131
5.1.7.2.	Buffer o zona de influencia	133
5.1.7.3.	Offset de líneas	137
5.1.7.4.	Intersección de capas	137
5.1.7.5.	Unión de capas	138
5.1.7.6.	Diferencia simétrica entre capas	139
5.1.7.7.	Diferencia entre capas	140
5.1.7.8.	Cortar capas	141
5.1.7.9.	Envolvente convexa	142
5.1.7.10.	Geometría mínima delimitadora	142
5.1.7.11.	Disolver capa	143
5.1.7.12.	Centroides	144
5.1.7.13.	Polo de inaccesibilidad	144
5.1.7.14.	Polígonos a líneas y líneas a polígonos	145

5.1.7.15. Simplificar	146
5.1.7.16. Densificar por conteo	146
5.1.7.17. Multipartes	147
5.1.7.18. Polígonos de Voronoi	147
5.1.7.19. Triangulación de Delaunay	149
5.1.7.20. Rectángulos, óvalos, diamantes	150
5.1.8. Herramientas de análisis, investigación y gestión de datos	150
5.1.8.1. Coordenada(s) media(s)	150
5.1.8.2. Extraer vértices	152
5.1.8.3. Crear cuadrícula	152
5.1.8.4. Unir atributos por localización	154
5.1.8.5. Unir atributos por proximidad	155
5.1.8.6. Dividir capa vectorial	155
5.1.8.7. Contar puntos en un polígono	156
5.1.8.8. Agregar atributos de geometría	156
5.1.8.9. Sumar longitud de líneas	157
5.1.8.10. Estadísticas básicas para campos	157
5.1.8.11. Estadísticas por categorías	158
5.1.8.12. Matriz de distancia	158
5.1.8.13. Listar valores únicos	159
5.1.8.14. Empaquetar capas	160
5.1.8.15. Rehacer campos	161
5.1.9. Calculadora de campos y constructor de expresiones	161
5.1.9.1. Condicionales	162
5.1.9.2. Agregados	163
5.1.9.3. Cadena	165
5.1.9.4. Matemáticas	167
5.1.9.5. Conversiones	168
5.1.9.6. Geometría	170
5.2. Análisis ráster	171
5.2.1. Interpolaciones	171
5.2.1.1. Interpolación TIN	172
5.2.1.2. Interpolación IDW	175
5.2.1.3. Densidad lineal	176
5.2.1.4. Mapa de calor	176
5.2.2. Mapa de Sombras (Hillshade)	177
5.2.3. Perfil de elevación	178
5.2.4. Estadísticas de capa ráster	180
5.2.5. Información de ráster	180
5.2.6. Muestra de valores ráster	181
5.2.7. Estadísticas de zona	182
5.2.8. Reclassificar por tabla	183
5.2.9. Informe de valores únicos de capa ráster	185
5.3. Modelizador	185
6. Anexos	187
6.1. Complementos	187
6.1.1. Street View	188
6.1.2. autoSaver	188
6.1.3. Lat Lon Tools	188
6.1.4. Group Stats	189
6.1.5. DataPlotly	191
6.1.6. Qgis Cloud	193
6.1.7. Qfield	193
6.1.8. QuickOSM	193
6.1.9. ORS Tools	195
6.2. Fuentes de datos abiertos	197
6.2.1. Datos vectoriales	198
6.2.1.1. OpenStreetMap	198
6.2.1.2. Planet OSM	199
6.2.1.3. overpass turbo	199

6.2.1.4. GeoFabrik	199
6.2.2. Datos ráster	200
6.2.2.1. Copernicus	200
6.2.2.2. FIRMS NASA	201
6.2.2.3. Sentinel Hub/EO Browser	202
6.2.2.4. ASTER GDEM	202
6.2.2.5. USGS	203
6.2.2.6. EOS Data Analytics	203
6.2.2.7. OpenAerialMap	203
6.2.2.8. Copernicus Global Land Cover	204
6.2.3. Datos Mixtos	205
6.2.3.1. Natural Earth Data	205
6.2.3.2. OpenTopography	205
6.3. Diseño avanzado	206
6.3.1. Niveles de símbolos	206
6.3.2. Dimensiones determinadas por campo (Asistente)	208
6.3.3. Estilos basados en reglas	209
6.3.4. Mezclar categorías de estilo	209
6.3.5. Heatmap o mapa de calor	210
6.3.6. Mover y rotar etiquetas manualmente	211
6.3.7. Callout o líneas de llamada	212
6.3.8. Diagramas	213
6.3.9. Temas de mapa	215
6.4. Composiciones avanzadas	216
6.4.1. Atlas	217
6.4.1.1. Selección de la capa de referencia del atlas	217
6.4.1.2. Crear una composición	217
6.4.1.3. Exportar atlas	218
6.4.2. Informes	219
6.4.2.1. Composición de Informes	219
6.4.2.2. Carátula y pie de informe	220
6.4.2.3. Contenido de informe	221
6.4.3. Variables en el compositor	223
6.4.4. Clipping o enmascarado	223
6.4.5. Tablas de atributos	224
6.4.6. Múltiples páginas	227
6.5. Configuraciones adicionales	228
6.5.1. Atajos del teclado	228
6.5.2. Administrador de Bases de Datos	228
6.5.3. Perfiles de usuario	232
6.5.4. Vistas de mapa	232
6.5.5. Nueva vista de mapa 3D	233
6.5.6. Formularios personalizados	234
6.5.6.1. Diseñador de formularios	234
6.5.6.2. Alias	236
6.5.6.3. Tipo de control	237
6.5.6.4. Restricciones	241
6.5.6.5. Valores predeterminados	242
6.5.7. Acciones	243

Niveles

El manual seguirá la misma metodología de aprendizaje que el documento original: por *niveles* de complejidad creciente. Dicho esto deberá tenerse en cuenta que fue pensado y diseñado con el objeto de capacitar de acuerdo al grado o nivel que se desee alcanzar: 0. *Introducción*, 1. *Consulta*, 2. *Edición*, 3. *Diseño* y 4. *Análisis*. Por último se incorpora un capítulo más, *Anexos*, que tiene como objeto recopilar algunas herramientas y configuraciones avanzadas que por sus características se decidió no incluir en ninguno de los capítulos anteriores aunque no necesariamente son más complejos.

Detallamos los niveles para que el lector sepa qué esperar de cada uno de ellos:

Introducción 1 Permite al lector conocer acerca de los Sistemas de Información Geográfica y las Infraestructuras de Datos Espaciales, de forma que pueda comprender los conceptos básicos que hacen al trabajo con datos georreferenciados. Quienes tienen que alcanzar este nivel son aquellos que trabajen con datos territoriales, en especial los *responsables del planeamiento y la toma de decisiones* que involucren este tipo de información espacial. Es imprescindible que estas personas conozcan la potencialidad de los Sistemas de Información Geográfica y las Infraestructuras de Datos Espaciales aunque no se involucren directamente en su consulta, edición y manipulación pero tengan bajo su jurisdicción personal que sí lo haga.

Consulta 2 Este nivel deberán alcanzarlo quienes necesiten *explorar y consultar datos espaciales* desde un SIG como QGIS. La competencia principal en este nivel es poder examinar los atributos de datos espaciales tabulados como de imágenes georreferenciadas y hacer consultas de forma visual que luego se podrán incluir en informes gráficos con datos exportados a planillas de cálculo, vistas de mapas y estadísticas básicas, tanto con fuentes propias como externas.

Edición 3 El trabajo cotidiano de *creación, manipulación y modificación de datos espaciales* en un SIG es competencia principal en este nivel. La elaboración de datos georreferenciados nuevos o la edición de datos importados, tanto tabulados como en formato imagen, es el objetivo a adquirir. En este capítulo se enseñan técnicas de edición vectorial y ráster que luego permitirán preparar los datos para su presentación en salidas gráficas de mapa o análisis espaciales avanzados.

Diseño 4 Los datos de un SIG pueden ser analizados desde una computadora, tanto para la toma de decisiones como para su publicación en línea, sin embargo a veces es necesario realizar salidas de impresión en mapas de papel donde el objetivo es poder comunicar eficientemente un plan territorial. Este nivel provee las competencias básicas para *elaborar un mapa* como elemento comunicacional.

Análisis 5 Es el último nivel que completa este curso y permite adquirir las herramientas para realizar *análisis de datos de forma integral*. Aquellos que necesiten profundizar en el uso de un SIG son los destinatarios de este nivel, donde podrán realizar geoprocessos vectoriales y de imágenes, selecciones y filtros avanzados, consultas complejas de datos, análisis de redes, geocodificación, análisis estadísticos, etc.

Anexos 6 Capítulo con herramientas y configuraciones adicionales donde se explican, desarrollan y profundizan algunas herramientas y complementos de gran utilidad en el trabajo avanzado con SIG.

Software

La complejidad del documento realmente no es elevada, cubre conocimientos en el uso y manejo de Sistemas de Información Geográfica de manera básica a intermedia.

Se ha elegido el uso de la herramienta geomática libre QGIS en su versión 3.* ya que está catalogada entre las mejores herramientas SIG libres que existen en la actualidad. Nobleza obliga decir que existen otras alternativas libres e igualmente válidas como por ejemplo gVsig, que permite resultados similares a QGIS pero mediante diferentes interfaces gráficas.

Parte del material aquí expuesto surge de distintas lecturas, capacitaciones y experiencias, entre las que se destaca especialmente lo publicado en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). También se ha inspirado en los documentos oficiales de Qgis.

Data

Para hacer más accesible y global los ejemplos prácticos que figuran en este documento se han tomado los datos de Natural Earth -al igual que en el manual de entrenamiento oficial de QGIS- que es un repositorio de datos vectoriales y ráster de dominio público. Con esto se logra que el libro pueda ser utilizado y adaptado en cualquier parte del mundo sin problemas de regionalización.

Grupos de usuarios

Siempre es bueno ponerse en contacto con otros usuarios más experimentados y que hablen nuestro mismo idioma, que podrán resolver nuestras dudas respecto del uso de *QGIS* o del mundo «geo», por ello se recopilan a continuación algunos enlaces interesantes:

- Grupos de usuarios oficiales
- Grupo de usuarios de Qgis en español
- Grupo de usuarios de Qgis en español, en Telegram
- Grupo de usuarios de Qgis Argentina, en Telegram

- Geoinquietos Argentina
- Grupo de usuarios de Qgis Argentina, en LinkedIn

Siempre es recomendable buscar grupos de usuarios locales (como los *Geoinquietos*) en las distintas redes sociales, sobre todo cuando se necesitan localizar fuentes de datos regionales.

Enlaces

Globales

- Natural Earth Data <https://www.naturalearthdata.com/>
- QGIS.org, 2023/2024. QGIS Geographic Information System.
QGIS Association <https://www.qgis.org>
- QGIS.org, 2024. QGIS 3.34. Guía de Usuario de QGIS.
QGIS Association https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/user_manual/index.html
- Documentación Oficial QGIS <https://qgis.org/es/docs/index.html>
- Servidor de mapas Geoserver <https://geoserver.org/>
- Plataforma de datos GeoNode <https://geonode.org/>
- Proyecto OpenStreetMap <https://www.openstreetmap.org/>
- The Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) <https://www.osgeo.org/>

Argentina

- IDERA (IDE Argentina) <https://www.idera.gob.ar>
- IGN (Instituto Geográfico Nacional, Argentina) <https://www.ign.gob.ar/>

Fuentes

En el documento se utilizan distintas fuentes para las imágenes y figuras por lo que salvo expresa mención, la elaboración o creación de las mismas son del autor.

Asimismo, se ha utilizado frecuentemente como mapa base o de referencia *OpenStreetMap*¹ en muchas figuras e imágenes. Los créditos de las mismas corresponden a «© OpenStreetMap contributors» (licencia), que disponemos aquí para no repetirlo en cada una de ellas.

¹OpenStreetMap es un proyecto colaborativo de mapeo con una gran comunidad de contribuidores en todo el mundo. Sus datos son de uso libre y gratuito, y es ampliamente utilizado como mapa base.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Resumen del nivel

Como se ha mencionado anteriormente, este nivel tiene como objetivo explicar los fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica y su importancia en la toma de decisiones, tanto en índole público como privado.

1.2. ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica (SIG)?

Un Sistema de Información Geográfica o Georreferenciada (en inglés, Geographic Information System, GIS) es un conjunto de herramientas informáticas capaces de gestionar información espacial y temática sobre una cartografía digital de un territorio en particular:

«La tecnología *GIS* (*Sistemas de Información Geográfica*), constituye una de las herramientas más adecuadas para el manejo de información, ya que usa el modelo de base de datos georrelacional asociando un conjunto de información gráfica en forma de planos/mapas con bases de datos digitales. G. Deferraris, 1994.»

Esto, sintéticamente quiere decir que los GIS tienen como característica principal que el manejo de la información gráfica y alfanumérica se realiza de forma integrada, dentro de un mismo sistema informático, pudiendo abordar aspectos de alta complejidad relacionando datos de distintos orígenes.

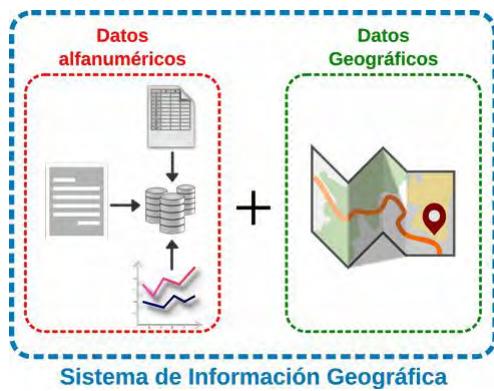


Figura 1.1: Sistema de Información Geográfica. Imágenes de Open Clip Art Library.

Un *SIG* o *GIS* es una herramienta informática compleja, distinta a cualquier software ofimático, visualizador de mapas o de dibujo técnico que se utilice en el ámbito de una organización que gestione información territorial. En particular posee funciones que pueden encontrarse por separado en distintos tipos de aplicaciones, pero que en el caso de los SIG se encuentran integradas en un mismo sistema. El siguiente esquema permite conceptualizar mejor la idea del flujo de trabajo en un SIG:



Figura 1.2: Flujo de trabajo en un SIG. Imagen de Freepik.

Para entender mejor cómo es que un SIG manipula los datos espaciales y cómo éstos son representados, podemos reducir un poco su definición al de «sistema de capas superpuestas de información geográfica». Esto es como tener mapas temáticos de un mismo lugar, en la misma escala y extensión territorial, y que se pueden poner uno sobre otro para poder realizar comparaciones entre ellos. Si bien esta imagen es un poco básica, permite iniciar la idea de las funcionalidades de un SIG:

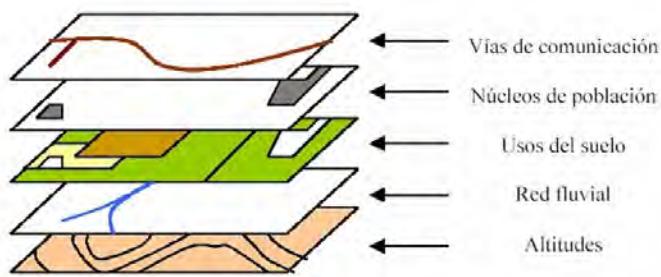


Figura 1.3: Esquema de capas de información en un SIG. Imágenes de Wikipedia.

En general llamamos SIG a un sistema informático que puede manipular datos espaciales y aplicar sobre ellos distintos algoritmos o procesos con el propósito de analizar el territorio. QGIS es un ejemplo de SIG de escritorio:

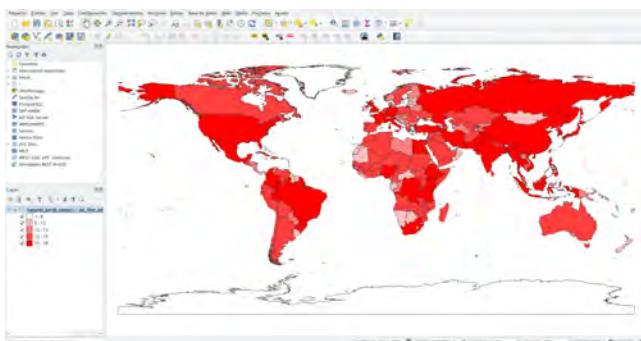


Figura 1.4: QGIS 3.34.0-Prizren con datos de Natural Earth.

1.3. ¿Qué es una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)?

Podemos pensar la IDE como una ampliación del concepto de SIG (GIS). Una buena lectura al respecto se encuentra en este libro, Fundamento de las IDE, del cual se extrae lo siguiente:

Cuando se dispone de datos georreferenciados, de cierta disponibilidad de recursos informáticos y se quiere o se tiene la necesidad de publicar la información georreferenciada de la manera más eficaz posible, es necesario contar con una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable. Esta infraestructura no es más que el conjunto de recursos cartográficos disponibles en la red, sobre la que los datos mismos serán más útiles al formar parte de un todo más completo.

Es decir, un SIG es necesario para disponer y organizar los datos geográficos, pero no resulta suficiente cuando necesitamos interoperar con ellos desde distintas estaciones de trabajo de una misma organización, entre distintas organizaciones o bien pensando en la apertura de esos datos al público:

Es necesario pensar a las Infraestructuras de Datos Espaciales como la evolución necesaria de un Sistema de Información Geográfica

Disponer de una IDE garantiza la interoperabilidad con datos espaciales en la red, porque se eliminan los obstáculos que presentan los formatos de archivos y la formas individuales de presentar los datos. Esto es así porque una IDE implica mantener ciertos estándares mediante el compromiso institucional. Según IDERA, una IDE es un:

Conjunto articulado de tecnologías, políticas, acuerdos institucionales, recursos y procedimientos estandarizados de trabajo, cuya meta principal es asegurar la cooperación entre diferentes instituciones para hacer accesible la Información Geoespacial.

Asimismo, aseguran que

Las IDE tienen como objetivo poner en común, datos espaciales y servicios para que sean utilizados por cualquier tipo de usuario y en todo tipo de aplicaciones.



Figura 1.5: Una forma simple de esquematizar una IDE. Imágenes de FreeSVG.

En general un nodo IDE está compuesto por varios componentes de software:

- Sistemas de Información Geográfica. Es el software, generalmente de escritorio, que permite digitalizar, capturar y manipular datos espaciales. Por ejemplo, QGIS.
- Base de datos. Es el software que permite almacenar de forma eficiente los datos geográficos. Entre los más utilizados está PostgreSQL en conjunto con el complemento espacial PostGIS, aunque también existen otras alternativas como MySQL, que también soporta tipos de datos espaciales.
- Servidor de mapas. Es el software encargado de gestionar los datos espaciales (de distintas fuentes, como bases de datos u otros servidores de mapas) y disponerlos o publicarlos vía web de forma estandarizada e interoperable. Entre los más utilizados están GeoServer, MapServer y Qgis Server.
- Visualizador y portal de datos. Existen muchos visualizadores de datos que se conectan con los servidores de mapas y ofrecen un menú de mapas temáticos de acceso simple y rápido para su consulta en la web. Muchos de ellos son desarrollos particulares que se basan en tecnologías como Leaflet u OpenLayer, como por ejemplo el visor de mapas del Instituto Geográfico Nacional Argentino. Hay visualizadores como GeoMoose o LizMap que en conjunto con otras tecnologías ofrecen una experiencia satisfactoria como visor de datos espaciales. Por otra parte existen sistemas más complejos y potentes como GeoNodeGeoNode, que es un gestor de datos espaciales muy completo que permite compartir datasets espaciales y mapas temáticos con sus correspondientes metadatos.
- Gestor de metadatos. Este software permite gestionar los datos de los datos, es decir, información asociada a un dataset: como el autor, fecha de creación y actualización, licencia, extensión territorial, etc. Uno de los gestores de metadatos más utilizado es GeoNetwork, que permite catalogar conjuntos de datos espaciales y administrar su información asociada de forma muy detallada. Asimismo, como se mencionó en el punto anterior, la suite GeoNode también permite gestionar metadatos pero quizás con menos opciones de configuración.

Por otra parte, existen otros componentes para conformar una IDE como acuerdos políticos y sociales, normativas legales y técnicas, estándares de aplicación, etc. En este apartado se sugiere revisar las directivas que proveen los organismos oficiales de cada país o región, ya que es importante alinearse con esas normativas.

1.4. ¿Por qué utilizar un SIG y/o una IDE?

Los SIG e IDE son utilizados para resolver multitud de problemas de planificación y gestión de cualquier ámbito y entorno. En la administración pública son ampliamente utilizados en áreas como la gestión de recursos naturales, patrimonio, cultura, población, producción, urbanismo (catastros, administración del suelo,

planificación, servicios sanitarios, infraestructura, etc), medio ambiente (parques, impacto medioambiental de la actividad humana, ecología, etc), tráfico vehicular, control de carreteras y señalización.

Los usos son variados y seguramente cualquier lista que se quiera esbozar será incompleta, sin embargo hay que tener en cuenta que la literatura clásica sobre SIG e IDE se menciona que alrededor de un 80% de la información que manipulan organismos como empresas o entes gubernamentales tratan con datos geográficos.

Por ejemplo, una oficina gubernamental puede gestionar proyectos de obras de infraestructura urbana mediante planillas de cálculo, pero no podrá conocer qué interferencias de servicios hay en ese lugar sin preguntarle a las áreas correspondientes. Un gráfico estadístico de obras realizadas en cierta Ciudad podrá resumir bien información de las intervenciones, pero no puede mostrar dónde se realizaron si no se muestra en un mapa.



Figura 1.6: Visiones parciales de los problemas. Imágenes de Open Clip Art Library.

No es un tema menor, porque indica cuánto nos estamos perdiendo al no utilizar un SIG o IDE cuando utilizamos herramientas por separado que solo afrontan una parte del problema: Herramientas tipo CAD, mapas en papel, planillas de cálculo, documentos de texto, bases de datos, gráficos estadísticos. No significa que sea incorrecto utilizar estas herramientas para manejar estos datos, pero es tal vez incompleta, puesto que la herramienta adecuada para gestionarlos es definitivamente un SIG, ya que combina todo en uno.

1.5. ¿Dónde se usan SIG/IDE?

A veces la mejor forma de explicar algo es mediante ejemplos, por lo tanto veremos a continuación una lista de ejemplos donde se describen usos comunes de Sistemas de Información Geográfica e Infraestructuras de Datos Espaciales que el lector podrá identificarse:

Planeamiento y orden territorial. Gestión del territorio, tanto para administrar parcelas urbanas o rurales como para planificar el tipo de uso que se le da al suelo. Generación de espacios verdes, zonas industriales y residenciales. Estudios de paisajismo. Seguimiento de obras de infraestructura pública y obras privadas. Generación de cartografía oficial y gestión de límites administrativos territoriales. Gestión de catastro de cementerios.

Ambiente y geografía. Gestión de áreas protegidas, como bosques naturales, glaciares, humedales, etc. Inventario forestal, tanto urbano como natural. Mapeo de suelos y acuíferos. Administración de recursos y reservas naturales, terrestres y acuíferas. Estudio del clima y tiempo mediante sensores remotos. Investigación sobre el cambio climático y la desertificación. Registro y modelado de contaminación ambiental. Seguimiento de incendios forestales. Estudio de especies migratorias. Medición de biodiversidad territorial y marina. Estudios geológicos y topográficos, tanto del continente como submarino. Mapeo de rutas de senderismo responsable con la naturaleza.

Seguridad, emergencias y defensa civil. Análisis del delito. Análisis de accidentes de tránsito. Análisis de emergencias. Planificación de zonas y rutas seguras. Seguimiento de trazas GPS en vehículos de seguridad y emergencias. Modelado de recorridos de patrullaje. Generación de planes de contingencia. Elaboración de mapas de riesgo y planes de contingencia ante catástrofes naturales. Análisis de tránsito. Planificación de la defensa territorial limítrofe.

Producción y negocios. Monitoreo de cultivos de producción por teledetección satelital o con drones de precisión. Estudio de impacto ambiental de proyectos industriales. Planeamiento de rutas de transporte eficientes y flujo de mercancía, tanto terrestre como marítimo. Logística de flotas de paquetería por GPS. Análisis de segmentación de zonas de consumo y geomarketing. Análisis de valor de suelo inmobiliario. Gestión integral de recaudación de impuestos y tasas de servicios. Mapeo industrial para el estudio de

costes en cadenas de suministros. Análisis de accidentología y riesgos para agencias de seguros. Mapeo de puntos de interés (POI), hotelería y oferta gastronómica en zonas turísticas.

Social y salud. Censo de población y vivienda. Generación de informes geoestadísticos. Estudio de la conformación, vulnerabilidad y segmentación social en áreas urbanas. Análisis territorial de ofertas educativas y culturales. Mapeo de sitios históricos culturales. Estudio de migraciones de población. Análisis epidemiológico territorial. Investigación espacial de potenciales agentes biológicos patógenos. Gestión de control de plagas y especies invasoras en áreas residenciales.

Servicios y energía. Análisis de generación y distribución de energía eléctrica de distintas fuentes como la energía hidroeléctrica, solar, atómica, etc. Mapeo de tuberías y redes de drenaje urbanos. Modelado y simulación de redes de agua potable, gas natural y de aguas residuales. Gestión de residuos sólidos urbanos e industriales. Análisis de cobertura territorial de redes de telefonía móvil e internet. Gestión de proyectos petroleros y extracción de carbón.

Capítulo 2

Consulta

2.1. Resumen del nivel

El nivel *Consultor* está orientado a quienes necesiten trabajar con un QGIS de forma básica. Al finalizar el capítulo se tendrán los conocimientos necesarios que permitirán *abrir y guardar proyectos, agregar capas vectoriales y ráster (locales y externas) en un proyecto, instalar complementos en QGIS, modificar algunas propiedades de las capas y organizarlas por grupos, realizar consultas espaciales, filtrar en las bases de datos de las capas, calcular estadísticas básicas, realizar mediciones sobre el mapa, y exportar las vistas gráficas a distintos formatos para su uso en otras aplicaciones.*

Es importante entender, en este punto, que los conceptos de uso y manipulación de datos espaciales asociados a los Sistemas de Información Georreferenciada son complementarios a los de, por ejemplo, el Dibujo Asistido por Computadora (LibreCAD, Autocad, Bricscad, Sketchup, Corel, etc.) y al de planillas de cálculo (Calc, Excel, Access, Base, etc). Muchas de las características que se verán en este libro serán familiares para el usuario de alguna de estas tecnologías, sin embargo aconsejamos disponer de una mente abierta a los nuevos conceptos ya que no siempre resulta fácil adaptarse y convivir con nuevas herramientas TIC, y que muchas veces es motivo de abandono por parte del alumno.

2.2. Sistemas de Referencia de Coordenadas

Antes de comenzar a trabajar con cartografía dentro de un SIG es necesario entender -así sea de forma superficial que para ubicar un punto en el espacio es imprescindible contar con un sistema que permita localizarlo en un lugar específico. Por ejemplo, para explicarle a alguien dónde queda nuestra casa es necesario citar el nombre de la calle y el número de puerta (altura o numeración), que no es más que un sistema de referencia con un marco predefinido que indica únicamente cada calle de la ciudad así como también dónde y cómo comienzan las numeraciones de las alturas.

Wikipedia, en su artículo sobre sistemas de coordenadas indica que:

En geometría, un sistema de coordenadas es un sistema que utiliza uno o más números (coordenadas) para determinar únicamente la posición de un punto u objeto geométrico.

Particularmente, las coordenadas cartográficas, son un tipo de las coordenadas esféricas, y se usan para definir puntos sobre una superficie esférica. Para ello se necesita determinar ciertas reglas y convenciones (Marco de Referencia), que para el caso de los Sistemas de Referencia, que a grosso modo son las siguientes:

- Posición del origen
- Ubicación del eje Z
- Ubicación del eje X (intersección del plano meridiano de Greenwich con el plano ecuatorial)
- Ubicación del eje Y (situado en el plano ecuatorial y perpendicular al plano XZ)

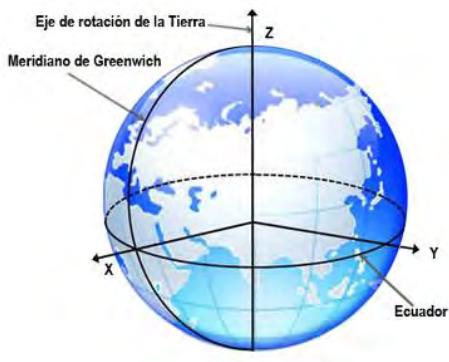


Figura 2.1: Sistema de coordenadas geográficas. Imagen del IGN Argentina.

Para facilitar la interpretación de las posiciones de los puntos que componen las redes geodésicas, en lugar de utilizar coordenadas cartesianas geocéntricas (X, Y y Z) se utilizan las coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura elipsoidal), que surgen de asociar un elipsoide de revolución (una especie de esfera achatada) al Sistema de Referencia. Por ejemplo el elipsoide WGS84 es un Sistema de Referencia donde están estipuladas unas series de ecuaciones que permiten determinar cualquier punto sobre su superficie.

A modo de ejemplo, en la República Argentina el Instituto Geográfico Nacional (quien produce y difunde conocimientos e información geográfica del país) estableció en 2005 el Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR 07 (Posiciones Geodésicas Argentinas 2007), que vincula a todas las redes geodésicas elaboradas con anterioridad en la República Argentina, tanto provinciales como nacionales, así como también con Sistemas Internacionales.

2.3. Proyección Cartográfica

Además de lo antedicho, existen otros conceptos que son necesarios tener en cuenta, como por ejemplo el de Proyección Cartográfica. Proyectar implica convertir, mediante distintos métodos, la superficie esférica del planeta Tierra en superficies planas (es decir, del globo terráqueo a mapas planos), de forma que tenga sentido plasmar la información territorial en un papel o pantalla plana.

Mediante un simple experimento es posible observar que la cartografía trata con un problema elemental: Si intentamos envolver una pelota con un papel se verá que no es posible hacerlo sin que el papel se arrugue, que no queden pliegues o solapamientos; por lo que se deduce que realizar esta operación produce deformaciones que pueden llevar a interpretaciones incorrectas del territorio. Por ejemplo, en la siguiente imagen se observa que la proyección utilizada (*Mercator*) genera distorsiones en cuanto al tamaño ya que los círculos rojos cubren iguales áreas:

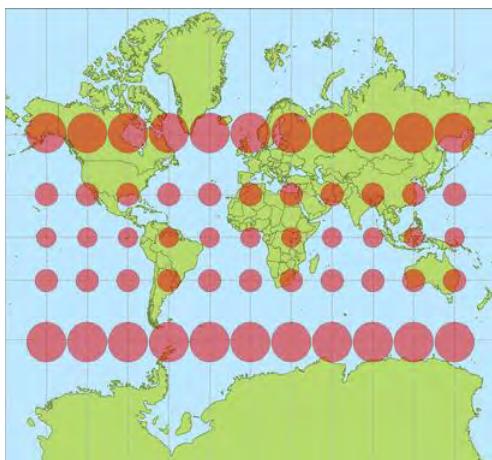


Figura 2.2: En la proyección de Mercator los círculos rojos son índices de distorsión. Imagen de Wikipedia.

Dependiendo de la metodología usada y de la extensión de la cobertura del mapa que se quiera representar, es posible minimizar la distorsión de la proyección. Es por eso que cada región tiene sus propios Sistemas de Proyección de Coordenadas, los cuales están regulados por los organismos gubernamentales oficiales especializados. No es parte de este libro entender los detalles técnicos de los Marcos de Referencia y los Sistemas de

Proyecciones, sin embargo es necesario explicar que salvo se indique otra cosa, en este libro se trabajará con coordenadas geográficas, sistema WGS84 y código EPSG:4326.

Para el uso cotidiano y básico de un SIG todo esto es un tecnicismo que será necesario estudiar con mayor profundidad cuando trabajemos con coordenadas obtenidas de un GPS. Por el momento solo necesitamos saber que los SIG de escritorio como QGIS se encargan de realizar las transformaciones necesarias entre distintos sistemas de referencia de coordenadas de forma automática y transparente al usuario, lo que evita tener que lidiar directamente con ese problema.

Un material detallado al respecto de los sistemas de referencia de coordenadas y proyecciones se puede encontrar en la documentación del proyecto Qgis.

2.4. Instalación, Interfaz y configuraciones generales de QGIS

2.4.1. Descarga

QGIS puede descargarse del sitio oficial tanto para sistemas *Windows*, Mac OS X, *Linux*, *BSD* y *Android*. En particular se recomienda utilizar versiones *LTR* (long-term repositories) para entornos de producción. Sin embargo, para los más entusiastas las versiones no *LTR* pueden ser de especial interés ya que poseen características de vanguardia muy útiles a la hora de trabajar con SIG. Los usuarios de *Windows* podrán optar por el instalador *OSGeo4W* o un *autónomo*. En este libro utilizaremos QGIS versión 3.34 (*Prizren*).

2.4.2. Instalación

Se recomienda seguir las instrucciones de instalación recomendadas en el sitio de *QGIS*. Este manual no cubrirá este paso debido a la diversidad de sistemas operativos en los que puede utilizarse.

2.4.3. Interfaz

Una vez instalado, el primer inicio de QGIS nos dará la bienvenida. La apariencia inicial será semejante a la siguiente:

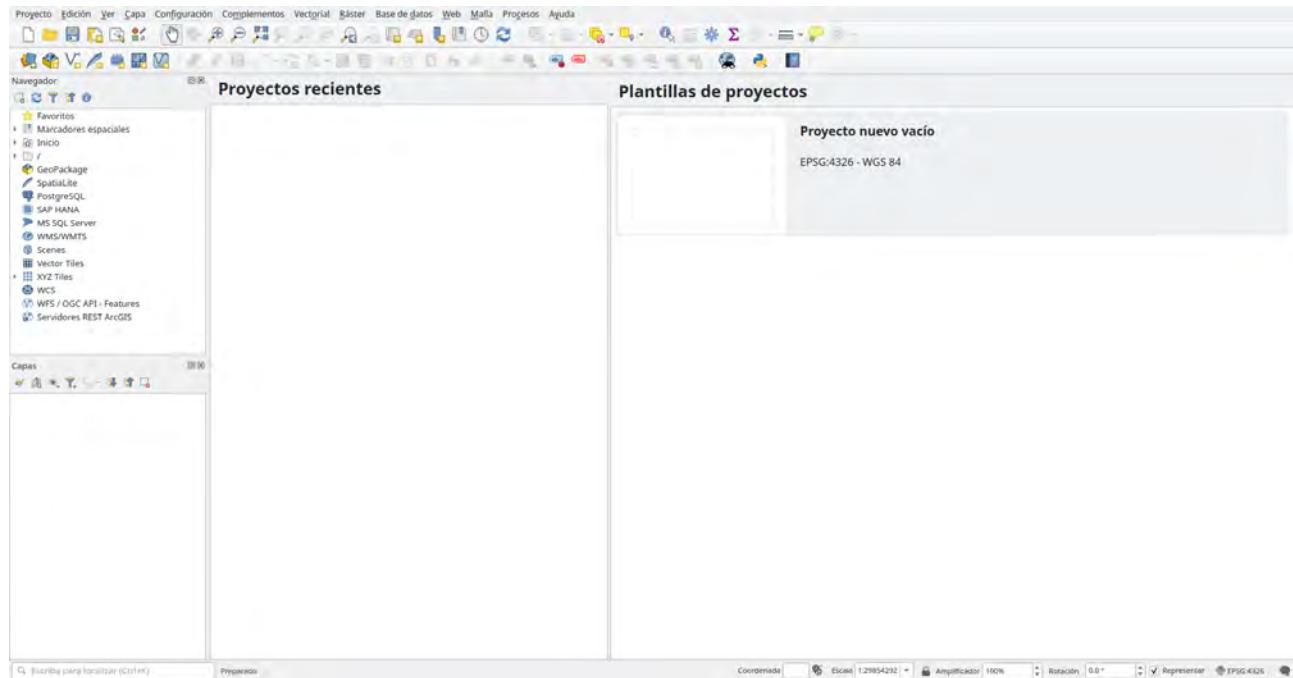


Figura 2.3: QGIS 3.34.0-Prizren, pantalla inicial.

Al igual que la mayoría de los programas informáticos, QGIS posee algunos elementos que son comunes: *barra de menú*, *barra de herramientas*, *paneles*, etc. No será necesario indagar elemento por elemento en este momento, ya que eventualmente lo analizaremos cuando sea necesario.

2.4.4. Configuraciones generales

En «Configuración» → «Opciones...» → «General» se pueden modificar configuraciones que vienen de fábrica, como por ejemplo el idioma, estilo visual (tipografía, tamaño de íconos, etc) y comportamiento de archivos de proyecto. Recomendamos no modificar nada excepto que se sepa lo que se está haciendo.

2.5. Abrir y guardar un proyecto nuevo

Lo primero que haremos es guardar un proyecto nuevo. En sí, un proyecto de QGIS no contiene más que una serie de instructivos que permiten indexar capas de información geográfica que ya tenemos en nuestra computadora, en una base de datos en red o están disponibles como servicios en internet. Este proyecto aún no tiene contenido, sin embargo le iremos cargando capas de información a lo largo del capítulo. Para guardar un proyecto nuevo iremos a la barra del menú «Proyecto» → «guardar como...» «nombre_del_proyecto.qgz».

Para ser ordenados se recomienda guardar el proyecto en una carpeta especial, tratando de seguir temáticas distintas en carpetas distintas. De esta manera podremos ubicar los archivos trabajados en la computadora de forma más rápida.

Es importante recordar que si por error borráramos el archivo qgz que acabamos de crear no estaríamos borrando los datos en sí, sino el archivo que dice cuáles son las capas de datos que están cargados allí y sus configuraciones de estilo, etc.



Figura 2.4: Posible esquema de un archivo qgz. Contiene las direcciones locales o remotas de las capas de información. Íconos tomados de github.

2.6. Formatos de archivos de un SIG

Como se explicó en la imagen 1.3 en la página 11, un SIG trabaja con capas de información, una sobre otra. Esta información es, en general, de dos tipos:

Vectorial. Es información que se define desde el punto de vista geométrico como *punto*, *segmento* o *polígono*.

Visualmente este tipo de información en un SIG podría ser, por ejemplo, puntos que simbolizan mercados, líneas que representan vías del ferrocarril, o un polígono como un parque verde en la ciudad. Existen muchos formatos contenedores de datos vectoriales locales: *gpkg*, *geojson*, *csv* o *shapefile*. En particular recomendamos el formato *GeoPackage* «*gpkg*», que es un contenedor compacto y portable *SQLLite* y puede almacenar en él múltiples capas de datos. Hace un tiempo atrás el formato de archivo más difundido era el «*shapefile*», o «*shape*» a secas¹, pero ha dejado de usarse a favor del *GeoPackage* u otros formatos más nuevos y versátiles (recomienda utilizar otros formatos alternativos y más modernos). También hay que destacar las bases de datos remotas como *PostgreSQL*, *Bases de Datos espaciales* que proveen muchas más funcionalidades e integridad de los datos, sobre todo cuando se trabaja en red desde varias puestos de trabajo.

Ráster. La explicación más simple que podemos ofrecer para el formato ráster es similar a la de una imagen como lo es una fotografía digital común y corriente. Una imagen digital es una matriz rectangular de píxeles, donde cada uno de ellos tiene un valor, que posteriormente puede representarse mediante un color. Sin

¹Es un formato espacial creado por la empresa ESRI (ESRI shapefile) muy popular por entonces para ser usado con su software SIG ampliamente difundido (Arcgis/Arcmap). En realidad el formato es multi-archivo, ya que una capa en formato «shape» contiene al menos tres archivos con extensiones «.shp», «.shx» y «.dbf»; pudiendo existir una serie de archivos adicionales que acompañan y que se detallan en el hiperenlace descrito. Todos estos archivos tienen el mismo nombre, por ejemplo «calles.shp», «calles.shx» y «calle.dbf».

entrar en mayores detalles podemos decir por ejemplo que podría tratarse de una imagen fotográfica aérea RGB de una ciudad o de una imagen multi-espectral de parcelas con cultivos, entre otros casos. Respecto a los formatos ráster, en general los más difundidos son los GeoTiff, «tiff» o «tif». Una lista completa se encuentra en GDAL.

La idea general es que un SIG apila capas de información territorial, una sobre otra. Gráficamente puede ser como imagen (ráster) o un objeto geométrico (vectorial), donde cada píxel u objeto contiene datos. Es primordial entender que cada capa en un nivel superior «cubre» a la que está por debajo, por lo que conviene que las capas de tipo ráster se coloquen siempre por debajo de las vectoriales, siempre y cuando el caso no amerite lo contrario (con transparencia por ejemplo).

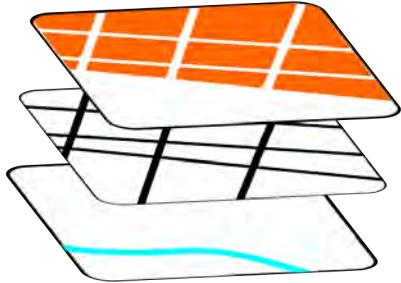


Figura 2.5: Un modelo de capas de datos de una ciudad, donde hay ríos, calles y manzanas separados en distintas capas.

2.7. Agregado de capas vectoriales

En general existe una buena cantidad de material *vectorial* para utilizar en proyectos que comienzan desde cero. Por ejemplo, es posible descargar datos vectoriales de Argentina desde las páginas del IGN o IDERA, y también de proyectos abiertos como OpenStreetMaps a nivel mundial. Como ya se ha dicho, en este libro utilizaremos capas de Natural Earth, un portal de datos vectorial y ráster de todo el planeta, con el objeto de que pueda ser utilizado por cualquiera desde cualquier parte del mundo.

Lo primero que haremos es descargar datos vectoriales y raster de Natural Earth (que usaremos más adelante).² Luego descomprimiremos los dos archivos ZIP descargados en nuestra carpeta de trabajo. El archivo vectorial se encuentra dentro de un *GeoPackage*, que básicamente contiene una base de datos espacial con varias capas en su interior. El comprimido ráster incluye varios archivos que conviene guardar en una sola carpeta.

Existen varias formas de agregar capas vectoriales al proyecto de QGIS, la primera, más simple es mediante el método de «arrastrar y soltar». En el caso de los datos vectoriales, al soltar el archivo «natural_earth_vector.gpkg» sobre el software QGIS se desplegará una ventana de diálogo que consultará sobre qué capas queremos agregar al proyecto:



Figura 2.6: Cuadro de diálogo del *GeoPackage*. Como se observa el archivo contiene muchas capas vectoriales de distinta geometría: *Point* (puntos), *LineString* (líneas) y *Polygon* (Polígonos).

²Para algunas computadoras el archivo ráster indicado puede resultar «pesado», por lo que quizás convenga descargarlo en menor resolución

Seleccionaremos solo la titulada «ne_10m_admin_0_countries» y aceptamos.

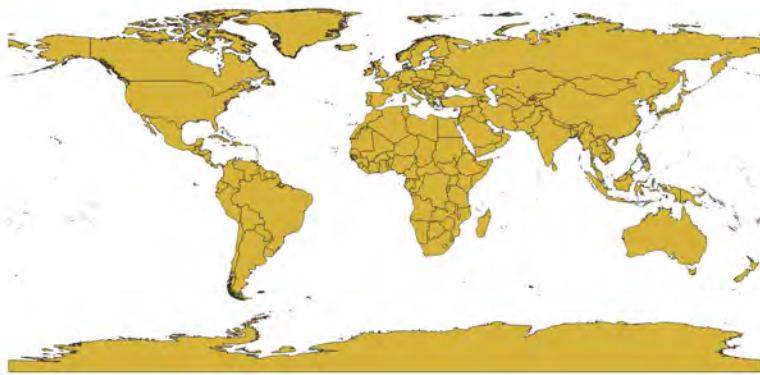


Figura 2.7: Límites Administrativos con resolución de 10m.

Opcionalmente es posible agregar capas vectoriales (de cualquier formato) desde la barra de menú «Capa» → «Añadir capa» → «Añadir capa vectorial...», y aparecerá una ventana emergente. Seleccionamos «Archivo» y luego «Explorar».

Agregaremos otras capas más, para entender cómo funciona la jerarquía de capas y los tipos de geometría que pueden manejarse en un SIG, «ne_10m_roads» y «ne_10m_airports».

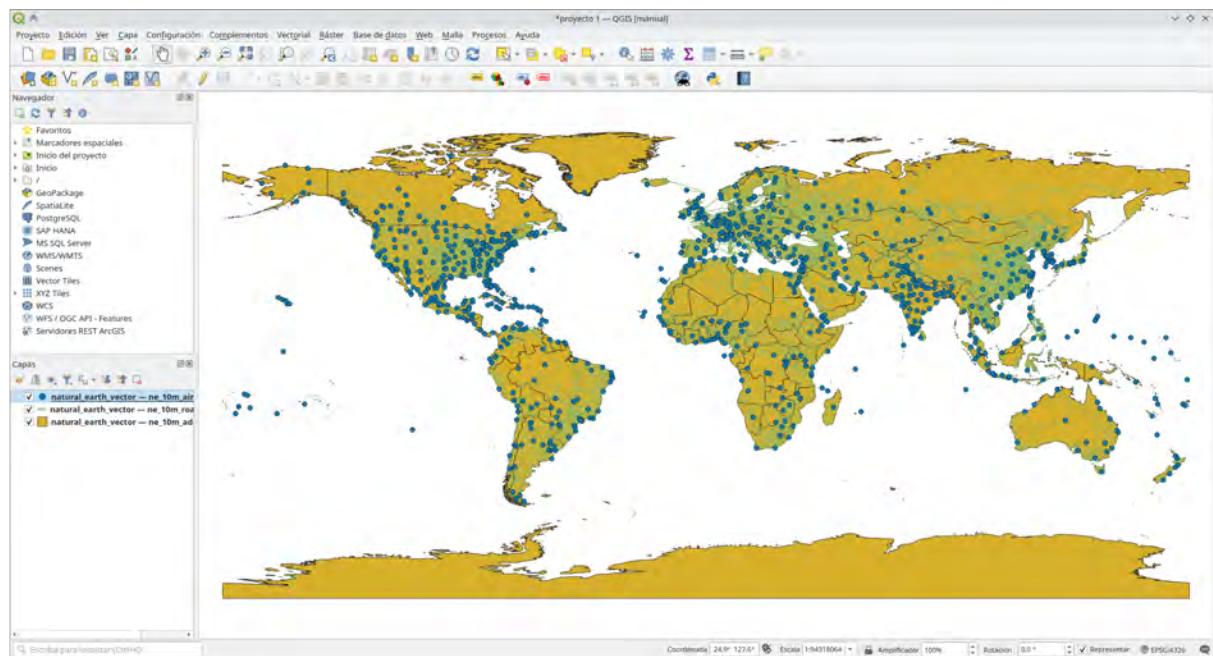


Figura 2.8: Aeropuertos, rutas y países (los colores pueden variar).

Nota: El *GeoPackage* descargado de *Natural Earth* contiene múltiples capas cuyos nombres comienzan con «ne_10m...», «ne_50m...» y «ne_110m...». Estos indican las escalas a las que fueron digitalizadas cada una de las capas, que en realidad son las mismas con distintivo nivel de detalle. De aquí en adelante, para todos los procesos que realizaremos haremos referencia a la de mayor detalle, la «ne_10m...».

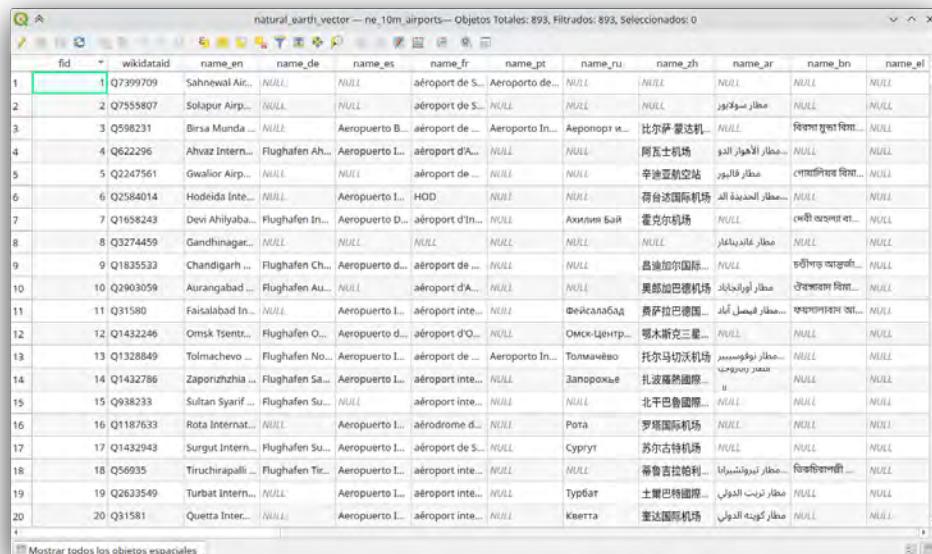
El orden en que se visualizan las capas responde a cómo fueron incorporadas al proyecto, la última se colocará por sobre las demás. Las capas, y su visualización, pueden ordenarse a gusto de forma muy simple, arrastrando y soltando cada una en el panel «Capas». También con botón derecho sobre las capas que están por debajo es posible «Mover arriba».

Se plantean algunos interrogantes que resumen un poco lo que hicimos hasta ahora:

- ¿Qué es lo que se observa? En principio se observa el planisferio (o mapamundi) con la delimitación de los países como polígonos, las rutas como líneas y los aeropuertos se visualizan como puntos. La proyección cartográfica representada genera áreas exageradamente grandes para las regiones polares producto del sistema de referencias de coordenadas que se utiliza: EPSG 4326 (ver abajo a la derecha en la imagen).
- ¿Por qué todo tiene un mismo color? Las capas vectoriales contienen información sobre la geometría de los elementos a representar (en este caso polígonos, líneas y puntos) junto a sus atributos asociados. QGIS elige por defecto los colores a utilizar, por eso puede que en cada computadora se represente diferente. Es posible dar colores y grosor de líneas a las distintas geometrías a gusto propio, utilizando sus atributos como filtros, pero esto lo veremos más adelante así como también aprenderemos el proceso de etiquetado.
- ¿Se pueden ver más detalles de la cartografía? Si nos ubicamos con la flecha del ratón sobre una zona en particular y giramos la rueda del mismo podremos acercarnos o alejarnos del mapa. También es posible realizar esto mismo con los botones de «Acercar zoom» o «Alejar zoom» desde la barra de herramientas. En cualquier caso, si queremos volver a ver toda la capa como estaba originalmente deberemos posar el puntero sobre la capa, hacer clic derecho y activar «Zoom a la capa».

2.8. Consultas espaciales básicas

Una de las características más importantes de un *SIG* es la capacidad de relacionar cartografía con datos asociados a los elementos. Es posible ver estos datos mediante la «Tabla de atributos». Accedemos a ella seleccionando la capa que queremos consultar y haciendo clic derecho sobre ella activamos la opción «Abrir tabla de atributos», también desde el botón correspondiente en la barra de herramientas () o presionando F6).



	fid	wikidataid	name_en	name_de	name_es	name_fr	name_pt	name_ru	name_zh	name_ar	name.bn	name_el
1	1	Q7399709	Sahnewal Airc...	NULL	NULL	aéroport de S...	Aeroporto de...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	2	Q7559807	Solapur Airp...	NULL	NULL	aéroport de S...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
3	3	Q598231	Birsa Munda ...	NULL	Aeropuerto B...	aéroport de ...	Aeroporto In...	Аэропорт в ...	比尔萨·蒙达机...	বিরসা মুন্দা বিমা...	NULL	NULL
4	4	Q622296	Ahvaz Intern...	Flughafen Ah...	Aeropuerto I...	aéroport d'A...	NULL	NULL	阿瓦士机场	مطار الأهواز الدول...	NULL	NULL
5	5	Q2247561	Gwalior Airp...	NULL	NULL	aéroport de ...	NULL	NULL	辛迪亚航空站	सिंदिया एयरपोर्ट	গুয়ালীর বিমান...	NULL
6	6	Q2584014	Hodeida Intern...	NULL	Aeropuerto I...	HOD	NULL	NULL	荷台达国际机场	مطار المدينة الـ...	NULL	NULL
7	7	Q1658243	Devi Ahilyaba...	Flughafen In...	Aeropuerto D...	aéroport d'I...	NULL	Ахильи Бай	霍克尔机场	হেকুলি অন্ধমা বা...	NULL	NULL
8	8	Q3274459	Gandhinagar...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	阿格拉尔国际...	مطار غالانغافار	NULL	NULL
9	9	Q1835532	Chandigarh ...	Flughafen Ch...	Aeropuerto d...	aéroport de ...	NULL	NULL	昌迪加尔国际...	चंडीगढ़ अंतर्राष्ट्री...	NULL	NULL
10	10	Q2903059	Aurangabad ...	Flughafen Au...	NULL	aéroport d'A...	NULL	NULL	奥郎加巴德机场	مطار أورانجاباد	ওরঙগাবাদ বিমান...	NULL
11	11	Q31580	Faisalabad In...	NULL	Aeropuerto L...	aéroport int...	NULL	Файсалабад	费萨拉巴德国...	ফেসালাবাদ আন...	NULL	NULL
12	12	Q1432246	Omsk Tsentr...	Flughafen O...	Aeropuerto d...	aéroport d'O...	NULL	Омск-Центр...	鄂木斯克三星...	NULL	NULL	NULL
13	13	Q1328849	Tolmachevo ...	Flughafen No...	Aeropuerto L...	aéroport de ...	Aeroporto In...	Толмачево	托尔马切沃机场	مطار تولماچেف...	NULL	NULL
14	14	Q1432786	Zaporizhzhia ...	Flughafen Sa...	Aeropuerto L...	aéroport inte...	NULL	Запорожье	扎波罗热国际...	مطار زابوريز...	NULL	NULL
15	15	Q938233	Sultan Syarif ...	Flughafen Su...	NULL	aéroport inte...	NULL	NULL	北干巴鲁国际...	NULL	NULL	NULL
16	16	Q1187633	Rota Internat...	NULL	Aeropuerto L...	aerodrome d...	NULL	Рота	罗塔国际机场	NULL	NULL	NULL
17	17	Q1432943	Surgut Intern...	Flughafen Su...	Aeropuerto d...	aéroport de S...	NULL	Сургут	苏尔古特机场	NULL	NULL	NULL
18	18	Q56935	Tiruchirappalli ...	Flughafen Tir...	Aeropuerto L...	aéroport inte...	NULL	திருச்சிராப்பளி...	蒂鲁吉拉帕利...	বিকাশপুর...	NULL	NULL
19	19	Q2633549	Turbat Intern...	NULL	Aeropuerto L...	aéroport inte...	NULL	Турбат	土库特国际机场	مطار توبات الدولي	NULL	NULL
20	20	Q31581	Quetta Intern...	NULL	Aeropuerto L...	aéroport inte...	NULL	奎特拉	奎达国际机场	مطار كويتا الدولي	NULL	NULL

Figura 2.9: Tabla de atributos de Aeropuertos.

Lo que se observa es una tabla tipo «planilla de cálculo» que contiene datos alfanuméricos asociados a cada uno de los elementos representados en el mapa. Si exploramos los datos reconoceremos en la tabla algunos atributos propios de un aeropuerto, como su código Wikidata, nombres en distintos idiomas, abreviatura, tipo, etc.

Para reconocer qué elemento gráfico corresponde a una fila en particular hacemos clic en el número de fila -es decir, la columna que se encuentra más a la izquierda de la tabla- y veremos que la misma se sombra (selecciona), luego hacemos clic en el botón «Acercar el mapa a las filas seleccionadas» (). También es posible hacer clic derecho sobre la fila y luego seleccionar «Zoom a objeto».

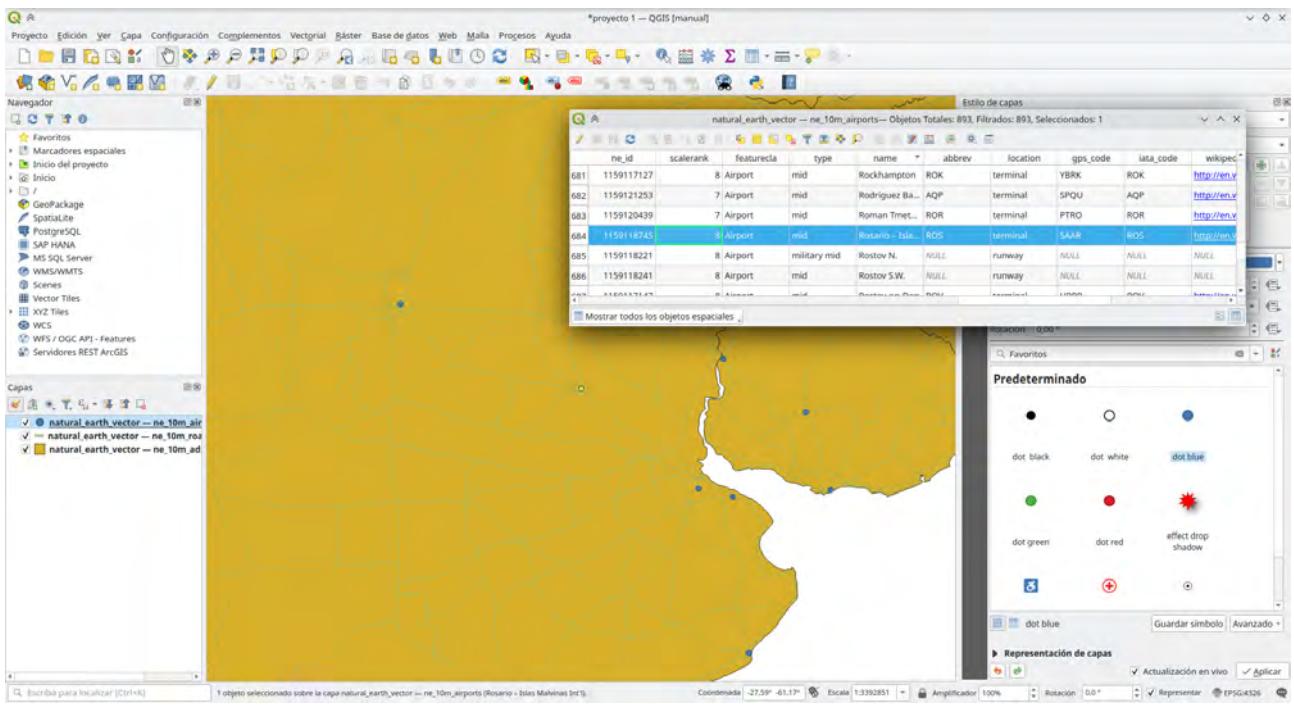


Figura 2.10: Selección y zoom a un objeto desde la tabla de atributos. Nótese que en la parte superior de la ventana de la tabla es posible distinguir la cantidad total de objetos (893) y la cantidad de objetos seleccionados (1).

De esta forma QGIS mostrará el elemento seleccionado en la vista gráfica, mediante un zoom automático (se aconseja utilizar alejar/acercar para reconocer mejor el elemento luego de esta operación).

Si se necesita consultar un objeto desde la vista gráfica será necesario acercarse al objeto en cuestión y mediante el botón de «Identificar objetos espaciales» hacemos clic en él (en la barra de herramientas,). Aparecerá una ventana que muestra los atributos particulares de los objetos identificados.

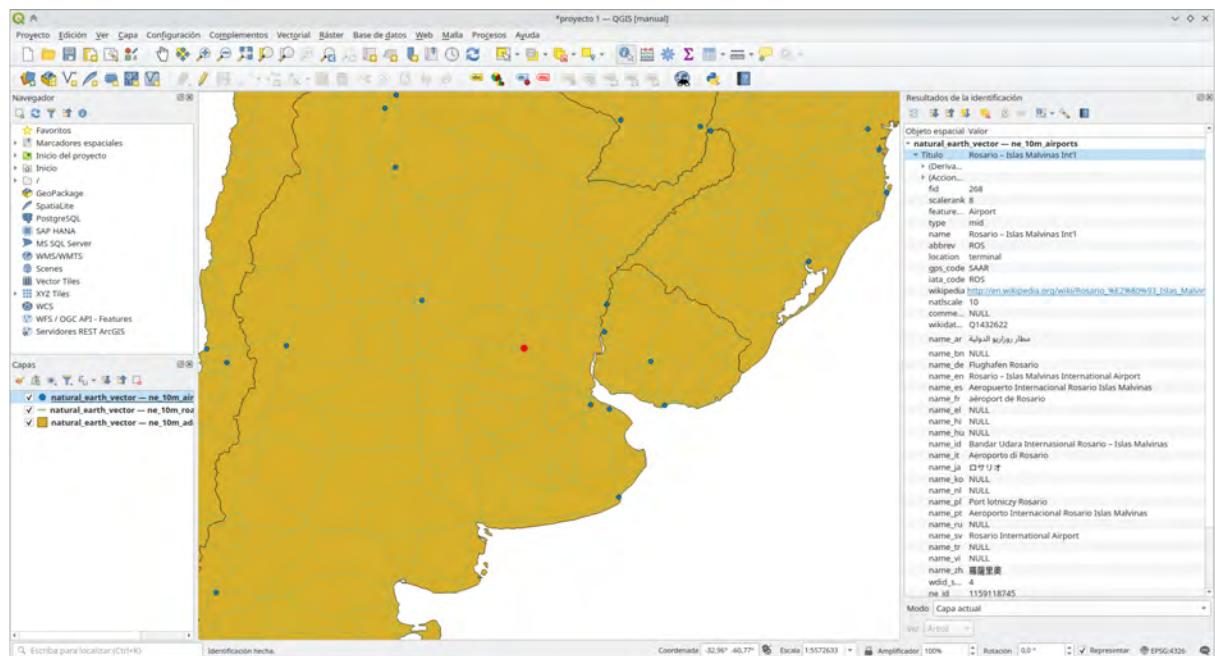


Figura 2.11: Identificación de objeto espacial. Los datos de la consulta se observan en el panel derecho, pero en este caso los nombres de los campos se encuentran transpuestos, es decir en filas.

Por experiencia pensamos que quizás la forma más práctica de visualizar los datos del objeto no sea la que por defecto muestra QGIS, ya que los nombres de cada campo no es fácilmente legible. Para mejorar este comportamiento se recomienda activar la casilla «Auto abrir formulario para resultados de un solo objeto». Esto se hace desde el ícono que parece una llave , en la parte superior del mismo panel. Esta configuración se guarda para el perfil de QGIS que estemos usando.

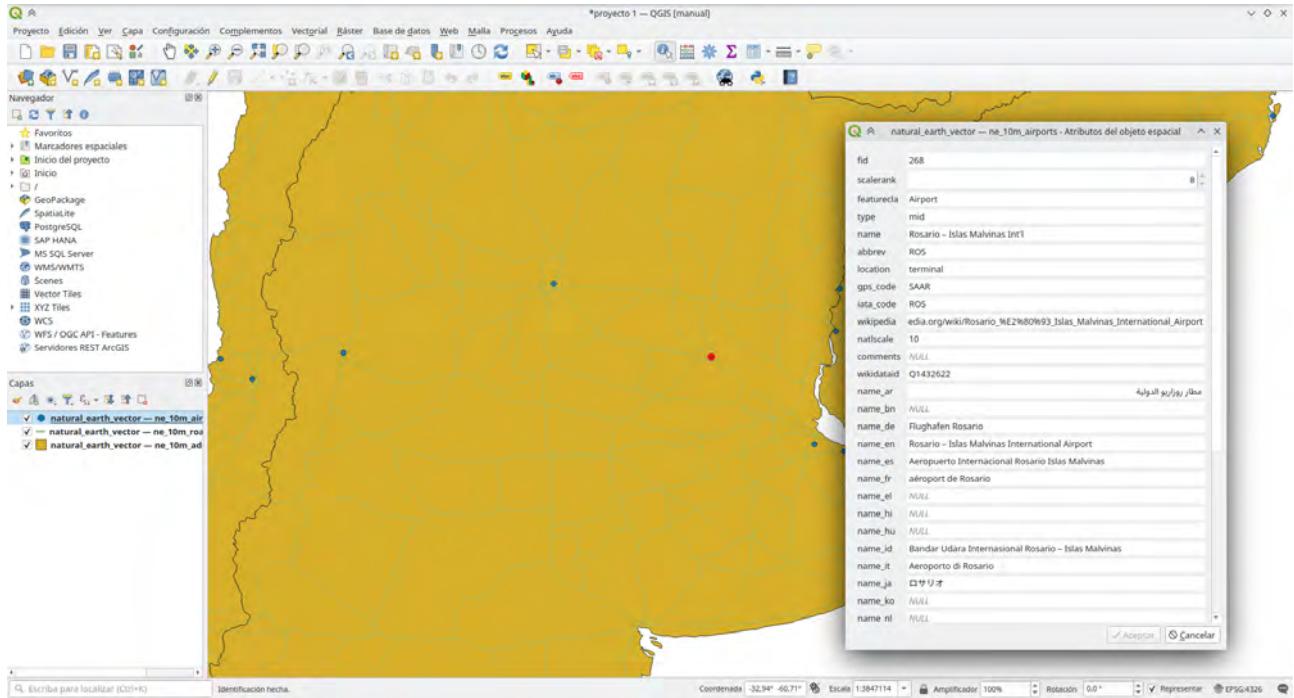


Figura 2.12: Identificación simple de un objeto, más fácil de interpretar.

2.9. Selección de objetos

Más adelante será necesario seleccionar uno o varios objetos desde la vista de mapa, ya sea para visualizarlos en una tabla de atributos o para realizar operaciones espaciales con ellos. Para esto disponemos de una herramienta de selección (con distintas funcionalidades) situada en el panel de atributos ().

La herramienta en cuestión se denomina «Seleccionar objetos espaciales por área o por un solo clic», lo cual describe perfectamente para qué sirve y cómo funciona. Entonces para seleccionar un objeto solo hará falta activar la herramienta y luego hacer clic sobre el objeto. La selección de múltiples objetos se realizará mediante el «dibujo» de una caja de selección que contenga los objetos:

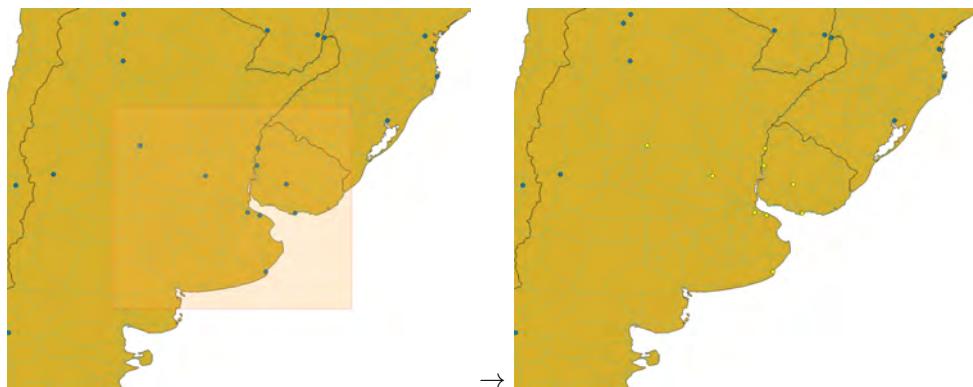


Figura 2.13: Selección por rectángulo. Obsérvese que la capa activa es la de aeropuertos.

La selección puede combinarse con la tecla «shift» para agregar otros objetos espaciales a la selección, o «control» para quitarlos de la misma, lo que resulta familiar si se está acostumbrado a utilizar estas combinaciones de teclas en otros programas de manipulación gráfica. Es importante aclarar que la selección se hace

sobre la capa activa, y que es posible seleccionar objetos de distintas capas repitiendo el procedimiento sobre cada una de ellas.

Existen otras formas de seleccionar objetos desde la vista de mapa, como por ejemplo «Seleccionar objetos espaciales por polígono» (), «Seleccionar objetos espaciales a mano alzada» (img alt="Icono de selección a mano alzada") y «Seleccionar objetos espaciales por radio» (img alt="Icono de selección por radio"). Se accede a estos mediante la pequeña flecha desplegable del mismo botón.

Para deseleccionar todos los objetos de una capa se utiliza el botón ubicado en la barra de atributos en la parte superior del programa. Allí mismo se encuentra un segundo botón que permite la desección instantánea de todos los objetos en todas las capas.

2.10. Agregado de capas Ráster

Como ya se ha mencionado las capas *Ráster* son otro tipo de formato de dato espacial que podemos encontrar en el uso habitual de un SIG. Básicamente una capa ráster es una imagen digital *georreferenciada* representada en una matriz o malla de píxeles que almacenan valores numéricos en una o más capas o bandas. Un ejemplo clásico puede ser una imagen satelital o aérea en color real de una parte del territorio³. Este tipo de dato generalmente permite derivar en otros datos, del tipo ráster o vectorial, y por ello es de gran importancia: Por ejemplo, con una imagen satelital o aérea de la ciudad podemos digitalizar las calles, cursos de agua, edificaciones, espacios verdes, etc.

Para agregar la capa ráster descargada desde Natural Earth (ver) a nuestro proyecto podemos arrastrar el archivo *NE1_HR_LC_SR_W_DR.tif* en QGIS o agregarla desde «Capa» → «Añadir capa» → «Añadir capa ráster» (ubicándola en la carpeta donde fue guardada).

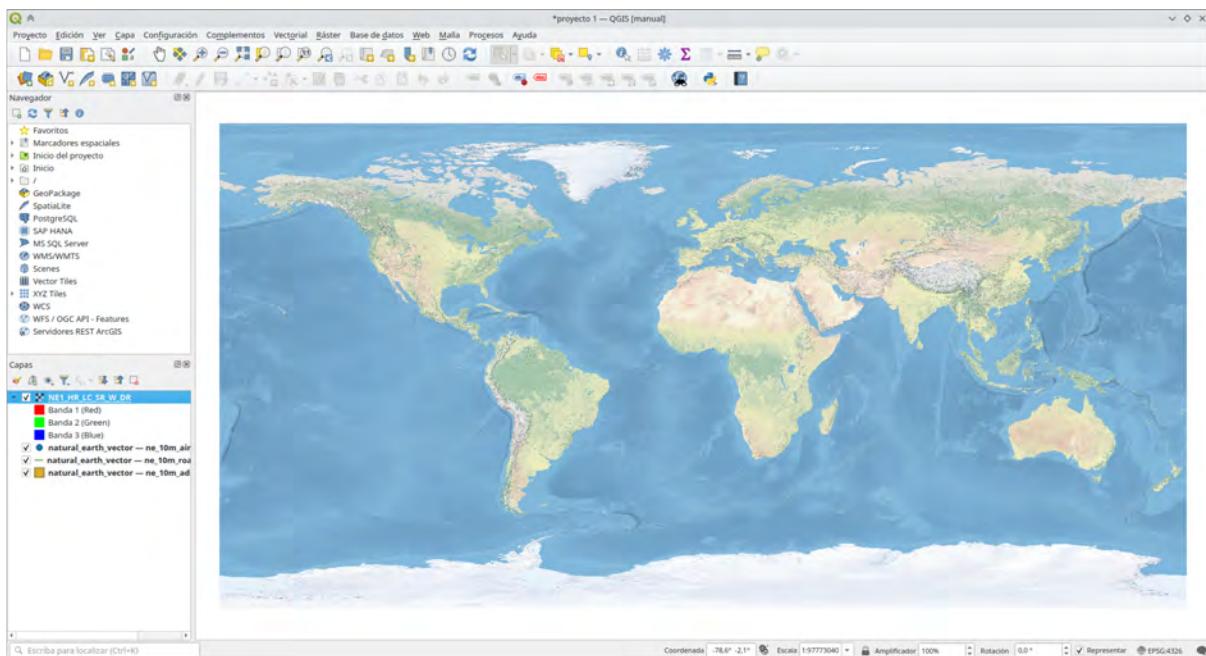


Figura 2.14: Ráster descargado desde la web de Natural Earth. Se observa que la capa contiene tres bandas, una por cada color RGB (rojo, verde y azul), que combinadas producen los colores que se observan en pantalla.

Así como se pueden consultar los datos de las capas vectoriales, también puede hacerse con las imágenes ráster. El resultado de la consulta sobre un punto en la pantalla se limitará a la consulta de los valores de píxeles en las distintas bandas que contenga la capa ráster, lo cual para la capa de Natural Earth que tenemos descargada ofrece el dato de tres bandas que corresponden a valores RGB:

³Más adelante trataremos con mayor detalle qué son las imágenes ráster y cómo trabajar de forma básica con ellas. No entraremos con demasiado detalle en la tema ya que su teoría requiere de un libro aparte. La documentación de QGIS posee un buen artículo al respecto.



Figura 2.15: Al hacer clic se identifica 112 para el rojo, 114 en verde y 118 al azul. Los tres valores combinados dan color al píxel.

Por el momento el valor identificado de una capa ráster RGB carece de sentido analítico, sin embargo más adelante será interesante identificar valores de píxel en otro tipo de capas ráster, como por ejemplo las de tipo DEM (modelo digital de elevación 3.6.2.3) o las imágenes multi-espectrales (bandas en distintas frecuencias).

2.11. Orden de capas

Notamos que los elementos de las capas vectorial han dejado de verse cuando cargamos la capa ráster. Esto sucede porque toda capa que se encuentra más arriba, en el listado de capas, tiene prioridad de visualización. Es decir, las capas de arriba se ven en primer lugar. Por eso es aconsejable tener en cuenta el orden de las capas a la hora de armar un proyecto, de acuerdo a lo que queremos mostrar, y preferentemente ubicar las capas ráster por debajo de las capas vectoriales.

Para cambiar la forma en que visualizamos las capas solo deberemos «arrastrar» la capa al nuevo lugar de la lista, como se mencionó oportunamente cuando agregamos las capas vectoriales. En este caso debemos arrastrar la imagen ráster hacia abajo de forma que se puedan visualizar todas las capas a la vez.

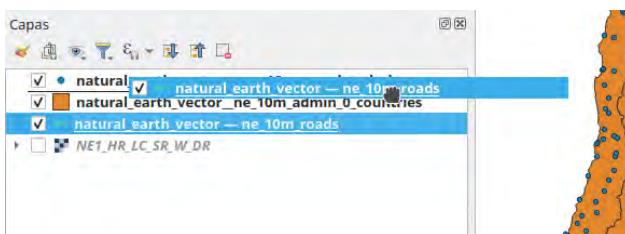


Figura 2.16: En la imagen se muestra cómo cambiar el orden de las capas, arrastrando y soltando.

Advertencia: Las imágenes ráster pueden ser muy «pesadas» de manipular para algunas computadoras, esto es normal ya que dependiendo del formato y la calidad estaremos manejando cientos o miles de mega bytes de información con ella.

Es posible «prender» y «apagar» las capas mediante la tilde (o cruz dependiendo del tema gráfico que estemos usando) que se encuentra a la izquierda de su nombre en la lista de capas. Esto permite una vista más limpia en algunas situaciones.

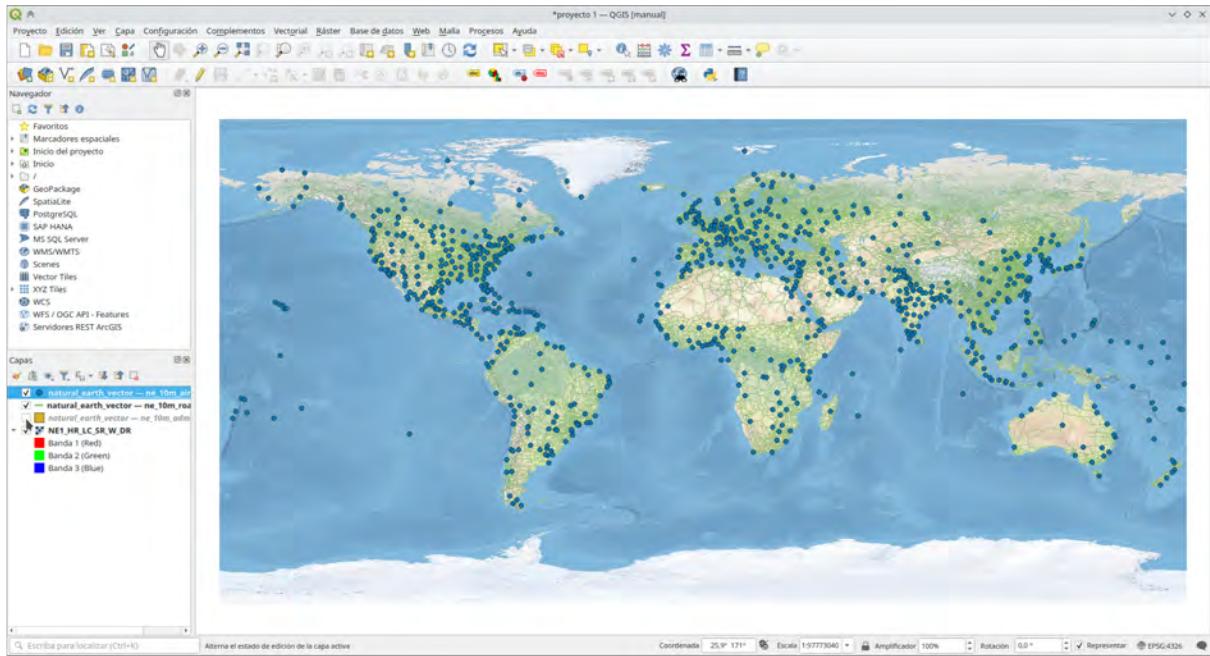


Figura 2.17: Al apagar la capa de países se puede ver nuevamente el color de los continentes de la capa ráster.

2.12. Manejo de complementos

Los *complementos o plugins* son un gran valor agregado de QGIS, y permiten sumar funcionalidades a la aplicación original. Como QGIS es software libre, existe una comunidad de usuarios experimentados y empresas que crean estos complementos y los disponen en un gran repositorio en red para que otros usuarios hagan uso de ellos. Existen complementos consolidados y experimentales, pero en general se aconseja instalar de los primeros ya que complementos experimentales no han sido probados lo suficiente y pueden corromper el funcionamiento general del software.

QGIS posee un gestor de complementos que permite instalarlos en la computadora, actualizarlos y/o eliminarlos. Todos son gratuitos y libres, y para instalarlos es necesario estar conectado a internet.

Para cargar un complemento haremos clic en el menú «complementos» → «Administrar e instalar complementos...». Allí exploramos o buscamos el complemento que queremos instalar.

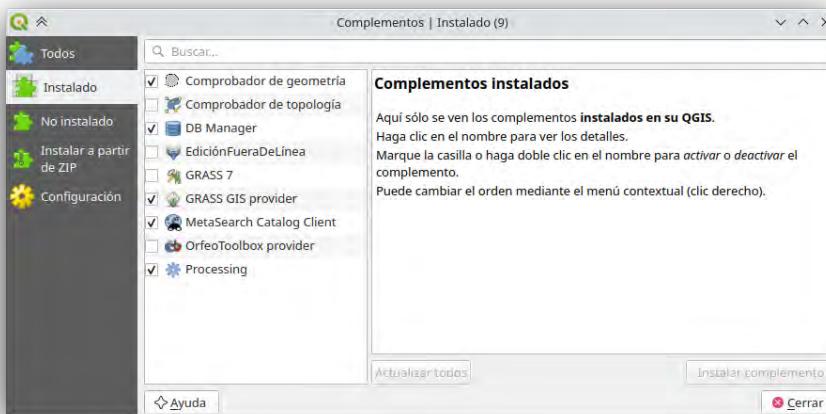


Figura 2.18: Gestor de complementos. Algunos de ellos ya vienen preinstalados y/o activados por defecto.

Nota: Antes de instalar cualquier complemento se aconseja buscar dentro de las mismas herramientas de administración de complementos.

mientas de QGIS la funcionalidad deseada, puesto que es muy probable que esté implementado.

2.13. Agregado de capas base

Si localmente no se dispone de imágenes ráster para la zona que queremos trabajar podemos utilizar datos provenientes de servicios gratuitos, entre los que se encuentran algunos populares como «Bing satelital» o «Google Satelital». Este tipo de capas en red está disponible en QGIS de distintas formas.

La primera, sencilla y muy completa, es mediante el complemento QuickMapServices, que provee al usuario interoperabilidad con los servicios de mapas temáticos de *Google*, *Bing*, *Yahoo* y *OpenStreetMap* entre otros.

El uso e instalación es muy simple, y se realiza desde el mismo gestor de complementos. Una vez instalado el plugin podemos buscar y cargar los servicios de mapa base que queramos desde el ícono buscador del complemento  y lo agregamos en el proyecto.

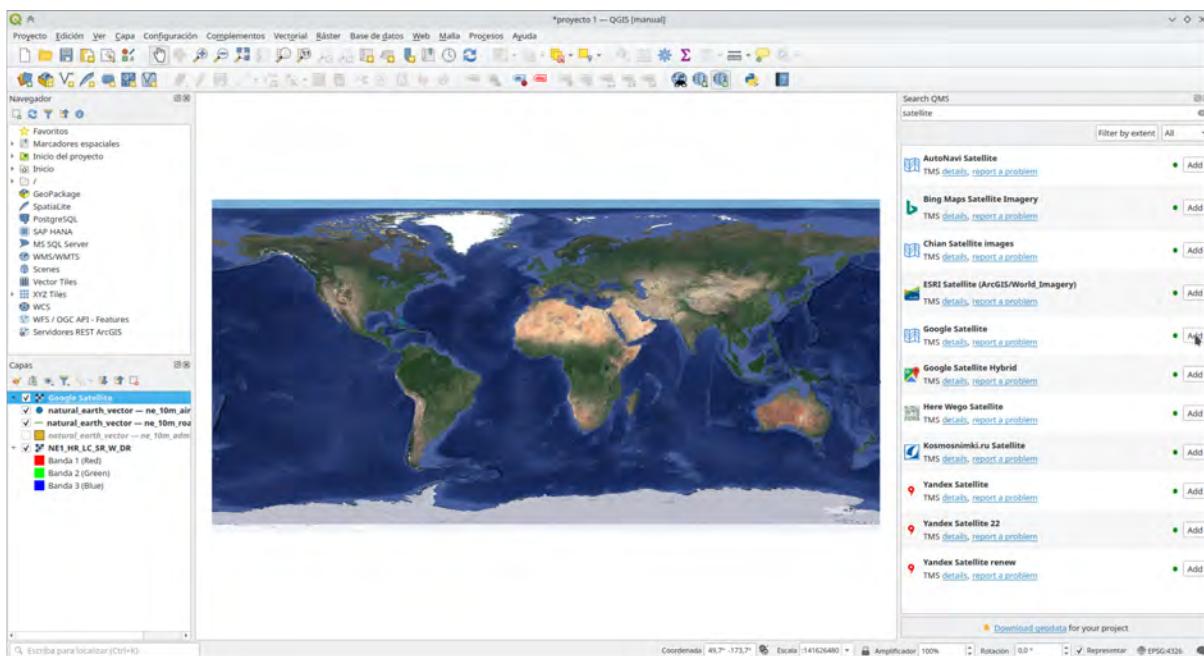


Figura 2.19: Búsqueda de la palabra «satellite» (en inglés) en el complemento *QMS*. La capa se carga en el proyecto mediante el botón «Add».

Como se observa, no son solamente imágenes ráster las que se pueden añadir, sino también capas como las de *OpenStreetMap* o *Sentinel-2 Cloudless 2021*, que tienen licencia de uso libre y proveen de una buena base para comenzar desde cero a trabajar con un SIG.

Existe otra forma de cargar este tipo de capas, mediante servicios de *teselas XYZ* desde el panel Navegador. Este servicio permite conectarse y cargar en el proyecto este tipo de capas. Al menos para las versiones 3.* ya viene pre-configurado una capa de *OpenStreetMap* y otra de *Mapzen Global Terrain* que podremos cargar al proyecto con solo arrastrar y soltar desde el panel «Navegador» → «XYZ Tiles»:

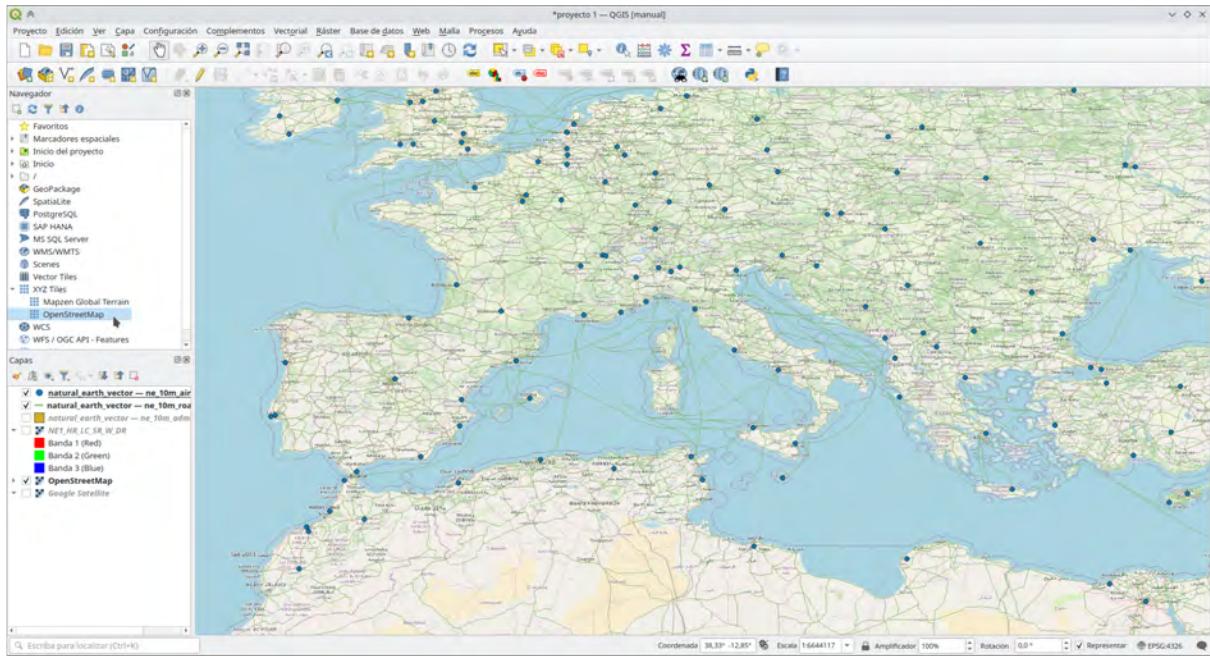


Figura 2.20: Mapa base de *OpenStreetMap* mediante tesela *XYZ*.

Allí mismo es posible añadir más servicios de teselas si conocemos las URL apropiadas (una breve búsqueda en internet puede proveernos de este dato). Por ejemplo, el mapa base oficial para la *República Argentina* (*Argenmap*) se puede añadir en el cuadro de configuración del servicio, haciendo clic derecho sobre «*XYZ Tiles*» → «*Conexión nueva (en una sola linea)*»:

```
https://wms.ign.gob.ar/geoserver/gwc/service/tms/1.0.0/
capabaseargenmap@EPSG:3857@png/{z}/{x}/{-y}.png
```

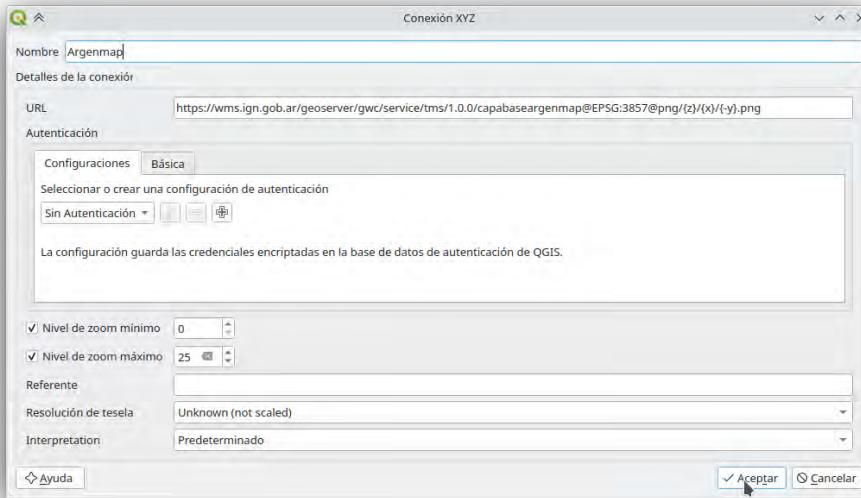


Figura 2.21: Agregado del mapa base «Argenmap», elaborado por el *Instituto Geográfico Nacional Argentino*.

2.14. Agrupamiento de capas

Agrupar capas significa clasificar la capas de la lista de capas, en grupo, mediante algún criterio arbitrario del usuario. En nuestro caso podremos agrupar las tres capas de *Natural Earth*. Para ello solo debemos seleccionar

con el ratón junto a la tecla *shift* las capas a agrupar, luego con el botón derecho «agrupar lo seleccionado». El nombre del grupo se puede configurar inmediatamente:

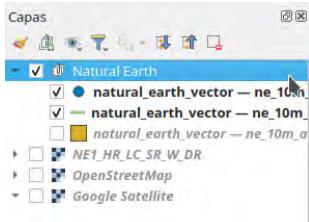


Figura 2.22: Capas agrupadas: ciudades, rutas y países.

Si activamos/desactivamos un grupo de capas, también estaremos activando/desactivando todas las capas que contiene.

2.15. Agregado de capas WMS

El servicio *WMS* (*Web Map Service*) es similar a las teselas *XYZ* pero con diferencias técnicas que no viene al caso describir aquí. El *WMS* es un protocolo estandarizado definido por el OGC para solicitar imágenes de mapa renderizadas para áreas determinadas. Este tipo de servicio es muy utilizado por las Infraestructuras de Datos Espaciales, en conjunto con otros servicios como *WFS* y *WCS*.

Como regla general cada país posee múltiples organismos que generan y proveen datos espaciales. Por ejemplo, en Argentina el Instituto Geográfico Nacional (ver) posee servicios *WMS* de cartografía oficial que cualquiera puede utilizar según sus propias necesidades.

Es importante tener en cuenta que los servicios *WMS* solo proveen información mediante imágenes en teselas, es decir, es posible observar objetos vectoriales pero no acceder a ellos en su forma geométrica o tabular. Más adelante veremos que es posible utilizar otros servicios que ofrecen los datos vectoriales para descargar.

Para entender cómo funciona este servicio activaremos el servicio *WMS* del *Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina*, mediante el siguiente enlace que copiaremos e introduciremos en el panel Navegador, buscamos «WMS/WMTS menú» → «Conexión nueva» la siguiente URL:

```
https://wms.ign.gob.ar/geoserver/ows?version=1.3.0
```

En la ventana que aparece hacemos clic en «Nuevo» y luego pegamos la dirección anterior en la casilla de URL; también colocamos un nombre de fantasía que servirá para identificarlo. Aceptamos y desplegamos el servicio en el panel. Podremos incorporar la capa que queramos arrastrando y soltando.

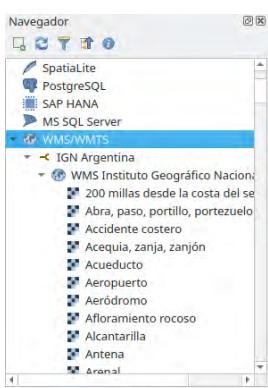


Figura 2.23: Servicio *WMS* del *IGN Argentina*.

También es posible agregar este tipo de servicio desde el menú superior «Capa» → «Añadir capa» → «Añadir capa WMS/WMTS...». Se abrirá la ventana de *Administrador de fuentes de datos*, configuraremos la URL de igual forma y hacemos clic que «Conectar». Las capas se agregan seleccionando y luego pulsando en «Añadir».

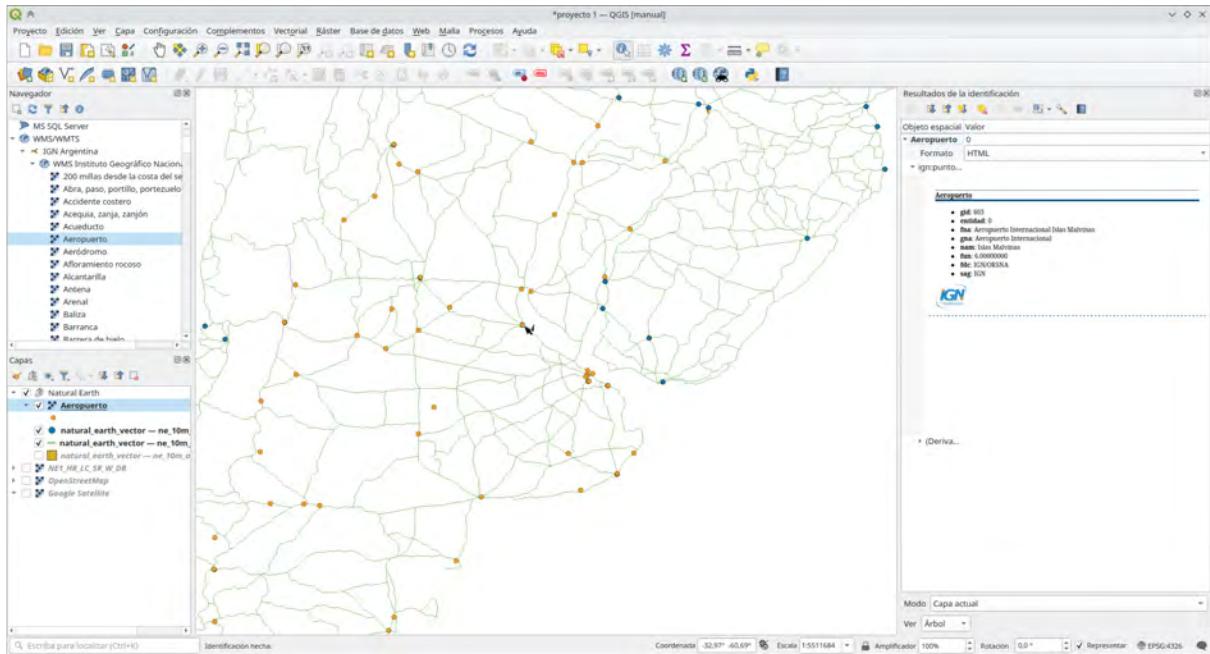


Figura 2.24: Capa de *Aeropuertos* ofrecido por el servicio *WMS* del *IGN Argentina*. A la derecha se observa la consulta puntual sobre el *Aeropuerto Internacional Islas Malvinas*.

La ventaja de este tipo de servicios es su facilidad para incorporarlo en un proyecto y se provee tal cual el organismo lo dispone, con su estilo propio. En contra, tenemos que la capa se irá actualizando cada vez que hagamos zoom en la vista gráfica, lo que está directamente relacionado con la velocidad de internet de nuestra conexión.

Es importante aclarar que siempre que QGIS esté procesando datos locales o esperando datos externos se mostrará en la parte inferior de la ventana general una barra de estado que indica la carga del proceso. Una virtud importante para el trabajo con SIG es la paciencia, ya que muchos datos son realmente pesados y dependen de la capacidad de procesamiento de la computadora y/o de la velocidad de las redes.

Existe otro servicio que provee este organismo que también es admitido por QGIS, el *WMTS*. Es un estándar que permite servir con teselas pre-cargadas de un área en particular. Su característica es la rapidez con que se cargan dichas teselas. El «IGN Ar» posee un mapa base llamado «Argenmap» mediante la URL:

<https://wms.ign.gob.ar/geoserver/capabaseargenmap/gwc/service/wmts?>

2.16. Empotrar capas

En el caso de que tengamos capas ya configuradas en otros proyectos, podemos «traerlas» tal cual como están a nuestro proyecto actual. Esto se hace desde el menú «Capas» → «Empotrar capas y grupos...», luego de seleccionar el archivo de proyecto se mostrarán las capas que se pueden empotrar.

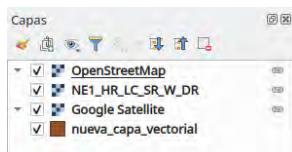


Figura 2.25: Capas empotradadas

Tanto las capas como grupos empotrados se verán en nuestro panel de capas con un pequeño ícono similar a una cadena. Estas capas no se pueden modificar en su estilo ni en estructura, salvo que las dupliquemos en el mismo proyecto (clic derecho y luego «duplicar»).

Nota: Si tenemos dos instancias de QGIS abiertas también es posible copiar y pegar una capa de uno a otro proyecto (o arrastrarlas). A diferencia de la opción de empotrar, aquí las capas son editables.

2.17. Archivo de definición de capa

Los archivos de definición de capa (*qlyr*) contienen la configuración de la fuente u origen de una capa así como también su estilo en QGIS. Por ejemplo, este tipo de archivo es muy útil si queremos compartir una capa cuya fuente es un servicio *WFS* y ya le hemos aplicado cierto estilo, entonces guardamos la capa como archivo de definición de capa y lo compartimos. Para abrir un archivo de éstos solo hay que arrastrarlo y soltarlo sobre un proyecto.

Para guardar una capa de esta forma hay que hacer clic derecho sobre la misma y luego «Exportar» → «Guardar como archivo de definición de capa...». Es importante aclarar que este tipo de archivo no guarda datos en sí, sino solo la configuración de propiedades de la capa.

2.18. Propiedades de la capa

Cada capa de información espacial permite ciertas configuraciones particulares como por ejemplo, nombre en el proyecto, sistema de referencia de coordenadas (SRC), visibilidad de acuerdo a la escala, estilo visual, etiquetado, transparencia, etc.

Para acceder a las propiedades de la capa basta con hacer clic derecho sobre su nombre en la ventana de capas o mediante el menú «Capas» → «Propiedades...», o haciendo doble clic sobre la misma.

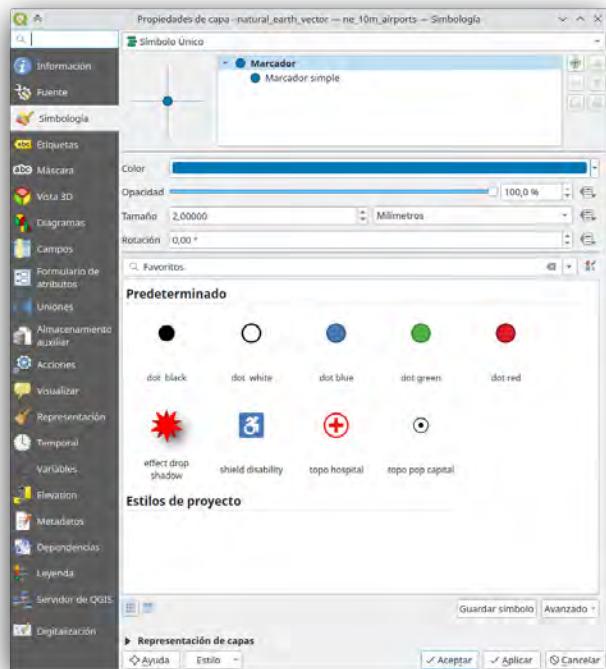


Figura 2.26: Propiedades de la capa, a la izquierda las pestañas.

Solo describiremos algunas pestañas, las más importantes por el momento:

Información Describe datos técnicos resumidos de la capa.

Fuente Entre otras opciones, en esta pestaña es posible modificar el nombre de la capa y su SRC. También se puede realizar una consulta para filtrar los objetos que se cargarán en el proyecto, es decir traer un subconjunto de los datos de la capa.

Símbología Aquí se configura el estilo de la capa vectorial, es decir, los colores y formas de los objetos. QGIS es muy versátil respecto a los estilos que se puede dar a una capa vectorial. Por ejemplo, una capa base de callejero puede configurarse en estilo de igual forma que lo hacen mapas como *OpenStreetMap*. Una capa

de puntos turísticos podría tener un ícono diferente según su clasificación, y esto es posible mediante un estilo «categorizado». También será posible realizar degradados de color de acuerdo a los valores numéricos («graduaciones») que estén presentes en algún atributo de la tabla. Otra de las opciones de representación es la «transparencia» de capa, que dicho de otra forma gestiona la opacidad de todos los objetos de la capa para puedan verse los objetos de capas inferiores (incluso con opciones avanzadas como los «modos de mezcla»). Por otra parte en las últimas versiones de QGIS se han añadido herramientas realmente poderosas como la «Generación de Geometrías».

Etiquetas Las etiquetas permiten identificar visualmente un objeto, por ejemplo el nombre de una localidad o país. Al igual que con los estilos, el etiquetado en QGIS posee la potencialidad para generar prácticamente cualquier cosa que nos propongamos con ellas. Tiene varias características realmente interesantes, como por ejemplo que el programa se encarga de etiquetar «inteligentemente» para que no se solapen textos entre sí, sean éstos de la misma capa o de otra, como también se admite el forzado de etiquetas, para cuando nos interesa ver todas las etiquetas de una capa espacial.

Diagramas Esta herramienta permite agregar gráficos estadísticos sobre los objetos de la capa (circular o barras). Es muy útil cuando se necesitan realizar comparaciones gráficas a un mapa.

Campos En esta pestaña se pueden editar los campos de la tabla de atributos (agregar y quitar). En tal sentido, existen también algunos procesos como “Rehacer campos” que permiten hacer modificaciones más complejas en las tablas de la capa. Es aconsejable que solo un usuario avanzado utilice estas configuraciones.

Formularios de atributos Permite generar formularios a medida a partir de los campos existentes en la tabla de atributos. Cada campo se puede configurar de forma que solo se admitan ciertos tipos de datos, como fechas o listados predefinido, e incluso para que se calculen automáticamente valores en los mismos.

Uniones A veces es necesario establecer una relación (uno a uno, o muchos a uno) entre datos de distintas tablas, por ejemplo es posible unir dos capas que contengan un mismo atributo identificador de referencia. Más adelante se verá cómo hacer este tipo de uniones.

Acciones Esta opción permite al usuario dotar de «scripts» o «macros» a las capas de QGIS, de forma que al hacer clic sobre un objeto se pueda abrir un enlace en el navegador web o se muestre una foto en el visor de imágenes.

Visualizar Este menú permite configurar qué se muestra al pasar el ratón por sobre un objeto de la capa. Se puede configurar para que muestre un atributo particular o una expresión.

Representación En esta pestaña se controlan capacidades de representación como por ejemplo la visibilidad dependiente de la escala, lo cual es muy útil por ejemplo si queremos dejar de ver la capa a cierto nivel de zoom (escala).

Temporal En esta versión de QGIS se incorpora una nueva funcionalidad que permite controlar una capa que contenga un campo con atributo de tiempo. Sin entrar en detalles, esta opción hace que un objeto pueda ser representado en el mapa mediante un control temporal.

Metadatos Como ya se ha dicho, los metadatos son los datos de los datos, es información que permite entender el origen de la capa de datos, su fuente, autor, fecha de creación, etc. Para trabajar de forma ordenada se recomienda completar los metadatos de las capas que generemos. Si la capa de datos proviene de un *GeoPackage*, entonces los metadatos se guardarán allí automáticamente.

Leyenda Es posible modificar la forma en que se visualiza la leyenda en el panel de «Capas» activando los controles en esta pestaña. Por ejemplo, es posible agregar texto descriptivo a los símbolos de la capa o activar un deslizador de transparencia de fácil acceso.

2.19. Panel de vista general

QGIS permite utilizar un panel de vista general, es decir una «miniatura» del mapa a modo de referencia de ubicación. Este panel se activa desde «Configuración» → «Paneles» → «Panel de vista general», que al iniciarla veremos un panel en «blanco». El panel mostrará las capas que designemos, y para ello solo debemos hacer clic derecho en la capa correspondiente y tildar la opción «Mostrar en la vista general». Por ejemplo, aquí se ve el mapa ráster descargado de Natural Earth:

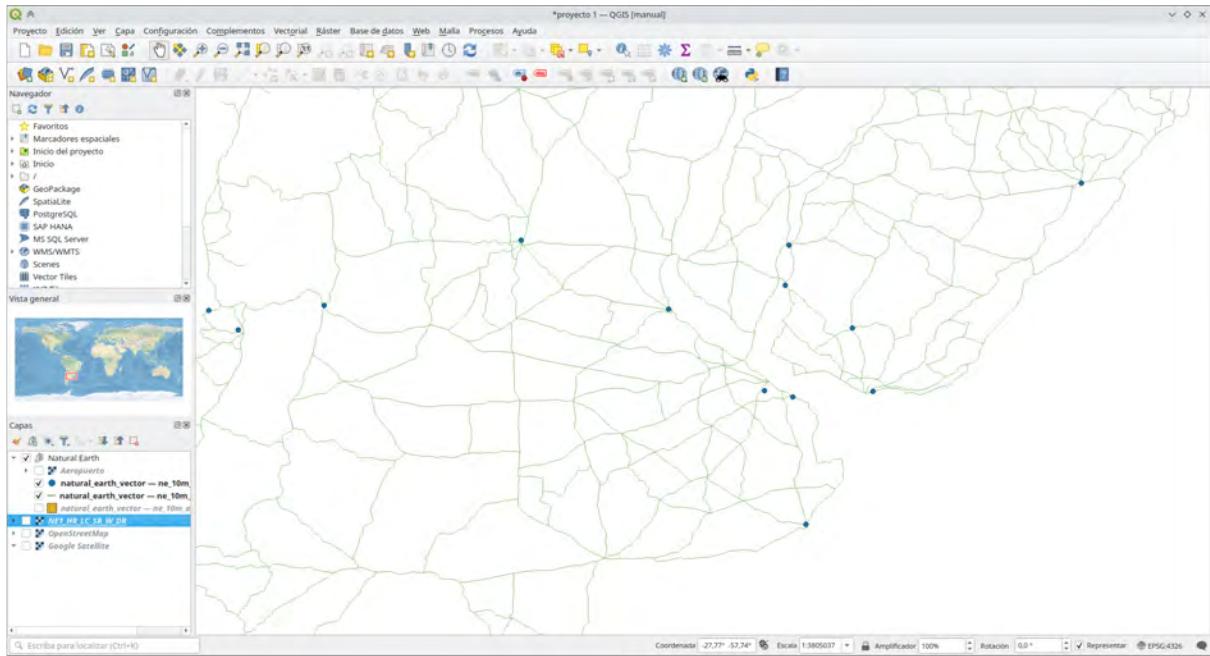


Figura 2.27: Se observa que la capa no tiene que estar necesariamente encendida para que se muestre en la *Vista general*.

La vista muestra un recuadro de color rojo como referencia de la ubicación de la vista de mapa actual, muy útil para cuando hacemos zoom y no reconocemos visualmente la localización donde estamos. Notar que el panel permite desplazar el área de interés con solo hacer clic sobre la vista.

2.20. Simbología y etiquetado

Hasta ahora hemos utilizado los datos vectoriales de forma predeterminada, es decir, que QGIS se encarga de los colores y tamaños de los objetos por defecto y de forma automática. Sin embargo, un potencial de los SIG es visualizar los datos espaciales de diferentes formas, utilizando sus atributos para generar la *simbología* más adecuada. Es de esta forma en que podemos crear mapas temáticos en segundos.

También podemos *etiquetar* los objetos utilizando algún campo de su tabla, por ejemplo, si tenemos una capa de rutas y caminos, sería óptimo que se puedan visualizar los nombres de cada vía.

En esta sección aprenderemos a generar -de forma básica- simbología y etiquetado para cualquier tipo de geometría, como así también guardarlos y cargarlos en otros proyectos.

En el capítulo «6» se verán algunas opciones más avanzadas al respecto de la simbología y etiquetado.

2.20.1. Simbología vectorial

Dentro de las propiedades de cada capa tenemos la pestaña «Simbología» donde es posible dotar de un estilo visual a los objetos de la capa.

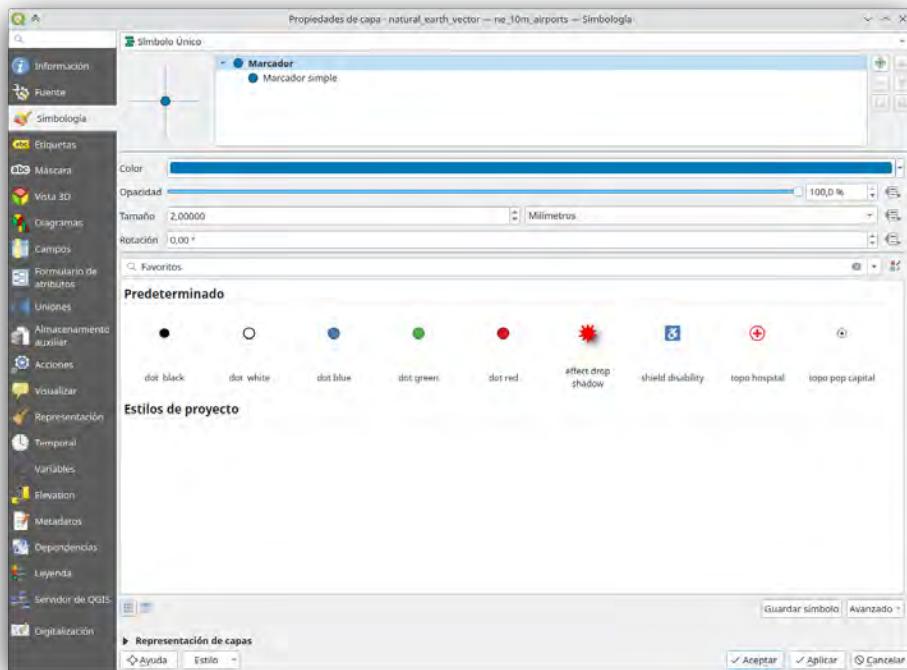


Figura 2.28: Simbología por defecto para la capa de puntos de aeropuertos.

Por defecto, en el desplegable «Favoritos» se muestran simbologías por defecto que se pueden seleccionar. Si desplegamos «Todos los símbolos» podemos elegir uno estilo más adecuado para nuestra capa de puntos de aeropuertos (*topo airport*). Aplicamos y aceptamos.



Figura 2.29: Aeropuertos con una simbología más adecuada para lo que representa.

Quizás este estilo no refleje la real condición de los aeropuertos, ya que no todos pertenecen a la misma categoría o importancia. Para resolver esto podemos clasificar por tipo mediante la opción «Categorizado» desde el desplegable superior, elegimos el campo «*type*» como «Valor» de referencia y luego en el botón inferior «Clasificar».

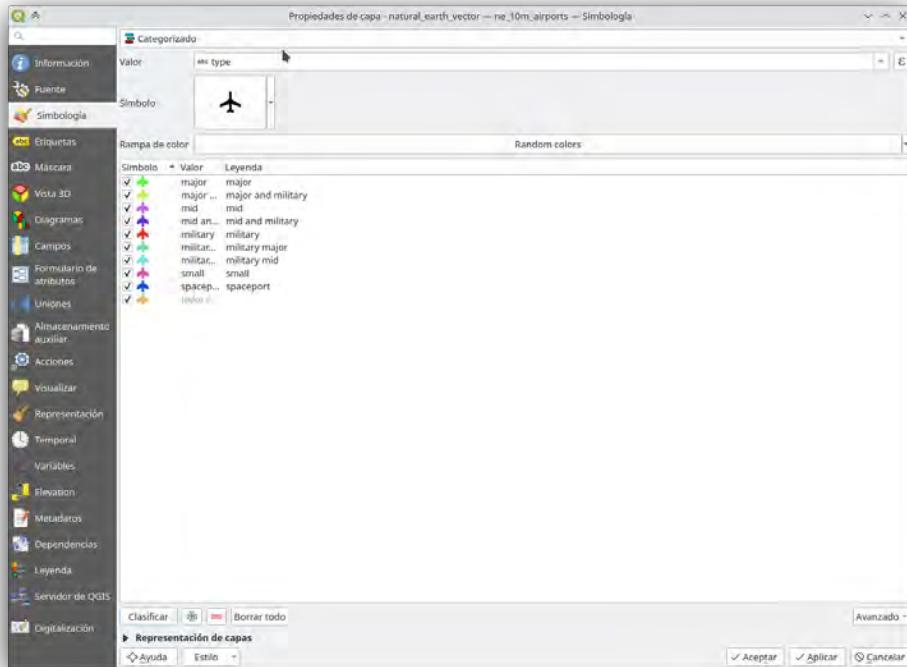


Figura 2.30: Clasificación de aeropuertos por tipo (*Categorizado*, «type»).

Al aplicar y aceptar en el mapa se observará en la vista de mapa cada aeropuerto discriminado por color, cuyas referencias se observan en el panel de capas, desplegando los símbolos de la misma.

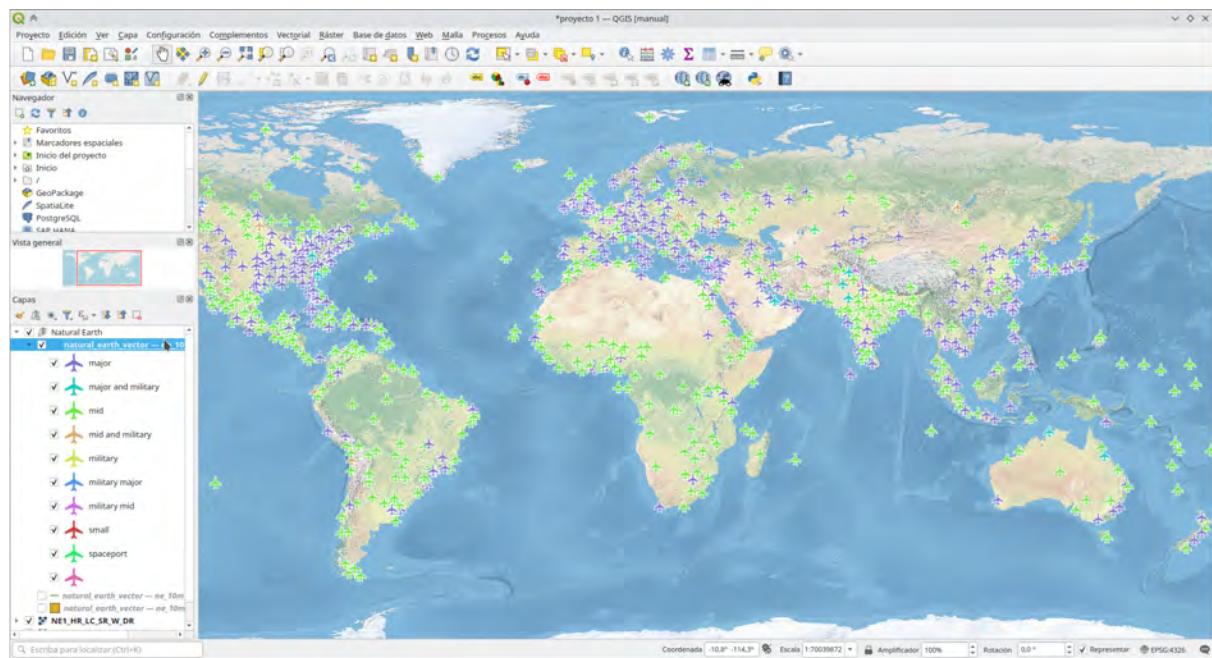


Figura 2.31: Aeropuertos clasificados automáticamente por tipo. Cada color representa un tipo de aeropuerto.

Nótese que se seleccionó de forma automática «Random colors» o colores aleatorios, pero bien puede indicarse que se utilice una rampa de color. Veremos la conveniencia de cómo clasificar en cada caso más adelante en el nivel «Diseño».

Para las nuevas versiones de QGIS existe una manera más interactiva de aplicar estilos de simbología, mediante el botón de «brocha» (paintbrush) que figura en la parte superior del panel de *Capas*. Esto desplegará un panel

lateral del lado derecho que permitirá aplicar simbología y etiquetado de forma similar a la vista anteriormente, pero de forma instantánea.

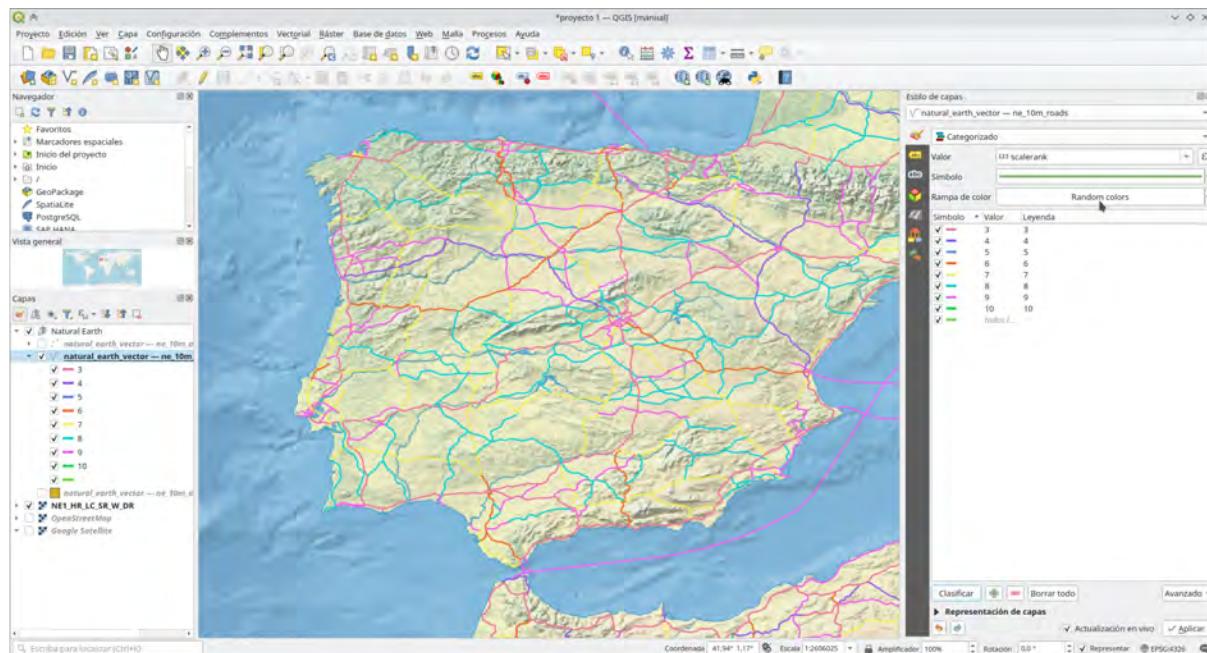


Figura 2.32: Ejemplo de rutas y caminos («roads») categorizados por rampa de color aleatoria («Random colors»). También se podría haber utilizado una rampa de color gradual de forma que la variación coincida con el valor ascendente de la clasificación. Además el grosor de línea se modificó a 0.66 para que contraste más con el fondo.

Para profundizar un poco más, y a modo de ejemplo de estilo para capa vectorial de tipo polígono realizaremos una simbología de tipo *mapa de coropletas*, es decir un mapa temático que represente mediante una rampa de color una variable estadística. En nuestro caso la variable a representar será la densidad de población (determinada por el cociente población/superficie de cada país).

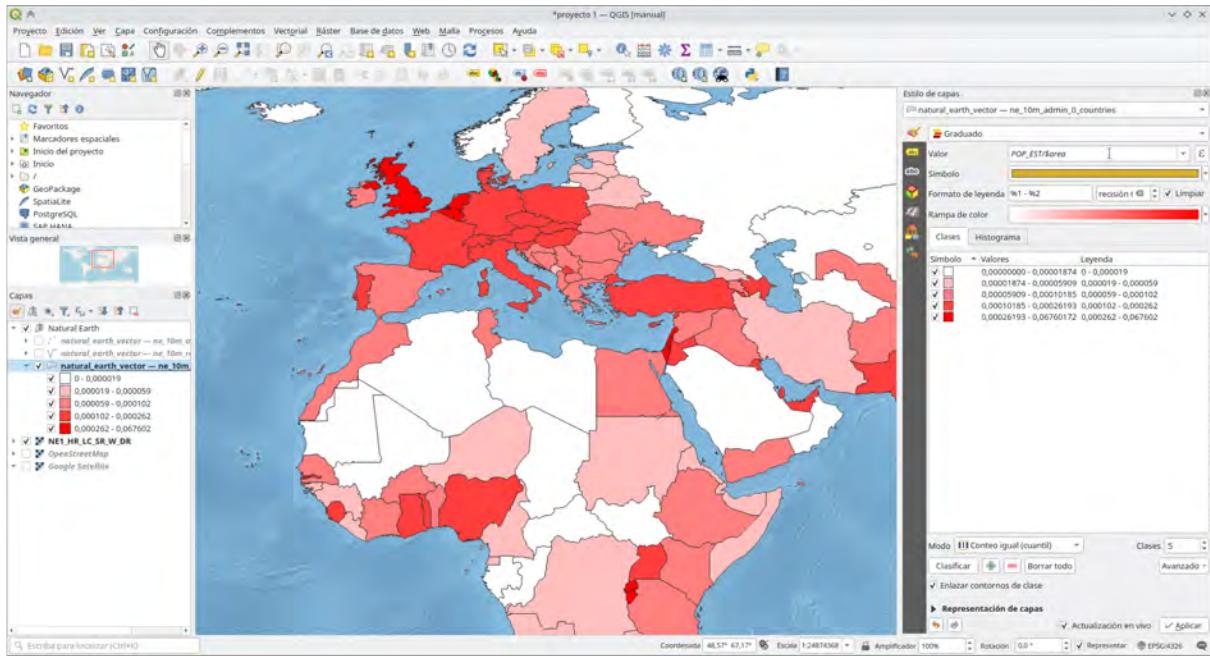


Figura 2.33: Mapa temático que representa la densidad poblacional de cada país.

Para generar el mapa se deben seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar la capa correspondiente de polígonos (países) en la parte superior del panel «Estilo de capas»,
2. Elegir el estilo *graduado*,
3. Escribir «POP_EST/\$area» (habitantes/área en m²) en el recuadro de *Valor*,
4. Indicar la *Rampa de color* «Reds» (rojos) desde el desplegable,
5. En la parte inferior del panel seleccionar el *Modo* más se ajuste a nuestras necesidades («cuantil» por defecto) como también las clases a determinar («5» por defecto),
6. Por último presiona el botón «Clasificar».

Particularmente para esta capa se seleccionó el cuantil como modo de intervalos, pero más adelante se explicará qué significa cada opción y cuándo es conveniente utilizar cada una de ellas.

2.20.2. Número de objetos en capas

Ahora que sabemos cómo generar leyendas y visualizarlas en el panel de capas agregaremos en ellas un contador automático de objetos, que también se verá reflejado en cada uno de los elementos de clasificación o graduación de la misma. Se activa haciendo clic derecho sobre la capa en el panel y luego en «Mostrar número de objetos».

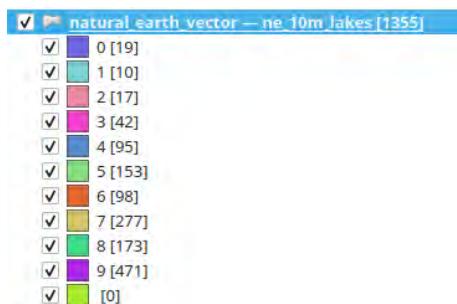


Figura 2.34: Se observa la clasificación de la capa de lagos («lakes») por «scalerank», donde de los 1355 lagos del dataset solo 19 están catalogados «0», es decir en la máxima escala (tamaño, importancia, etc.).

Si la capa tiene estilo simple solo se mostrará el conteo de la cantidad total de objetos entre llaves al lado del nombre de la capa.

2.20.3. Etiquetas

Como su nombre lo indica el etiquetado permite que los objetos espaciales queden identificados visualmente por un texto que, en general, será un atributos de la tabla. Para acceder al etiquetado tenemos dos formas, la primera es mediante la pestaña «Etiquetas» en las propiedades de capa, la segunda es mediante el mismo panel de «Estilo de capas» desplegado anteriormente, pestaña «Etiquetas» ().

El proceso de etiquetado en QGIS es automático, el sistema determinará mediante las opciones por defecto cómo etiquetará las capas de forma que no se solapen. Esto conlleva ventajas y desventajas que veremos más adelante en el capítulo «Diseño».

Por el momento nos conformaremos con el etiquetado básico:

1. Dentro del panel «Estilo de capas», seleccionar la capa de países,
2. En la segunda pestaña, «ABC» (*Etiquetas*), elegir el *Valor* «NAME»,
3. Seleccionar las opciones básicas de tipografía, tamaño y color.

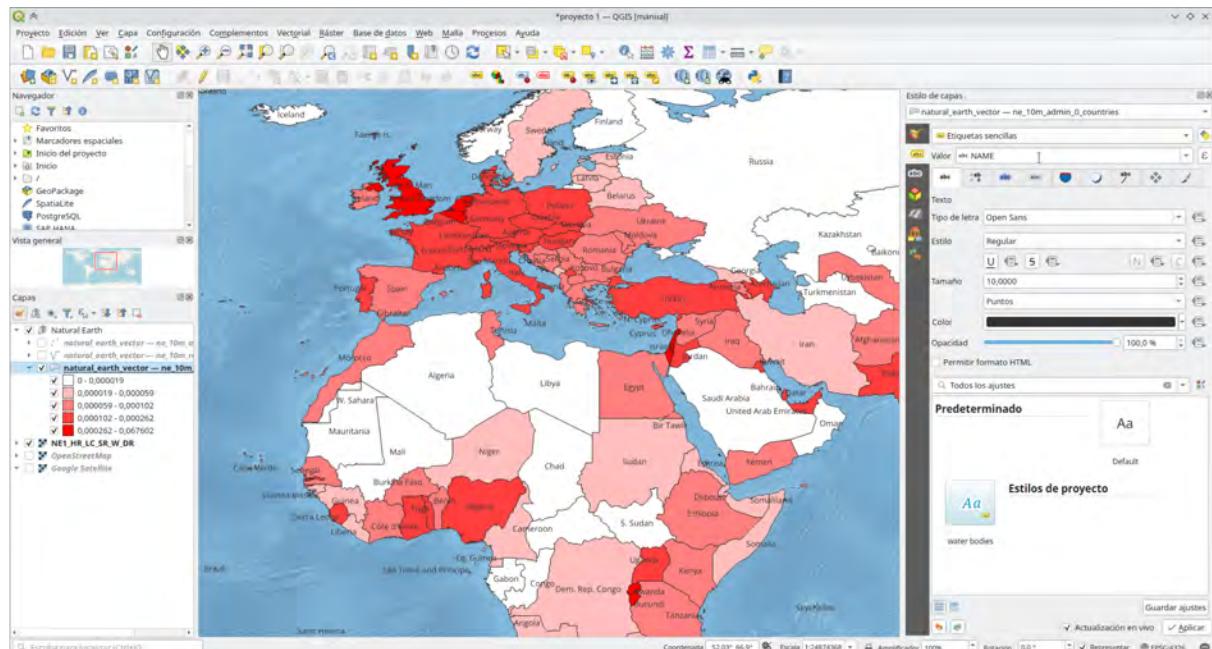


Figura 2.35: Etiquetado básico por defecto.

Como hemos dicho anteriormente, QGIS está preparado para generar estilos de simbología y etiquetado avanzado donde es posible implementar casi cualquier estilo visual que se deseé, pero esto es complejo y lleva tiempo de aprendizaje y práctica. Como muestra de potencialidad, por ejemplo, cambiaremos algunas opciones por defecto para mejorar el etiquetado.

- Pestaña *Texto*: cambio de *Tamaño* a 9 puntos.
- Pestaña *Formato*: cambio *Carácter de división* por un espacio en blanco (agregar espacio en la casilla), *Altura de línea* en 80 (%), *Alineación* al Centro.
- Pestaña *Buffer*: Activar *Dibujar Buffer de texto*.
- Pestaña *Sombra*: Activar *Dibujar sombra exterior*.
- Pestaña *Representación*: Activar *Mostrar todas las etiquetas de esta capa (Overlapping labels)* en modo «*Permitir solapamiento sin penalidad*» (*Allow overlaps without penalty*).

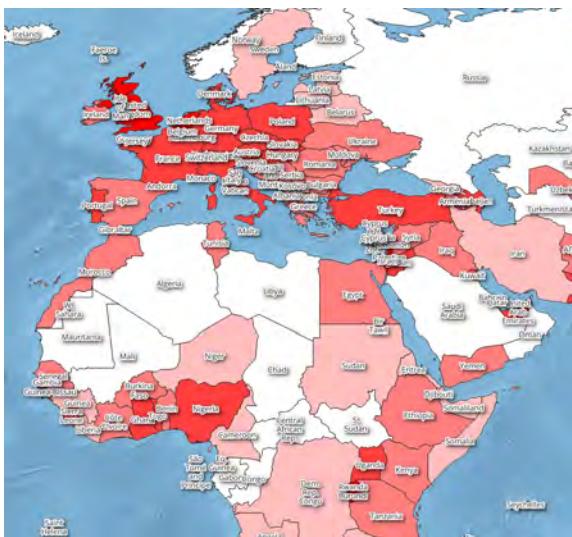


Figura 2.36: Etiquetado avanzado. Se muestran todas las etiquetas divididas en regiones por espacio en blanco, centradas y se les aplica efectos de buffer y sombras para visualizar mejor -por contraste- cada nombre.

2.20.4. Simbología ráster

En este apartado aprenderemos a aplicar estilos básicos a capas ráster. Comenzaremos incorporando al proyecto la capa Mapzen Global Terrain, que viene por defecto incorporado en QGIS desde la versión 3.24. Esta capa tiene la particularidad de que contiene dato de elevación de todo el mundo, tanto para lo continental como lo oceánico.

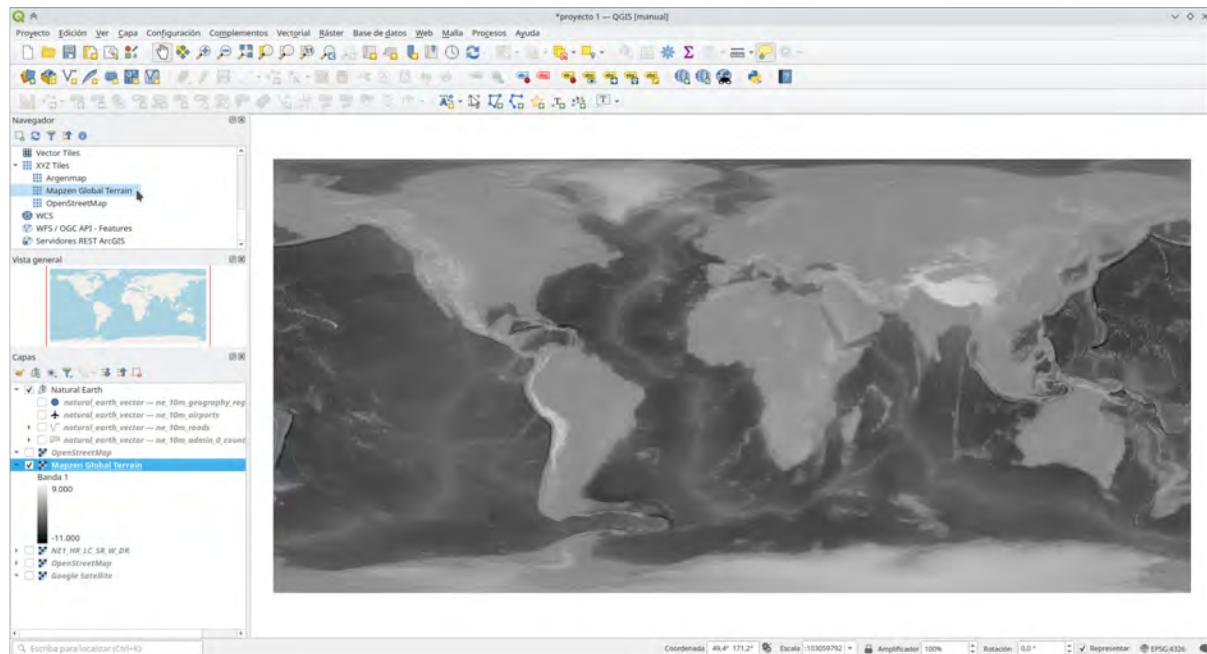


Figura 2.37: *Mapzen Global Terrain*, como servicio XYZ, almacenado en *Amazon Web Services*.

Como se puede observar, por defecto la capa se muestra en escala de grises y se pueden distinguir las siluetas de los continentes. Para entender mejor la información de la capa activamos el panel de «Estilo de capa» (☞) y cambiaremos el estilo «Gris monobanda» por «Pseudocolor monobanda».

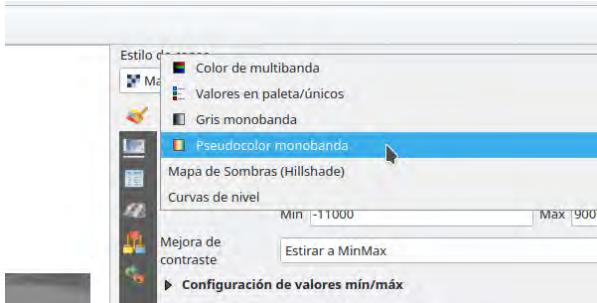


Figura 2.38: El panel de «Estilo de capa» cambia sus opciones cuando seleccionamos una capa ráster.

En «Rampa de color» desplegamos las opciones y elegimos «BrBG» dentro de «Todas las rampas de color», luego invertimos la misma. Nos tiene que quedar de la siguiente manera:

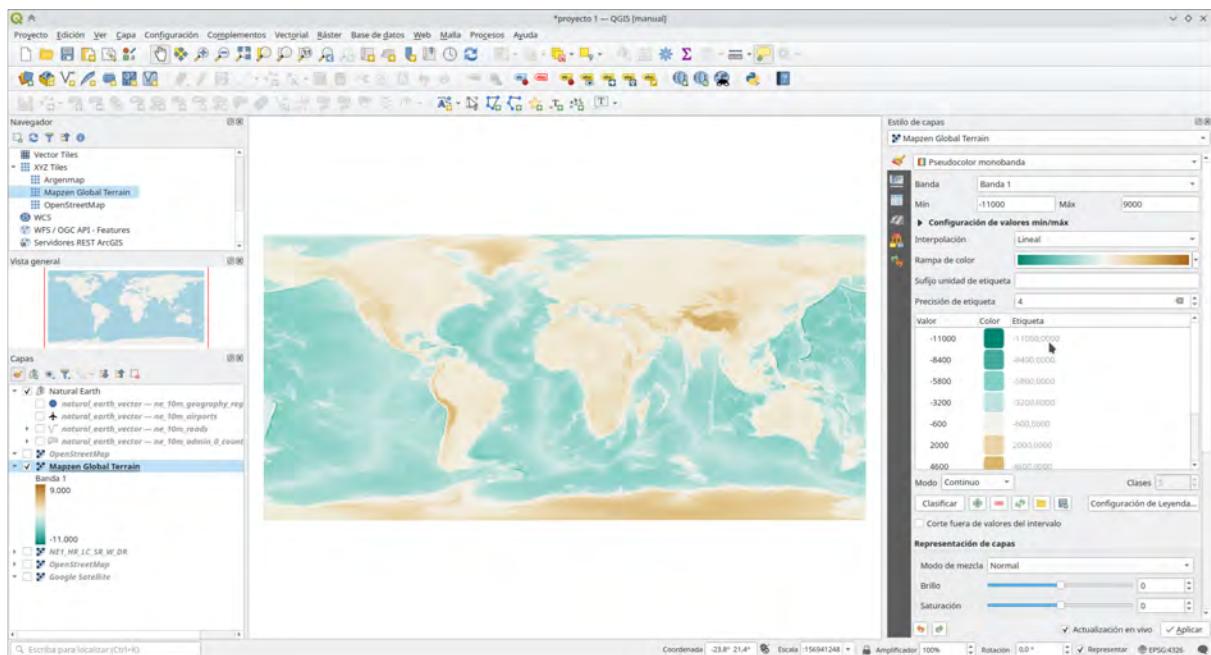


Figura 2.39: La representación muestra en tonos celestes el océano, en blanco el océano poco profundo y costas, y en tonos marrones lo continental.

La imagen ofrecida por el servidor va de nivel 0 (mundial) hasta nivel 15 (escala aproximada de 1:15.000), por lo que la escala de colores que se genera es útil para abarcar todo el rango de valores altimétricos mundial. En la imagen anterior se puede observar que el valor «Mín» y «Máx» de la Banda 1 va de -11000 a 900 (unidades que en este caso representan metros). Si nos acercamos a la costa de mar de cualquier país y cambiamos esos valores por otros más acotados podremos observar el nivel de detalle que la capa ofrece:

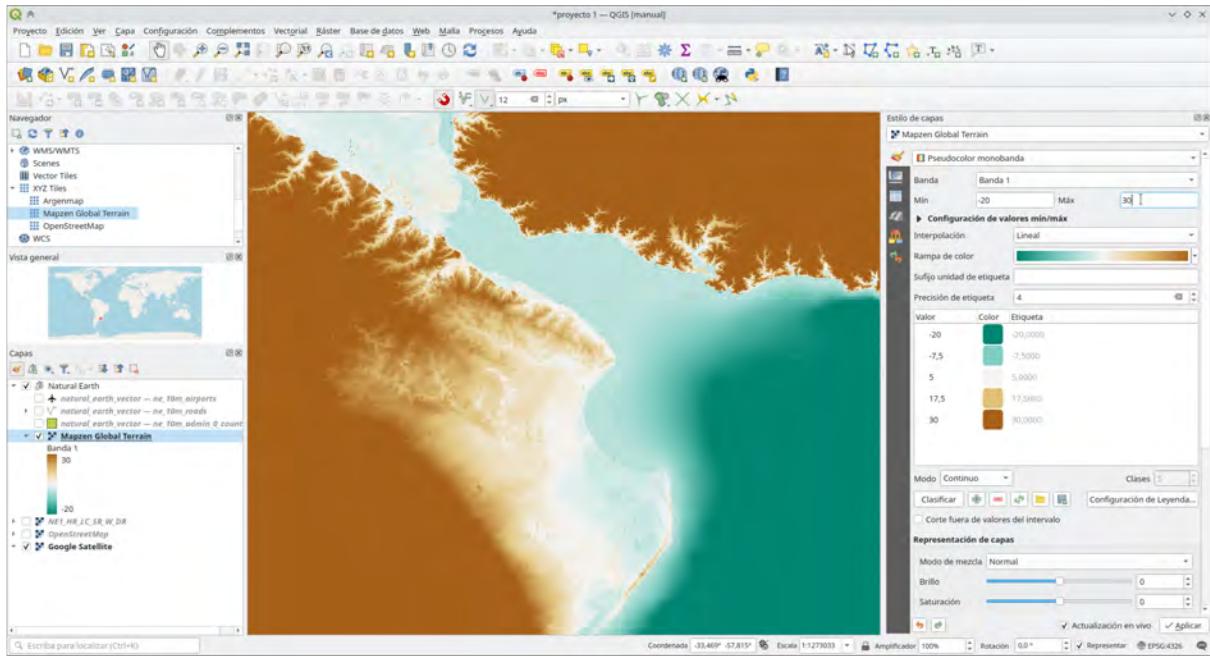


Figura 2.40: Desembocadura del *Río de la Plata*, entre *Argentina* y *Uruguay*. El rango de representación de elevaciones se configuró de -20 a 30, lo que permite visualizar mejor los contornos continentales y la pendiente de sedimentos del Río de la Plata.

Otra forma interesante de representar esta misma capa es mediante el estilo de «Mapa de sombras (Hillshade)», qué básicamente simula sombras a cierto ángulo.

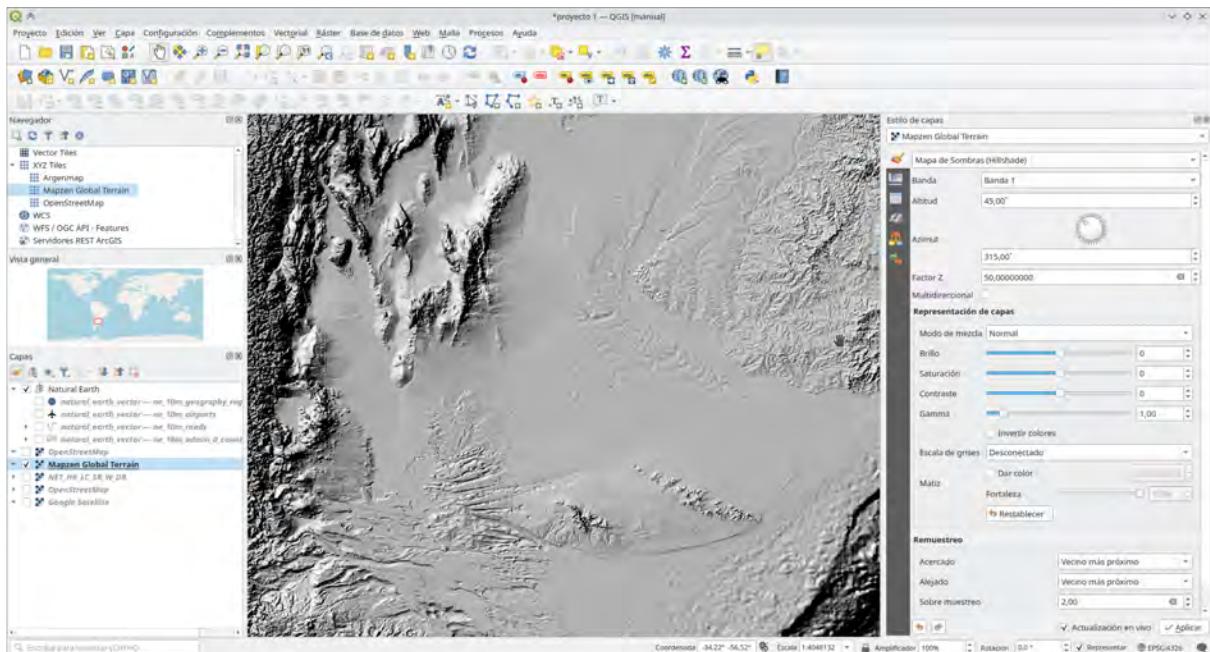


Figura 2.41: *Hillshade* a 315° y factor z en 50.

Más adelante en un nivel más avanzado aprenderemos a trabajar con ráster multi-espectrales (*Sentinel* y *Landsat*).

2.20.5. Transparencia

Para todas las capas -sean éstas vectoriales o ráster- es posible aplicar cierta transparencia en la simbología, aunque no en etiquetas, que permitirá visualizar al mismo tiempo los objetos que están en niveles más bajos. La configuración de transparencia se realiza desplegando el menú avanzado, «Representación de capas».

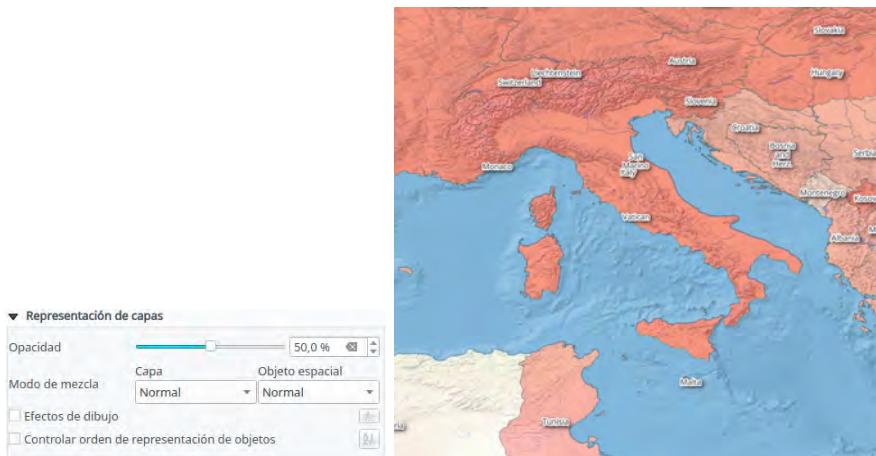


Figura 2.42: Configuración de transparencia de capa. Al aplicar 50 % de opacidad se puede observar una mezcla entre la capa de países y el mapa base ráster de Natural Earth.

Las opciones de *Modo de mezcla* y *efectos de dibujo* son avanzadas y por lo tanto no se explicarán en esta sección.

2.20.6. Guardar y cargar estilos

Toda configuración de simbología y etiquetado que realicemos en las capas se guardará en el proyecto de QGIS, por lo que solo hay que configurar una vez la visualización de la capa para que nos quede por siempre en el proyecto. Sin embargo hay situaciones donde debemos compartir la capa de datos con su estilo, y esto es posible de varias maneras en QGIS.

Si queremos guardar el estilo creado, podremos hacerlo siempre desde las propiedades de la capa, con el botón de «Estilo» ubicado en la parte inferior de la ventana. Allí hay dos opciones dentro de «Guardar estilo...», como estilo de QGIS (*qml*) o como SLD (*sld*). El primero es aconsejable para compartir con alguien más que esté utilizando la misma capa con QGIS. La segunda opción permite llevar el estilo creado (con algunas limitaciones) a servidores de mapas como GeoServer.⁴

⁴Ver en la documentación del proyecto GeoServer.

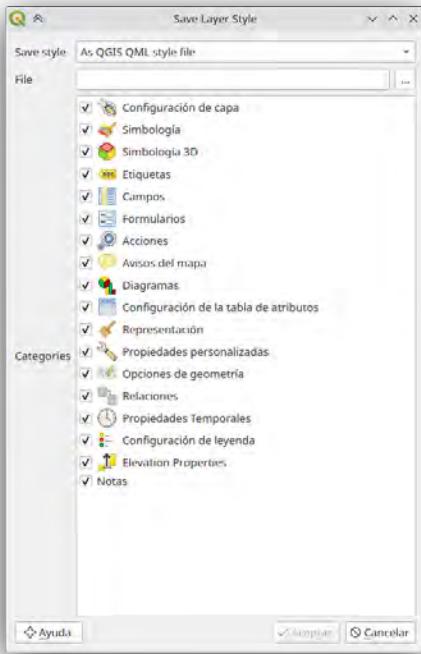


Figura 2.43: Guardado de estilo actual de capa. Se pueden elegir cuáles categorías guardar.

Si al archivo *qml* o *sld* se lo guarda en el mismo lugar y nombre exacto que la capa (*GeoPackage* o *Shapefile* por ejemplo), QGIS tomará ese estilo la próxima vez que se lo cargue en un proyecto. Esto es útil para no tener que adaptar un estilo visual cada vez que utilizamos la capa en otros proyectos. Para capas almacenadas en *GeoPackage* o *Postgres* también es posible guardar el estilo allí mismo, incluso es posible guardar varios estilos con diferentes nombres y elegir si se lo quiere hacer predeterminado.

La carga de un estilo previamente guardado se hace desde el mismo botón desplegable de «Estilo». También es posible cargar estilos desde la base de datos donde estén los datos.

Es importante tener en cuenta que los estilos categorizados o graduados dependen de un valor de atributo, y al cargar en una capa nueva QGIS buscará el mismo nombre de campo para la simbología y etiquetado, y si estos nombres de campo y sus atributos no coinciden en la capa donde cargamos el estilo puede que QGIS no muestre el estilo tal como fue concebido. Es solo cuestión de tener presente esto para no cometer interpretaciones erróneas.

2.20.7. Múltiples estilos de capa

QGIS ha incorporado en las últimas versiones la capacidad de manejar distintos estilos para la misma capa. Esto es muy útil cuando necesitamos visualizar la capa de diferentes maneras.

En nuestro caso, generaremos otro estilo para la capa de aeropuertos. Lo primero que tendremos que hacer es cambiar el nombre actual de la capa haciendo clic derecho sobre la capa → «Estilos» → «Cambiar nombre al actual...». Cambiamos el nombre a «Por tipo». Esto guardará tanto la simbología como el etiquetado actual en un mismo estilo bajo ese nombre.

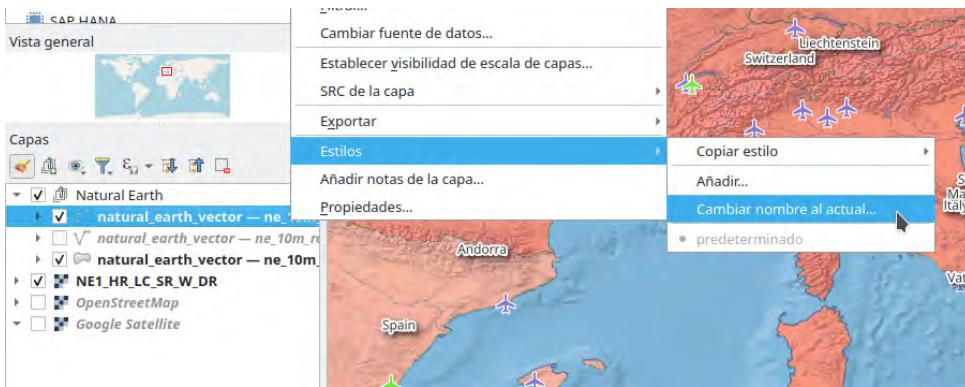


Figura 2.44: Cambio de nombre del estilo actual.

Luego añadimos un nuevo estilo repitiendo el procedimiento, pero esta vez hacemos clic en «Añadir...». Lo llamaremos «Ranking», y le asignaremos simbología categorizada con valor «scalerank» con la rampa de color «Greys». En el etiquetado configuraremos para que aparezca el código «abbrev».

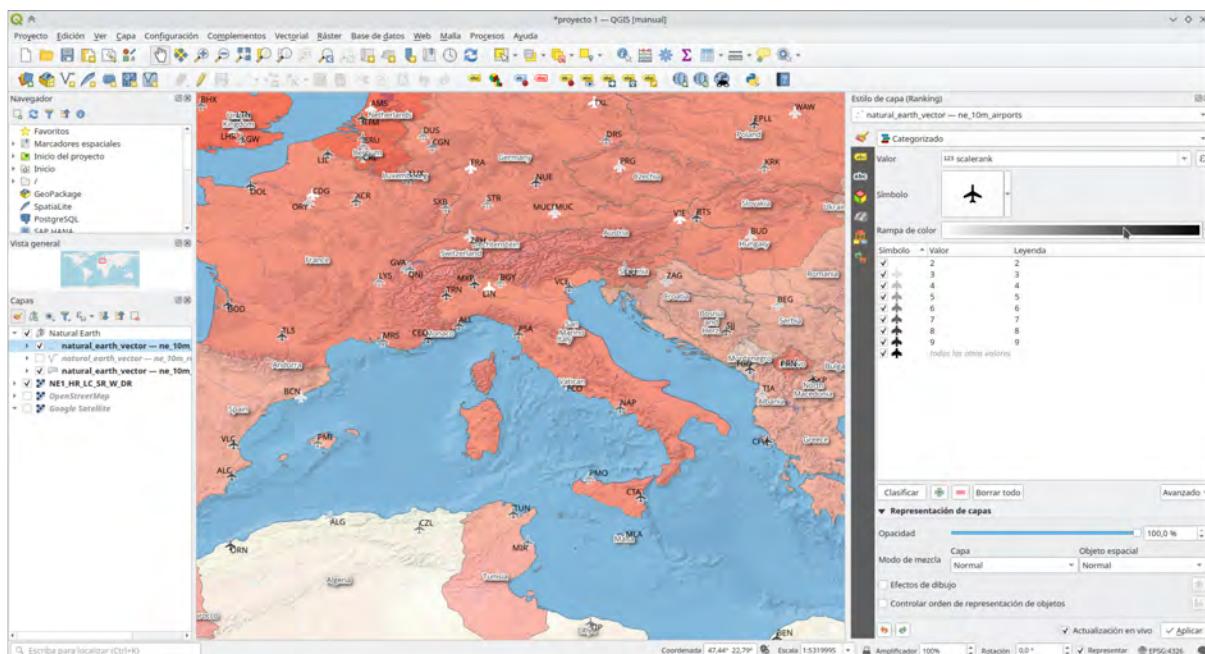


Figura 2.45: Guardado de un nuevo estilo en escala de grises según atributo «Ranking».

QGIS guardará los dos estilos para la misma capa y podremos seleccionar cuál usar desde las propiedades de la capa o más accesiblemente desde el menú contextual (botón derecho sobre la capa).

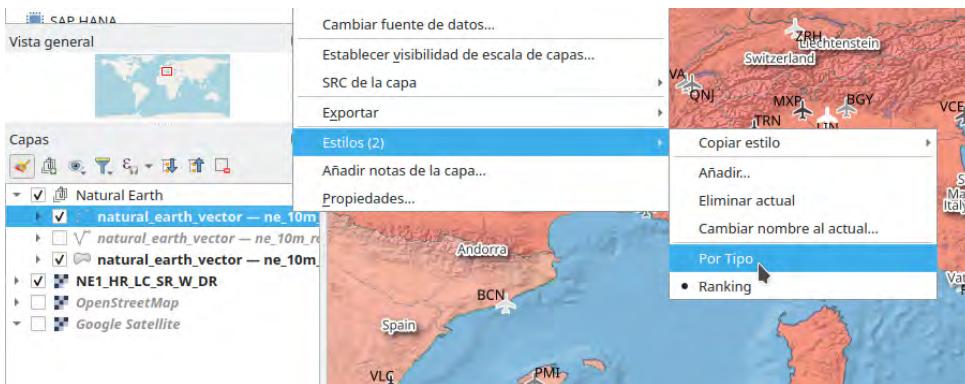


Figura 2.46: Selección de estilos. QGIS indica entre paréntesis cuántos estilos hay guardados en el proyecto para esa capa.

2.21. Tabla de atributos

Estudiaremos en esta sección algunas cosas relacionadas a los atributos de una capa, es decir la componente de «dato» tabulado que junto a los datos intrínsecamente espaciales hacen de un SIG una potente herramienta de gestión.

2.21.1. Estructura

La tabla de atributos () posee una estructura *similar a la de una planilla de cálculo*⁵, con filas y columnas, con la diferencia de que cada columna está predeterminada y en todos los casos (como en las bases de datos), está declarado de antemano el tipo de dato, que en general es alguno de los siguientes:

- Alfanumérico. También llamada cadena de texto o «string», un atributo que sea de este tipo es tratado como texto simple.
- Numérico entero. Como su nombre lo indica, es un número entero o «integer».
- Numérico decimal o real. Simplificando la definición decimos que es el tipo de número decimal, o número «con coma».
- Fecha y hora (tiempo). Un campo con atributo de este tipo contiene una fecha en un formato estandarizado. También puede contener hora.
- Booleano (verdadero y falso). Es un valor binario, 1 y 0, que en lógica significan Verdadero y Falso.

Es importante saber que si un campo está determinado como *numérico entero*, no será posible cargarle datos del tipo *texto* o *número decimal*. Y si cargamos un número en un campo que estaba predeterminado como *alfanumérico* no será posible hacer cálculos aritméticos con él, ya que el sistema los interpreta como *texto*. Esto puede parecer una desventaja o limitación, pero como veremos más adelante es de mucha utilidad y es un estándar en la industria informática a la que pertenecen las bases de datos.

Una forma práctica de saber qué tipo de dato tiene cada campo de la tabla de atributos es posarse sobre el nombre de campo y esperar un segundo, se desplegará un comentario que indica el tipo de dato y el tamaño (cantidad de caracteres máximos posibles) entre paréntesis.

natural_earth_vector — ne_10m_airports— Objetos Totales: 893, Filtrados: 893, Seleccion					
itaid	name_en	name_de	name_es	name_fr	name_pt
19	Sahnewal Air...	NULL	name_es	Aeropuerto de S...	Aeroporto de ...
17	Solapur Airp...	NULL	String(254)	NULL	NU
	Birsa Munda ...	NULL	Aeropuerto B...	aéroport de ...	Aeroporto In...
	Ahvaz Intern...	Flughafen Ah...	Aeropuerto I...	aéroport d'A...	NU

Figura 2.47: Tipo de atributo «String» o «Cadena de texto» con 254 caracteres de longitud.

⁵Para no entrar en detalles se recomienda la lectura este artículo en Wikipedia.

Para ver todo la estructura de campos de una tabla de una capa vectorial abrimos la pestaña «Campos» dentro de las propiedades de la misma:

Id	Nombre	Alias	Tipo	Nombre del tipo	Longitud	Precisión	Comentario
123 0	fid		Entero (64 bit)	Integer64	0	0	
123 1	scalerank		Entero (32 bit)	Integer	0	0	
abc 2	featurecla		Texto (cadena)	String	80	0	
abc 3	type		Texto (cadena)	String	50	0	
abc 4	name		Texto (cadena)	String	200	0	
abc 5	abbrev		Texto (cadena)	String	4	0	
abc 6	location		Texto (cadena)	String	50	0	
abc 7	gps_code		Texto (cadena)	String	254	0	
abc 8	iata_code		Texto (cadena)	String	254	0	
abc 9	wikipedia		Texto (cadena)	String	254	0	
1.2 10	natlscaler		Decimal (doble)	Real	0	0	
abc 11	comments		Texto (cadena)	String	254	0	

Figura 2.48: Campos de una tabla vectorial.

2.21.2. Información de la tabla

Básicamente cada registro de la tabla es un objeto espacial (aunque QGIS también puede trabajar con tablas sin datos espaciales), y cada columna guarda para dicho registro un valor posible para el tipo declarado en el campo. Los valores indicados como «NULL» (nulos), son casilleros *sin valor asignado*, indica la falta de un dato. Es importante diferenciar esto del «cero» ya que este es un número y por lo tanto es *no vacío*. También hay que diferenciarlo del carácter vacío, que sería solo borrar el contenido de un texto:

NATSCALE	0
LABELRANK	NULL
FEATURECLA	

Figura 2.49: Para la capa de «populated_places», «NETSCALE» tiene valor cero y «FEATURECLA» no tiene caracteres guardados. En cambio en «LABELRANK» el valor está ausente. Si hacemos clic en el ícono ✕ quitamos el valor contenido en el campo («NULL»).

En el título de la tabla se indica el nombre de la capa, la cantidad total de objetos que tiene, así como también lo actualmente seleccionado y lo filtrado (que veremos a continuación).

natural_earth_vector — ne_10m_airports— Objetos Totales: 893, Filtrados: 893, Seleccionados: 0

Figura 2.50: Barra de título de la tabla de atributos.

También es posible ver los objetos de la tabla mediante la vista «Formulario», que está orientado tal vez a la observación individual de los registros. La vista se alterna mediante los botones que aparecen en la parte inferior derecha de la tabla.

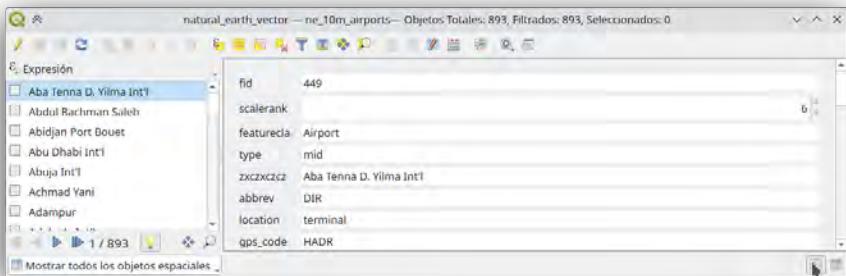


Figura 2.51: Vista tipo formulario. Permite filtrados rápidos y una vista más centrada en el objeto.

La ventana posee una barra de herramientas con algunos íconos *grisados* que se activan al hacer clic en el «lápiz». Por el momento pospondremos la explicación de cada uno de ellos para más adelante.

Una funcionalidad interesante para *organizar* los datos que presenta la tabla de atributos es la posibilidad de ordenar los registros por orden ascendente o descendente, con solo tocar el nombre del campo correspondiente se verá una «flecha» hacia abajo o arriba correspondientemente.

Es posible reordenar la visualización de las columnas de tabla sin modificar el orden real en el que se guarda dentro de la capa haciendo clic derecho sobre el nombre de campo → «Organizar columnas...»:

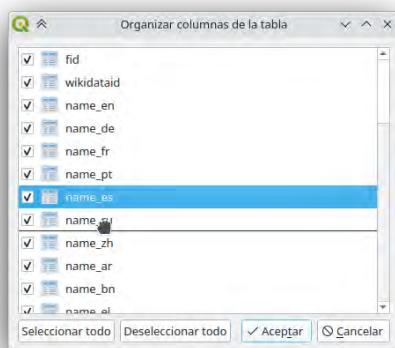


Figura 2.52: Se pueden desactivar y activar capas, arrastrarlas y ordenarlas para que se visualicen de la forma que más convenga.

Otra característica interesante de la tabla es mostrar los elementos seleccionados por encima de los no seleccionados. Por ejemplo, si en la vista de mapa seleccionamos algunos elementos y luego en la tabla de atributos activamos el botón «Mover la selección arriba del todo» (↑), observaremos que la lista se ordena de forma que los elementos seleccionados se muestran por encima del resto. Esto es especialmente útil en situaciones donde es necesario visualizar primero la selección por sobre el resto de los elementos de la tabla.

2.21.3. Filtros de tabla

Los filtros funcionan de forma similar a las planillas de cálculo, permiten mostrar solo aquellos objetos que tienen determinados atributos.

QGIS ofrece la posibilidad de filtrar y mostrar en la tabla solo los objetos que están actualmente seleccionados o que presentan algún atributo en particular. Dicha característica se activa desde el botón que se encuentra abajo a la izquierda. Allí las opciones, a priori, son:

- *Mostrar todos los objetos espaciales*. Activado por defecto, permite ver todos los objetos de la capa en la tabla.
- *Mostrar objetos espaciales seleccionados*. Permite filtrar a los objetos seleccionados, ya sean desde la vista de mapa como por la tabla de atributos.
- *Mostrar objetos espaciales visibles en el mapa*. Ver ejemplo en la Figura 2.53.

- *Mostrar objetos espaciales editados y nuevos.* Muy útil cuando queremos saber qué objetos se editaron recientemente.
- *Filtro de campos.* Permite filtrar rápidamente la tabla por los atributos de la tabla.
- *Filtro avanzado (expresión).* Similar al filtrado anterior, pero haciendo uso de la *Calculadora de campos* para manejar expresiones complejas.
- *Expresiones guardadas (Stored Filter Expressions).* Si hemos guardado alguna expresión de filtrado, aparecerá aquí.

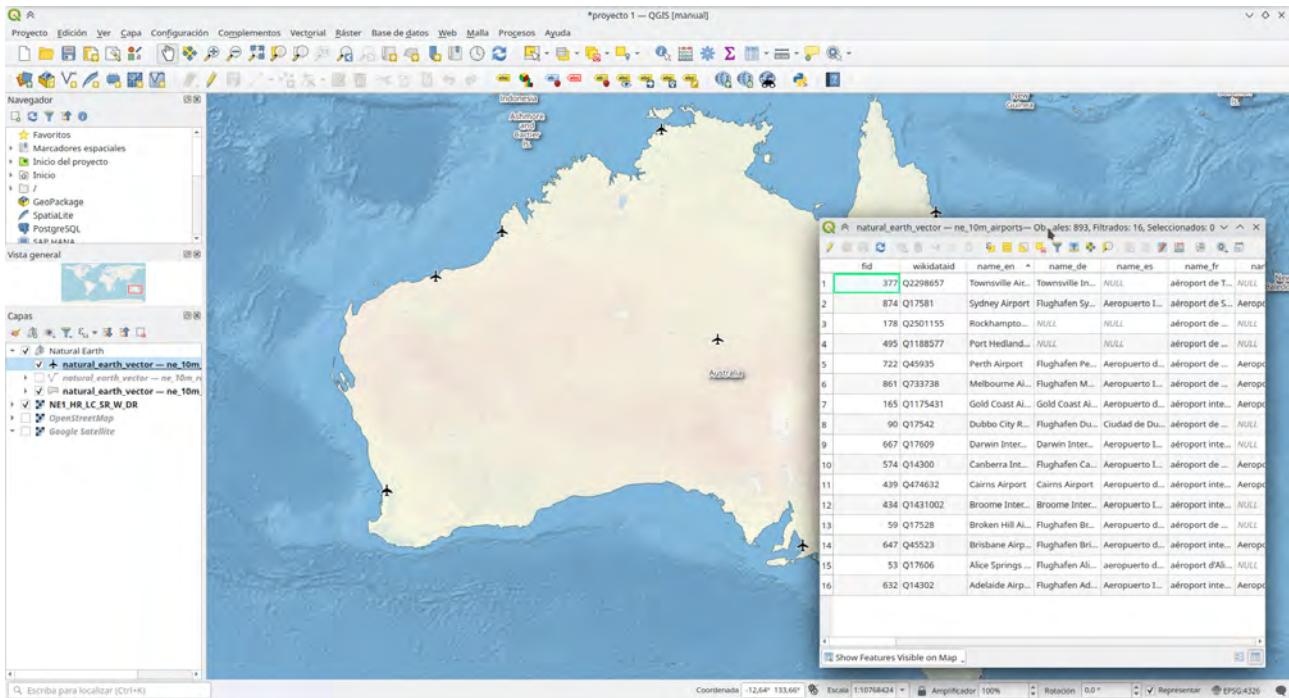


Figura 2.53: Filtrado de tabla para los aeropuertos visibles sobre la vista de mapa (Australia). Nótese que en la parte superior de la ventana de la tabla se puede observar también la cantidad de objetos filtrados (16).

Por ejemplo, si se quiere filtrar la tabla buscando un atributo en particular se debe utilizar la opción «Filtro de Campos» → «Nombre del campo». Al empezar a escribir, QGIS va mostrando los valores almacenados en dicho campo que coinciden con lo ingresado, como una especie de autocompletado.

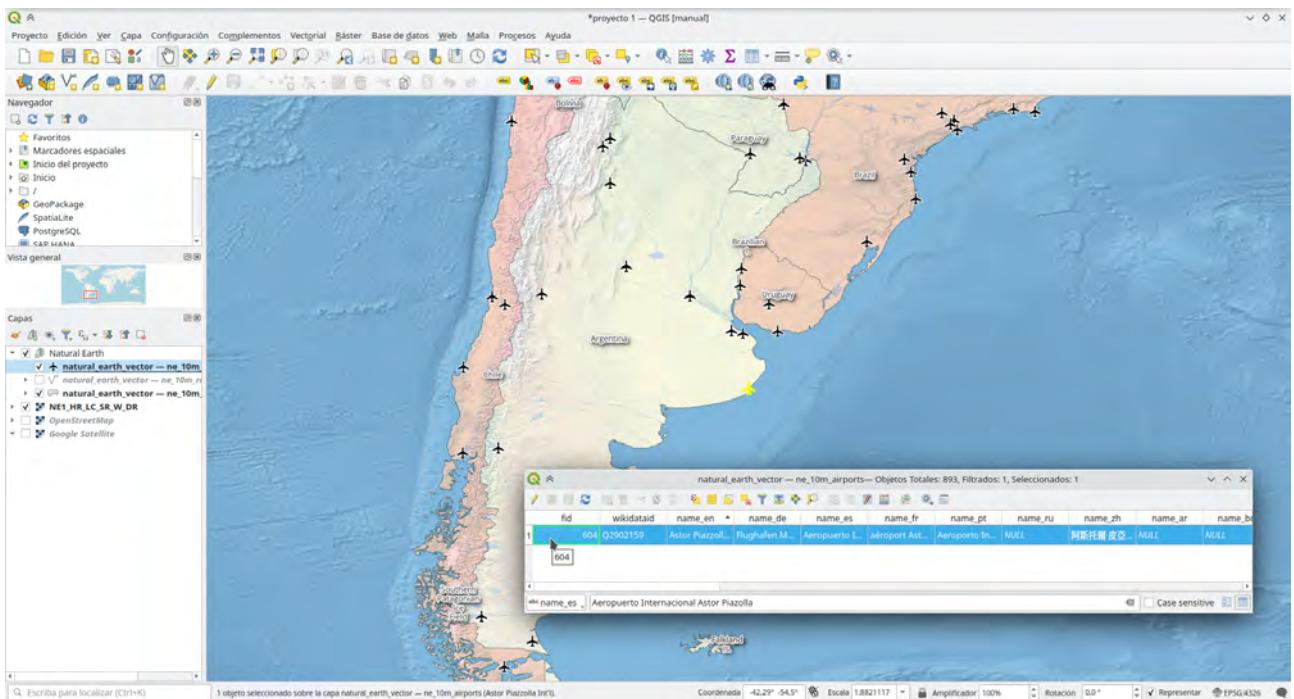


Figura 2.54: Filtrado de aeropuertos por campo «name_es»: *Astor Piazzolla*. Luego del filtrado se utilizó el botón que permite acercar el mapa a las filas seleccionadas.

Nótese que la opción «Distinguir mayúsculas» («Case Sensitive») está desactivada, ya que de lo contrario se buscaría el texto de forma estricta en que está escrita.

2.22. Filtro de capa

Siempre que agreguemos un dataset a QGIS traeremos el total del conjunto de datos que contiene, sin embargo podemos utilizar el filtro de capa para traer de dicho dataset solo un subconjunto de datos basado en un criterio determinado.

Por ejemplo, en lugar de cargar en el proyecto toda la capa de países («countries») podemos cargar solo la región que nos interese, supongamos que es África. Para ello, una vez cargada en el proyecto la capa de países hacemos clic derecho sobre la misma y seleccionamos la opción «Filtrar...». Aparecerá una nueva ventana «Constructor de consultas» donde podemos elegir la condición lógica-matemática que aplicaremos para filtrar los datos:

```
"CONTINENT" = 'Africa'
```

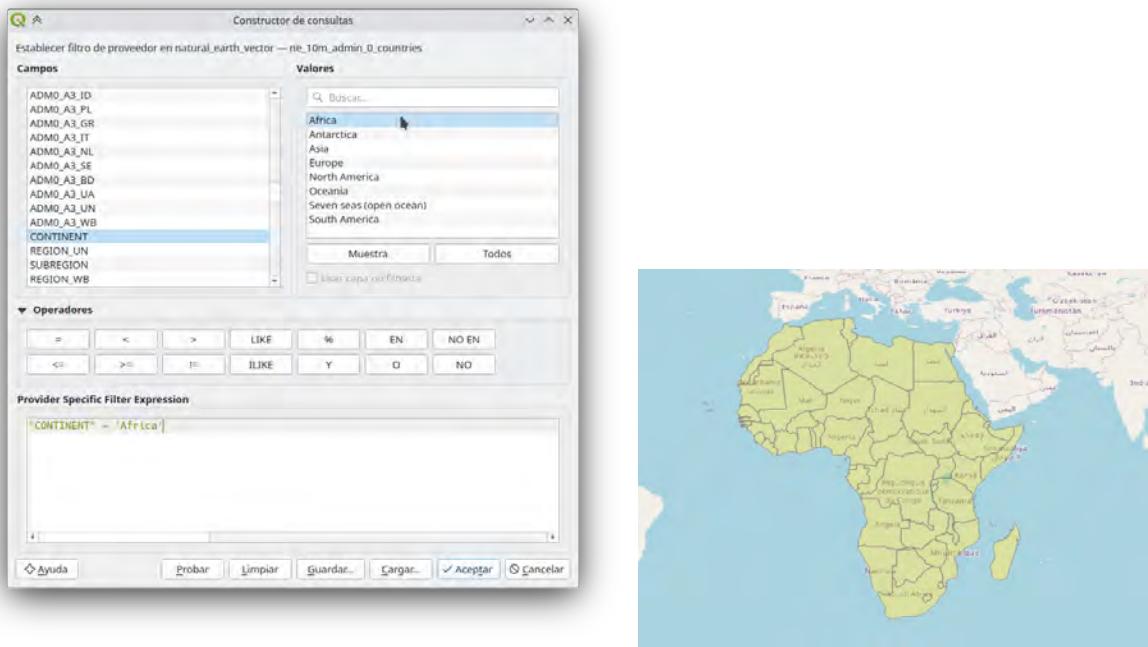


Figura 2.55: El filtro permite traer al proyecto solo un subconjunto de datos, en este caso los países de África.

El constructor de consultas permite visualizar qué datos contiene cada campo mediante una muestra o en su totalidad. Además, una vez construida la consulta es posible «Probar» y verificar si es válida.

2.23. Medición de distancia, área y ángulos

Un tipo de consulta bastante común es el de medición de distancias, áreas y ángulos. QGIS provee de una herramienta por defecto para eso (📏), seleccionable desde el panel superior. El botón despliega una ventana emergente con información al respecto.

Para medir longitudes se selecciona el ícono correspondiente en el panel y luego se hace clic en el punto de inicio de la medición. Luego se puede hacer clic en tantos puntos como la ruta a medir lo necesite y por último se da cierre mediante clic derecho. La ventana irá indicando los parciales de la medición. Con áreas y ángulos el procedimiento es similar.

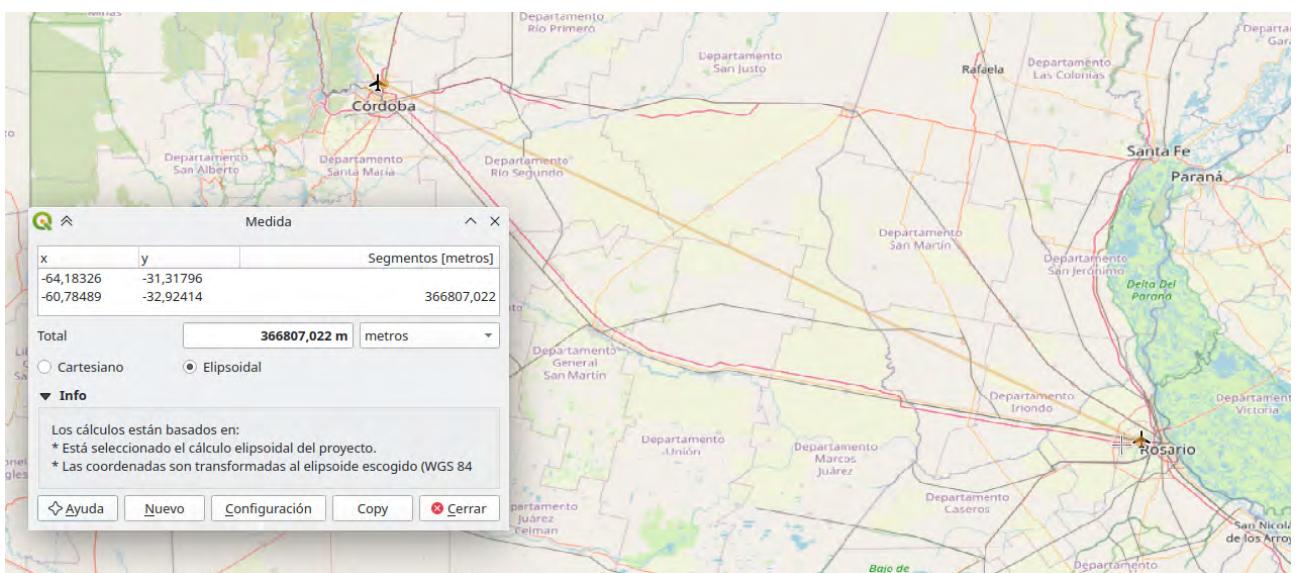


Figura 2.56: Distancia lineal en metros entre los aeropuertos de la ciudad de Rosario y Córdoba (Argentina), si elegimos «Kilómetros» nos da 366,807.

A partir de las nuevas versiones de QGIS se ha incorporado la opción de seleccionar el tipo de

cálculo para las mediciones, cartesiano y elipsoidal. Para no entrar en detalles técnicos, en nuestro caso dejaremos la opción por defecto (elipsoidal) ya que el sistema de referencia utilizado en el proyecto -EPSG:4326 (WGS84)- es de coordenadas geográficas.

En Configuración se pueden modificar algunas opciones como el color de la línea de medición por ejemplo.

2.24. Exportar mapa

A veces necesitamos incrustar en un documento de texto mapas ilustrativos. Generalmente el procedimiento incluye un «pantallazo» que luego se pega en un documento externo. QGIS provee una herramienta muy útil para esto, que es la exportación rápida de la vista gráfica a un formato de imagen. A esta característica se accede mediante el menú «Proyecto» → «Importar/Exportar» → «Exportar mapa a imagen...» (También es posible exportar a PDF y DXF).

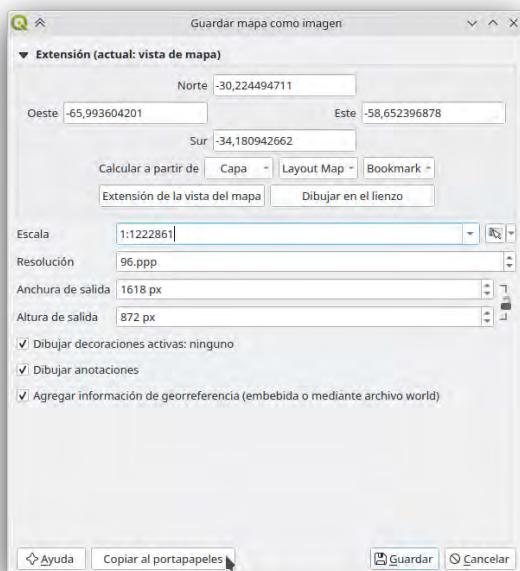


Figura 2.57: Exportar vista gráfica imagen.

Por defecto lo que hace esta herramienta es guardar la vista gráfica en una imagen de resolución estándar, es decir, tal cual como se observa. Si se quiere se puede cambiar la extensión de la captura gráfica al tamaño de una capa en particular, o dibujarla directamente en el lienzo. También es posible cambiar la resolución de salida. QGIS da la opción de copiar al portapapeles o guardar la imagen en múltiples tipos de formatos ráster, incluso georreferenciados.

2.24.1. Ilustraciones

Para dotar a esta gráfica guardada de mayor información es posible utilizar algunos elementos llamados «ilustraciones», que enriquecen notablemente la imagen: *Etiqueta de título*, *Flecha de norte*, *Etiqueta de copyright*, *Imagen*, *Barra de escala y cuadrícula*. Podemos encontrar esta opción en el menú «Ver» → «Ilustraciones». Cada elemento es configurable tanto en su formato como en posición.

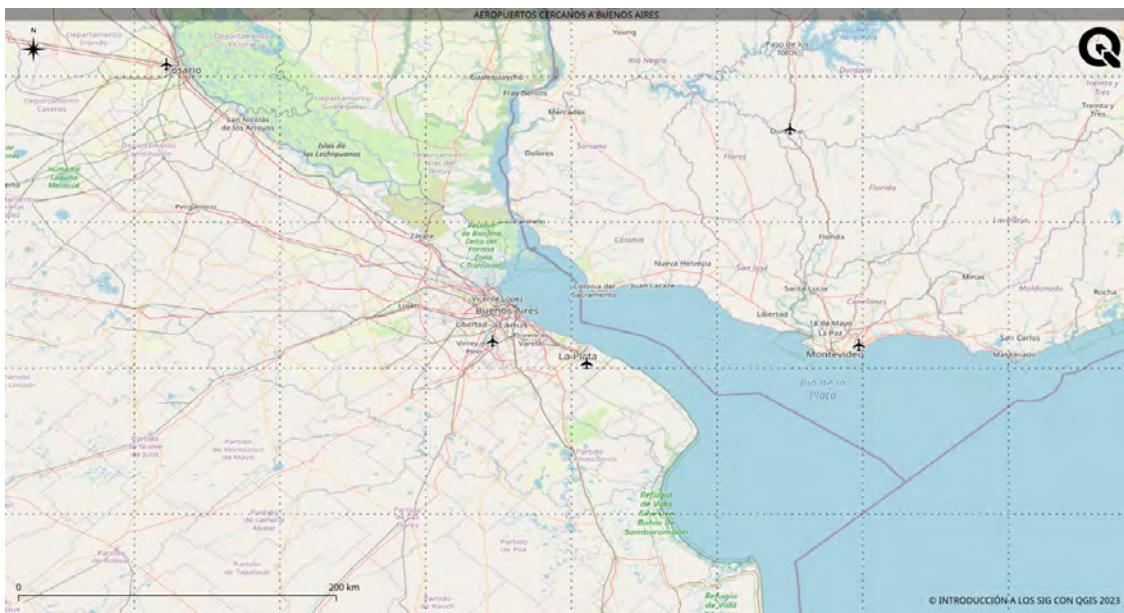


Figura 2.58: Salida de exportación de los aeropuertos cercanos a la *Ciudad de Buenos Aires*. La exportación contiene título en la parte superior central, flecha de norte en su esquina superior izquierda, imagen (logo QGIS) del lado derecho, escala (0-200km) en la esquina inferior izquierda, etiqueta de copyright a la derecha y una cuadrícula de referencia en linea punteada.

2.25. Marcadores

Los marcadores se utilizan para poder navegar hacia un área determinado con un solo clic, de forma similar a como se hace con los marcadores en un navegador web. Los marcadores se pueden guardar para ser usados solo en el proyecto actual o en cualquier proyecto (del usuario). Se accede desde el menú «Ver» → «Nuevo marcador espacial/Mostrar marcadores espaciales» o mediante el panel superior a partir de los íconos . Los marcadores se mostrarán en el panel del «Navegador» y una vez configurados se puede ir a cualquiera de ellos con doble clic sobre el mismo. Se pueden borrar/editar con clic derecho sobre el nombre.

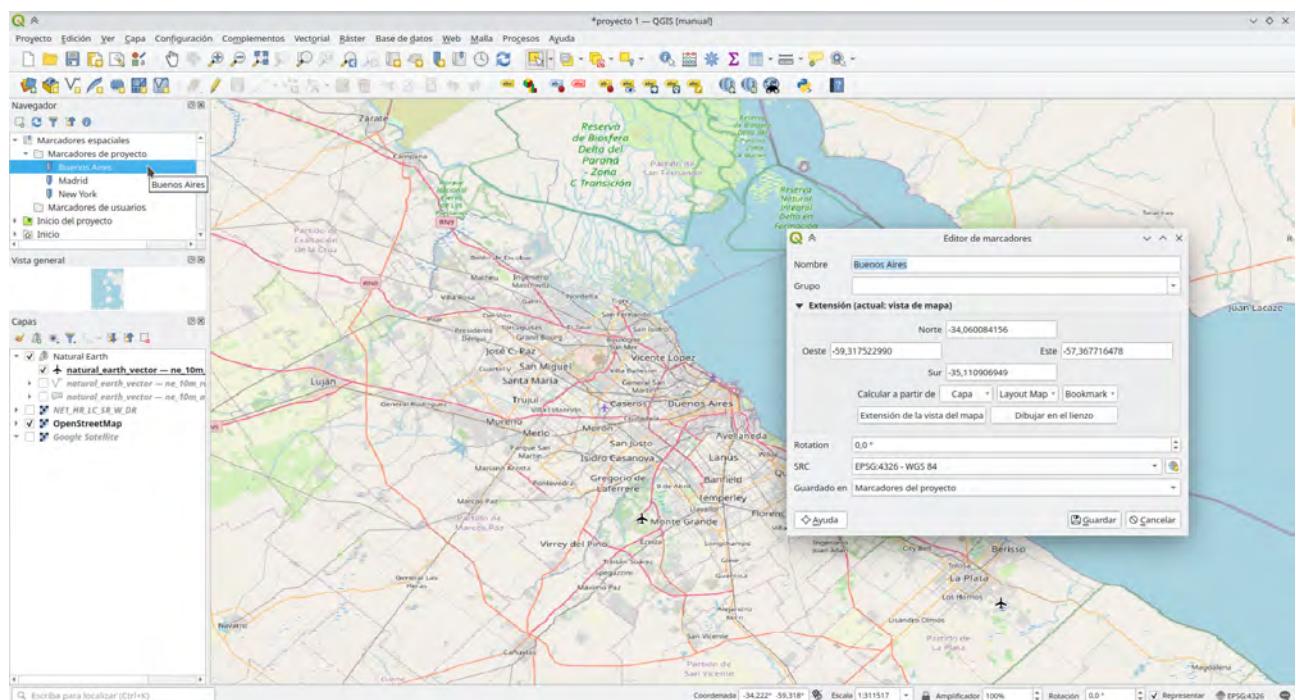


Figura 2.59: Al añadir un marcador se abre una ventana que permite configurar la extensión de la vista entre otros parámetros.

Los marcadores se pueden guardar en el mismo proyecto que se está trabajando, como es el caso de la imagen anterior, o bien como marcador de usuario. Esta última opción permite que el marcador esté disponible para el usuario independientemente del proyecto activo en el que trabaja.

2.26. Anotaciones

QGIS permite poner etiquetas auxiliares sobre el mapa a modo de anotación (nota, sugerencia, aclaración, duda, cambio, revisión, etc.) Para ello tendremos que activar la «Barra de Herramientas de anotaciones» (). A saber, en las últimas versiones de QGIS se permiten distintos tipos de anotaciones: polígonos, líneas, puntos (marcadores) y textos. Estas herramientas cubren muy bien las necesidades de anotaciones sobre la vista de mapa, sin embargo en este capítulo puede resultar un poco complejo explicarlos todos y nos centraremos solo en un tipo de anotación: «Anotación de texto» ().

Las anotaciones de texto no son más que globos de texto fijos (por defecto) en el mapa. Al hacer doble clic sobre la anotación podremos configurar algunas configuraciones básicas, como el tipo de letra y tamaño, ícono a utilizar, borrar, etc.

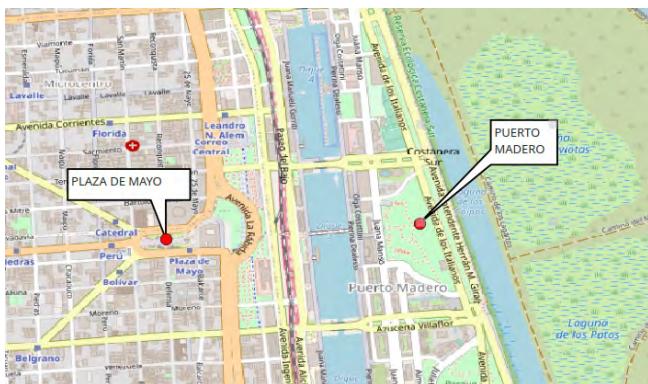


Figura 2.60: Anotaciones. El contenido y tamaño de los globos puede editarse una vez creado mediante clic derecho → «Editar».

2.27. Avisos de mapa

Esta herramienta () permite ver rápidamente un atributo predeterminado en el mapa con solo pasar por encima del objeto de la capa activa. Si activamos el botón desde el panel superior y pasamos por encima de un objeto cualquiera se mostrará en el mapa una etiqueta emergente con el campo que tengamos configurado desde la pestaña «Visualizar» en las propiedades de capa (por defecto QGIS preselecciona un campo para mostrar).

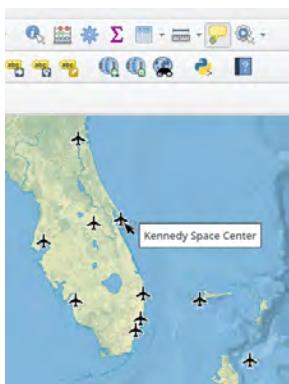


Figura 2.61: Avisos de mapa. Al pasar el ratón por el punto *Kennedy Space Center* se activa la etiqueta emergente.

2.28. Localizador

QGIS incorporó una herramienta muy interesante y práctica en las nuevas versiones: el «Localizador». Se encuentra en la barra de estado, en la parte inferior izquierda. El «Localizador» es una especie de *caja mágica de herramientas*, en ella es posible localizar objetos dentro de una capa hasta encontrar herramientas de geoprocessos con solo empezar a escribirlo.

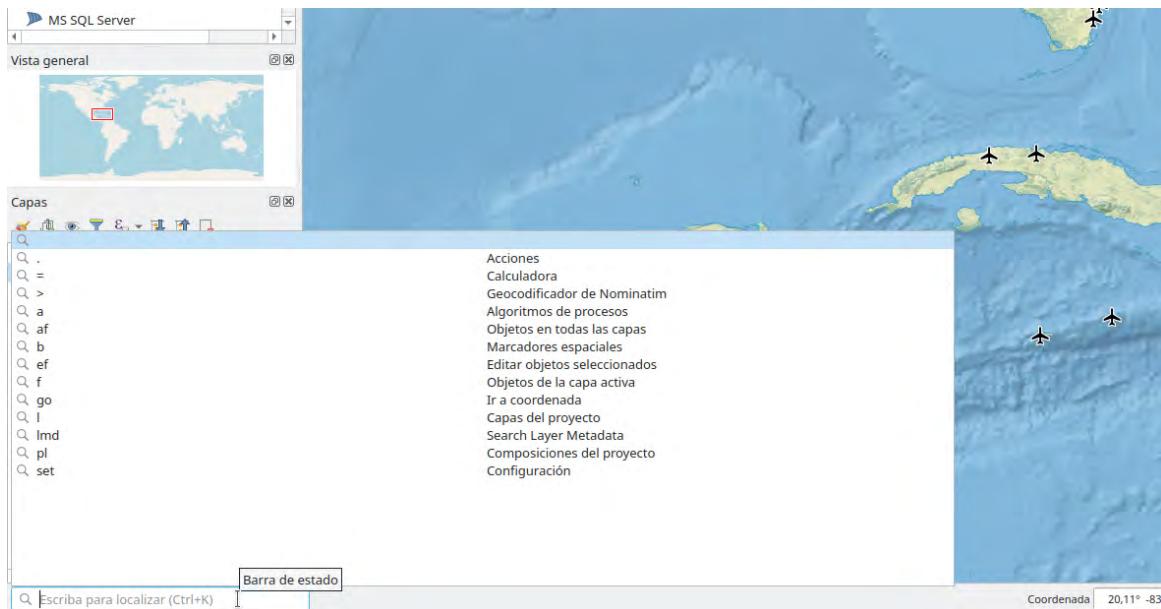


Figura 2.62: Localizador emergente en la esquina inferior izquierda de la ventana de QGIS.

Al hacer clic sobre el localizador se desplegará una ventana acoplada donde se podrá visualizar una vista previa de prefijos a utilizar para filtrar mejor la búsqueda, aunque podemos simplemente escribir en el cuadro y esperar que el sistema busque los posibles resultados.

A modo de resumen:

- Si necesitamos seleccionar la capa de países, podemos escribir «l countries». Con el prefijo «l» el buscará solo capas que coincidan con ese nombre.
- Podemos buscar el nombre de una ciudad si la capa activa es de ciudades con «f buenos aires». La herramienta buscará solo dentro de los atributos de la capa activa, y en caso de querer buscar en todas las capas disponibles del proyecto podemos utilizar «af».
- También puede usarse como calculadora si anteponemos el símbolo igual «==» antes de una operación aritmética.
- Con «b» es posible buscar entre los marcadores espaciales, ya sean del proyecto o del usuario.
- Todos los procesos de la caja de herramientas y del menú pueden ser accedidos mediante «a»⁶.
- El prefijo «go» permite desplazar el mapa hacia las coordenadas indicadas. Por ejemplo «go -60,-33» nos lleva a latitud 60° oeste, 33° sur.
- Para acceder a las configuraciones del sistema o del proyecto utilizamos el prefijo «set».
- También es posible acceder a cualquier acción dentro de QGIS con el prefijo «.», desde abrir una proyecto, añadir una capa o salir del programa.
- Para salir del localizador se presiona la tecla «Escape».

⁶En el capítulo 5 se verán con mayor detalle los procesos más relevantes para el análisis de datos espaciales con QGIS.

2.29. Panel de Resumen Estadístico

El panel de resumen estadístico es una herramienta de análisis muy potente y práctica. Puede calcular al instante resúmenes estadísticos de capas que dan cuenta de la estructura de los datos de un dataset, tengan o no componente geométrica. Además genera resúmenes tanto para campos con datos cualitativos como cuantitativos y es posible combinar con filtros de selección o fórmulas matemáticas.

Para acceder a este panel hacemos clic en el botón «Mostrar resumen estadístico» (Σ) que se encuentra en la barra de herramientas superior. Se desplegará junto a los paneles del lado izquierdo de la pantalla.

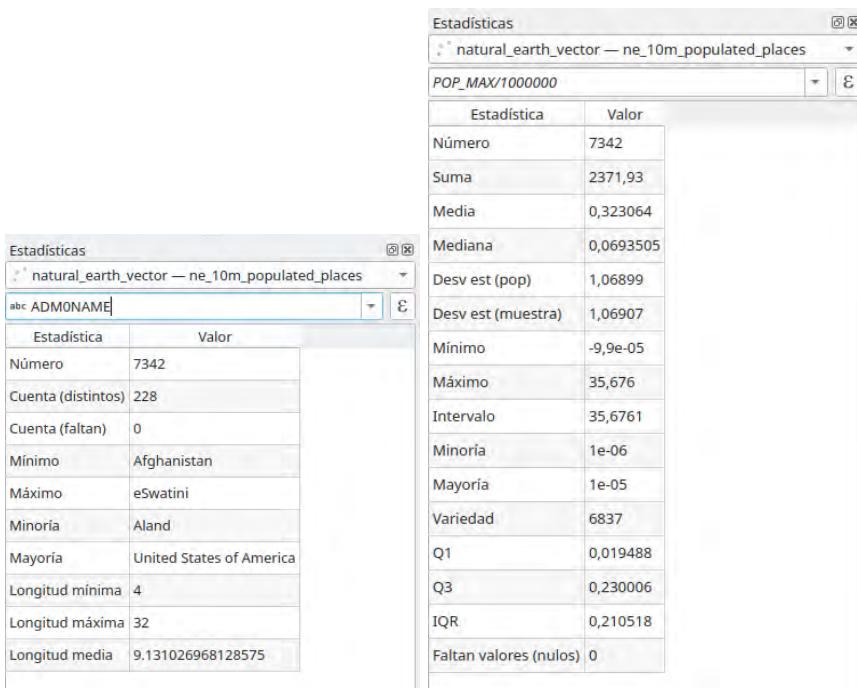


Figura 2.63: Estadísticas descriptivas básicas sobre la capa de ciudades («populated_places»). A la izquierda el panel muestra estadísticas sobre el campo de texto de los países a los que pertenecen, «ADM0NAME», mostrando por ejemplo que cuenta 228 valores distintos de 7342 elementos. A la derecha se muestra el panel con el cálculo de estadísticas para el campo numérico de población máxima («pop_max»/1000000) expresado en millones, donde la suma es 2371,93 en 7342 elementos, media de 0,323 (323 mil) hab/ciudad y mediana de 0,069 (69 mil) hab/ciudad.

El siguiente ejemplo permite calcular la cantidad de habitantes de los países del *G7* (*Estados Unidos, Japón, Alemania, Reino Unido, Francia, Italia y Canadá*):

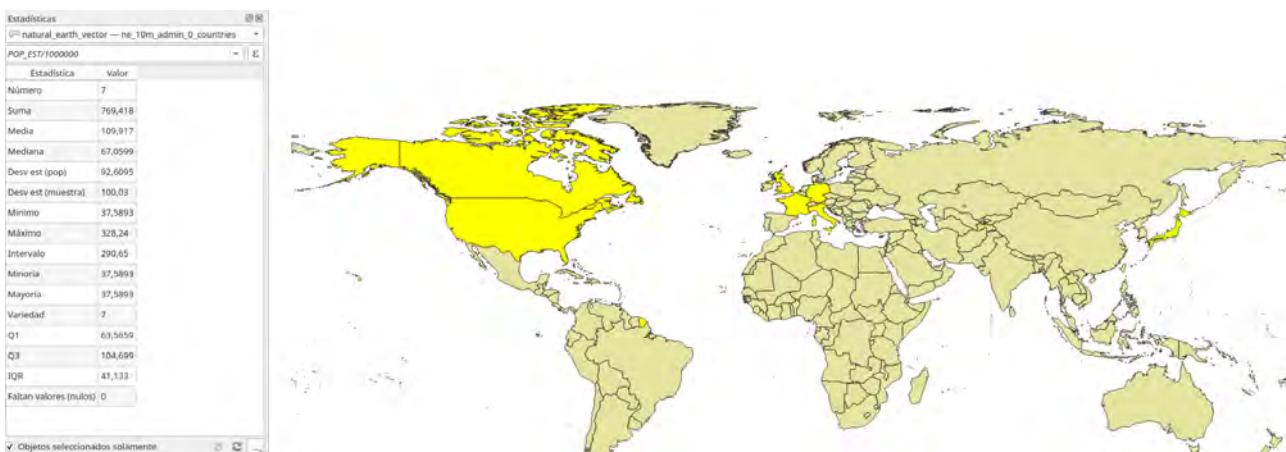


Figura 2.64: Para una lectura más intuitiva se calculó el resumen en millones de habitantes.

Capítulo 3

Edición

En este nivel aprenderemos a utilizar QGIS como *herramienta de producción* de datos espaciales. Se requiere para esta etapa moverse con cierta soltura en el software, es decir haber aprendido y practicado todo lo indicado en los capítulos anteriores.

3.1. Edición de capas vectoriales

Para entender cómo funciona la edición de objetos y sus atributos trabajaremos con alguna de las capas vectoriales que tenemos en la carpeta entregada con el curso. Hay que tener presente que la edición de una capa vectorial implica dos instancias:

- *Modificación de objetos geométricos* en la vista gráfica de mapa
- *Modificación de atributos* desde formulario, tabla de atributos o calculadora de campos

Las ediciones de capas de datos espaciales se realiza capa a capa, es decir que hay que indicar en qué capa se realizarán las modificaciones. A pesar de esto, es posible tener varias capas en edición a la vez, aunque no lo aconsejamos.

3.1.1. Modificar una capa espacial

Tomaremos la capa de puntos de aeropuertos («airports») como referencia para la edición, sin embargo los conceptos son similares para la edición de geometrías de líneas y polígonos.

Todas las capas que se cargan en un proyecto de QGIS, por defecto, son de solo lectura. Para modificar

una capa cualquiera necesitamos seleccionarla y luego hacer clic en el lápiz () que aparece en la barra de herramientas «Digitalización». Al activar la edición dispondremos de varias herramientas (por defecto *grisadas*):

- Ediciones actuales (). Permite guardar (o cancelar) todas las ediciones que se están realizando en todas las capas a la vez.
- Guardar cambios de la capa (). Permite guardar los cambios realizados en la capa que se está editando. El guardado es permanente y no puede deshacerse. Solo se permite guardar si hay ediciones realizadas.
- Añadir punto (). Permite añadir un objeto espacial de la clase de la capa (punto, segmento o polígono).
- Herramienta de vértices (). Permite añadir/modificar los vértices o nodos de una capa espacial (todo objeto espacial tiene vértices, los puntos son nodos, los extremos de segmentos, los vértices de los polígonos). En el desplegable también se puede seleccionar el editor de vértice multi-capas, esto es, una herramienta que permite editar vértices de distintas capas a la vez (siempre que estén en modo edición).
- Modificar los atributos de todos los objetos seleccionados de forma simultánea (). Si se tienen objetos seleccionados, es posible editarlos masivamente con esta herramienta.
- Borrar lo seleccionado (). Si se tienen objetos seleccionados, es posible borrarlos a la vez con esta herramienta.
- Cortar/Copiar/Pegar (). Estas herramientas tienen las mismas funcionalidades que en cualquier otro software.

- Deshacer/Rehacer (撤销/重做). Estas herramientas tienen las mismas funcionalidades que en cualquier otro software. Al guardar se desactiva el historial.

Asimismo, si abrimos la tabla de atributos de la capa a editar veremos que también se activaron algunos íconos que antes no estaban disponibles y que además apareció una barra debajo de esas herramientas, que más adelante veremos en detalle.

natural_earth_vector — ne_10m_airports— Objetos Totales: 893, Filtrados: 893, Seleccionados: 0										
fid	wikidataid	name_en	name_de	name_es	name_fr	name_pt	name_ru	name_zh	name_ar	name_ko
1	309	Q1124922	Zvartnots Int...	Flughafen Jer...	Aeropuerto I...	aéroport intern...	Aeroporto In...	Զվարտնոց...	茲瓦爾特諾茨...	جوارتنق...

Figura 3.1: Al activar la edición, también se activan herramientas en la tabla de atributos.

3.1.2. Editar un objeto

Comenzaremos editando un objeto cambiando algunos de sus atributos, en particular modificaremos la capa de puntos «regions_points» que contiene puntos geográficos notables como islas, cabos, cataratas, etc. Habrá que cargar la capa correspondiente desde el *GeoPackage*.

Queremos editar el atributo de nombre en español «name_es» (NULL), Cambiando el dato «Isla de las Bermudas» por «Bermudas» en el punto que localiza precisamente a la *Isla de las Bermudas* localizado al este de *América del Norte*, en el *Océano Atlántico*.

Lo primero que haremos es activar el lápiz de edición en la barra de herramientas, y luego (con la herramienta Identificar activada 2.8) consultaremos el punto que representa a la isla.

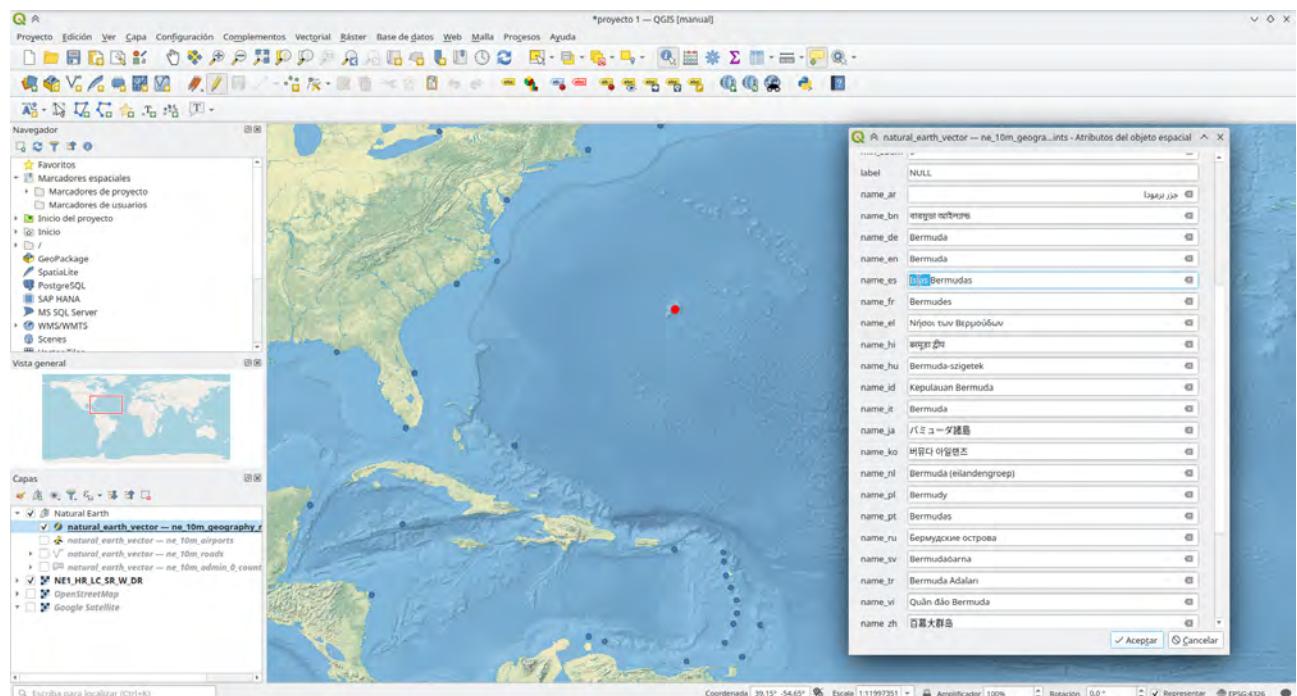


Figura 3.2: Edición del atributo «name_es», Bermudas.

Allí completaremos el campo correspondiente y aceptamos. El cambio no se hará permanente hasta hacer clic en el botón de guardado (contiguo al lápiz).

Supongamos que queremos completar el campo «comment» de varios puntos de la capa, por lo que no sería práctico consultar y editar uno a uno desde la vista gráfica. A modo de ejemplo abriremos la tabla de atributos y modificaremos el campo del registro seleccionado, en nuestro caso las *Cataratas del Iguazú*, en la provincia de *Misiones, Argentina*:

	id	name_sv	name_tr	name_vi	ne_id	scalerank	featurecla	name	comment	name_alt	lat_y	long_x	region	subregion	name_en
175	ra	Punta Negra	Punta Negra	Mñi Negra	1159105045	4	cape	Punta Negra	NULL	NULL	-5,948875	-61,106252	South America	NULL	مُنْيَةُ الْمَغْرِبِ
176	ipé	Punta Lavapié	Punta Lavapié	Mñi Lavapié	1159105047	4	cape	Punta Lavapié	NULL	NULL	-37,6262867	-73,6065377	South America	NULL	مُونْتَلَافِيَّةُ
177	Kap Horn	Horn Burnu	Cape Horn	1159105049	3	cape	Cabo de Hor...	NULL	Cape Horn	-55,862824	-67,169425	South America	NULL	جَنَانَهُ هُورن	
178	Angelfallen	Angel Selalesi	Thác nước Á...	1159105051	2	waterfall	Salto Angel	NULL	Angel Falls	5,686836	-62,061848	South America	NULL	شَارَابِلِيلُ	
179	Ig... Iguazufallen	Iguazu Selalesi	Thác Iguazu	1159105053	2	waterfall	Iguazu Falls	Cataratas del iguazú, Misiones, Argentina	NULL	NULL	-25,568265	-54,582842	South America	NULL	شَارَابِلِيلُ
180	pe...	Clipperthon	Clipperton A...	Clipperton	1159105055	7	island	Clipperton Isl...	NULL	NULL	10,309933	-109,213284	Seven seas (o...	North Pacific	لَوْهَ كَلِپِرْتُونُون
181	n	Amsterdam	Île Amsterdam	Bâo Amsterd...	1159105057	7	island	Île Amsterdam	NULL	NULL	-19,702241	66,542631	Seven seas (o...	South Indian	لَهَامَسْتَدَامُون
182	n	Amsterdam	Île Amsterdam	Bâo Amsterd...	1159105061	7	island	Île Amsterdam	NULL	NULL	-19,702241	66,542631	Seven seas (o...	South Indian	لَهَامَسْتَدَامُون
183	Europa	Île Europa	Bâo Europa	1159105063	7	island	Île Europa	NULL	NULL	-22,837936	40,192423	Africa	NULL	جَزِيرَةُ إِوْرُوبَا	
184	Annobón	Annobón	Annobón	1159105065	7	island	Annobón	NULL	NULL	-1,429572	5,621149	Africa	NULL	شَانَ أَنْوْبُونَ	
185	ieb...	Ascension	Ascension Ad...	Bâo Ascension	1159105067	7	island	Ascension	NULL	NULL	-7,925105	-14,362648	Seven seas (o...	Southern Atl...	اسْكَرْيُونَ

Figura 3.3: Cataratas del Iguazú, en Sudamérica.

Así, podemos seguir con la edición de cada uno de los registros desde la tabla de atributos, sin tener que consultarlos uno a uno en el mapa. Para la edición nos ayudaremos con las herramientas ya conocidas que son las de selección, zoom a objeto, etc., aprendidas en el capítulo anterior.

Nota: Es importante tener en cuenta que los campos de las tablas tienen que pertenecer a alguno de los tipos conocidos (alfanumérico, entero, real, etc.) y además que cada uno de ellos tienen su longitud máxima definida por la estructura de la capa. Es decir, si queremos escribir un texto largo en el campo «comments» de más de 50 caracteres no vamos a poder hacerlo porque es el límite establecido para dicho atributo. Lo mismo sucederá si queremos escribir texto en el campo «scalerank», no podremos hacerlo ya que es del tipo entero («integer»).

3.1.3. Agregar campos en la tabla de atributos

Supongamos que necesitamos agregar un campo nuevo a esa capa de puntos, «wikipedia», para cargar el enlace correspondiente a esa Wiki. Para ello, en la misma tabla de atributos, haremos clic en el botón «Añadir campo» y luego completamos la ventana emergente:

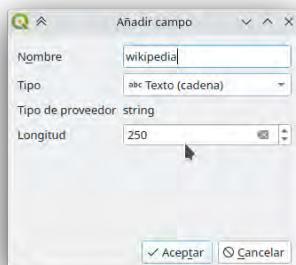


Figura 3.4: Añadir campo nuevo. El tipo de dato a cargar corresponde a «Texto o cadena» y tiene como longitud máxima 250 de caracteres.

Aparecerá en último lugar la columna añadida y luego completamos con los datos correspondientes:

Figura 3.5: Captura de pantalla de QGIS mostrando la edición del campo «wikipedia» para un punto de la capa «natural_earth_vector — ne_10m_geography_regions_points». La URL https://es.wikipedia.org/wiki/Cataratas_del_Iguaz%C3%BA se anota en el campo.

	comment	name_alt	lat_y	long_x	région	subregion	name_fa	name_he	name_uk	name_ur	name_zht	wikipedia
178	NULL	Angel Falls	5,686836	-62,061848	South America	NULL	أيسلاند	אילנד	Айленд	アイラン	安赫尔瀑布	NULL
179	Cataratas del iguazú, Misiones, Argentina	NULL	-25,562625	-54,582542	South America	NULL	آئشار ایگوازو	תוקטוק	Водоспад Ігуасу	イグアスの滝	伊瓜苏瀑布	https://es.wikipedia.org/wiki/Cataratas_del_Iguaz%C3%BA
180	NULL	NULL	10,309933	-109,213284	Seven seas (o... North Pacific	NULL	پوتچل	קליפטרון	Клиптерон	セブンシーアジ	克利伯頓島	NULL
181	NULL	NULL	-19,702241	66,54263	Seven seas (o... South Indian	NULL	പുത്തിരുവൻ	ඩොම්ඩන	ඡාමසර්දම	セブンシーアジ	阿姆斯特丹島	NULL

Figura 3.5: Edición del campo «wikipedia» de la capa de puntos, anotamos la URL correspondiente.

Se sugiere que el nombre de campo esté en minúscula y en caso de necesitar poner combinaciones de palabras usar un guión bajo «_» para concatenarlas, por ejemplo para poner «Enlace a Wikipedia» podríamos haber utilizado «enlace_wikipedia», ya que facilita el trabajo en algunas bases de datos. En general se prefieren nombres simplificados, reducidos y sin espacios. También se recomienda evitar el uso de caracteres que luego podrían generar problemas de codificación, como signos extra alfanuméricos y acentos. Asimismo es normal utilizar el idioma inglés para nombres de campos en las bases de datos.

3.1.4. Agregar nuevos objetos (puntos) a la capa

Supongamos que queremos agregar un nuevo aeropuerto a la capa correspondiente. Lo primero que necesitamos hacer es ubicar espacialmente el lugar donde emplazaremos el punto. Luego (siempre en el modo edición de capa activada) haremos clic en «Añadir objeto espacial» 3.1.1 y a continuación clic en la localización deseada.

En nuestro caso agregaremos el aeropuerto «El Palomar», localizado cerca de la *Ciudad de Buenos Aires, Argentina*. El mismo se encuentra en las coordenadas -34.609879,-58.612848, que podemos copiar y pegar en la herramienta «localizador» (abajo a la izquierda 2.28) para que nos lleve directamente al lugar, y nos ayudamos con la capa de *OpenStreetMap* para localizarlo más fácilmente.

Una vez allí activamos la edición de capa y presionamos sobre el botón «Añadir punto»

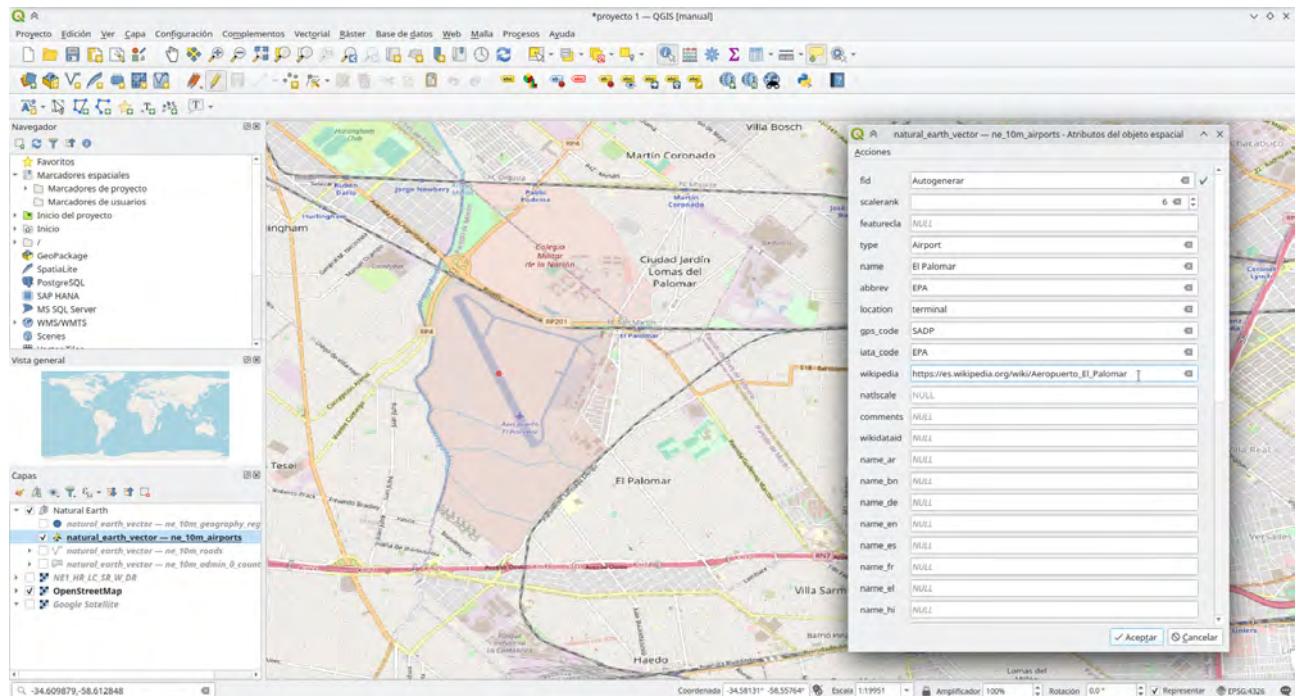


Figura 3.6: Aeropuerto «El Palomar», Argentina. Algunos datos fueron obtenidos de Wikipedia.

Es importante tener recordar que los cambios realizados en la capa se guardan únicamente con el botón de guardado de capa (3.1.1) localizado en la barra de «Digitalización». Se recomienda hacerlo frecuentemente y cada vez que se realizan cambios importantes. También hay que tener en cuenta que una vez guardados los cambios no se pueden deshacer, por lo que tenemos que ser cuidadosos en las ediciones.

3.1.5. Desplazar/mover objetos

¿Qué sucede si marcamos mal un punto al cargarlo en nuestra capa? Simplemente podemos usar la herramienta de desplazamiento para mover un punto/objeto de un lugar a otro (☞). Esta herramienta se encuentra en el panel «Digitalización avanzada», que se activa desde «Configuración» → «Barras de herramientas» (este panel lo veremos en detalle más adelante en 3.4).

Como ejemplo podemos desplazar el punto de aeropuerto recién creado. Hacemos clic en el objeto y lo desplazamos a la nueva posición. Hay que tener en cuenta que esta herramienta también puede combinarse con la de selección. Por ejemplo, si quiero desplazar un conjunto de objetos primero debemos seleccionarlos y luego los desplazamos.



Figura 3.7: Mover un objeto de lugar.

3.1.6. Modificar vértices/nodos

Existe otra manera de mover puntos de lugar, aunque a decir verdad esto sirve para mover vértices o nodos de líneas o polígonos (el punto tiene un solo vértice). En modo de edición, hacemos clic en la «Herramienta de vértices» (☒ 3.1.1) y luego marcamos el punto a mover. A continuación lo desplazamos con un clic hacia la nueva ubicación, de forma similar a como se hizo anteriormente.

Parecería que no hay diferencias entre esta forma y la de mover objeto, sin embargo esto no es así, ya que para líneas y polígonos el comportamiento de la herramienta es diferente, como veremos más adelante.

3.1.7. Borrar/Eliminar objetos

Para borrar un objeto se lo puede seleccionar con la herramienta correspondiente (2.9) y luego hacer clic en el botón de borrado (刪) o bien presionando la tecla «del/supr» del teclado. Notar que el botón de borrar solo se activa si se selecciona uno o más objetos.

3.1.8. Copiar objetos

Para copiar objetos se puede utilizar la herramienta alternativa a «Mover objeto» (3.1.5) que se despliega desde el mismo botón (☞), «Copiar y mover objeto». Su uso es simple, similar a mover un objeto, con la diferencia que podremos hacer tantas copias como clics en el mapa.

La copia no solo se realiza del objeto geométrico, sino también de todos sus atributos, por lo que habrá que prestar especial atención en ellos.

Nota: Un objeto se podrá cortar o copiar y luego pegar nuevamente en la misma capa (u otra si coincide la geometría) con estas tres herramientas (✂️ ↗ 📄). El modo de uso es tal cual como se utiliza en otras aplicaciones, primero seleccionamos el objeto, luego copiamos o cortamos y a continuación pegamos. Solo se pegan los atributos que coinciden en nombre de campo. El objeto se pegará en el mismo lugar donde está el original y QGIS nos avisará si el objeto fue copiado con éxito.

3.2. Ejemplo 1: Modificar una capa de líneas

La edición de capas de líneas es muy similar a la de puntos en cuanto a lo que geometría se refiere, y es idéntica respecto de la tabla de atributos. Lo aprendido anteriormente servirá de base.

3.2.1. Modificar un trayecto existente

Possiblemente necesitemos en algún momento modificar el trayecto de una línea. Para ello seleccionamos y ponemos en modo edición la capa que queremos editar y seleccionamos la «Herramienta de vértices» 3.1.1. En nuestro ejemplo tomaremos la capa «roads», que es la única capa lineal que tenemos por el momento cargada en el proyecto.

Intentemos «arreglar» algún tramo de esta capa haciendo uso de la capa base *OpenStreetMap* (o cualquier otra que tenga alguna referencia de caminos y rutas). Trataremos de dar más detalle a un tramo cualquiera, llevando cada nodo de la línea sobre la ruta correspondiente. Para arreglar la posición de cada tramo nos posamos sobre el nodo, hacemos clic y lo desplazamos al nuevo lugar:



Figura 3.8: Modificar un trayecto. Cada nodo se desplazó sobre la línea de base de *OpenStreetMap* (-33.89533,-60.14067).

Si necesitáramos agregar más nodos a la línea solo debemos hacer clic sobre el «+» que aparece sobre la línea en su punto medio. También sirve hacer doble clic sobre cualquier parte de la linea.



Figura 3.9: Es posible agregar nodos con doble clic sobre la linea.

3.2.2. Seleccionar y eliminar vértices/nodos

Para eliminar un nodo o más habrá que seleccionarlo dibujando un rectángulo o «caja», con la herramienta de vértices activada, y luego presionar la tecla suprimir del teclado.



Figura 3.10: Eliminar vértices/nodos. Luego de la selección de nodos se pueden borrar en grupo con las teclas «del» o «supr».

Nota: El método de caja de selección de nodos también sirve para mover todos esos nodos en conjunto. Una vez realizada la selección se hace clic sobre uno de los nodos y se desplaza hacia el lugar deseado, moviéndose con él el resto de la selección.

3.2.3. Autoensamblado o snap

El *autoensamblado* o *snap* es una herramienta elemental para el trabajo con datos vectoriales. Básicamente lo que hace es activar cierto comportamiento de «imán» entre nodos o líneas, de forma que al dibujar un nodo cerca de otro nodo (o línea) existente éstos queden atraídos entre sí. Quienes hayan trabajado con herramientas *CAD* o programas de diseño gráfico estarán familiarizados con la importancia del autoensamblado.

Por ejemplo, las siguientes líneas no están conectadas entre sí, y si quisieramos unirlas veríamos que siempre habrá un pequeño margen donde los puntos extremos no terminan de establecer la continuidad entre las líneas:

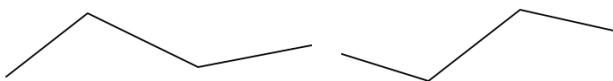


Figura 3.11: Lineas no conectadas.

La forma de unir estos nodos extremos es activando y configurando la herramienta desde «Configuración» → «Barras de herramientas» → «Barra de autoensamblado». Deberemos habilitar la herramienta haciendo clic en el botón del «imán» correspondiente (📌), luego estaremos en condiciones de utilizarlo en cada edición que hagamos.



Figura 3.12: Lineas conectadas.

La barra de autoensamblado ofrece algunas opciones de configuración por efecto que pueden cambiarse para mejorar la experiencia de usuario. Por ejemplo, el snap funcionará por defecto para todas las capas, pero puede cambiarse para que funcione solo con la capa activa o con ciertas capas a elección. El comportamiento por defecto de la herramienta es unión a vértices, pero es posible configurarlo para que tome vértices, segmentos, centroides...



Figura 3.13: Barra de autoensamblado. Snap para todas las capas, a vértices con distancia de 12px. Como se observa, es posible cambiar estos valores a gusto.

La barra de autoensamblado posee más herramientas que serán de utilidad si se digitalizan vectores de forma avanzada. Por ejemplo al activar la edición topológica () se obliga a respetar la no creación de huecos o solapamientos entre dos geometrías. Si se mueve de lugar un nodo compartido entre varios objetos, los lados unidos a él de todos ellos también se estirarán:



Figura 3.14: Edición topológica de cuatro geometrías contiguas.

El «overlapping» o «solapamiento» () está activado por defecto en el autoensamblado, y puede cambiarse para que no se permita, pero solo se aplica a capas de polígonos. Veremos más adelante un ejemplo de esto.

La siguiente herramienta que se ofrece entre las opciones es la de «autoensamblado en intersecciones» () y sirve para generar vértices ficticios en intersecciones entre dos geometrías distintas o la misma geometría.

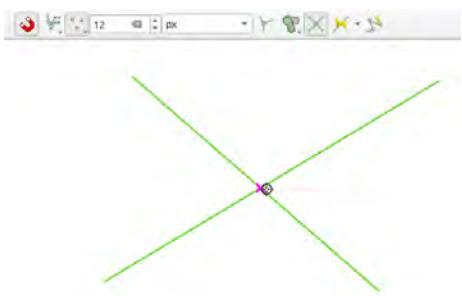


Figura 3.15: Las dos líneas verdes se intersecan pero no tienen un nodo en común.

El «autotrazado» o «trazado automático» () es una herramienta que permite ahorrar pasos a la hora de necesitar copiar el contorno de otra geometría existente. Por ejemplo, si agregamos una nueva línea a la capa de caminos, podemos copiar la forma de una ruta existente haciendo clic sobre un nodo y otro.

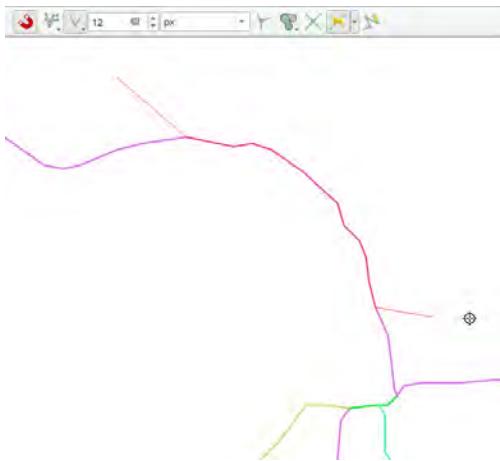


Figura 3.16: La linea roja fina es la nueva traza, que copia la forma de otra ruta existente.

La última opción de la barra de herramientas de autoensamblado permite utilizar la misma geometría que se está editando o añadiendo para hacer snap ().

3.2.4. Agregar objetos de línea

Supongamos que queremos agregar un camino o ruta que no estaba marcada originalmente en el mapa. Esto lo haremos mediante el botón «Añadir línea» (). En nuestro caso añadiremos un tramo de ruta que figura en la capa base de *OpenStreetMap* (pero puede ser cualquiera a modo de ejemplo), haciendo clic en cada punto de la ruta, copiando la traza que figura por debajo. Finalizamos la edición con el clic derecho. Necesitaremos la herramienta de autoensamblado habilitada como ayuda al dibujo.

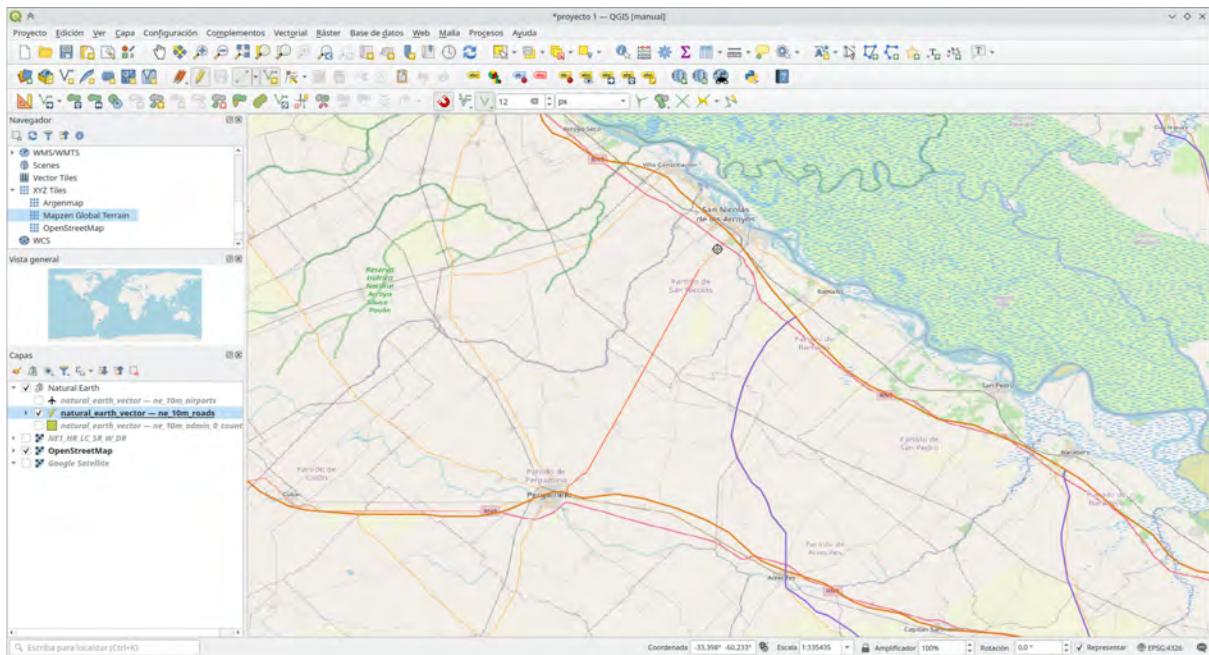


Figura 3.17: Agregado de ruta con base *OpenStreetMap* y snap activado (-33.68910,-60.40344).

Al finalizar la edición aparecerá la ventana de atributos del objeto. Esto puede completarse en el momento o no y si la cancelamos, el objeto también se cancelará.

Nota: Conviene tener presente el estilo de la capa, ya que si está asociada a un atributo en particular puede que no se muestre al finalizar la edición de la línea si dicho campo no está cargado de acuerdo a la simbología.

3.3. Ejemplo 2: Modificar una capa de polígonos

Los polígonos son la geometría con la cual representamos objetos con superficie. Se componen de un borde poligonal y un interior, por lo que lo aprendido hasta ahora es base para entender cómo editar esta geometría. Al igual que para las líneas y puntos, los atributos de la geometría poligonal serán de similar edición.

3.3.1. Modificar un polígono existente

Supongamos que queremos ajustar el límite de la capa de países utilizando una imagen aérea u otra de base como *OpenStreetMap*. Para ello seleccionamos la capa «countries» y hacemos clic en el modo de edición. Ahora seleccionamos la herramienta nodos y al igual que como hicimos con la capa de caminos modificamos los nodos, desplazando y agregando nodos sobre la capa base. Quizás convenga dar transparencia a la capa poligonal para mejorar la edición de los bordes.

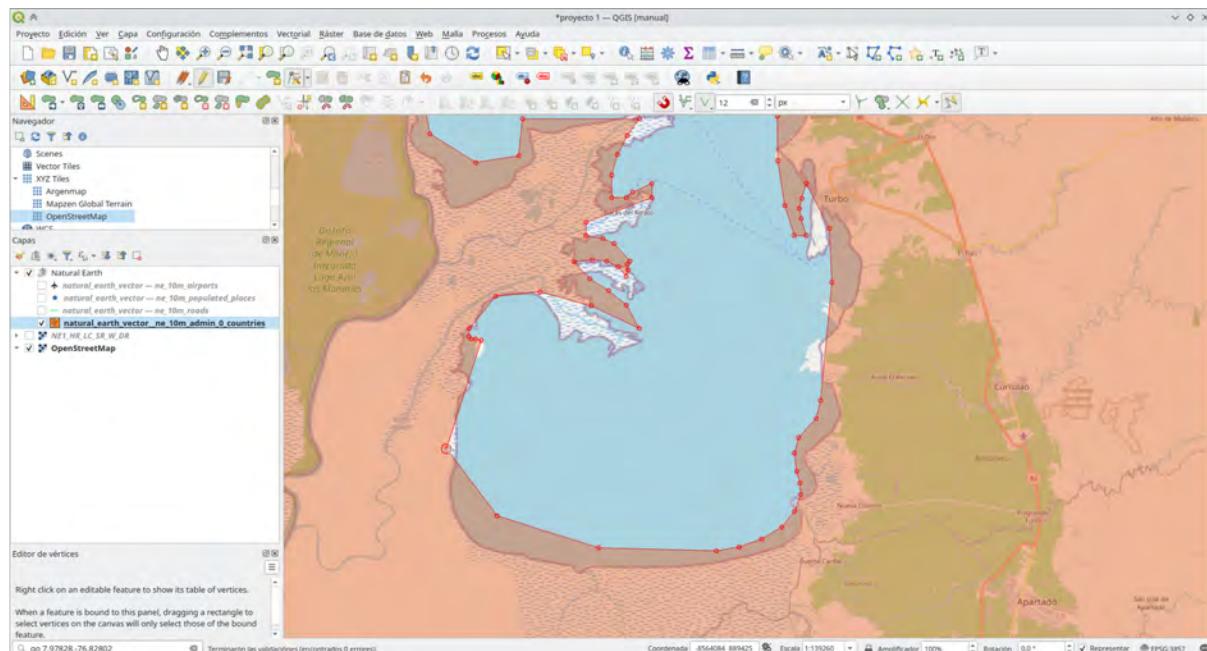


Figura 3.18: Edición de polígonos, costa al noroeste de *Colombia* (7.97828,-76.82802). Los nodos se ajustan uno a uno con la imagen de base *OpenStreetMap*.

3.3.2. Agregar objetos poligonales

Supongamos que necesitamos incorporar a nuestro polígono una isla. Será necesario hacer clic en el ícono «Añadir polígono» (+) y marcar los puntos que serán los vértices del mismo, para terminar hacemos clic derecho y aparecerá la ventana de atributos del objeto creado. Es importante tener en cuenta que si queremos autoensamblado con otros objetos tendremos que habilitarlo previo a su edición.

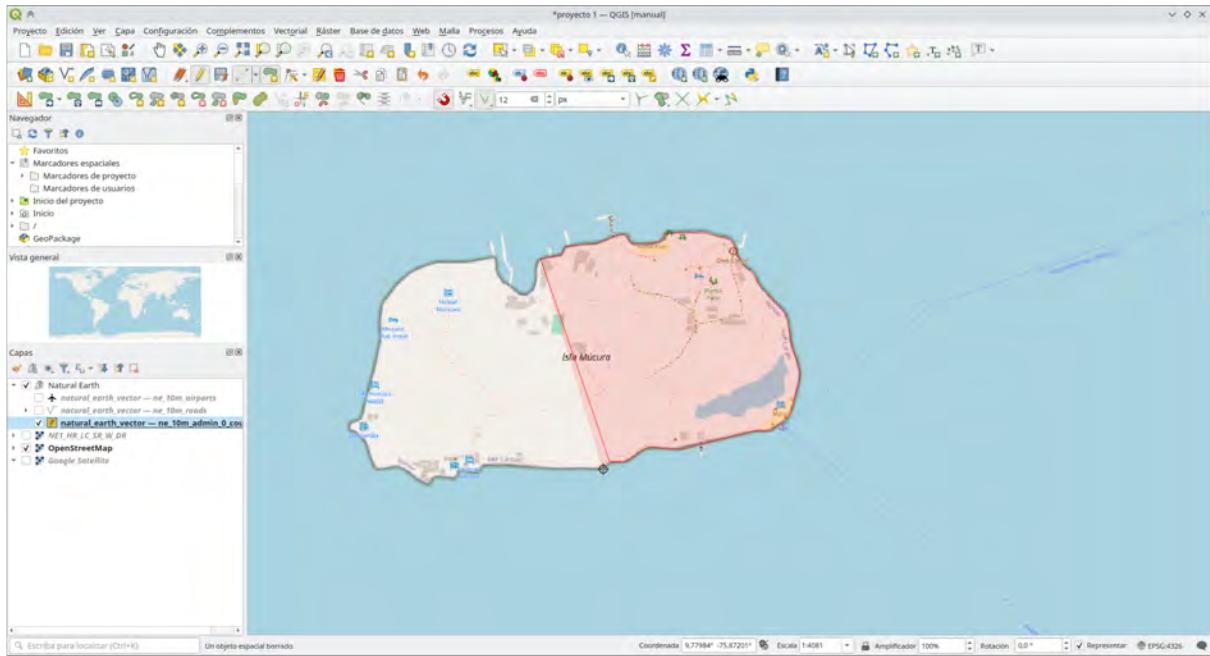


Figura 3.19: Agregado de la «Isla Múcura», al norte de *Colombia* (9.781816,-75.872011).

Nota: Al igual que con las capas de puntos y líneas conviene tener presente el estilo de la capa, ya que si está asociada a un atributo en particular puede que no se muestre al finalizar la edición del polígono.

3.4. Digitalización avanzada

La Digitalización avanzada es un conjunto de herramientas de dibujo extras que permite agregar partes a objetos, añadir anillos (agujeros) a polígonos, recortar en partes, dividir objetos, moldear formas, etc. A esta altura altura la barra debe estar activada, ya que la utilizamos para mover objetos. Para activarla vamos al menú «Ver» → «Barra de herramientas» → «Barra de herramientas de digitalización avanzada»:



Figura 3.20: Barra de herramientas «Digitalización avanzada».

Nota: Es necesario aclarar que algunas de estas herramientas se activan con determinado tipo de geometría.

3.4.1. Añadir anillo

Si necesitamos que un polígono tenga un «hueco» en su interior, como un lago o laguna, podemos hacerlo con la herramienta «Añadir anillo» (). Simplemente hay que dibujar punto a punto el lago siguiendo el contorno de la silueta de la base y cerrar la edición con clic derecho.



Figura 3.21: Agregado de un lago en la isla *Múcura* (9.7810452,-75.8692384).

3.4.2. Borrar Anillo

La herramienta «Borrar anillo» () permite precisamente hacer lo contrario. Para borrar un hueco en una geometría habrá que hacer clic sobre el mismo.

3.4.3. Dividir Objetos espaciales

Esta herramienta () permite dividir un objeto (línea o polígono) existente en dos o más objetos (con sus propios atributos cada uno). Se utiliza marcando una traza por donde se quiere dividir y luego clic derecho para cerrar la operación, como una tijera que corta un papel.

Por ejemplo, podríamos utilizar esta herramienta si quisiéramos dibujar las divisiones políticas/administrativas de un país.

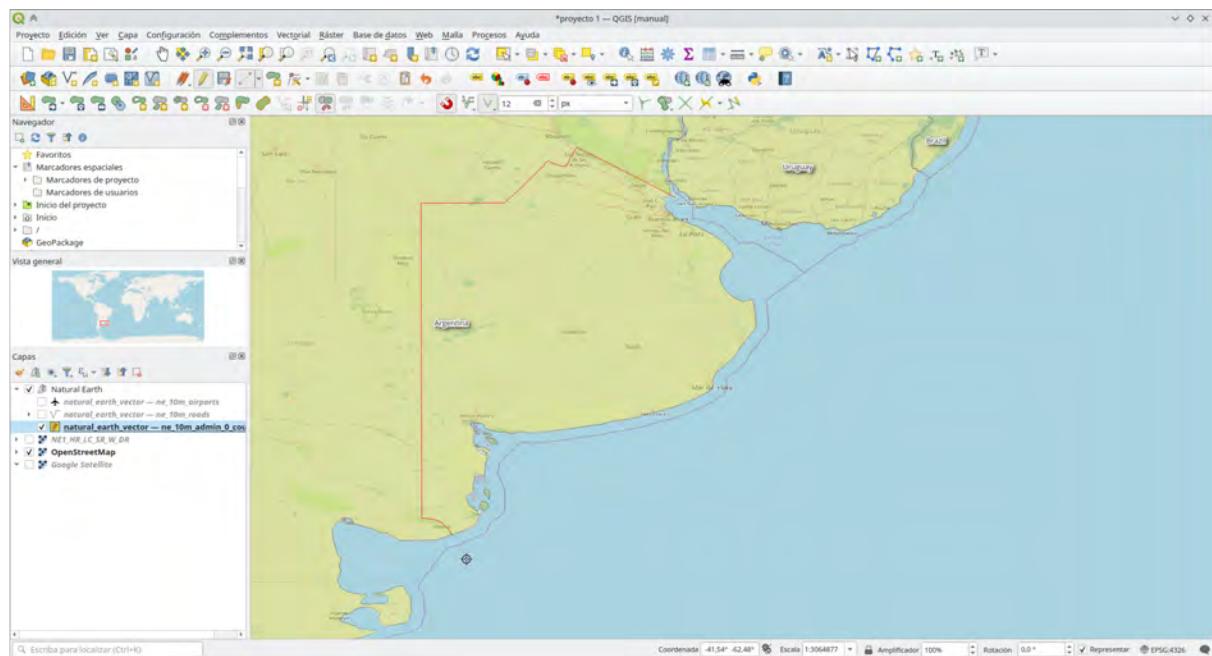


Figura 3.22: Recortando silueta de la provincia de *Buenos Aires*, *Argentina* (-36.597,-60.312).

Es importante marcar que hay que empezar y terminar la línea de recorte afuera del polígono a recortar, como se muestra en la imagen.

Podemos también utilizar la misma instancia de recorte para dividir en múltiples partes, por ejemplo al dividir un tramo de ruta en los tramos entre localidades. Para esto deberemos hacer uso de la capa «roads»:



Figura 3.23: Dividiendo una línea en segmentos mediante la herramienta de recorte con técnica de «zig-zag».

3.4.4. Remodelar objetos

La herramienta de modelado de objetos () se utiliza para modificar los límites o forma de un objeto de líneas o polígonos y nos facilita la tarea que podríamos hacer con la herramienta de vértices.

Por ejemplo, si queremos modificar un límite hacia adentro de un polígono tendremos que dibujar una polilínea desde afuera hacia el interior del objeto. Si queremos modificar hacia afuera haremos lo contrario:

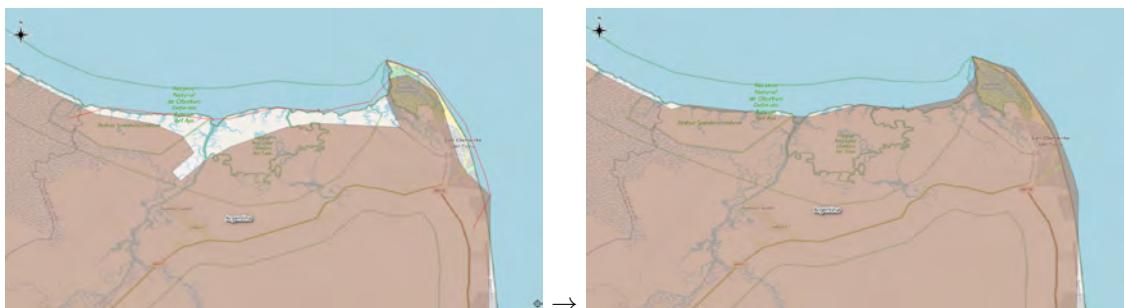


Figura 3.24: Remodelando el límite de costa en la *Bahía de San Borombón, buenos Aires, Argentina* (-36.33005, -56.84415).

3.4.5. Recortar/Extender (Trim/Extend)

Las herramientas Recortar y Extender () son muy populares en los sistemas de dibujo tipo CAD. Recortar permite precisamente acortar una linea a partir del punto en que se interseca con otra:

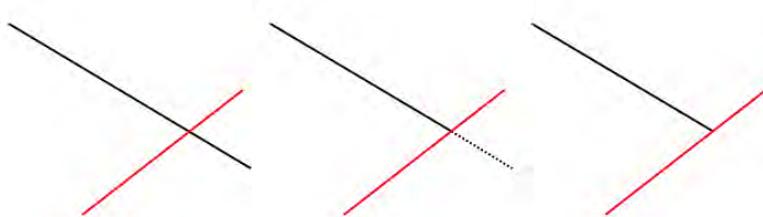


Figura 3.25: En la secuencia, la linea negra es recortada por la roja.

La herramienta Extender hace lo opuesto, es decir alargar una linea hasta donde se prolonga con otra:

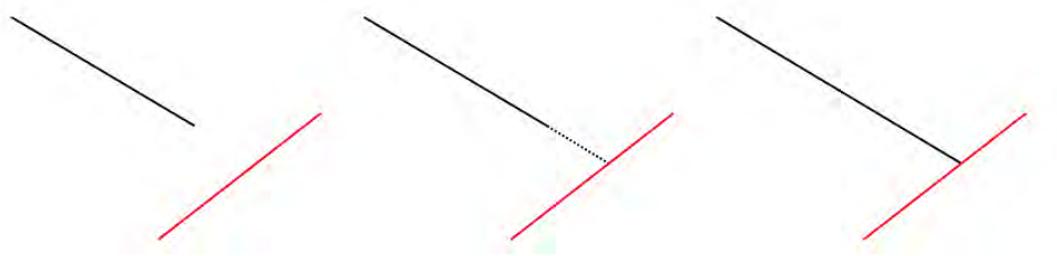


Figura 3.26: La linea negra se extiende hasta la roja.

Para que la herramienta funcione debemos tener activada el autoensamblado, con la función de «vértice y segmento» o «segmento»:

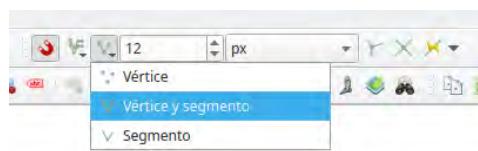


Figura 3.27: Activado de la opción «Vértice y segmento» o «Segmento».

QGIS permite recortar y extender líneas (simples o lados de polígonos) seleccionando una y otra geometría. A tener en cuenta, la primer geometría seleccionada es la que recorta y extiende, y la segunda es la recortada o extendida.

3.4.6. Otras herramientas

En la barra de digitalización avanzada también se encuentran otras herramientas interesantes que solo nombraremos pero no describiremos en detalle:

- *Rotar objetos espaciales* (). Permite girar (sobre el centro de gravedad) un polígono o línea.
- *Simplificar geometría* (). Esta herramienta es muy útil en casos donde tenemos objetos como polígonos o polilíneas con muchos nodos. Si no necesitamos tantos nodos podemos hacer que QGIS elimine algunos según un criterio de cercanía entre sí por una distancia dada. Menos nodos hacen que una geometría sea más liviana tanto en memoria como almacenamiento en la computadora.
- *Añadir parte* (). En general los polígonos o segmentos son objetos geométricos únicos (con o sin huecos en el caso de las superficies). Esta herramienta permite añadir al mismo objeto otra parte de forma que comparten los atributos de tabla. Un objeto con más de una geometría es un multi-objeto, y para que se puedan añadir es necesario que la capa soporte esa característica (capa multi-punto, multi-línea o multi-polígono), ver proceso «Promover a multipartida» 5.1.7.17.
- *Borrar parte* (). La herramienta «Borrar parte» permite hacer lo opuesto a «Añadir parte».
- *Desplazar curva* (). Permite desplazar un segmento (línea o borde de un polígono) de forma paralela a su posición original. El desplazamiento u «offset» puede ser manual haciendo clic en pantalla o bien fijar mediante un cuadro de diálogo.
- *Dividir partes* (). Divide el objeto en dos partes con la salvedad de que el objeto es ahora multi-objeto, es decir que cada parte posee los mismos atributos. Esto se permite solo en los tipos de capas multi-línea y multi-polígono (5.1.7.17).
- *Combinar objetos espaciales seleccionados* (). Permite unir dos o más objetos distintos previamente seleccionados en uno solo, con atributos fusionados.

- *Combinar atributos de los objetos espaciales seleccionados* (). Esta herramienta permite, dadas dos o más geometrías, combinar sus atributos, seleccionando para cada campo el dato que quedará al finalizar la operación. Luego de seleccionar los objetos a combinar, el programa nos muestra un cuadro de diálogo que permite facilitar la fusión de atributos. Luego de la operación los objetos tendrán los mismos atributos, pero seguirán siendo independientes entre sí.

Nota: La utilización de estas herramientas supone cierta agilidad en la manipulación de objetos vectoriales. Es importante recordar que siempre que se realicen cambios no deseados, o tengamos dudas respecto a cómo se realizaron, se recomienda deshacer o cerrar la edición sin guardar los cambios para luego comenzar de nuevo los cambios a realizar.

3.5. Creación de capas vectoriales (puntos, líneas y polígonos)

La creación de datos espaciales requiere un buen manejo de todo lo aprendido hasta el momento en este capítulo, de esta forma evitamos cometer errores en la carga de datos que luego pueden provocar incongruencias en los datos, y por supuesto nos ahorrará tiempo y trabajo.

3.5.1. Recomendaciones para generar datos vectoriales

Antes de comenzar con la creación de capas desde cero tendremos en cuenta algunas recomendaciones.

1. *Tipo de geometría.* Antes de comenzar una capa nueva debemos elegir el tipo de objeto que queremos mapear y el modelo geométrico que vamos a utilizar para hacerlo. Esto va ligado a algunos condicionantes, como la escala, la forma y la practicidad, entre otras:
 - Por ejemplo, a escala «país» una ciudad puede ser mapeada como un punto, y eso seguramente es suficiente para poder trabajarla espacialmente en conjunto con otras ciudades. Incluso también puede servir a escala de regiones como estados o provincias, sin embargo si trabajamos con áreas más acotadas como partidos, departamentos o condados, las ciudades podrían ser más representativa si utilizamos la geometría de polígonos envolventes o «manchas urbanas». A su vez una ciudad también podría estar compuesta de múltiples elementos internos, como vecindades o barrios, callejero, etc.
 - El nivel de detalle de la escala puede ser un factor decisivo. Por ejemplo, una empresa o industria podría ser mapeada como un punto si solo interesa conocer su localización y atributos, pero también podría estar asociada al polígono de una parcela (lote), o a un multi-polígono con la silueta de cada edificio que la compone.
 - A veces necesitamos ser prácticos para mapear, por lo que deberemos tomar la decisión más económica: tomar la geometría más básica para acelerar la carga y así poder concentrarnos más en la carga de los atributos que en la geometría. Por ejemplo, en el caso una capa de provincias o estados quizás sea una buena idea dibujarla en detalle según sus límites administrativos, sin embargo dibujar cada vértice delimitando la superficie de cada región resultará una tarea sofisticada desde el punto de vista gráfico y habrá que poner sobre la balanza si vale la pena poner esfuerzos sobre eso o sobre la carga y calidad de los atributos de cada objeto.
 - Siempre hay que tener en cuenta que será posible convertir o pasar de una geometría a otra mediante algunas operaciones avanzadas de QGIS, por lo que no hay que preocuparse demasiado cuando no se tiene una clara decisión sobre la geometría y optar por la geometría más simple.
2. *Nombres de los atributos.* Como se ha dicho anteriormente es necesario que los nombres de los atributos sean claros, representativos y estén debidamente documentados: utilizar minúsculas, nombres cortos y usar guion bajo «_» en lugar de espacios. Como ya se ha dicho, si el atributo es «Color de muestra» entonces lo sustituimos por «color_muestra».
3. *Tipos de atributos.* Se ha explicado anteriormente la estructura de los atributos que conforman los datos de tabla (2.21.1), esto es determinante a la hora de cargar datos, de forma que cada campo tenga el tipo que necesita.
 - Por ejemplo, un campo que tiene que estar necesariamente en toda tabla espacial es el «id» o identificador de registro, y conviene que sea del tipo *numérico entero*.
 - Si necesitamos poner un campo donde figure la fecha de actualización del dato, deberá ser del tipo *fecha*. En el caso de que debamos colocar solo el año en un atributo, entonces podríamos optar por que sea *numérico entero*.
 - Un atributo de medida como longitud o área podrá ser *numérico real* o *decimal*.

- El nombre de un país o una característica descriptiva particular deberá ser del tipo *alfanumérico* o *texto*.

Siempre que se piensa el nombre de un campo ha de analizarse también el tipo de atributo a utilizar de acuerdo al criterio que se ha dado anteriormente y si se tienen dudas sobre qué tipo utilizar se recomienda el *alfanumérico* o *texto*, dotando así de cierta flexibilidad al contenido del campo. También será de utilidad saber que los campos pueden ser rehechos de un formato a otro mediante algunas operaciones avanzadas (5.1.8.15).

4. *Normalización de datos.* Es muy importante establecer normalizaciones para los datos que contendrá la tabla, tratando de simplificar los atributos y tabularlos de manera que luego puedan ser fácil e únicamente categorizados:

- Supongamos que queremos cargar el atributo color en el campo «color_muestra», entonces una buen hábito es escribirlos con letra minúscula y sin acentos: *verde, rojo, etc.* Es importante aclarar que los atributos *Verde* y *verde* pueden significar lo mismo para la lectura humana, sin embargo no es así para los sistemas informáticos.
- Evitar signos como «@» o «\$» dentro de la carga de datos así como unidades de medidas «m» o «kg». Es preferible indicar en los metadatos el tipo de unidad del atributo en lugar de repetirlo en cada campo (en caso de que se utilice un campo alfanumérico para cargar un campo numérico).

Quizás una buena práctica antes de crear una capa es hacer un boceto en papel de cómo será la tabla de atributos, qué nombres les pondremos a cada campo, qué datos se van a cargar en ellos, etc. Por otra parte, más que una recomendación es una obviedad, antes de crear una capa vectorial sería práctico buscar el dato en internet mediante servicios locales de datos abiertos o descargando datos de *OpenStreetMap*, así no trabajaremos de gusto en algo que ya está hecho.

3.5.2. Crear capa vectorial

Para ello iremos al menú «Capa» → «Crear capa». Allí tendremos algunas opciones a considerar:

1. *Nueva capa GeoPackage...*
2. *Nueva capa de archivo Shape...*
3. *Nueva capa SpatiaLite...*
4. *Nueva capa borrador temporal...*
5. Nueva capa de malla...
6. Nueva capa GPX...
7. *Nueva capa virtual...*

Por el momento solo describiremos la primera y cuarta opción.

3.5.2.1. GeoPackage

El paquete *GeoPackage* es una de las mejores opciones para guardar una o varias capas, todas en un mismo archivo. Es una especie de contenedor de capas.



Figura 3.28: Nueva capa *GeoPackage* de puntos: «*puntos_de_interes*». A modo de ejemplo, se configuraron algunos campos.

Al generar una nueva capa el programa nos pedirá que seleccionamos el lugar donde lo guardará, su nombre, tipo de geometría, valores Z, M y SRC. De forma opcional podremos agregar los nombres de campos (atributos) que tendrá la capa. Éstos se añaden de forma individual, y en el caso de no estar seguros de qué poner se recomienda omitir este paso ya que posteriormente es posible agregar columnas nuevas (ver 3.1.3). Una vez completada la carga de atributos, solo queda aceptar y agregar la capa al mapa. Más tarde se la podrá trabajar agregando datos y campos nuevos, cargar datos en campos, etc.

Nota: En lugar de guardar una nueva capa en un nuevo *GeoPackage*, es posible guardarlo en uno existente. Solo hay que asegurarse de que el nombre de la capa sea distinto a cualquiera que ya contenga el gpkg. Si coincidiera, QGIS nos consultará sobre qué queremos hacer con la capa, como sobrescribir el archivo o solo la capa contenida en el archivo.

3.5.2.2. Capa borrador temporal

Las nuevas versiones de QGIS tienen una herramienta que es ideal cuando no necesitamos guardar, de momento, la capa vectorial que queremos trabajar, o bien queremos generar una capa de forma rápida evitando seleccionar extensiones de archivo o lugares de guardado: «Capa borrador temporal». Esta opción de creación de capa se encuentra en el mismo menú que la anterior y su menú es similar al *GeoPackage* con la diferencia de que no nos pedirá la locación donde guardar la capa ya que se almacena en memoria RAM de la computadora.

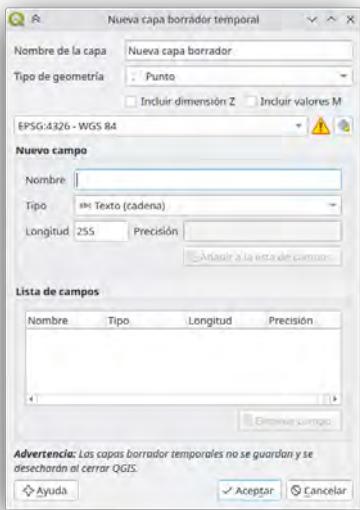


Figura 3.29: Capa «borrador temporal». Es la forma más rápida de crear una capa vectorial.

La capa «borrador temporal» es precisamente eso, una capa que queda en la memoria mientras QGIS esté abierto, por lo que si no guardamos los cambios en un *GeoPackage* u otro soporte se perderán sus datos al cerrar el programa (previa advertencia). En el caso de querer hacer permanente la capa temporal se deberá hacer clic derecho sobre la capa → «Hacer permanente».

3.5.3. Metadatos

Una buena forma de ordenar y organizar los datos es mediante los metadatos. Son los datos que nos proveen información sobre el qué, cuándo, cómo, quién y por qué de la capa vectorial. Se los conoce como los «datos de los datos» y QGIS tiene en las propiedades de capa un apartado bastante completo para metadatos.

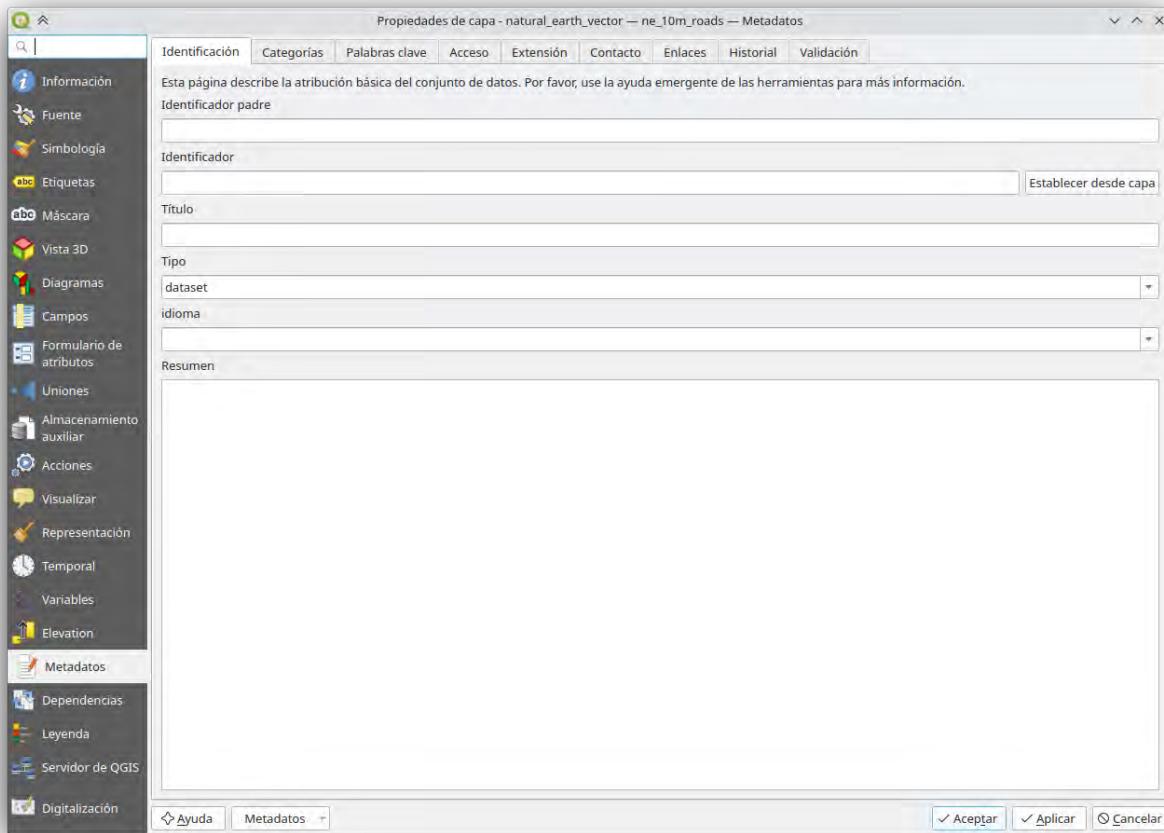


Figura 3.30: Los metadatos se configuran en las propiedades de capa. La información se carga pestaña a pestaña.

Cuando se poseen muchas capas vectoriales, los metadatos cobran vital importancia, porque permiten entender de dónde viene la capa, cómo ha sido creada, por quién, etc. El completado de metadatos en general ha sido siempre una de las tareas que se relegan hacia el final de un proyecto, sin embargo recomendamos hacerlo mientras se crea una capa, de forma que nos ayude a seguir la trazabilidad de la información sobre todo cuando se trabaja en equipos dentro de organizaciones gubernamentales o empresas.

A tener en cuenta, los metadatos se configuran en las propiedades de la capa pero quedan guardados en el proyecto. Si queremos que se guarden en el *GeoPackage* deberemos hacer clic en el botón de abajo, «Metadatos» → «Guardar como predeterminado».

3.5.4. Notas de capa

Relacionado, en parte, a los metadatos tenemos una herramienta que puede ser de utilidad: *Notas de capa*. La herramienta permite describir con texto e imágenes de qué se trata la capa en cuestión, o cualquier tipo de observación informal que se desee hacer de ella. Por ejemplo, se podría describir en ella las tareas que hay que realizar más adelante, o bien cómo fue el proceso por el cual se llegó a la obtención de la misma.

Se accede a ella mediante el menú contextual haciendo clic derecho sobre la capa desde el panel, «Añadir nota de capa...»



Figura 3.31: Las notas de capa poseen cierto grado de personalización, como si de un procesador de texto simple se tratase. Pueden incluirse enlaces, imágenes, etc.

Una vez guardada la nota aparecerá al lado del nombre de la capa un ícono (ⓘ) que al posarse por un instante mostrará la nota.

3.6. Edición de capas ráster

En esta sección trabajaremos con herramientas que permiten crear productos derivados de capas ráster. Solo explicaremos algunas de las herramientas elementales de manipulación de imágenes puesto que el mundo de la edición ráster requiere de un libro propio.

3.6.1. Georreferenciador

La primer herramienta que aprenderemos a utilizar es el Georreferenciador. Georreferenciar significa dotar a un objeto de una ubicación y escala dentro de un sistema de coordenadas. Es decir que esta herramienta, integrada al núcleo de QGIS, sirve precisamente para geolocalizar mapas digitales en la vista gráfica de QGIS.

Un caso concreto puede ser que dispongamos de una imagen aérea y necesitemos ubicarla sobre el mapa de proyecto en QGIS de forma que podamos compararla con otras capas espaciales que allí tenemos. Para exemplificar cómo funciona el proceso de georreferenciación de imágenes tomaremos el caso de un mapa físico de *España*¹, descargado en alta resolución desde Wikipedia.



Figura 3.32: Península Ibérica, Baleares y Canarias, escala 1:1.250.000.

El archivo con formato JPG original no contiene información de georreferenciación, por lo tanto si intentamos cargarlo en el proyecto de QGIS observaremos que el programa hace el intento de visualizarlo pero no puede definir el SRC en el que se encuentra (sencillamente porque no tiene), y lo ubica en las coordenadas 0,0 dándole una escala propia del tamaño del archivo que no tiene relación con la realidad del territorio.

¹ Elaborado por el *Instituto Geográfico Nacional de España* a escala 1:1.250.000 (incluye también la parte continental de *Portugal*). Edición del año 2000 (licencia CC 4.0 BY).

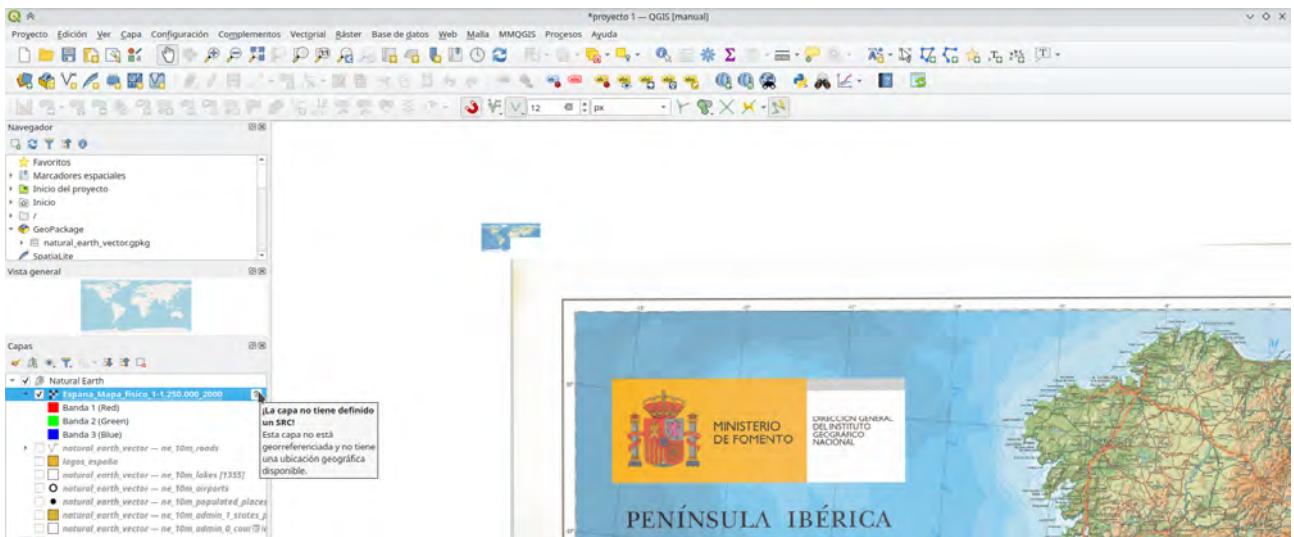


Figura 3.33: Se observa que la imagen cargada en el proyecto esta totalmente fuera de escala y lugar respecto al resto de las capas.

Comenzamos con el proceso de georreferenciación de la imagen abriendo el «Georreferenciador» (), accesible desde el menú superior «Capa». En la ventana que aparece cargamos la imagen desde el menú () o bien la arrastramos sobre ella.

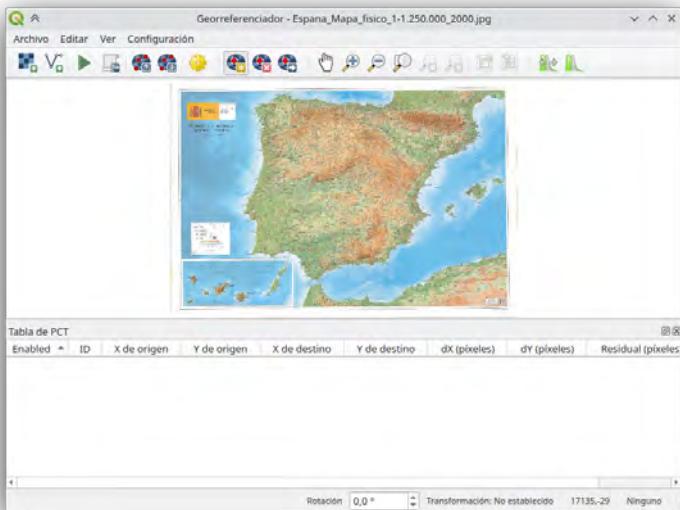


Figura 3.34: Imagen cargada en el georreferenciador.

Una vez cargada la imagen determinaremos una serie de puntos visualmente conocidos tanto en la imagen como en el mapa del proyecto. Usaremos, por ejemplo, accidentes geográficos o particularidades del territorio fácilmente distinguibles a modo de georeferencia.

Activamos «Añadir punto» () y hacemos clic en un punto de la imagen. Luego damos clic en el botón «Desde el lienzo del mapa» de la ventana emergente y marcamos el mismo punto en el mapa y aceptamos.

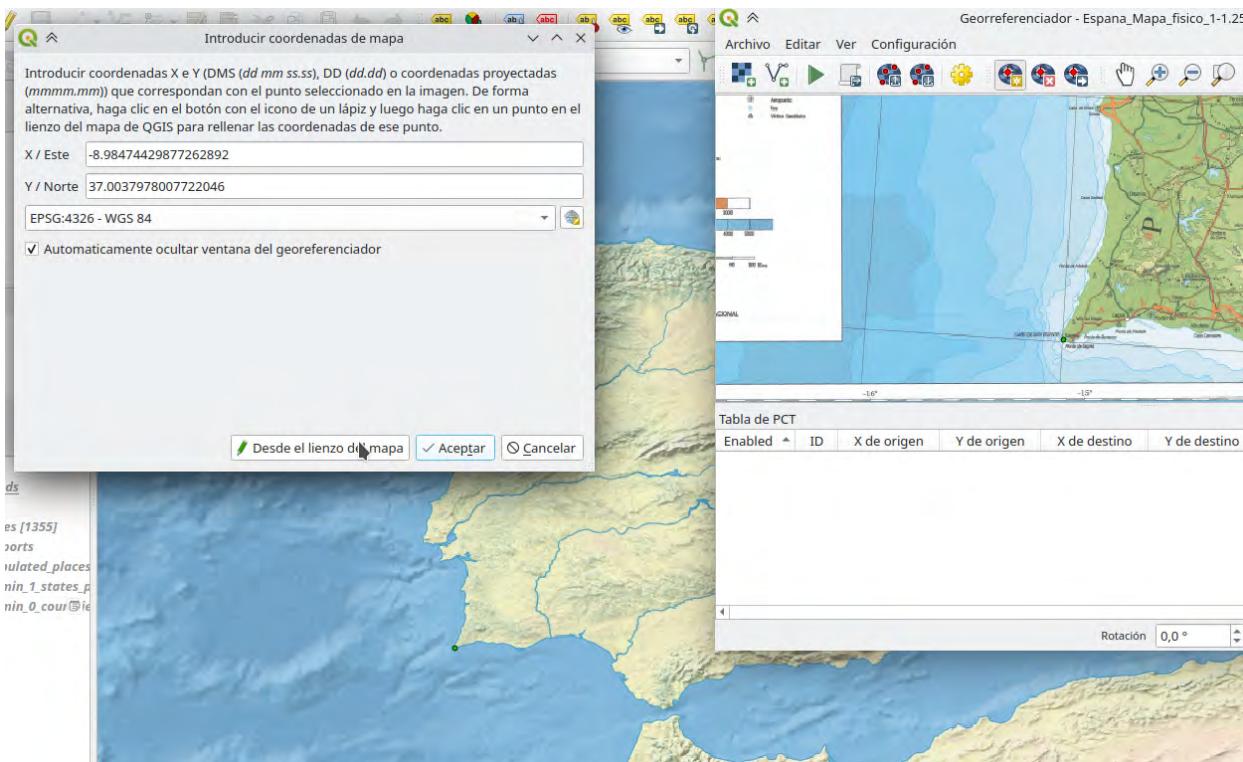


Figura 3.35: El primer punto añadido en la georreferenciación es el «Cabo San Vicente». En la edición los puntos son verdes, y luego de aceptados se muestran rojos.

Una vez marcados todos los puntos de control configuramos el SRC y tipo de transformación² para la georreferenciación (✿) de la siguiente forma:

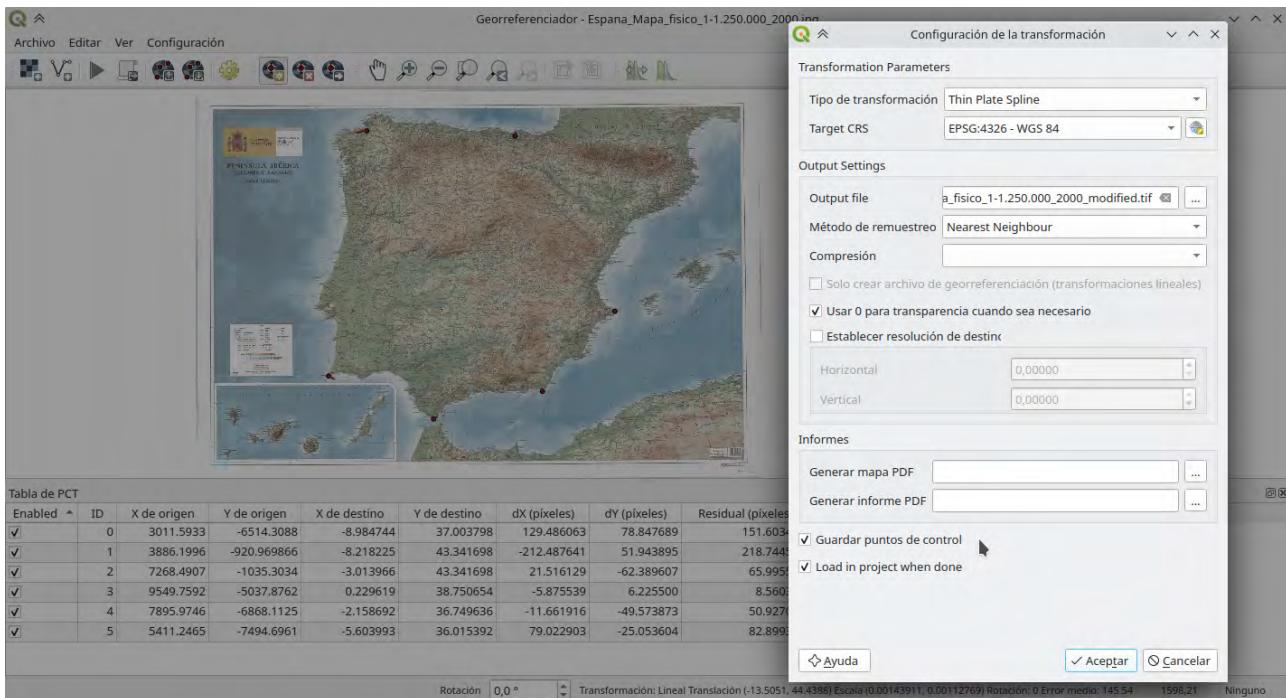


Figura 3.36: Para este caso se utilizó el mismo SRC que el proyecto (EPSG:4326), tipo de transformación «Thin Plate Spline», transparencia para el valor 0 y guardado de puntos de control. En general se recomienda utilizar SRC locales, aunque en este ejemplo demostrativo no cambia lo que se pretende enseñar.

Por último ejecutamos la georreferenciación (▶), que dependiendo del tamaño de la imagen, la cantidad de

²El georreferenciador posee varios tipos de transformación. Sin entrar en detalles técnicos, permiten aplicar una transformación matemática entre dos lienzos o planos geométricos (ver).

puntos marcados y la capacidad de procesamiento de la computadora podrá tardar más o menos tiempo. La imagen se cargará automáticamente en el proyecto, ya que así viene configurado por defecto:

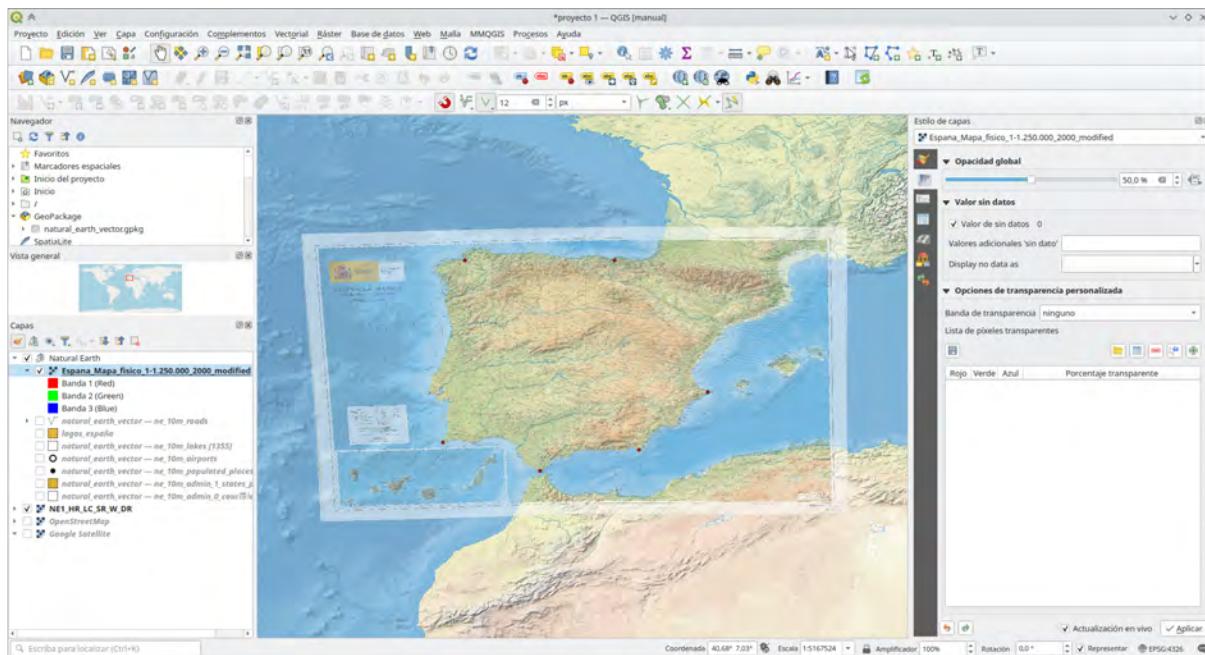


Figura 3.37: Se observa cómo la transformación curva la imagen original sobre el mapa debido al SRC configurado en el proyecto. Asimismo, para observar mejor la coincidencia entre la imagen y el mapa se ha establecido una transparencia de 50 %.

Si bien en este caso de ejemplo hemos georreferenciado una imagen ráster, la herramienta también puede tratar archivos vectoriales (como por ejemplo en formato DXF.

Nota: Si en algún momento nos equivocamos en la ubicación de un punto podemos borrarlo () o moverlo (). A veces más puntos no producen mejores resultados.

3.6.2. Extracción

3.6.2.1. Cortar ráster por capa de máscara

El algoritmo «Cortar ráster por capa de máscara...» () toma una capa ráster y la recorta utilizando como molde o máscara una capa vectorial. Se puede acceder a esta herramienta desde el menú «Ráster» → «Extracción».

Supongamos por ejemplo que queremos recortar la imagen de *España* generada anteriormente, de forma que solo nos quede la imagen del país. Para ello lo primero que debemos hacer es seleccionar *España* de la capa de países («countries») y luego activamos la herramienta, colocando la imagen ráster como capa de entrada y la capa de países como capa de máscara (con la casilla «Objetos seleccionados solamente» activada). Las demás opciones pueden dejarse sin modificar en este caso.

Nota: Se recomienda elegir un archivo de salida en disco (no temporal) en formato *tif* o *tiff*, tanto para este algoritmo como para cualquier otro que involucre el procesamiento de ráster.



Figura 3.38: El algoritmo recorta del ráster el contorno del país como si fuera una tijera. En la imagen se observa la capa recortada con mayor contraste.

3.6.2.2. Cortar ráster por extensión

De forma similar al corte por capa de máscara, esta herramienta permite el corte de una capa ráster utilizando una extensión del mapa, es decir, utilizando una región rectangular de mapa. Este algoritmo es especialmente útil cuando tenemos un ráster con una extensión mayor a la que necesitamos trabajar, por lo que solo recortamos el área de interés para nuestro trabajo. Además, el recorte implica aliviar la carga de trabajo en la computadora, puesto que son menos datos que procesar y representar.

Se accede a la herramienta «Cortar ráster por extensión...» (✂) desde el menú «Ráster» → «Extracción». La extensión puede configurarse de distintas formas:

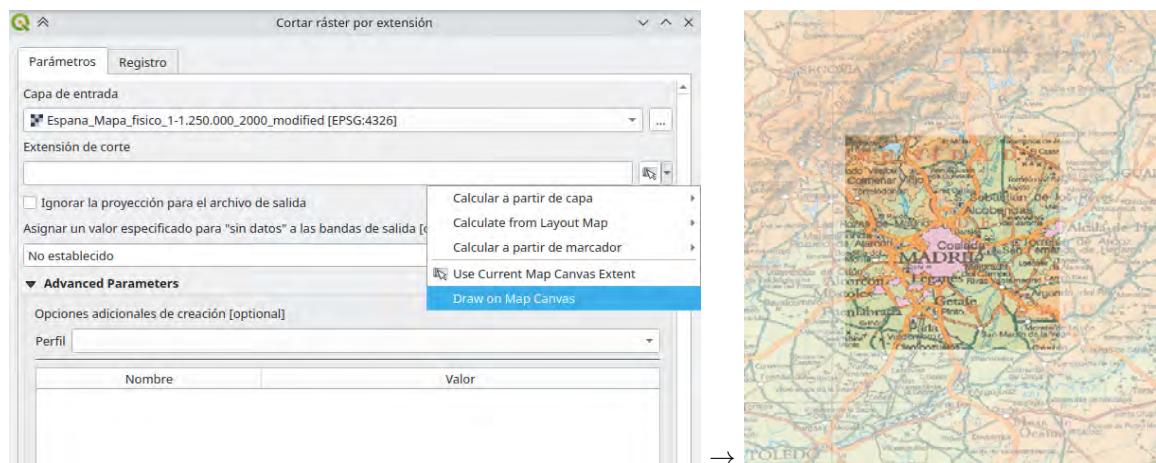


Figura 3.39: La opción «Draw on Map Canvas» permite dibujar en el mapa el recuadro delimitador para realizar el corte. En la imagen de la derecha se observa el recorte realizado.

3.6.2.3. Curvas de nivel

Según Wikipedia *una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar o profundidad*. En un mapa de curvas de nivel puede observarse cómo se dan las pendientes en el territorio, donde las líneas (llamadas *isolineas*) representan igual altitud (por ejemplo separadas cada 10 metros de altitud entre sí). Líneas más juntas representan pendientes más pronunciadas y líneas más separadas demuestran terrenos con extensión más plana.

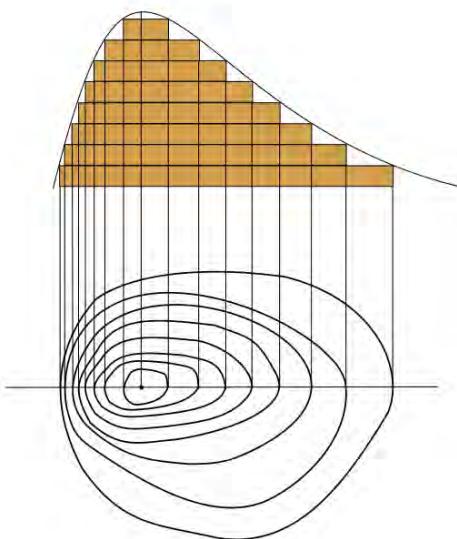


Figura 3.40: En la parte superior de la imagen se observa el corte o perfil de una elevación. En la parte inferior el mapa de isolíneas que conectan iguales altitudes da una idea de cómo es la pendiente. La imagen fue tomada de Wikipedia CC 3.0 BY-SA.

Habitualmente cada país provee y elabora sus propios datasets con curvas de nivel pero si no tenemos ese dato podemos obtenerlo en QGIS mediante una serie de procesos que veremos a continuación.

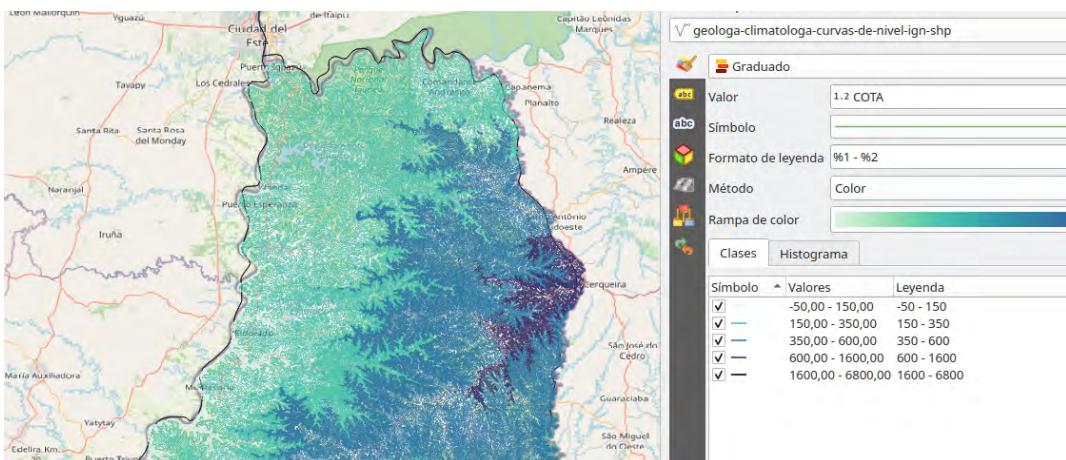


Figura 3.41: Curvas de nivel de la provincia de *Misiones, Argentina*. Se utilizó un estilo graduado para mostrar la pendiente del terreno. Dataset del *IGN Argentina* provisto por el repositorio de datos abiertos.

Lo primero que necesitamos para generar curvas de nivel es una imagen DEM (Digital Elevation Model), que no es más que una imagen ráster que contiene información en cada píxel sobre la elevación del terreno³. Así como hemos mencionado que los institutos geográficos de cada país produce sus propias curvas de nivel, también es de esperar que posean sus DEM en plataformas de datos abiertos para su libre descarga, como por ejemplo lo hace el *Instituto Geográfico Nacional Argentino* en éste enlace.

Otra forma de obtener un DEM de diversas partes del mundo es mediante el plugin *SRTM 4 Downloader*, que permite descargar dentro del proyecto de QGIS los modelos digitales de elevaciones disponibles para una zona en particular. Es necesario registrarse en el sitio «Earthdata» antes de continuar ya que el complemento nos pedirá las credenciales de usuario y contraseña.

Para ejemplificar realizaremos la búsqueda de imágenes DEM de la «Isla de Cabrera», *España*⁵, y calcularemos las curvas de nivel asociadas. Para ello nos acercamos a la isla y activamos el complemento desde el menú

³ Sin entrar en detalles técnicos un DEM es una representación de una superficie continua del territorio plasmada en un ráster.

⁴ La SRTM es la *Misión Topográfica Shuttle Radar (Shuttle Radar Topography Mission)*. La misión llevada a cabo por la *NASA* y la *NGA* consistió en el relevío de una buena parte de la superficie terrestre mediante sistemas de radar en el año 2000.

⁵ Localizada al sur de la isla de *Mallorca* (39.143223,2.945298), ver Isla de Cabrera.

o bien con el botón . Activamos el botón «Set canvas extent» para que defina la extensión del territorio del cual descargar los DEM y por último hacemos clic en «Download» para que comience la búsqueda:

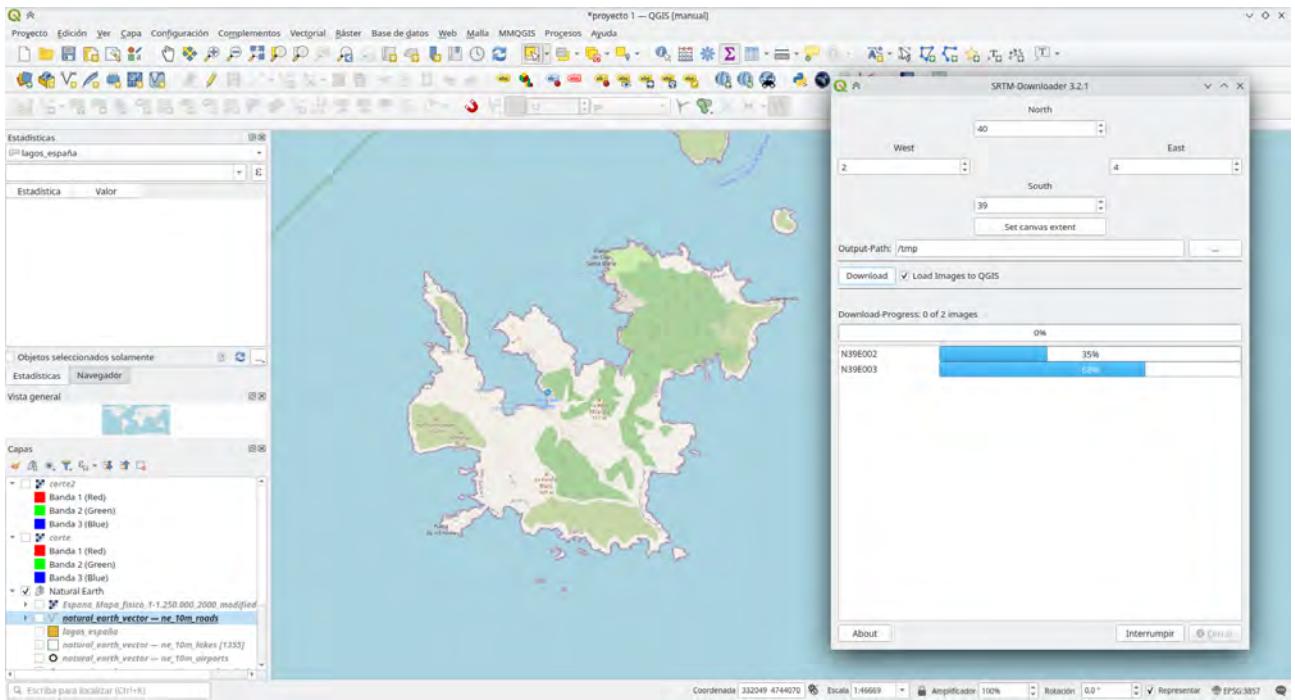


Figura 3.42: Zoom sobre la *Isla de Cabrera*. Al activar el proceso de descarga nos pedirá las credenciales que configuraremos en la web de *Earthdata* de la *NASA*. Una vez descargadas las imágenes las veremos en el panel de capas.

Las cantidad de imágenes descargadas puede variar, y mientras más nos acerquemos al territorio (zoom) menos imágenes obtendremos. En particular para este caso vemos que las imágenes descargadas fueron 2 (formato hgt en un archivo temporal + capa virtual que las unifica), pero decidimos quedarnos con una sola de ellas que es la que contiene datos de elevación de la isla («N39E002.hgt»). Deberíamos ver algo así luego de aplicar un estilo Pseudocolor monobanda:

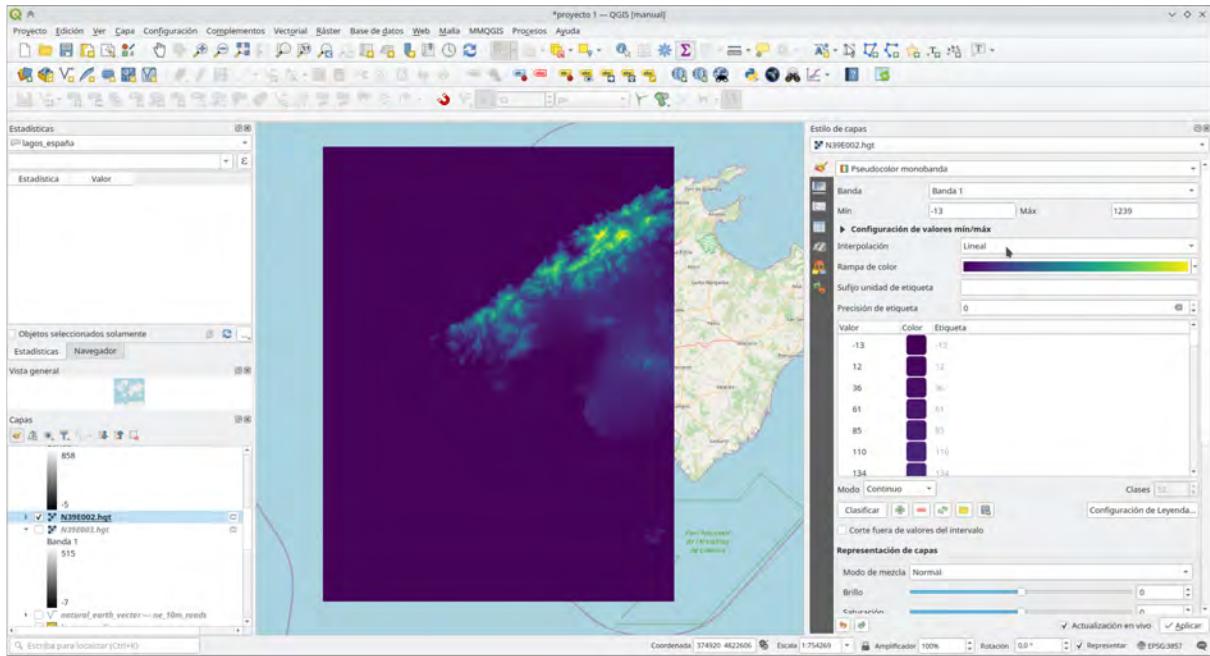


Figura 3.43: Zoom completo de la imagen DEM. Se ha utilizado un estilo de pseudocolor monobanda para poder comparar mejor la forma del relieve.

Ahora procedemos a recortar esa capa al área que es de nuestro interés, es decir, sobre la isla Cabrera. Utilizamos la herramienta aprendida anteriormente «Cortar ráster por extensión».

Por último calculamos las «Curvas de nivel» haciendo clic en el botón del menú «Ráster» → «Extracción».



Figura 3.44: Las curva se calcula sobre el archivo ráster recortado. Se ha configurado que la distancia entre líneas sea de 10 metros (por defecto).

El resultado final, superpuesto con la capa ráster y dándole estilo y etiquetado a la capa es el siguiente:

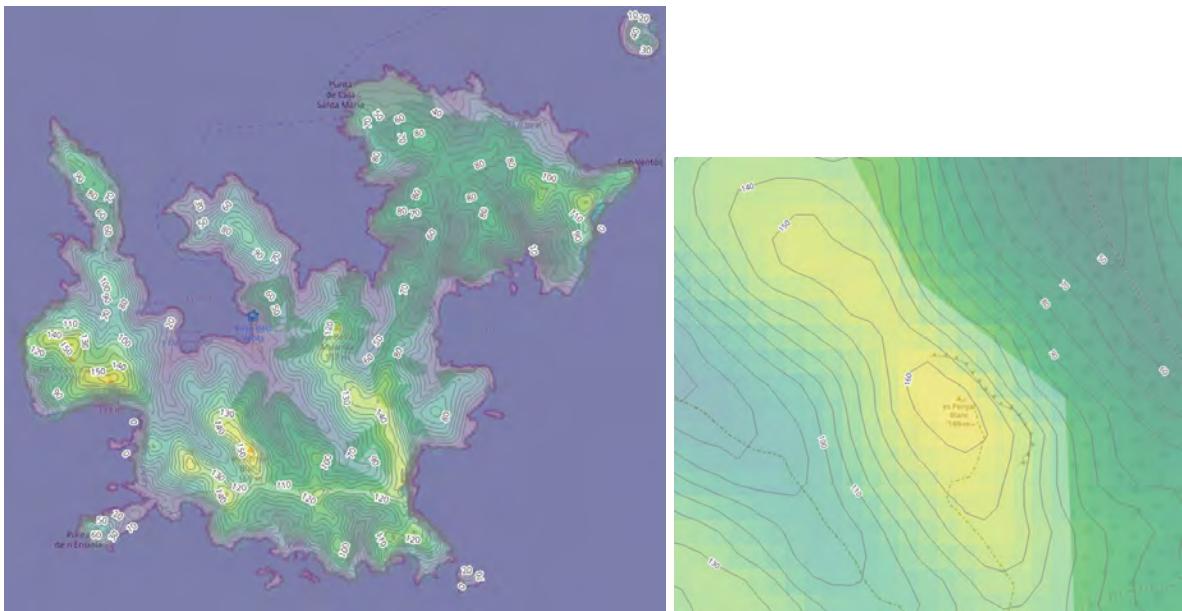


Figura 3.45: Se superpone la imagen ráster sobre la capa de *OpenStreetMap*, y sobre ellas las curvas de nivel. En la imagen de la derecha se hizo zoom sobre el pico «Penyal Blanc», y se observa que las curvas se aproximan a su valor máximo (169m).

Nota: También es posible descargar las imágenes de la misión *SRMT* desde el sitio web particular de Derek Watkins, donde ha facilitado la descarga gráfica desde una mapa interactivo que lleva al repositorio de la *USGS*.

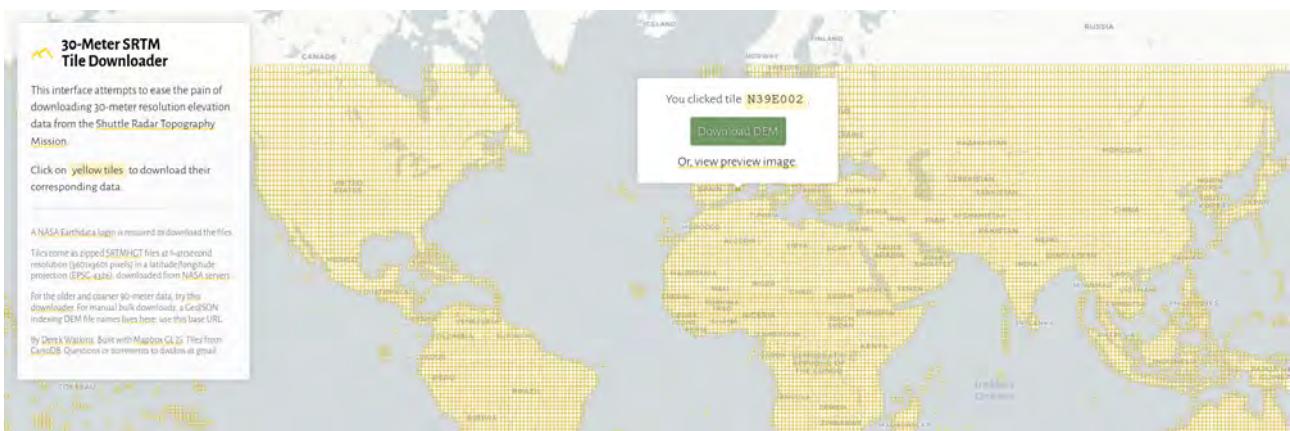


Figura 3.46: Sitio desarrollado por *Derek Watkins*. Construido con *Mapbox GL JS* con teselas de *CartoDB*.

3.6.3. Relieve

Los mapas de relieve permiten facilitar la observación de elevaciones en el terreno, como ya se ha visto en el capítulo 2 donde algunas capas de *Natural Earth* poseen estilo de relieve.

En QGIS existe una herramienta dentro de la «Caja de Herramientas de procesos» llamada «Relieve» (gis). Su uso es sencillo y permite generar automáticamente una salida a partir de un DEM donde los colores pueden configurarse de forma manual o automática:

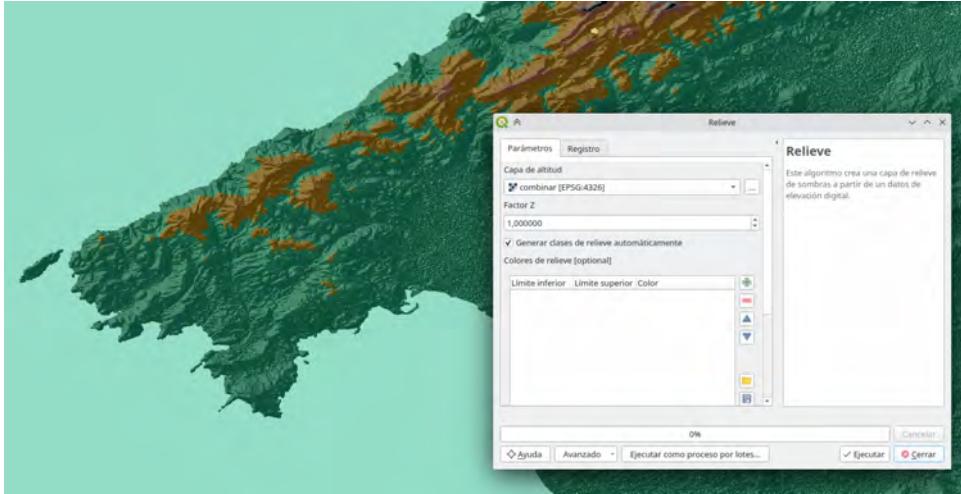


Figura 3.47: Relieve de la capa DEM «combinar», las clases de relieve se generaron automáticamente.

3.6.4. Conversión

3.6.4.1. Combinar (Merge)

El algoritmo «Combinar» o «Merge» () permite unificar dos imágenes ráster, juntándolas en una sola monobanda o multi-banda. La herramienta se encuentra en el menú «Ráster» → «Combinar».

Un caso que podemos mostrar es el ejemplo de dos DEM contiguos descargados sobre la *Isla de Mallorca* (39.5797,2.9804), los cuales convendría tener en una sola imagen para luego poder mostrar un único estilo de rango de color o calcular curvas de nivel para toda la isla.

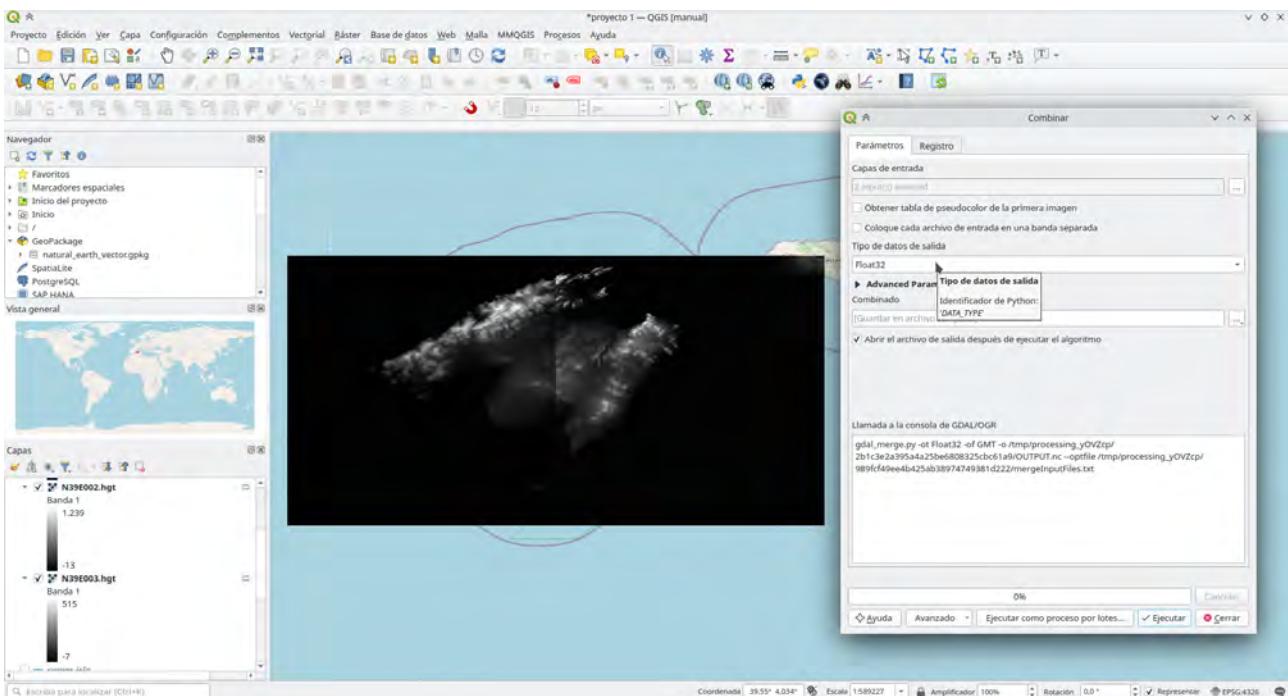


Figura 3.48: En la imagen se ve la linea de separación entre las dos imágenes.

Al aplicar el algoritmo de combinación de imágenes se genera una única salida:

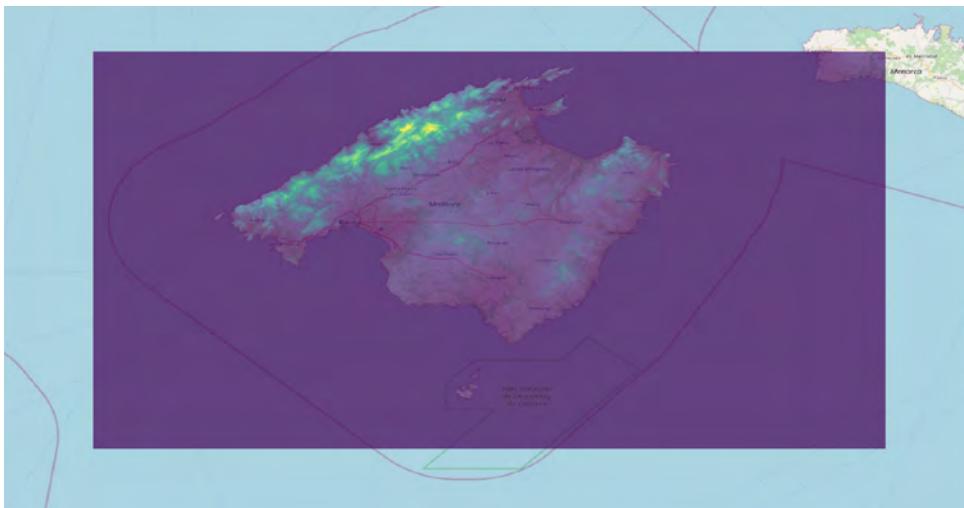


Figura 3.49: Se aplicó un estilo de pseudocolor monobanda (rampa *viridis*) con transparencia al 50 % a la imagen combinada sobre la *Isla de Mallorca*.

Nota: Es importante guardar esta capa en el disco con el nombre «combinar», ya que la usaremos en distintas oportunidades más adelante.

Esta herramienta puede usarse también para generar combinadas de imágenes multi-espectrales, como por ejemplo las generadas por los satélites «Sentinel» o «Landsat», donde cada imagen representa una banda espectral y la combinación de ellas abre la puerta a diferentes interpretaciones y análisis ráster.

Sin entrar en detalles teóricos respecto a qué son los sensores y las bandas espectrales diremos que una imagen satelital de *Landsat* puede contener 11 bandas, es decir 11 capas ráster de información sobre ciertas frecuencias del espectro electromagnético, donde solo 3 de ellas se encuentran en la zona de luz visible para el ojo humano. Esto significa que el satélite capta en tres capas separadas la luz roja visible, la verde y la azul, además de las que no son visibles. Si se combinan esas tres capas en una sola imagen se puede observar lo que se denomina imagen «a color real».

Solo a modo de ejemplo, y adelantándonos a el último capítulo (6) donde veremos cómo descargar imágenes satelitales multi-espectrales de *EO-Browser* (6.2.2.3) y *USGS* (6.2.2.5), mostramos el siguiente caso donde se han descargado imágenes satelitales de *Landsat* desde el sitio *USGS* con previo registro y logueo (se pueden descargar todos los archivos o solo las bandas 4, 3 y 2 por separado). Es importante aclarar que hemos simplificado los pasos de forma que no sea demasiado larga la explicación:

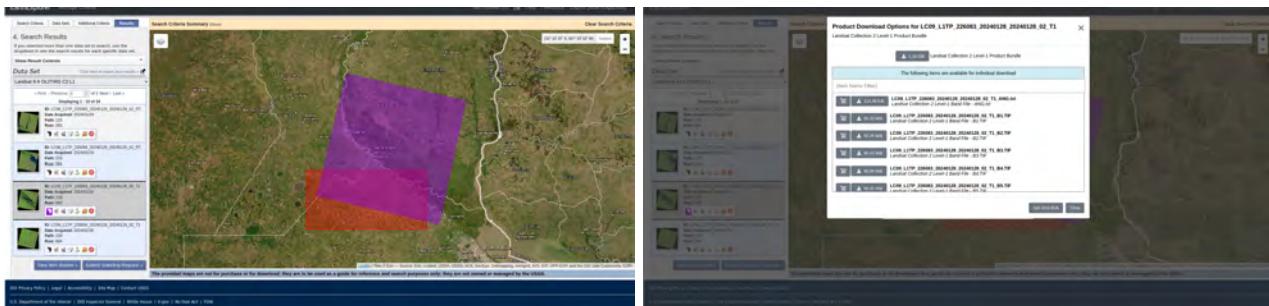


Figura 3.50: Búsqueda y descarga de imágenes satelitales Landsat en el sitio de EarthExplorer. Aquí en particular se ha seleccionado la imagen *LC09_L1TP_226083_20240128_20240128_02_T1*.

Posteriormente se hizo una combinación de bandas en ese orden:

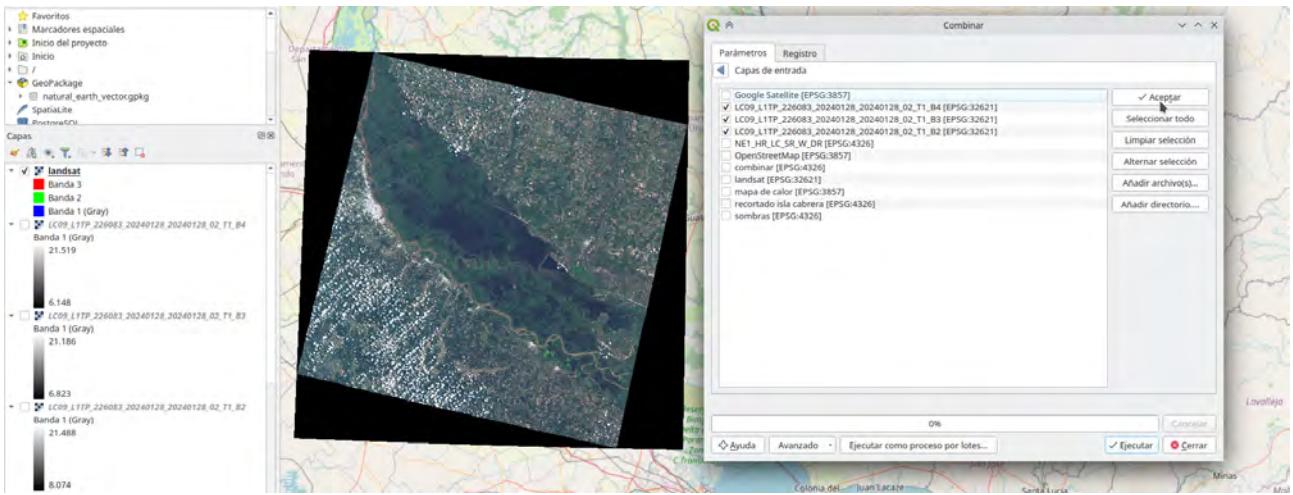


Figura 3.51: Se cargaron en el proyecto solo las bandas 4, 3 y 2 que corresponden a los colores rojo, verde y azul. Al combinarlos en ese orden QGIS se asigna a cada banda el color correspondiente. Asimismo se ha modificado una corrección del valor gamma de forma que se puedan reconocer mejor los colores de la composición a *color real*.

Es importante aclarar que la combinación de bandas en una sola imagen permite no solo obtener una imagen a *color real o natural* sino también otro tipo de imágenes como el *falso color infrarrojo* al combinar las bandas 5, 4 y 3 de *Landsat 8* visualizándolas en ese orden en los colores rojo, verde y azul de forma automática en QGIS. También se ha configurado el valor «0» para los valores sin datos (de forma que se pueda transparentar en la representación):

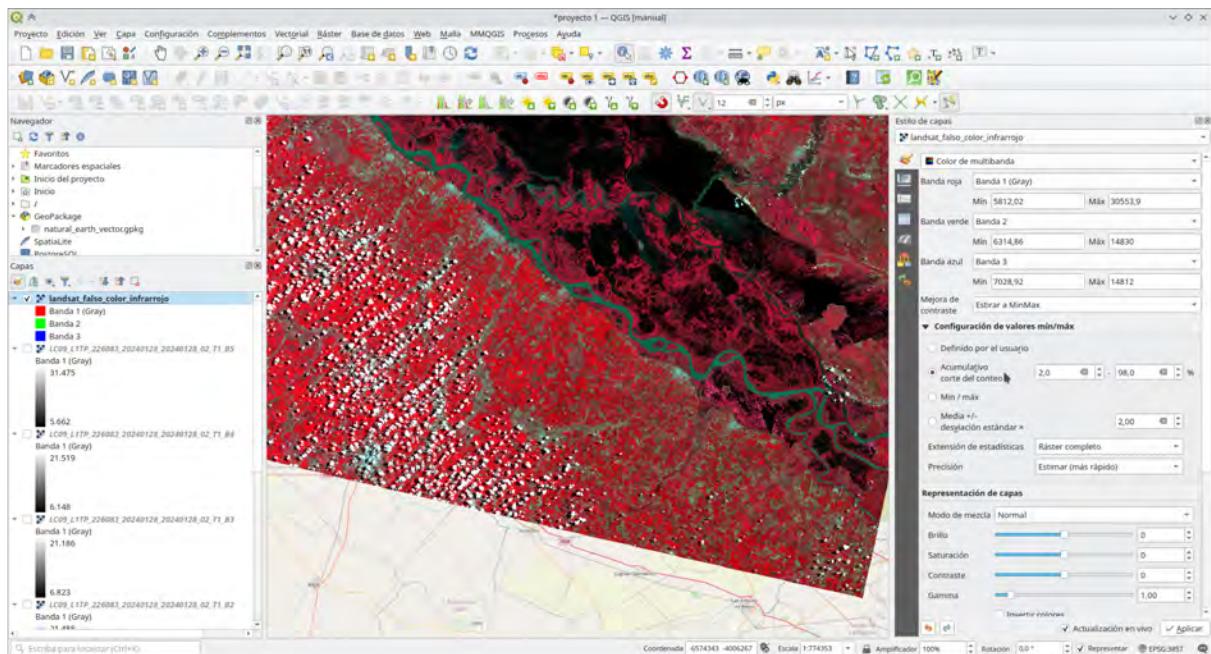


Figura 3.52: Vegetación sana en rojo. Las ciudades y el suelo expuesto son de color grisáceo, y el agua aparece azul o negra. Para mejorar la visualización se ha calculado previamente el histograma ráster (tercer pestaña en estilo) y se ha definido la «Configuración de valores mín/máx» como «Acumulativo corte del conteo».

El compuesto de color falso se utiliza comúnmente para evaluar la densidad y la salud de las plantas, ya que las plantas reflejan luz casi infrarroja y verde, mientras que absorben el rojo).

Nota: Como se puede inferir, el orden de combinación (*merge*) de bandas en un solo ráster solo nos permite organizar mejor cómo queremos realizar luego la representación de las tres bandas a color ya que en el mismo editor de estilos se pueden cambiar qué bandas se asignan a cada color

RGB. Debemos decir que existen muchas otras combinaciones de bandas ya estudiadas distintos objetivos análisis, como por ejemplo para determinar zonas urbanas o agrícolas. En este libro no cubriremos estas operaciones como tampoco los cálculos de índices mediante calculadora ráster.

3.6.4.2. Traducir (convertir formato)

La herramienta «Traducir (convertir formato)...» permite guardar una capa ráster en otro formato donde es posible elegir distintos niveles de compresión a la vez que se puede asignar otro SRC si se lo requiere. Se accede al proceso () desde el menú «Ráster» → «Conversión»:

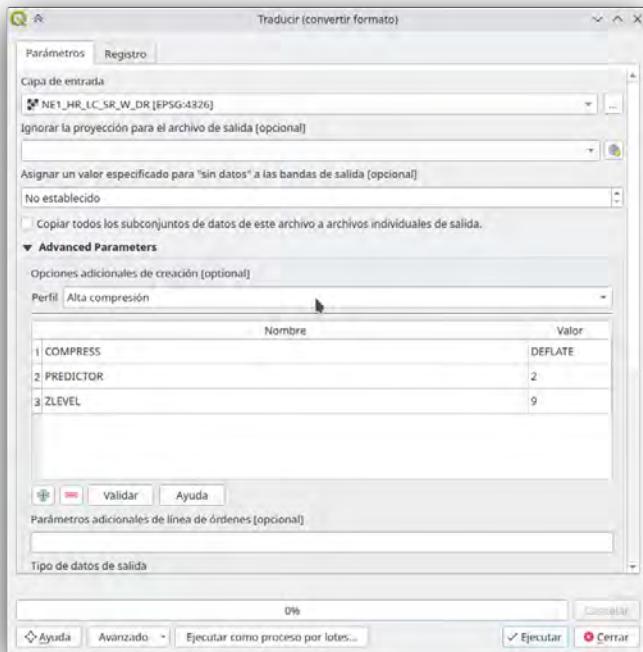


Figura 3.53: En el ejemplo se tomó la imagen ráster de *Natural Earth* que usamos como base y se le aplicó una compresión alta de forma que el archivo de salida sea de menor tamaño. El formato del ráster de salida se elige en la sección «Convertido». En particular la imagen original *TIF* tenía 667.5Mb y luego de la conversión el archivo de salida *TIFF* quedó con un tamaño de 227.1Mb.

Nota: Es necesario aclarar que no todos los tipos de formatos aceptan el mismo tipo de compresión.

3.6.4.3. Combar (reproyectar)

Una forma sencilla de reproyectar una capa ráster es guardar la misma en el disco haciendo clic derecho sobre ella en el menú de capas → «Exportar» → «Guardar como...». En el menú se pueden elegir varios parámetros de guardado, entre los que se encuentra el SRC, que podemos cambiar al que se deseé.

Otra forma, más apropiada, es mediante el algoritmo «Combar (reproyectar)» (), que incorpora parámetros opcionales de resampleo entre otros:

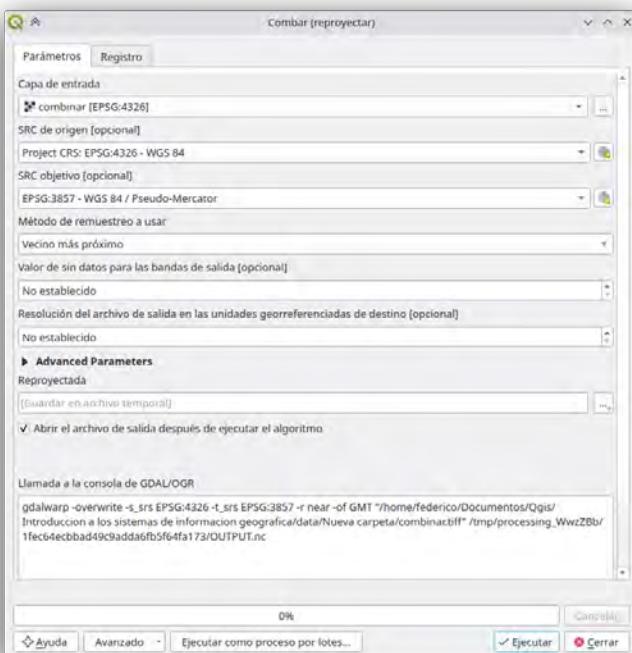


Figura 3.54: Reproyección de capa ráster, de EPSG:4326 a EPSG:3857.

Capítulo 4

Diseño

En este capítulo se apunta hacia el aprendizaje de algunas herramientas básicas cuya finalidad es la elaboración de salidas gráficas para impresión o presentación digital. QGIS tiene un potente diseñador de mapas con la flexibilidad suficiente como para adaptarse a cualquier necesidad, ya sean salidas gráficas para imprimir, para incluir en documentos digitales o para compartir en distintos formatos gráficos.

4.1. Claves del diseño de mapas

4.1.1. Tipos de mapas

Existen muchos tipos de mapas, y se clasifican por cómo representan la información así como el tipo de dato que exponen. En este enlace sobre mapas de Wikipedia se puede encontrar una buena reseña histórica de mapas e incluso un listado de diversos tipos de mapas. A pesar de dicha variedad en este curso solo nos enfocaremos en dos tipos de mapas habituales:

Descriptivos Son aquellos en los que abunda la información del territorio, en los que se representan cartográficamente los elementos que se encuentran presentes en el territorio, como por ejemplo, las divisiones políticas, la elevación del terreno, los ríos y espejos de agua, las localidades y sus caminos, etc.

Temáticos Son mapas que expresan y desarrollan un tema en particular, generalmente sobre una mínima base cartográfica. Si se desea hacer un mapa sobre el clima, cultivos o la evolución demográfica se deberá recurrir a un tipo de mapa temático.

Más adelante realizaremos algunos ejemplos.

4.1.2. Propósito de un mapa

Hay ciertas cuestiones o reglas a tener en cuenta a la hora de elaborar un mapa o un plano, sea digital o no. Según *Wikipedia*:

«La cuestión esencial en la elaboración de un mapa, es que la expresión gráfica debe ser clara, sin sacrificar por ello la exactitud. El mapa es un documento que tiene que ser entendido según los propósitos que intervinieron en su preparación. Todo mapa tiene un orden jerárquico de valores, y los primarios deben destacarse por encima de los secundarios.

»Para poder cumplir con estas exigencias, el cartógrafo puede crear varios *planos de lectura*. En todo momento se deben tener presentes las técnicas de simplificación, a base de colores o simbología, sin perder de vista que en un plano de lectura más profunda se pueden obtener elementos informativos detallados. La cantidad de información debe estar relacionada en forma proporcional a la escala. Cuanto mayor sea el espacio dedicado a una región, mayor será también el número de elementos informativos que se puedan aportar acerca de ellos. En definitiva, todo mapa tiene que incluir una síntesis de conjunto al igual que un detalle analítico que permita una lectura más profunda. El nivel en que se cumplan estas condiciones, será igualmente el nivel de calidad cartográfica de un determinado mapa.»

Esas normas nacieron de alguna forma con el primer plano que un cartógrafo, en la historia más remota, hizo para que otra persona lo lea e interprete. No es nuestro objetivo avanzar en los detalles de las reglas que permiten una salida gráfica profesional, sin embargo mencionaremos algunas cuestiones que permitirán entender qué se necesita para que un plano o mapa se pueda interpretar correctamente y que sea útil para el fin con que se elabora, a saber:

- Debe ser interpretado por otra persona. Es decir, los mapas generalmente son diseñados para que alguien más lo utilice, y que no necesariamente conoce de qué se trata; por lo tanto no es aconsejable asumir ciertas interpretaciones por parte del receptor, sobre todo si no es conocedor del tema que se desarrolla en el mapa.
- Tiene que tener la información justa y necesaria que permita distinguir las partes del territorio. Lo que se busca es que la cartografía permita al lector identificar elementos básicos que permitan ubicarse en el territorio, pero que a la vez no sea abrumadora al punto de pasar a tener más protagonismo que la información de la temática del mapa.
- Tiene que brindar información explícita sobre la temática a tratar. Se entiende con esto que debe poder interpretarse de una primer mirada sobre el mapa la información que brinda. Luego también será necesario exponer detalles de la temática del mismo, como tablas, referencias, fuentes, etc. Un mapa no debe tener información «extra», que desvirtúe la temática presentada.

Un mapa es un elemento de comunicación y siempre tiene un propósito, lo que implica saber qué y cómo se quiere comunicar, y que no es una tarea trivial. También se recomienda que no sea un proceso de una sola persona, y que a falta de experiencia en la elaboración de mapas se considere consultar a quienes va dirigido el mismo respecto a si tiene la información necesaria y si es inteligible.

La cartografía es una ciencia que no se puede aprender de un día hacia el otro, sin embargo con mucha práctica y siguiendo estos principios es posible acercarse un poco al buen hacer en la creación de mapas.

4.1.3. Principios básicos

Citaremos cinco principios básicos de diseño de mapas (*Soc. Cart. Brit. - Univ. Glasgow, 1999*):

1. Concepto antes que ejecución. Pensar antes de actuar. Diseñar el todo antes que las partes.
2. Jerarquía con armonía. ¿Las cosas importantes parecen importantes? ¿Se distingue lo importante sobre el resto?
3. Simplicidad. ¿Se puede contar lo mismo de manera más simple?
4. Información máxima con coste de atención mínima. ¿Se entiende qué quiere comunicar el mapa en solo 10 segundos?
5. Apelar a la emoción para conseguir el entendimiento. Enfocar la atención es el objetivo del diseño de mapa.

Algunas premisas a tener en cuenta respecto a los cinco puntos anteriores:

- Comunicación. El objetivo de diseño es enfocar la atención del usuario.
- Principios. Los Principios de diseño cartográfico son eternos, los resultados no lo son.
- Experiencia. Las Reglas de diseño cartográfico pueden ser enseñados y aprendidos, los principios y los conceptos tienen que ser adquiridos.

4.2. Elementos básicos de un mapa

En esta sección haremos referencia en todo momento a los mapas en formato papel, sin embargo similares conceptos dados serán de utilidad para otros tipos de mapas: web, incrustados en documentos, informes, atlas digitales, etc. A fines prácticos entenderemos que existen algunos elementos básicos que conforman un mapa y que mínimamente son necesarios para que se pueda interpretar correctamente la información que se provee:

- *Hoja*. Toda salida gráfica está referida a un espacio papel, que es lo primero a definir y es muy importante porque nos dará una muy buena idea del tamaño de nuestro mapa. Es decir, no es lo mismo representar un mapa planisferio en una hoja tamaño «cuaderno», que en una lámina que colgaremos en una pared. Además elegir el tamaño implica calcular costos, si es que queremos imprimir el mapa. En general el espacio papel tiene un tamaño predefinido (mm), conocido como formato. La familia de formatos normalizadas más utilizada a nivel mundial es la *serie A*: A4, A3, A2, etc (ISO 216 / DIN 476), y cuyas medidas se explican en la siguiente gráfica:

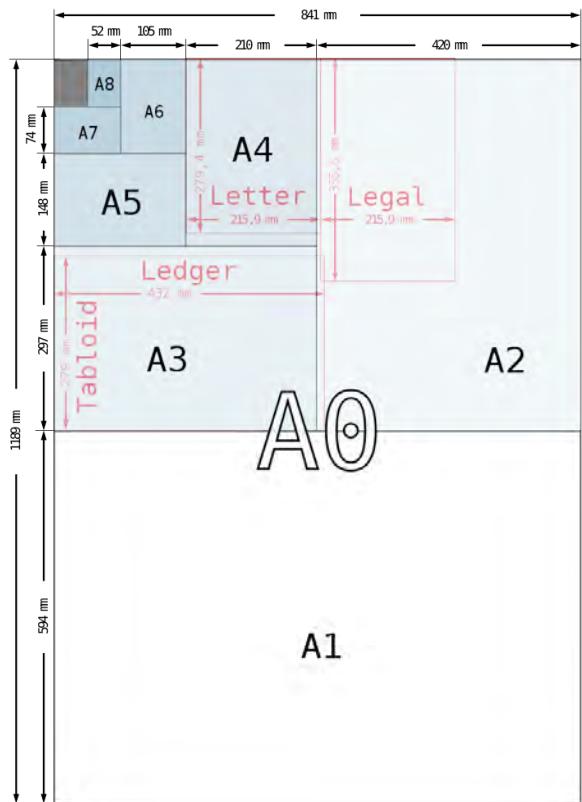


Figura 4.1: Familia de formatos de hoja serie A. En rojo se superponen algunas hojas de otro formato, el US-Letter anglosajón, a modo de comparativa. Imagen de *Wikipedia*.

- **Recuadro.** Es un borde o marco que limita el área a imprimir dentro de la hoja. Por regla general del dibujo técnico se presenta a 10mm de los bordes físicos de la misma. Si el plano se va a doblar y encarpitar entonces se pueden dejar 25mm de margen izquierdo en lugar de 10mm.



Figura 4.2: Recuadro de hoja. En su interior estará el mapa en sí.

- **Cuerpo de mapa.** El cuerpo de mapa contiene uno o más mapas principales, mapas de orientación y otros elementos gráficos como la simbología, gráfica de escala, gráficos estadísticos, etc. que se detallarán más adelante con mayor detalle.



Figura 4.3: La primer composición contiene un cuerpo de mapa, en cambio la segunda contiene varios cuerpos.

- **Rótulo.** El rótulo es generalmente un recuadro con renglones que permite entre otras cosas identificar la procedencia del mapa (dibujante, responsable, área administrativa, etc), su temática (título y subtítulo), información temporal (fecha y versión), así como datos técnicos del mismo (fuente, escala, ubicación geográfica, proyección, observaciones, número de plano, licencia de datos, etc). El rótulo no necesariamente tiene una forma y tamaño determinados, aunque es conveniente que institucionalmente se utilice un mismo rótulo para todo tipo de proyecto, siguiendo delineamientos de «Marca» preestablecidos. Por ejemplo:



Figura 4.4: Rótulo en la parte superior de un mapa elaborado por el Instituto Geográfico Nacional Argentino.

A veces los rótulos se colocan dentro del espacio del cuerpo de mapa. En tal caso es necesario disponer de un espacio en el mapa que no sea útil al objetivo del mapa, como por ejemplo una parte del territorio que no necesitamos visualizar como por ejemplo una porción de mar si estamos representando una isla o costa.



Figura 4.5: En la imagen el rótulo se superpone al mapa sin generar interferencia visual con lo que se pretende mostrar.

- *Referencias, norte, escala gráfica, vista general, tablas y observaciones.* Estos elementos son complementarios a la base, es decir optativos en ciertos tipos de mapas, y permiten mejorar la interpretación del mismo.

- Las *referencias* o *leyendas* permiten identificar fácilmente elementos del mapa, en general se muestra un listado de símbolos y/o colores con sus descripciones particulares en un marco. No siempre es necesario incluir referencias, ya que dependerá del tipo de mapa que se diseñe.
- La *rosa de los vientos, rosa náutica o flecha de norte* es un indicador de los puntos cardinales. Generalmente se utiliza una especie de cruz o una flecha, ubicada en el sector superior de la hoja y que indica la orientación geográfica del mapa. Es preferible que el norte siempre esté orientado perfectamente en un eje vertical, aunque a veces puede inclinarse levemente la orientación del plano de acuerdo a ciertas características del territorio o la necesidad de encajar mejor el mapa sobre el espacio papel. Siempre que se omita este elemento se supone que el mapa está orientado con el norte hacia arriba.
- La *escala gráfica* es un elemento que indica la correspondencia proporcional entre la medida del mapa con la que representa en la realidad. La escala gráfica permite comparar longitudes en el mapa de forma práctica. Puede ser representada por una línea graduada o por un texto que indique la escala como por ejemplo «1:1500», que significa que una unidad de medida en el mapa representa 1500 unidades en la realidad.
- La *vista general* es, esencialmente, un pequeño marco incluido en la hoja y que contiene un mapa de referencia con una región territorial mucho más amplia que la que se representa en el plano. Definitivamente debe mostrar una porción del territorio de fácil identificación, como por ejemplo el mapa de América como referencia si se quiere trabajar sobre un mapa temático de países americanos.
- En sistemas SIG como QGIS, las *tablas* de atributos pueden incluirse fácilmente en las salidas gráficas como un elemento más del mapa. Hay que tener especial cuidado al incluir estos elementos en la salida

gráfica porque no deben tener mayor protagonismo que el mapa base. Una opción es adjuntar al plano las planillas con las tablas que sean necesarias, obviamente con sus identificadores (id) de referencia que permitan localizarlas fácilmente en el plano.

- Las *observaciones* son cuadros de texto que complementan información sobre el mapa, advierten sobre alguna situación que puede modificar su lectura. Pueden estar ubicadas junto a las leyendas o referencias de forma que no se pierdan entre los demás elementos del mapa.

Al finalizar este capítulo veremos un ejemplo donde incluiremos estos elementos en un mismo mapa.

4.3. Simbología

4.3.1. Variables visuales

Una de las tareas más difíciles del diseñador de mapas es la elección de una simbología apropiada para comunicar a primera vista el mensaje que quiere brindar con el mapa. En la mayoría de los libros que hablan sobre la creación de mapas se distinguen las siguientes características o variables visuales que se aplican en la simbología: posición, forma, tamaño, tono, valor, textura, y orientación. Tomando la idea de un especialista y referente en SIG, el Libro SIG de Victor Olaya ofrece la siguiente categorización:

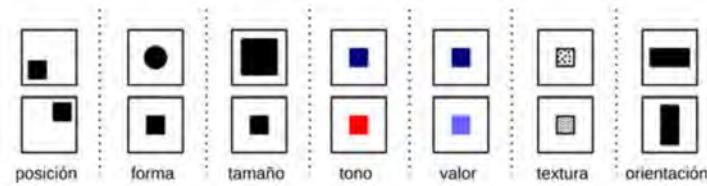


Figura 4.6: Variables que pueden distinguirse visualmente.

Es necesario tener en cuenta las variables visuales anteriores a la hora de generar salidas gráficas de mapas, ya que tendremos mayor cantidad de herramientas simbólicas y podemos determinar cuáles de ellas combinar para comunicar mejor nuestra información en el mapa. A modo orientativo exemplificaremos con algunas situaciones prácticas:

- Si necesitáramos mostrar la cantidad de habitantes en distintas localidades de un territorio podríamos utilizar puntos de tamaños proporcionales a la población, es decir, veríamos el territorio con puntos de distintos tamaños. También podríamos utilizar la variable visual valor, pero no podríamos marcar más que 4 o 5 puntos con distintos valores de color ya que a la vista no sería perceptible la diferencia entre valores cercanos. Asimismo no sería conveniente en este caso utilizar la variable tono, ya que nada podemos afirmar sobre la comparación entre el rojo y el azul excepto que son colores diferentes, pero no que uno es mayor que el otro.

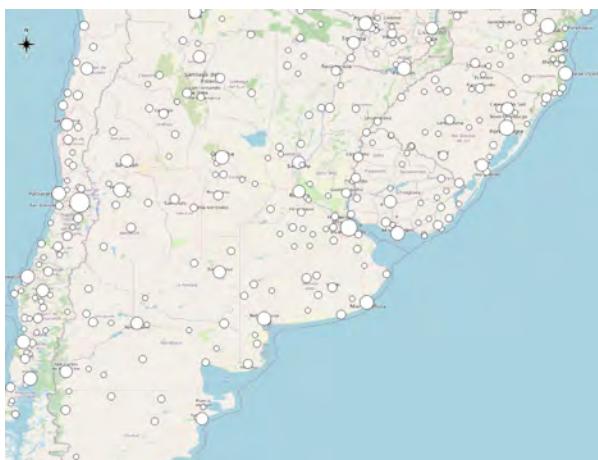


Figura 4.7: Centros urbanos categorizados por cantidad de habitantes. Aunque no hay referencias es posible discriminar por tamaño entre grandes y pequeñas urbes.

- La misma idea anterior se podría complementar con la variable tono por ejemplo, y en ese caso se podría tener una categorización de poblaciones por cantidad de habitantes divididos por provincias. Veríamos entonces en el mapa una serie de puntos agrupados por colores (provincias) que al mismo tiempo tendrían tres tipos de tamaños.

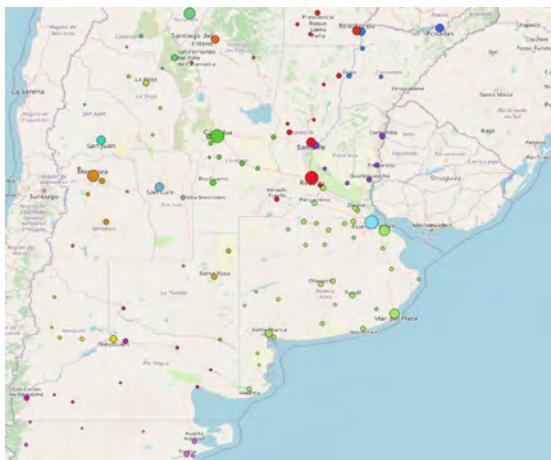


Figura 4.8: Localidades («populated_places») por población y coloreados según la provincia a la que pertenecen.

Por último hay que decir que la combinación de variables visuales responderá a las necesidades de lo que se quiera comunicar, y QGIS estará a la altura de eso, ya que tiene un potente editor de estilos y etiquetas, y con cada versión nueva agrega mayores capacidades, por lo que se recomienda explorar las distintas combinaciones que pueden realizarse para mejorar la salida gráfica.

4.4. Composición de impresión

Pasemos ahora al *Administrador de composiciones*, que es el gestor de salidas gráficas (o composiciones) del proyecto. El administrador permite guardar y reutilizar configuraciones de diseños elaborados en otros proyectos, e incluso plantillas creadas previamente. Para acceder al editor hacemos clic en el ícono . Lo primero que haremos es añadir un *nuevo diseñador* o *layout vacío*, asignándole un nombre donde se recomienda que guarde relación con la temática a tratar.

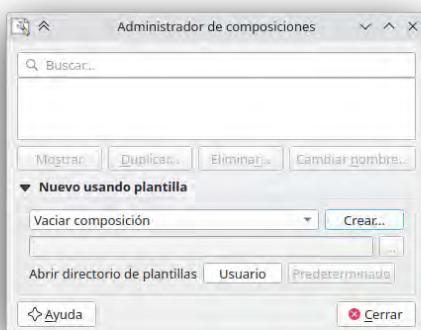


Figura 4.9: Administrador de composiciones.

Al hacer clic en «Crear...» al lado de «Composición vacía»¹ hay que escribir el nombre de la nueva composición, que posteriormente puede cambiarse. Todas las composiciones que hagamos dentro del mismo proyecto de QGIS aparecerán listadas en esta ventana. Asimismo desde el mismo gestor es posible crear informes (que veremos más adelante) y cargar plantillas específicas previamente guardadas en la computadora.

¹En la imagen se lee «Vaciar composición», probablemente haya sido una mala traducción automática del inglés al español.

Una vez dado el nombre al proyecto del diseñador se abrirá el diseñador de impresión en una nueva ventana, como si fuera un subprograma de QGIS, con barras de herramientas y paneles específicos para generar mapas.

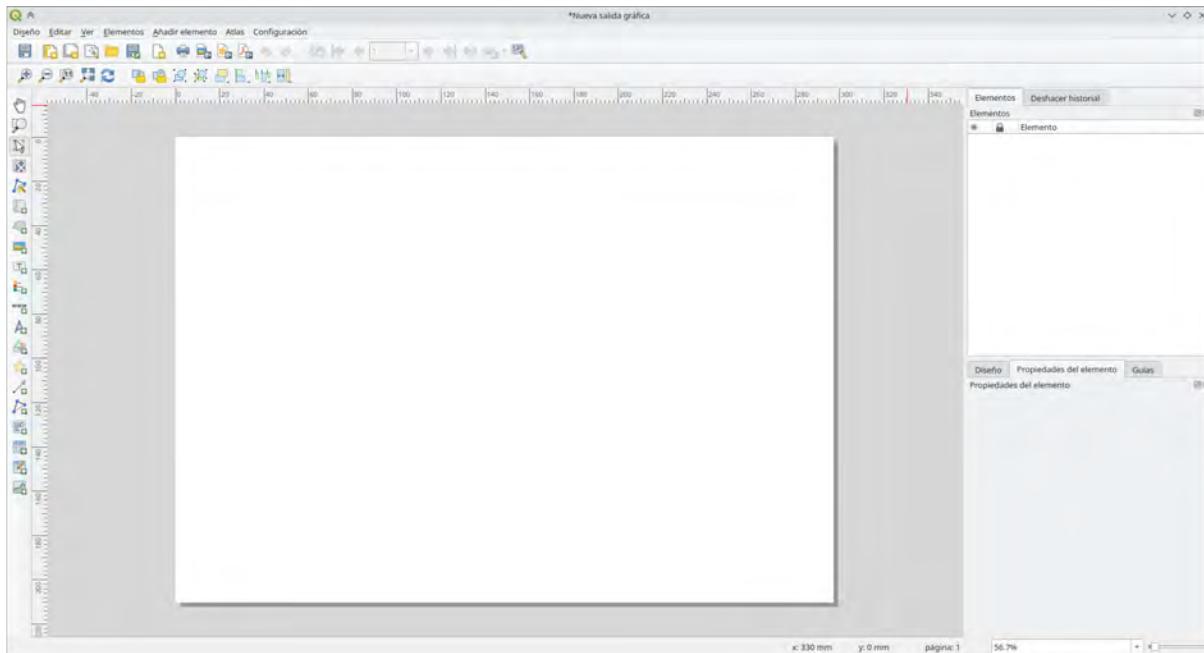


Figura 4.10: Nueva composición vacía.

El compositor tiene del lado izquierdo un panel de herramientas que permitirán añadir al mapa elementos gráficos varios. Del lado derecho se observan un grupo de paneles por defecto, como «Elementos», «Deshacer historial», «Diseño», «Propiedades del elemento» y «Guías». En la parte superior hay algunas barras de herramientas de guardado y exportación, atlas, zoom, orden y alineación de elementos, entre otros.

4.4.1. Propiedades de la página

Lo primero que deberemos hacer es configurar la página, su tamaño y orientación. Con clic derecho sobre la hoja se accede mediante el menú emergente a las «Propiedades de página», luego aparecerán en el panel derecho («Propiedades del elemento») algunas opciones para configurar:

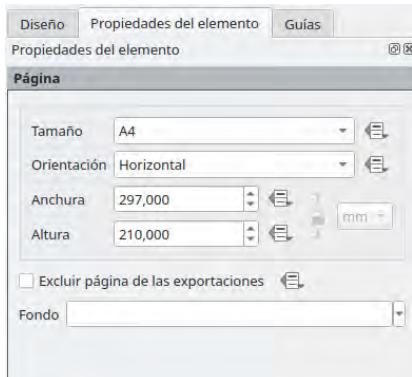


Figura 4.11: Propiedades de página.

- *Tamaño*. En esta opción podemos elegir el tamaño de la hoja. Como se ha visto anteriormente, es muy importante definir esto, ya que si es mayor a una hoja A4 deberemos imprimirla en una impresora especial tipo plotter o una imprenta. Los tamaños especializados no se recomiendan excepto que se sepa bien lo que se quiere realizar.
- *Orientación*. La orientación depende también de nuestro proyecto, ya que la forma general de lo que

queremos mostrar determina el espacio a utilizar en la hoja, a lo que hay que sumar si utilizaremos tablas o referencias en alguna parte especial de la hoja.

- **Fondo.** En algunos casos especiales se puede utilizar un fondo de algún color. Recomendamos evitar dar color al fondo ya que al imprimir se consume mucha tinta.

Nota: Este mismo panel se utilizará para las propiedades de todos los elementos del mapa, que irán cambiando para cada uno de ellos, como veremos más adelante.

4.4.2. Diseño

Sin entrar en detalles, en la pestaña «Diseño» del mismo panel se encontrarán algunas configuraciones avanzadas como por ejemplo la resolución de salida, configuración de cuadrículas de autoensamblado, etc. Por el momento no entraremos en detalles para este apartado.



Figura 4.12: Panel de «Diseño», extendido para poder ver todas sus opciones.

4.4.3. Guías

Las guías, al igual que en los programas de diseño gráfico, sirven para ajustar los elementos del dibujo de modo que respeten cierta alineación y no se imprimen al exportar. Por ejemplo:

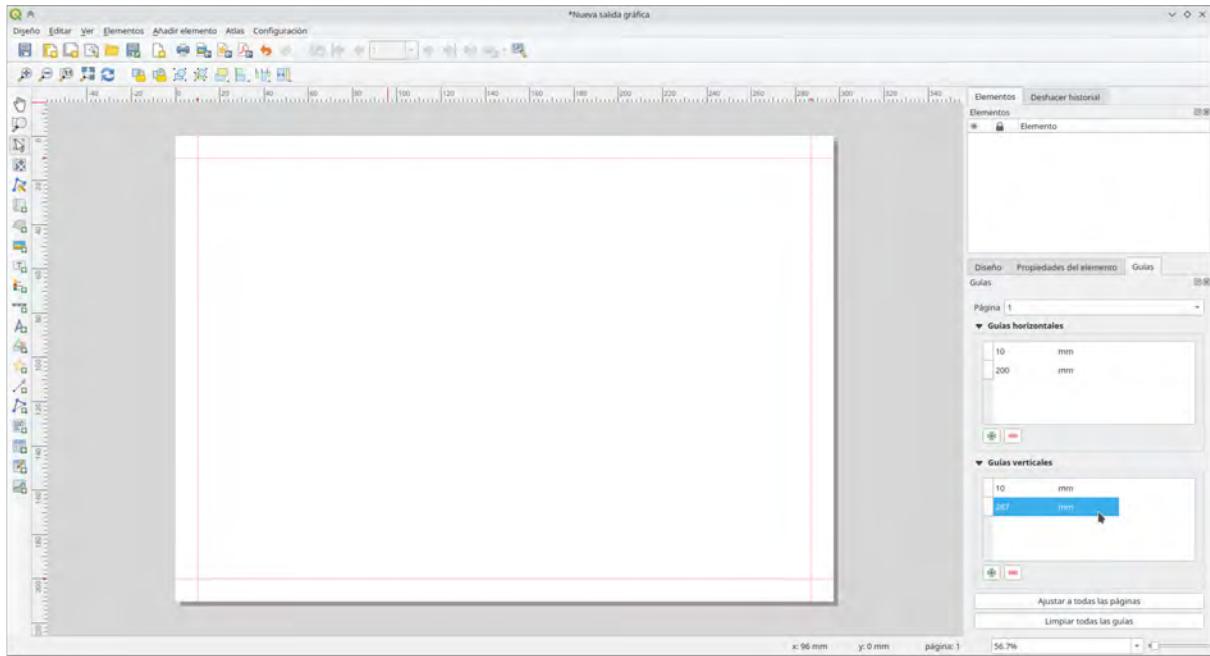


Figura 4.13: Guías en una hoja A4, márgenes a 10cm.

Las guías pueden añadirse manualmente desde los bordes de las reglas, arrastrando desde ellas hacia la hoja. Las mismas irán apareciendo en el panel de guías, donde podrán modificarse al valor deseado.

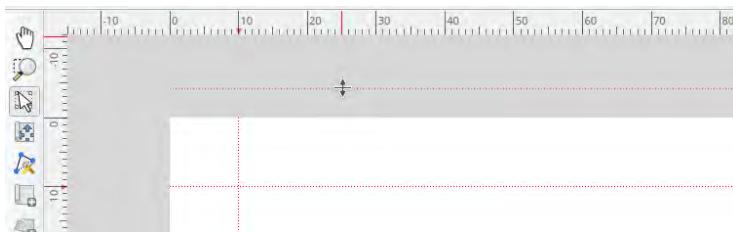


Figura 4.14: Guía horizontal por arrastre desde la regla superior.

Nótese que en las reglas superior y lateral izquierda aparecen unos pequeños triángulos rojos que marcan las posiciones de las guías. Desde ellas se pueden modificar manualmente las posiciones.

4.4.4. Elementos del mapa

La barra contiene atajos para incorporar elementos al mapa, como una ventana de mapa, barra de escala, leyendas, textos, dibujos, tablas, etc. Iremos explicando cada uno de ellos a medida que los necesitemos, y saltearemos aquellos cuya funcionalidad es conocida.

4.4.4.1. Añadir mapa

Este es un elemento clave, ya que mostrará el mapa en cuestión. Lo añadimos haciendo clic en el ícono «Añadir mapa» de la barra lateral y luego hacemos un recuadro donde queremos el mapa, posteriormente podremos hacer algunas modificaciones de tamaño, forma y configuraciones en el panel lateral dentro de las «Propiedades del elemento».

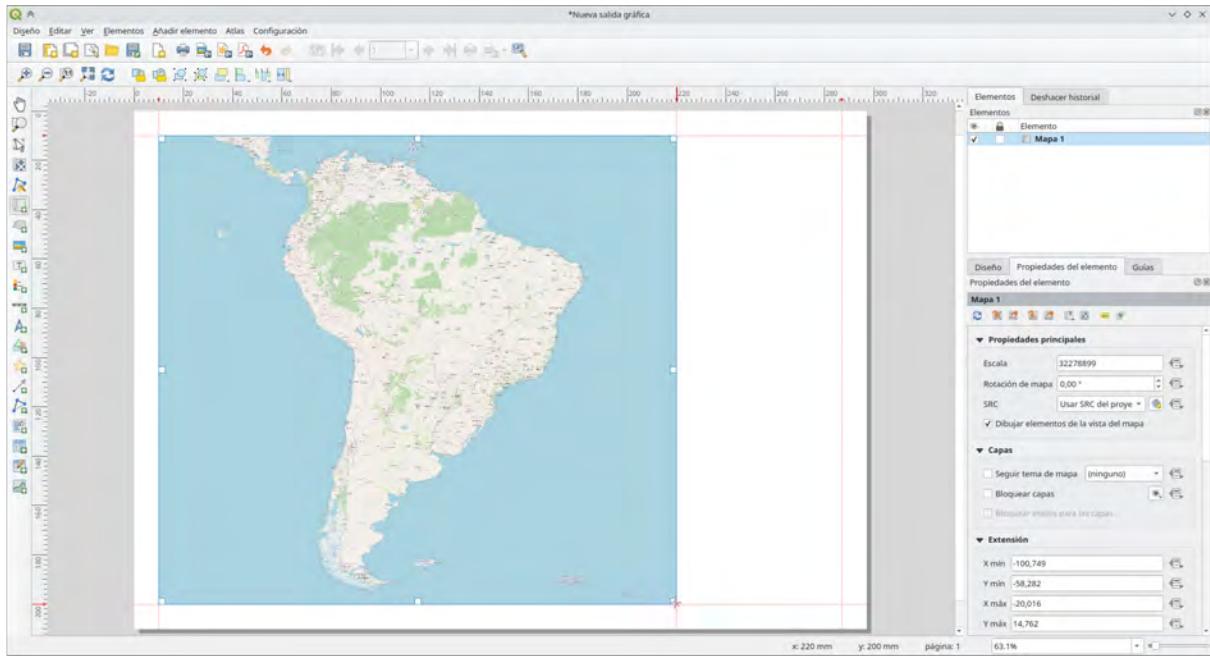


Figura 4.15: Añadimos un mapa a la hoja utilizando las guías. Se observa que el panel «Elementos» lo muestra como «Mapa 1»

Entre las propiedades principales se encuentran la escala, rotación y SRC. Por defecto, la escala se calcula automáticamente de acuerdo al contenido del mapa, ya que toma la misma extensión que la vista gráfica en la ventana principal de QGIS, sin embargo es posible indicar la escala numéricamente o bien utilizando la herramienta «Mover contenido del elemento», que precisamente permite desplazar el contenido del mapa como así también utilizar la rueda del ratón para acercarse y alejarse en la escala (zoom).

Al igual que otros elementos del compositor que veremos más adelante también podremos agregar un marco alrededor del mapa con el grosor y estilo personalizado:

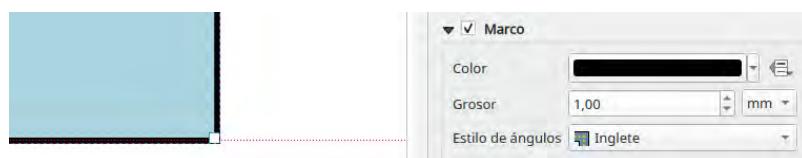


Figura 4.16: Configuración de marco de mapa.

4.4.4.2. Vistas generales

Las vistas generales sirven como referencia de ubicación para otros mapas. En general se utilizan para ubicar el mapa principal dentro de una ubicación de contexto global. Simplemente se añade otro mapa más pequeño a modo de referencia y se activa la vista general (dentro de las *Propiedades del elemento*) para que se dibuje en él un rectángulo rosa que representa la extensión del mapa principal.

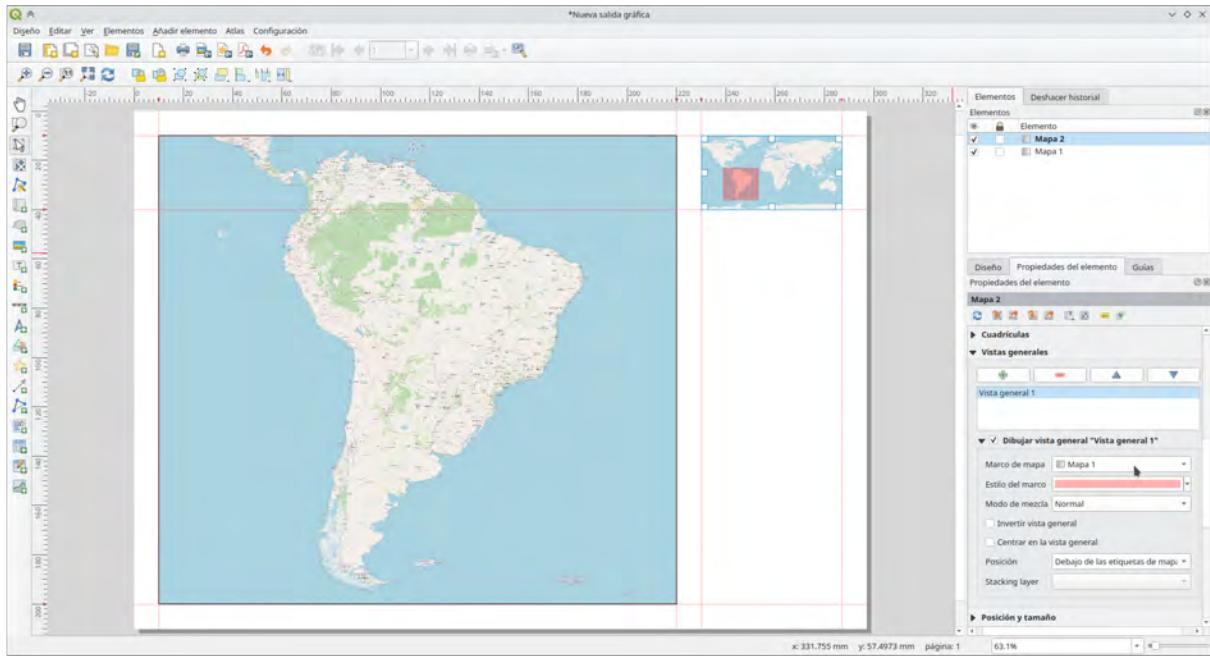


Figura 4.17: El «Mapa 2» funciona como *Vista general* del «Mapa 1».

En la configuración de la vista general se observa que se pueden agregar vistas generales de más de un mapa. Además es posible detallar el estilo visual con el que se lo quiere representar.

4.4.4.3. Leyenda

Las leyendas o referencias () son utilizadas en los mapas temáticos para describir qué significa cada símbolo del mapa. Dependiendo del mapa serán necesarios o no. En el ejemplo anterior, al ser un mapa mudo, no tiene sentido poner leyendas.

Suponiendo que queremos mostrar las poblaciones en dos categorías: si son Megaciudades o no. Deberemos generar el estilo (como se ha aprendido anteriormente) categorizado de acuerdo al campo «MEGACITY» (que arrojará dos valores, 1 y 0 de acuerdo si son o no megaciudades respectivamente). Luego, al volver al compositor se notará que en las vistas de mapa aparecen los cambios realizados (en general el compositor se actualiza solo al hacer zoom, pero si no bastará con presionar el botón F5 del teclado).

Luego agregamos una leyenda al mapa y aparecerá en el panel de propiedades del elemento algunas opciones que deberemos configurar.

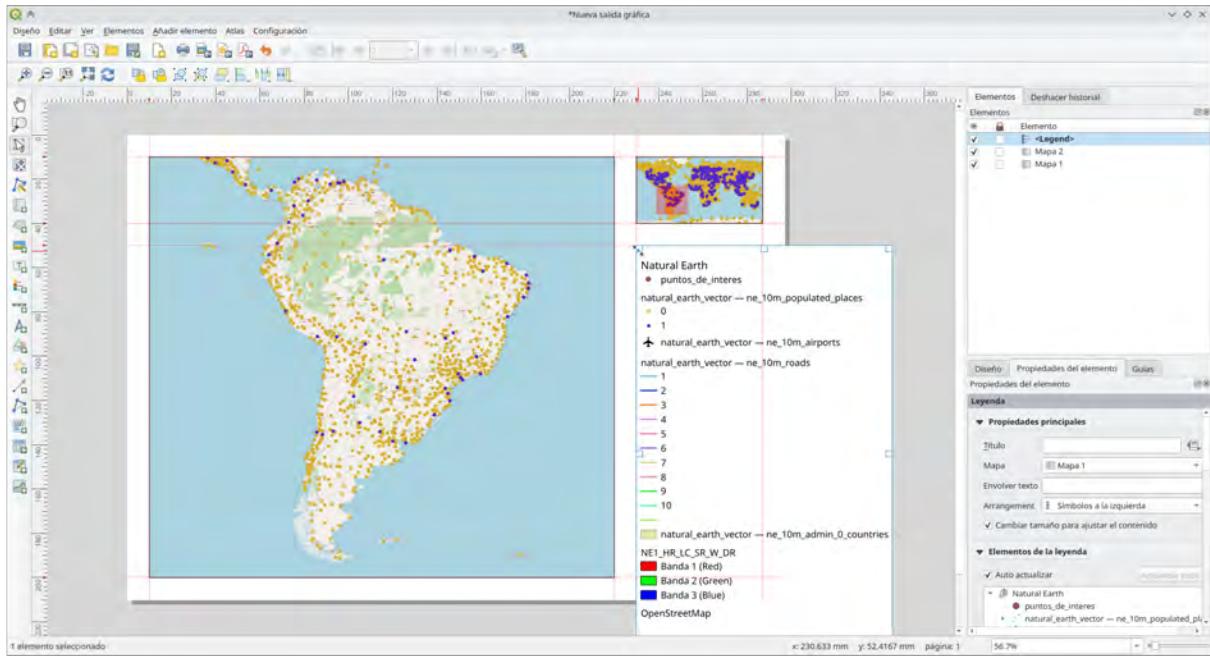


Figura 4.18: Añadido de leyenda. Se muestran todas las leyendas de capas que tiene el proyecto.

Por defecto QGIS muestra las leyendas de todas las capas. Para dejar solo las que nos interesa, destildamos la opción «Auto actualizar» del panel, y quitamos con el botón «-» las capas y grupos que no queremos en la leyenda (seleccionar y borrar). También podemos cambiar el nombre de la capa que se va a mostrar en la leyenda, como también los datos de leyenda, seleccionando la parte a modificar y haciendo clic en el lápiz que figura debajo del recuadro. En nuestro caso, se mostraba 1 para cuando la ciudad es una mega ciudad y 0 para cuando no lo es, pero lo hemos cambiado a «Si» y «No».

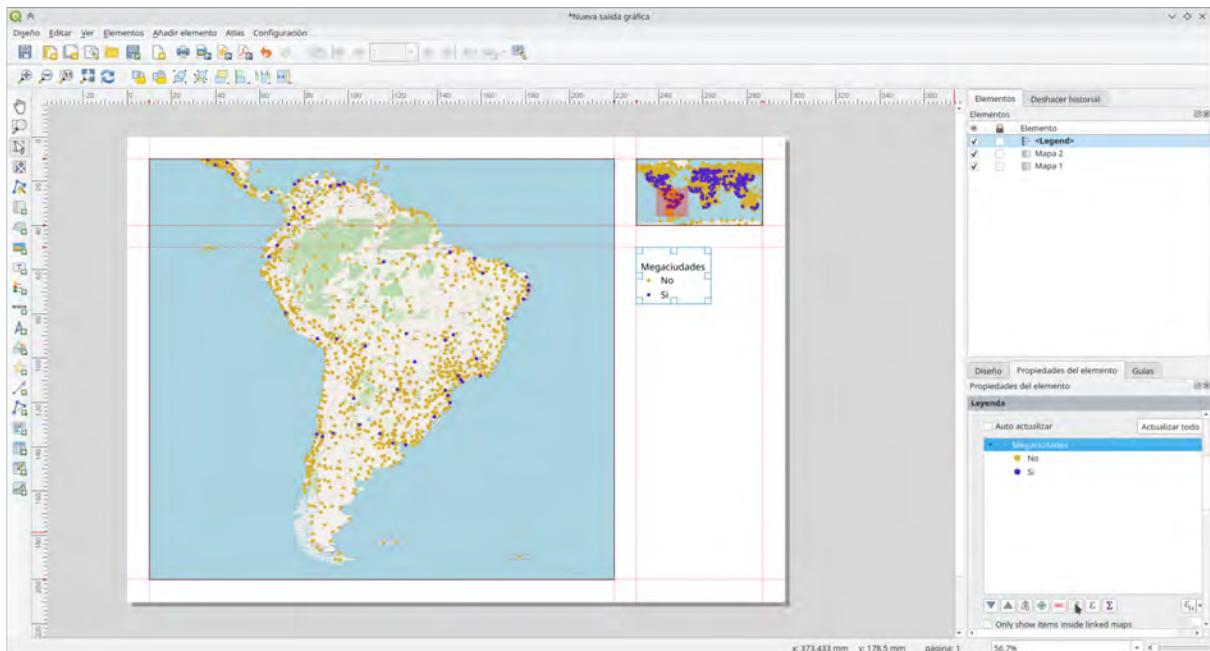


Figura 4.19: Se muestra solo la leyenda «Megaciudades», que antes estaba nombrada como «populated_places». Las demás leyendas se borraron de la composición.

4.4.4.4. Bloqueo de capas y estilo

Si observamos el mapa anterior, vemos que nos topamos con un problema: las ciudades se muestran en los dos mapas y solo queremos que se muestren en el mapa principal, no en el mapa de referencia. Podemos solucionar este problema si bloqueamos las capas y estilo que aparecen en cada mapa desde el panel de propiedades del elemento. La secuencia para lograrlo sería entonces:

1. Seleccionar el «Mapa 1» y activar el bloqueo de capas, que actualmente muestra las sitios poblados más importantes
2. Volver a la ventana principal de QGIS y apagar todas las capas excepto la capa «OpenStreetMap»
3. En la ventana de composición de mapa seleccionar el «Mapa 2» y activar el bloqueo en las Propiedades del elemento

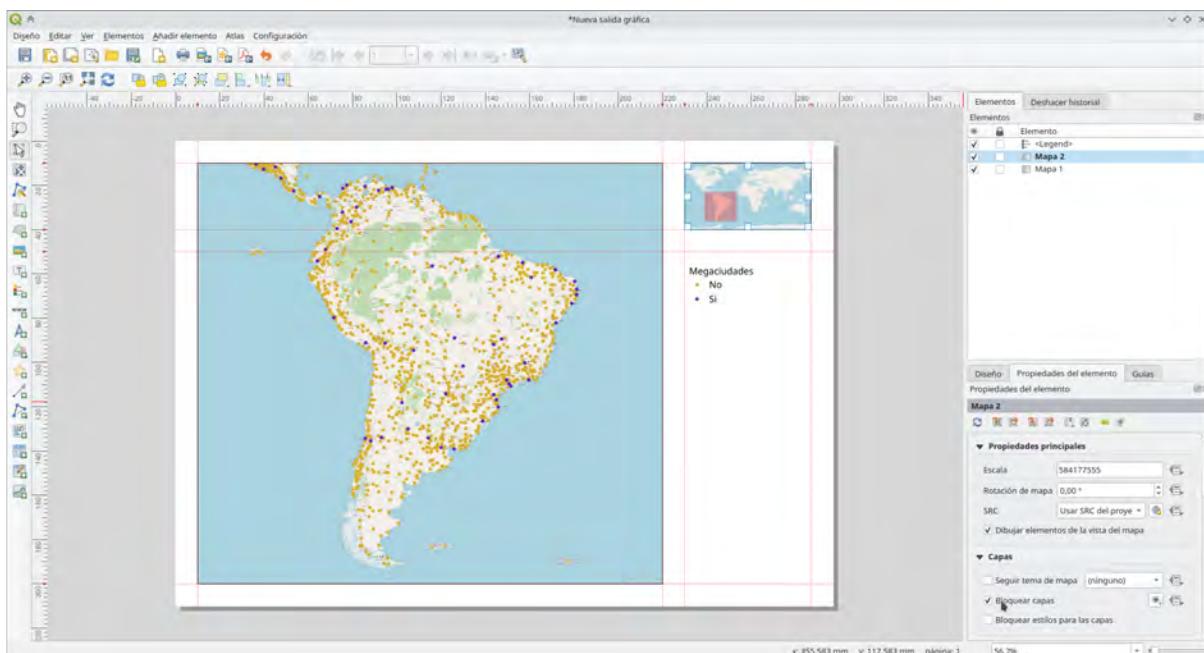


Figura 4.20: Las ciudades se muestran solo en el mapa principal. El mapa de referencia solo contiene un rectángulo que muestra la extensión del mapa principal.

Si en la ventana principal de QGIS se prende o apaga alguna capa no se modifica lo que se ve en la ventana de composición, porque la hemos bloqueado. En las mismas propiedades podríamos haber activado el bloqueo de estilo para todas las capas, esto haría que cualquier modificación de estilos que hagamos en la pantalla principal del programa no se vea reflejado en la composición.

Otra forma de solucionar este problema es utilizar «Temas de mapa», que básicamente es una forma de configurar las capas y estilos de las capas en la pantalla principal asignándole un nombre, luego se puede usar esa configuración en la composición para los distintos mapas. Más adelante veremos con mayor detalle cómo trabajar con «Temas de mapas» (ver 6.3.9).

4.4.4.5. Escala

La escala es utilizada en los mapas para entender la relación de proporcionalidad existente con las dimensiones reales del territorio. Algunos mapas pueden no tener un indicador de escala de acuerdo a si aporta algo o no en lo que se quiere comunicar, aunque por regla general debería tener.

Una escala 1:100 («uno a cien» o «uno en cien») significa que el mapa está dibujado en tal proporción que 1 unidad en el papel representa 100 unidades en la realidad. QGIS calcula y actualiza automáticamente la barra de escala, que podremos incorporarla al plano en el lugar que nos parezca más apropiado ().

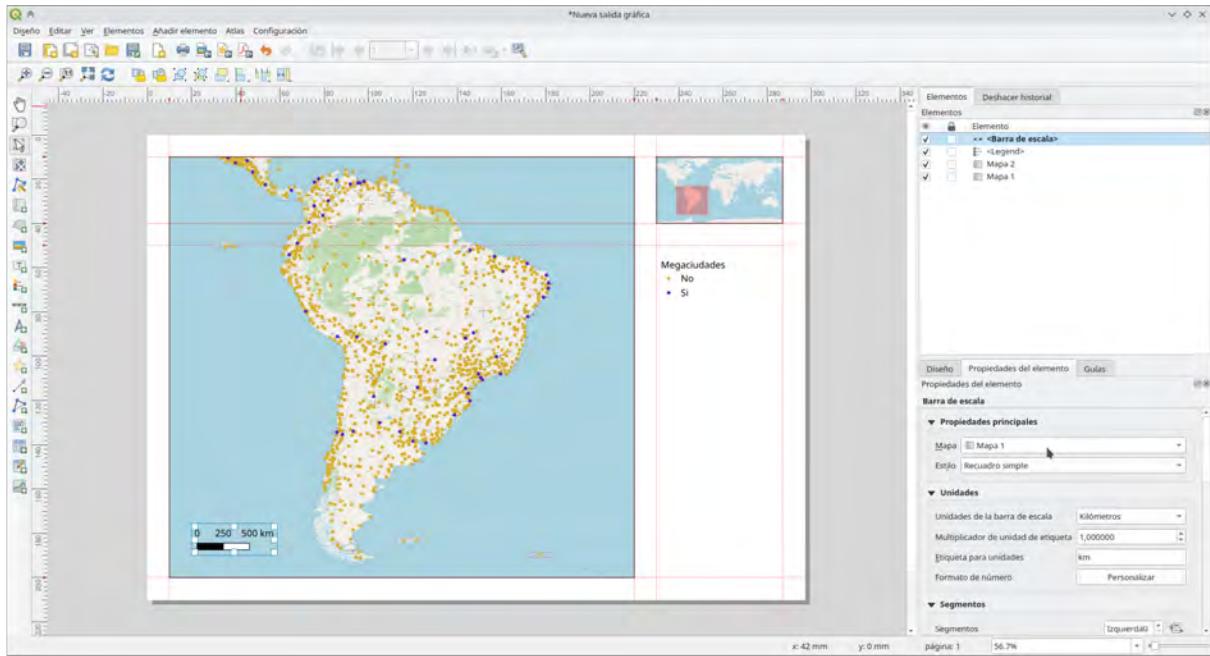


Figura 4.21: La barra de escala se auto-gradúa de acuerdo a las configuraciones por defecto. En este caso la barra muestra dos segmentos de 250km de longitud.

La barra de escala es totalmente configurable, desde el formato, las unidades de medida, la cantidad de segmentos a utilizar, el grosor del símbolo, la tipografía, etc. Se recomienda que la escala esté ubicada en algún lugar sobre el mapa que esté «vacío», como el mar o extensiones del territorio que no son importantes a efectos del mapa, y si esto no es posible se lo puede enmarcar dentro del rótulo o panel lateral.

La escala siempre está asociada a un mapa en particular. En nuestro caso, muestra la escala del *Mapa 1*, que es el principal. Para el *Mapa 2* no tiene sentido incluir una escala, ya que solo es de referencia.

4.4.4.6. Norte o Rosa de los vientos

En general se espera que un mapa siempre esté orientado de forma que el Norte geográfico quede hacia arriba, admitiéndose alguna leve inclinación hacia el Este u Oeste de forma que favorezca la interpretación en su lectura. Para dejar claro esto se prefiere ser explícitos con la flecha de Norte de mapa, que preferentemente ubicaremos en alguno de los vértices superiores de nuestro plano.

A partir de las nuevas versiones de QGIS, es posible añadir un indicador de Norte muy fácilmente ().

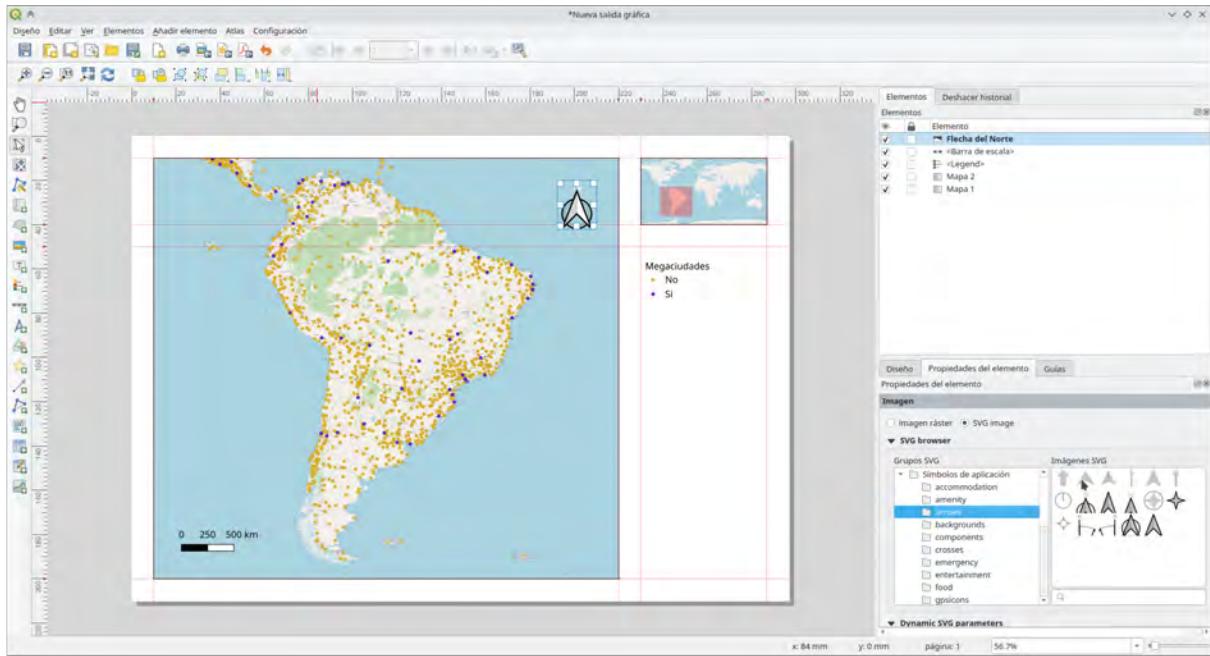


Figura 4.22: La flecha del norte se ubicó en la esquina superior derecha. Posiblemente este mapa no necesite una flecha de norte, ya que es fácilmente identificable el territorio.

El tipo de símbolo se puede modificar desde el panel de propiedades del elemento. Lo importante es adoptar un símbolo que no sea muy rebuscado y cumpla su objetivo. Su tamaño se puede modificar al cambiar la caja que lo contiene.

4.4.4.7. Rótulo o Carátula

Explicaremos cómo añadir un cuadro de información a modo de carátula o lo que se conoce en dibujo técnico como rótulo. Esto lo haremos generando un rectángulo base con borde y sobre él colocaremos cuadros de texto con distintos tamaños de letras para el título, subtítulo, atribución, licencia, etc.

Añadimos un rectángulo desde el botón «Añadir forma» (→ «Añadir rectángulo» usando las guías para enmarcar su ubicación. Desde Propiedades del elemento modificamos el estilo del rectángulo de forma que nos quede un borde de 0,7mm.

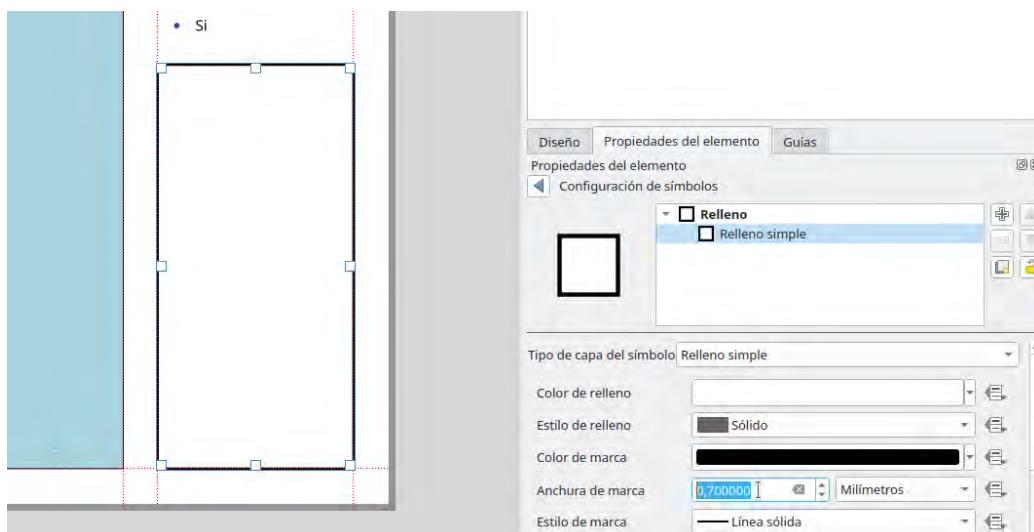


Figura 4.23: Marco de carátula.

Luego procedemos a ponerle título, subtítulo y algunos datos más al mapa mediante la herramienta de Texto

() , que podremos modificar en tamaño y tipografía desde el apartado «Apariencia».

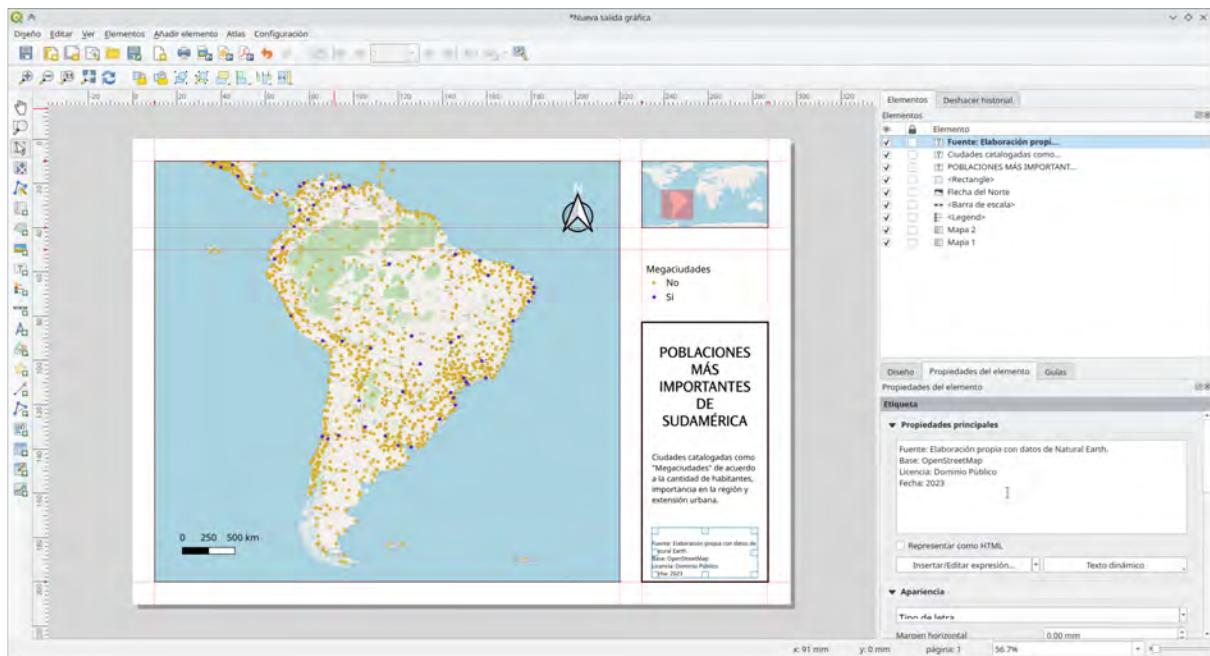


Figura 4.24: Rótulo o Carátula de Mapa.

Los elementos dentro de la carátula pueden variar de mapa a mapa, y en general se espera que quien lo observe pueda comprender de qué trata, quién lo creó y con qué fin, cuándo fue realizado, etc.

4.4.4.8. Imagen

Se podría agregar en el rótulo algún logo de la empresa o entidad que lo confecciona, códigos QR, fotos, etc.

Para ello hacemos clic en el botón de Añadir imagen () y luego demarcamos el rectángulo donde seemplazará la imagen. Este marco soporta tanto imágenes SVG (vectoriales) o ráster en múltiples formatos, en nuestro caso tomaremos la segunda opción:

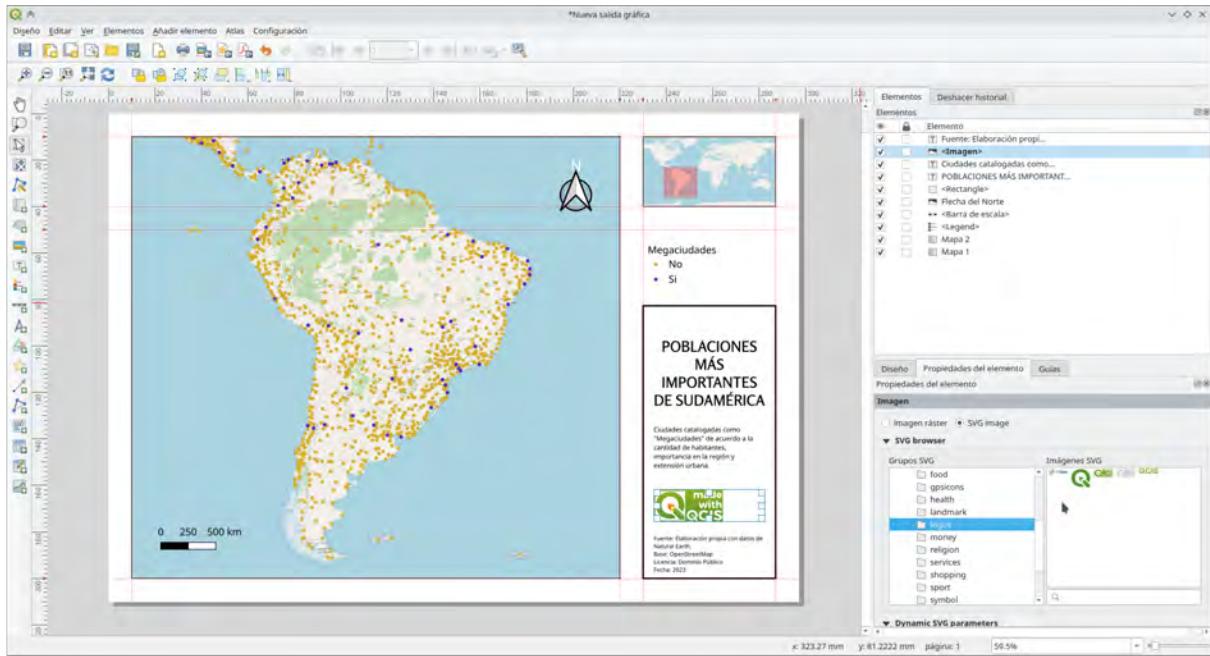


Figura 4.25: Añadido de imagen al mapa. Imagen de logo «Made with QGIS».

Al igual que el resto de los elementos en la composición del mapa, hemos configurado algunos parámetros desde el panel lateral «Propiedades del elemento». Por ejemplo, la ubicación (alineado) al medio.

4.4.4.9. Otros elementos

Otros elementos pueden incorporarse al mapa como flechas () , marcadores () , formas libres o «Elementos nodos» () , mapas 3D () , tablas de atributos () , tablas fijas () , código HTML () y perfiles de elevación () . Más adelante veremos cómo incorporar estos elementos en una composición.

4.4.5. Exportación del mapa

QGIS permite exportar mapas a diferentes formatos: Imagen ráster (PNG, JPG, etc), vectorial (SVG) y Postscript (PDF), mediante la botonería . El proceso de exportación es relativamente sencillo, el sistema nos mostrará un cuadro de diálogo donde nos pregunta en qué lugar lo queremos guardar y también con qué formato.

En algunos casos puede que el propio sistema nos advierta sobre algunas capas que están presentes en el mapa y que provienen de servicios externos como Tile Server o WMS. En este caso, habrá que aceptar la advertencia y ver qué resultados se obtiene al exportar. Particularmente para nuestro caso se tiene la siguiente pantalla antes de la exportación, donde podremos configurar algunos aspectos de la salida:

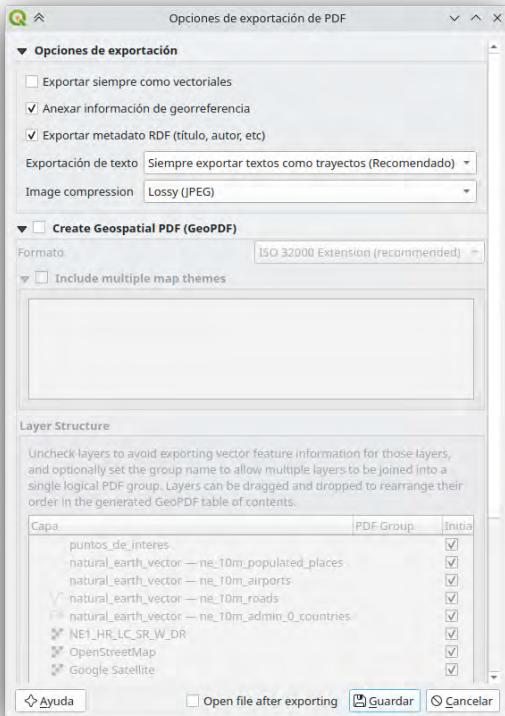


Figura 4.26: Exportación PDF.

Para el caso de la exportación a PDF, QGIS permite forzar a que el contenido vectorial de nuestro mapa se exporta en igual formato, o que se agregue información como metadatos, Georreferencia para los mapas, forma en que se exportan los textos, etc.

Además es posible activar la exportación como «Geoespatial PDF»², que básicamente incorpora características extra al PDF entre los que se destaca la georreferenciación interna.

Nota: Antes de exportar deberemos tener en cuenta las propiedades del mapa en la pestaña «Diseño» del panel lateral, como por ejemplo revisar la resolución de imagen, la cual determinará la calidad y tamaño de la imagen. Las impresoras de inyección de tinta suelen ser capaces de producir imágenes de 300 ppp y las del tipo láser puede estar entre los 600 y los 1200 ppp. Por lo tanto un valor entre 200ppp y 300ppp es correcto para una salida de impresión de buena calidad. Respecto a la resolución es importante tener en cuenta que una imagen de más de 300ppp generará archivos relativamente grandes para tamaños de hojas A1 o A0, llegando a los 10mb o más. Asimismo, el proceso de renderizado del diseñador de QGIS consume cierta cantidad de recursos en la computadora (y datos de internet para capas de fuentes externas), por lo que habrá que ser cuidadosos y tomar como práctica habitual el guardado del proyecto y datos de capa periódicamente antes de exportar.

4.4.6. Impresión directa

Si necesitamos imprimir un mapa podemos hacerlo directamente desde el botón Imprimir (🖨). El sistema nos invita a elegir la impresora, que obviamente ya debe estar instalada y en funcionamiento en nuestra computadora. El proceso de impresión no es distinto a cualquier otra impresión de documentos: configuración de hoja, calidad, cantidad de copias, etc..

4.4.7. Guardar plantilla

Las plantillas se utilizan en ciertos casos donde se producirán distintos mapas conservando una misma estética. Si guardamos el actual mapa como plantilla podremos utilizarlo más adelante como base para un

²El Geoespatial PDF o GeoPDF es una forma de PDF que dota al documento de georreferenciación e incorporación de capas. Está pensado de forma que pueda ser legible en cualquier computadora sin necesidad de tener software específico como QGIS, ya que con un lector PDF estándar lo puede leer. A la vez también admite que sea incorporado en sistemas SIG. En este artículo de Wikipedia se puede aprender más al respecto.

nuevo mapa, sin necesidad de dibujar y configurar todo desde cero y sobre todo para que el nuevo mapa conserve la misma estructura. Las plantillas se guardan haciendo clic en el botón «Guardar como plantilla» (💾), y son archivos con formato .qpt.

4.4.8. Licencia de datos

4.4.8.1. Licencias

Esta sección es un anexo donde nos vamos a dedicar a comprender una parte muy importante de todo el proceso de generación de datos públicos: cada vez que se producen datos públicos se citan fuentes y se valida información de elaboración propia que podría ser para uso interno o bien para su publicación y uso por entidades externas. En cualquier caso es necesario tener en cuenta que esos datos tienen propiedad intelectual -es decir autoría- y por lo tanto reglas de uso. Por ejemplo en el caso del plano elaborado anteriormente, hemos hecho explícito ciertas reglas de uso “libres” mediante la Licencia de Dominio Público. Esto implica que quien utiliza este material tiene el derecho otorgado de uso gratuito, copiado y distribución sin vulnerar ningún derecho.

Existen otros tipos de licencias similares a la de *Dominio Público* pero que permiten cierto control sobre la autoría o uso. Las más utilizadas para esto son las *Creative Commons Licence*. Las licencias *CC* permiten conservar y proteger la autoría del productor del material, al mismo tiempo que garantiza su uso mediante ciertas reglas. Recomendamos la siguiente familia de licencias:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

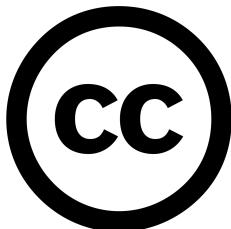


Figura 4.27: Logo de *Creative Commons*.

La licencia libre *Creative Commons 4.0 BY-SA* implica que quien utiliza este material tiene el derecho otorgado de copiar, modificar y distribuir el mismo siempre y cuando se respete que se *cite al autor* y que se *comparta de la misma forma*. Permiten conservar y proteger la autoría del productor del material, al mismo tiempo que garantiza su uso libre. Este mismo libro tiene esa licencia.

Se recomienda utilizar siempre una licencia de uso de datos (sean éstas de *Creative Commons* o de otras organizaciones), de forma que siempre sea una elección consciente los modos en que se comparte y utiliza la información, sobre todo en el ámbito de la administración pública. Para más información se recomienda revisar las siguientes webs:

https://creativecommons.org/choose/?lang=es_AR

<https://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html>

4.4.8.2. Fuentes de datos en línea

Así como podemos ser productores de datos, también somos consumidores. Por ejemplo, al utilizar un mapa de *OpenStreetMaps* o de *Google Maps/Earth* como mapa base para el uso y producción de material geográfico propio, estamos accediendo y confirmando los términos de uso y condiciones que dichas organizaciones citan en sus respectivas webs:

Google: https://www.google.com/intl/es-419/help/terms_maps/

OpenStreetMap: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:Licencia_Abierta_de_Base_de_Datos

BING: <https://learn.microsoft.com/es-es/power-platform/admin/manage-bing-maps-organization>

Entre otras cosas estas licencias permiten el uso gratuito de los datos espaciales bajo ciertas condiciones. En particular se recomienda utilizar *OpenStreetMap*, ya que es un proyecto colaborativo de mapeo mundial pensado estrechamente con fines de poder compartir la información de forma libre, permitiendo usos comerciales a diferencia de los servicios como *Google Maps* o *Bing Maps*.

De forma similar, existen diversos organismos internacionales y regionales que proveen servicios de mapas mediante protocolos *WMS* u *WFS*. Se deberá tener especial cuidado de citar la fuente correctamente y utilizar los servicios con las licencias de uso que ellos especifican.

Capítulo 5

Análisis

El quinto y último nivel está pensado para aquellos que quieren profundizar aún más en el manejo de *Sistemas de Información Geográfica* con QGIS. El objetivo es poder diseñar análisis con herramientas más avanzadas, por ejemplo, combinando datos de distintas capas. Para avanzar en este nivel se necesitará tener práctica avanzada sobre los niveles anteriores.

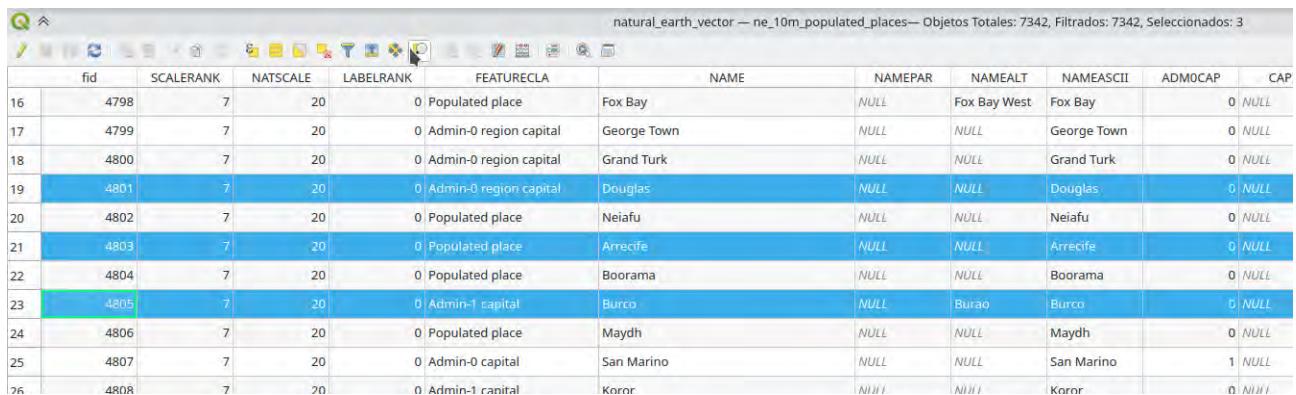
5.1. Análisis vectorial

5.1.1. Selección avanzada

En el capítulo 2 (2.9) ya se ha visto cómo seleccionar objetos. Y como ya se sabe, en QGIS es posible realizar las mismas tareas de diferentes formas, a veces más sencillas y otras veces más complejas pero con mayor control. En esta sección aprenderemos a realizar selecciones de forma avanzada, aprovechando todo el poder que tiene el programa.

5.1.1.1. Selección desde tabla

Sabemos que cada objeto espacial sobre el mapa posee una fila de la tabla de atributos asociada. Por ejemplo, si seleccionamos la fila 5 de la tabla de una capa vectorial también seleccionaremos el objeto asociado. Para ver cuál es ese objeto podemos hacer clic en el ícono de la «lupa» (🔍), «Acercar el mapa a las filas seleccionadas». Con esta acción veremos que el programa nos lleva a la ubicación del objeto seleccionado y nos acerca en zoom de forma que se visualice en el centro de la vista gráfica. También es posible hacerlo con múltiple selección. Para ello agregamos a la selección los nuevos objetos/filas presionando la tecla «control» (o «shift» si son filas consecutivas). Asimismo, todo lo seleccionado en el mapa se verá sombreado en la tabla.



natural_earth_vector — ne_10m_populated_places— Objetos Totales: 7342, Filtrados: 7342, Seleccionados: 3											
	fid	SCALERANK	NATSCALE	LABELRANK	FEATURECLA	NAME	NAMEPAR	NAMEALT	NAMEASCII	ADMOCAP	CAP
16	4798	7	20	0	Populated place	Fox Bay	NULL	Fox Bay West	Fox Bay	0	NULL
17	4799	7	20	0	Admin-0 region capital	George Town	NULL	NULL	George Town	0	NULL
18	4800	7	20	0	Admin-0 region capital	Grand Turk	NULL	NULL	Grand Turk	0	NULL
19	4801	7	20	0	Admin-0 region capital	Douglas	NULL	NULL	Douglas	0	NULL
20	4802	7	20	0	Populated place	Neiafu	NULL	NULL	Neiafu	0	NULL
21	4803	7	20	0	Populated place	Arrecife	NULL	NULL	Arrecife	0	NULL
22	4804	7	20	0	Populated place	Boorama	NULL	NULL	Boorama	0	NULL
23	4805	7	20	0	Admin-1 capital	Burao	NULL	Burao	Burao	0	NULL
24	4806	7	20	0	Populated place	Maydh	NULL	NULL	Maydh	0	NULL
25	4807	7	20	0	Admin-0 capital	San Marino	NULL	NULL	San Marino	1	NULL
26	4808	7	20	0	Admin-1 capital	Koror	NULL	NULL	Koror	0	NULL

Figura 5.1: Selección múltiple de objetos no consecutivos (control + clic). El cursor se encuentra sobre el botón de «Acercar el mapa a las filas seleccionadas».

El botón «Desplazar el mapa a las filas seleccionadas» (🔍) hace exactamente lo que dice y funciona de forma similar al botón anterior, con la diferencia de que el nivel de zoom se conserva.

5.1.1.2. Invertir selección

Si necesitamos invertir la selección actual, presionamos el botón «Invertir selección» () que se encuentra tanto en la tabla de atributos como desde el desplegable en la barra de herramientas superior de la ventana principal del programa. Esto es muy útil, ya que muchas veces se presenta el caso donde es más sencillo marcar lo que no se quiere seleccionar, y luego invertir la selección.

5.1.1.3. Seleccionar todo

Esta función no necesita mucha explicación, el botón «Seleccionar todo» () se encuentra en la misma barra que «invertir selección» y también en la tabla de atributos, permite la selección de todos los objetos de la capa vectorial. Lo mismo logramos si hacemos clic derecho sobre cualquier celda de la tabla de atributos y elegimos del menú emergente «Seleccionar todo».

5.1.1.4. Selección por atributo

A veces necesitamos seleccionar múltiples objetos mediante un atributo en particular, por ejemplo en nuestro ejemplo podríamos querer seleccionar aquellas ciudades clasificadas como 1 en el atributo «SCALERANK». Para hacerlo damos clic en el botón () «Selección por atributo» de la barra de herramientas, y luego elegir el atributo en el campo correspondiente:

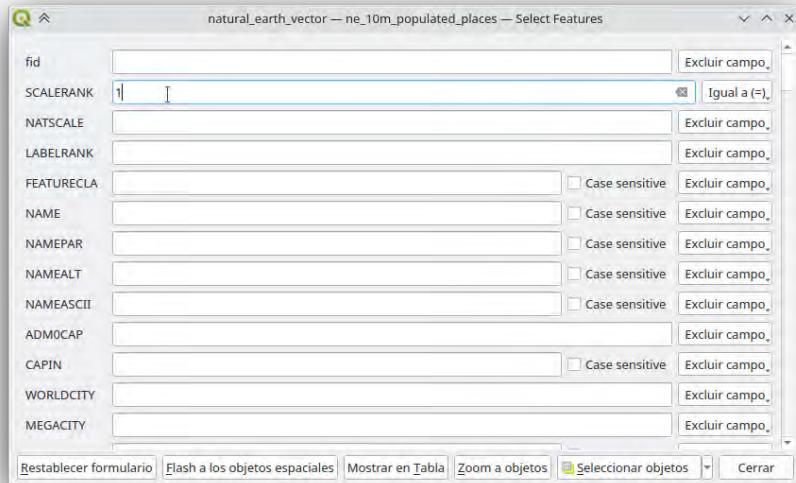


Figura 5.2: Selección por atributo.

Es posible seleccionar utilizando varios criterios a la vez. A la derecha de la ventana de selección se observa que es posible indicar de qué forma se filtrará la selección, pudiendo elegir entre otras opciones «Igual a», «No igual a», «Mayor que», entre otros.

Desde la tabla de atributos se puede utilizar la herramienta de «Seleccionar/filtrar objetos usando formulario» () para hacer un filtro o selección de forma similar. En este caso la tabla adopta la «Vista de formulario» (ver abajo a la derecha de la ventana de la tabla), luego ingresamos el atributo por el cual queremos filtrar y veremos en la parte inferior las opciones para seleccionar/filtrar:

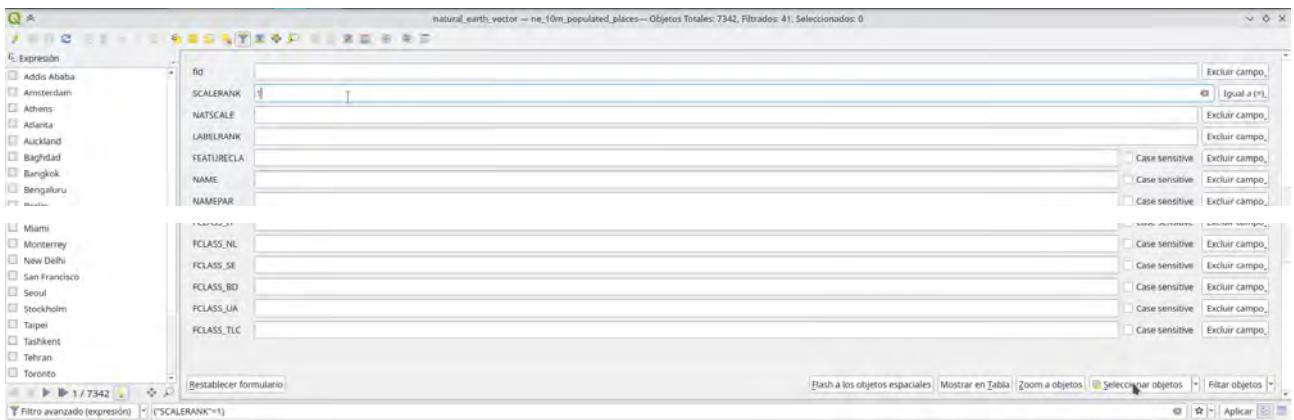


Figura 5.3: En la imagen superior se puede ver que se ha filtrado por el campo «SCALERANK» con valor igual a «1». En la inferior se observan las posibles opciones del filtro ya realizado, como por ejemplo «Seleccionar objetos».

5.1.1.5. Selección por expresión

La selección por atributos es en realidad una forma de selección por expresión, condicionada solo a ciertos filtros por campo. La selección por expresión permite utilizar una calculadora de campos para generar fórmulas más complejas. Se activa desde el botón () y allí es posible generar fórmulas de todo tipo. Para esto se necesitará tener cierta práctica sobre operaciones lógicas/matemáticas.

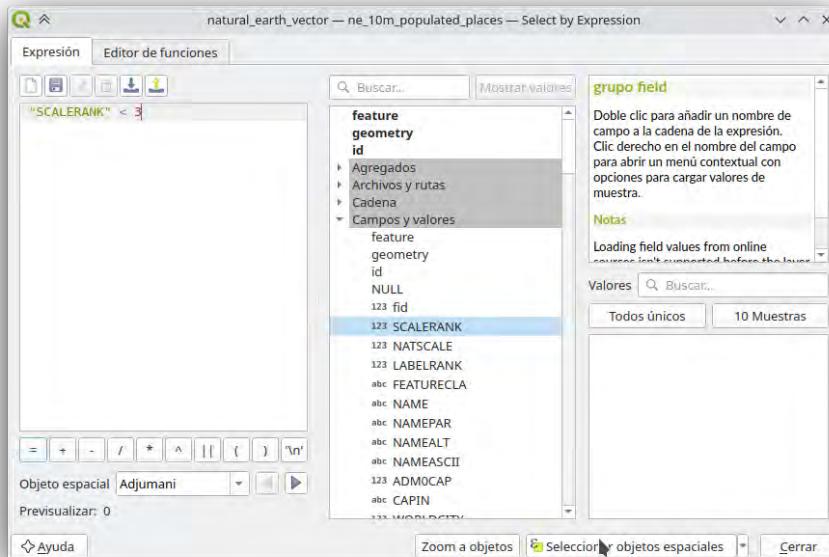


Figura 5.4: Selección por expresión, en este caso se evalúa la condición «SCALERANK» <3.

Por ejemplo, con la siguiente expresión se pueden seleccionar caminos de la capa «roads» que tengan menos de 1000 metros:

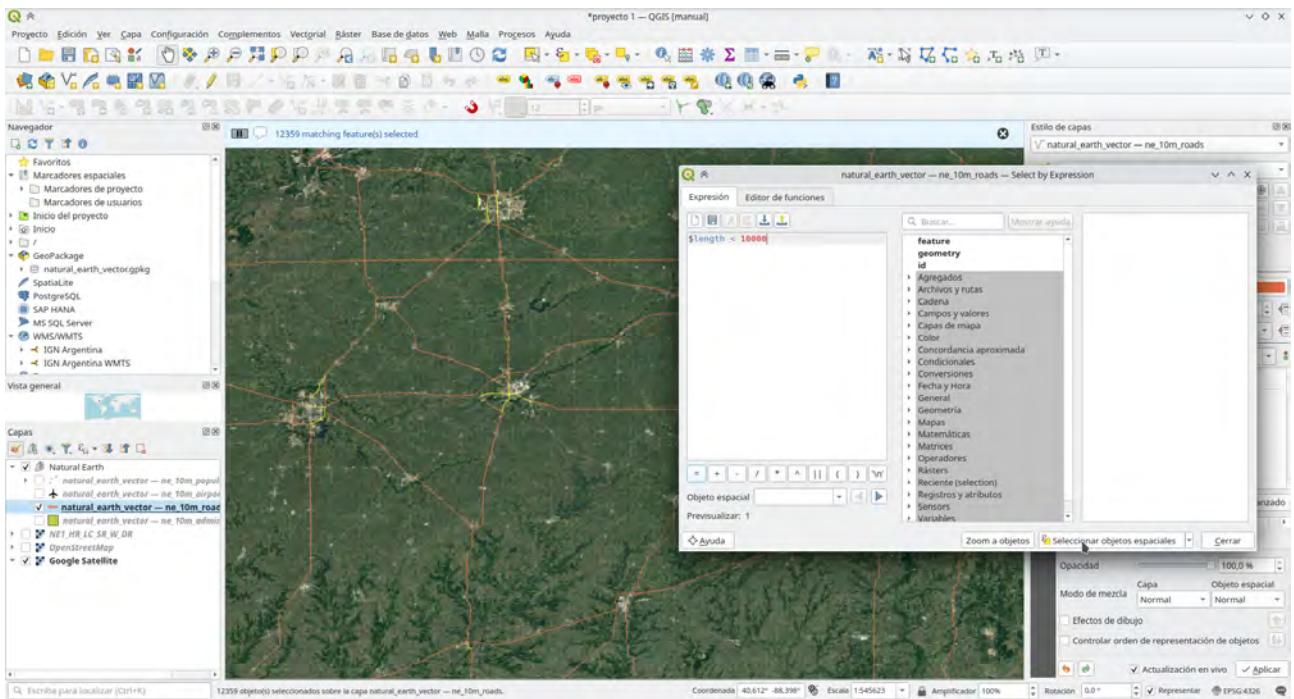


Figura 5.5: La imagen muestra la selección con la condición «`$length < 10000`» (longitud menor que 10000 metros). El comando «`$length`» calcula la longitud de los objetos en el momento de la selección.

Así como en la parte inferior de esa ventana flotante se puede seleccionar objetos espaciales, también es posible desde el mismo desplegable «Añadir a la selección actual», «Eliminar de la selección actual» o «Filtrar la selección actual».

5.1.1.6. Selección por localización

Es una forma interesante de selección que se encuentra en la barra de herramientas () y que como su nombre lo indica permite la selección de objetos de una capa que guardan algún tipo de «contacto» con objetos de otra capa vectorial, por ejemplo puntos de una ciudad que se encuentran dentro de un territorio en particular. Para que esta herramienta funcione correctamente es necesario que las capas que interactúan tengan el mismo sistema de referencia de coordenadas entre sí.

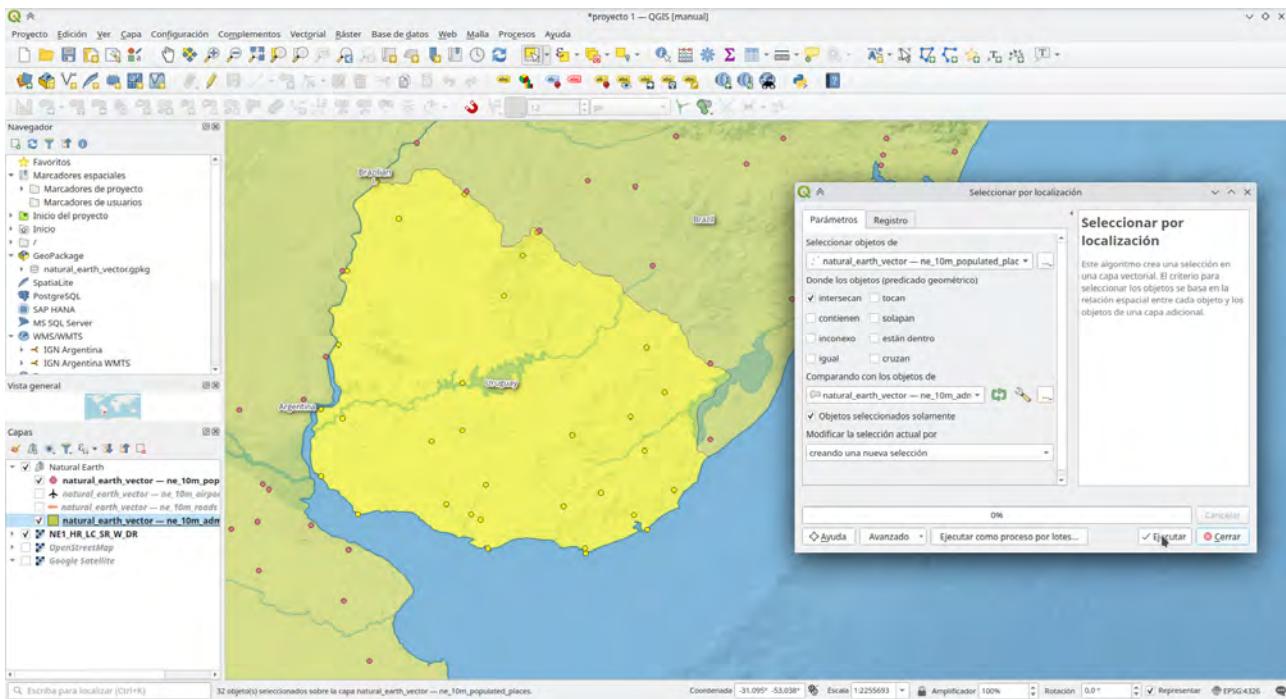


Figura 5.6: Ciudades que se encuentran dentro del polígono que ocupa *Uruguay*.

El caso de la figura anterior muestra la selección de las ciudades («populated_places») que se intersecan con el polígono de *Uruguay* (previamente seleccionado en capa «countries»). Notar que algunas ciudades perimetrales pueden no estar incluidas en la selección porque depende de la precisión con que fueron dibujadas cada capa.

5.1.1.7. Selección distancia adentro

Desde el desplegable del botón de «Seleccionar por localización» se encuentra una herramienta que permite hacer una selección similar a la anterior pero añade una distancia o buffer arbitrario sobre la base del objeto comparado, «Seleccionar distancia adentro» (■).

Para poner un ejemplo concreto, supongamos que queremos seleccionar todas las ciudades («populated_places») que se encuentran dentro o a 100km de distancia de Uruguay.

También en este caso será necesario que los SRC de ambas capas sea el mismo, y como el condicionante es la distancia se recomienda utilizar un sistema de unidades métricas, como por ejemplo el 3857 «WGS84 Pseudomercator» (o cualquier otro regional). Como las capas que utilizaremos están en sistema 4326 «WGS84» y su unidad es el grado sexagesimal necesitaremos reproyectar las dos capas (más adelante en la sección 5.5.1.7.2de este mismo capítulo se verá con mayor detalle el proceso de reproyección).

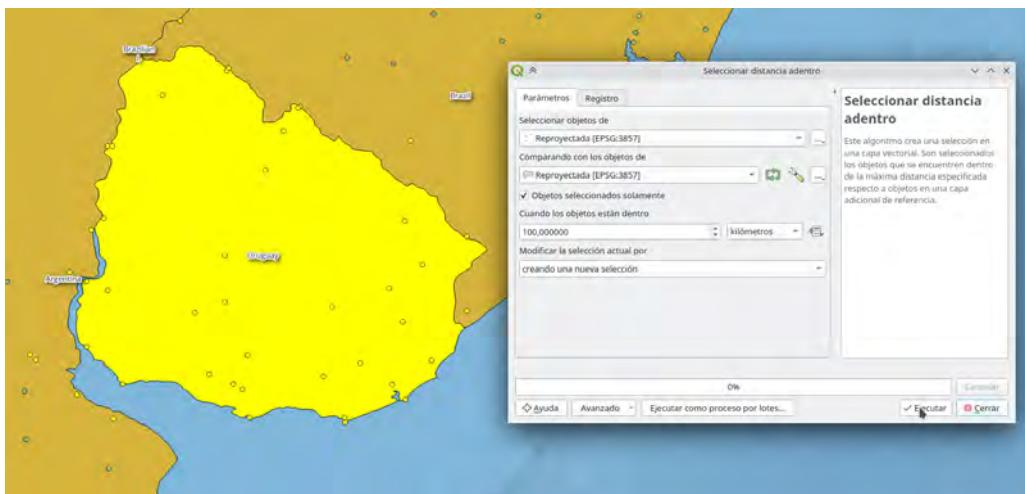


Figura 5.7: Las dos capas han sido reproyectadas para este geoprocreso. Se observa que se han seleccionado las ciudades que están dentro del país o a 100km de distancia del mismo (puntos en amarillo).

Este geoprocreso permite ahorrar un paso extra, ya que de otra forma para hacer este tipo de selección habría que crear una capa buffer temporal con la extensión ampliada en 100km y luego hacer hacer la selección por localización.

5.1.1.8. Selección aleatoria

Existen dos herramientas de selección aleatoria dentro del menú «Vectorial» → «Herramientas de investigación». Su uso puede darse en casos donde, por cuestiones lógicas de investigación, necesitemos seleccionar una muestra aleatoria del total de registros de un dataset.

Selección aleatoria Esta herramienta () seleccionará elementos de una capa con criterio de probabilidad aleatoria, pudiendo el usuario determinar la cantidad a seleccionar o el porcentaje de objetos.

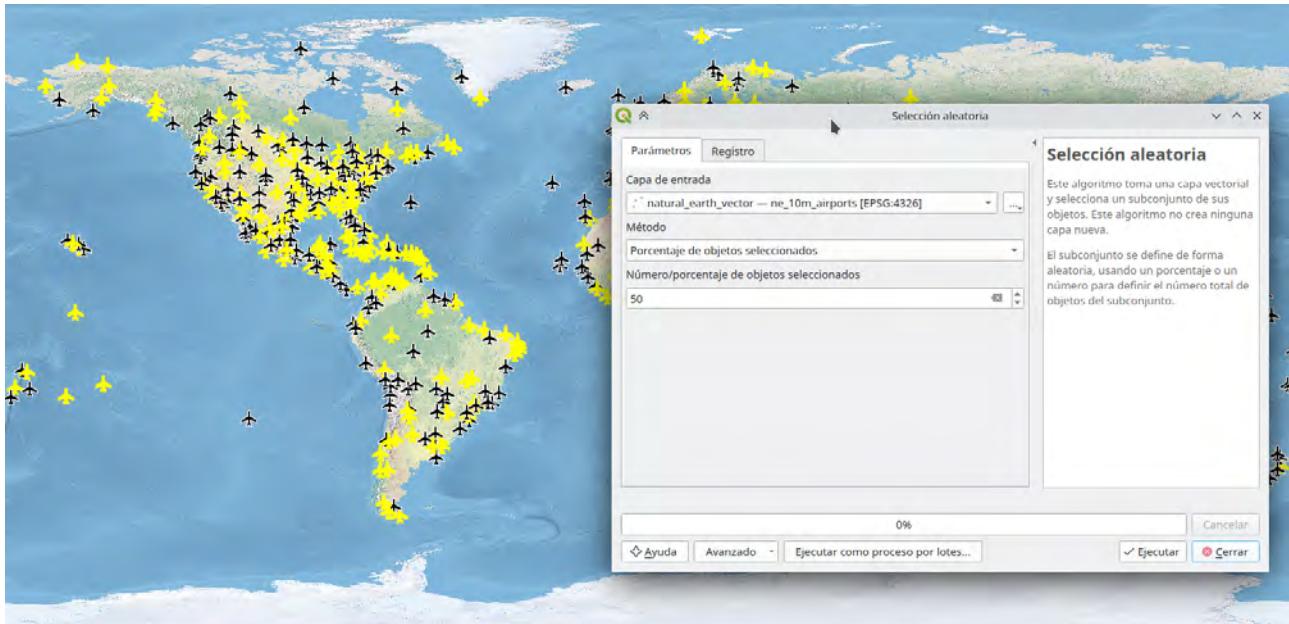


Figura 5.8: Se aplicó selección aleatoria sobre la capa de aeropuertos tomando el criterio de porcentaje al 50 %.

Selección aleatoria dentro de subconjuntos Al igual que la anterior selección, también selecciona aleatoriamente por cantidad o porcentaje, pero seleccionando esa cantidad dentro de cada categoría de un atributo dado. Por ejemplo, se puede seleccionar un 10 % de registros de cada categoría incluida en SCALERANK, de forma que tenemos una selección aleatoria que toma de cada categoría un mismo porcentaje de muestra.

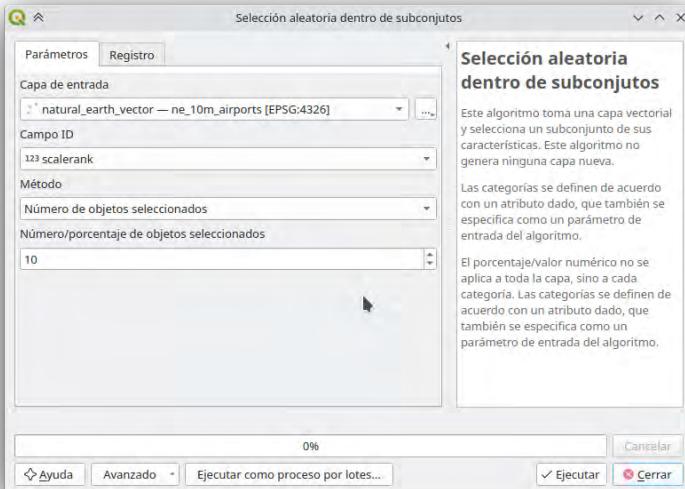


Figura 5.9: Selección aleatoria dentro de subconjuntos.

Tanto la selección aleatoria como la selección aleatoria dentro de subconjuntos son excelentes herramientas para trabajar desde la estadística con muestras sobre grandes conjuntos de datos.

5.1.1.9. Reseleccionar objetos espaciales

La reselección hace precisamente lo que indica su nombre, activa la última selección realizada. Esta acción es realmente muy útil cuando hemos realizado algún tipo de selección personalizada y quizás por error la deselegimos, entonces podremos volver a seleccionarla. La herramienta está disponible desde el menú «Edición» → «Seleccionar».

5.1.2. Formato condicional en tablas

Al igual que en cualquier planilla de cálculo tradicional es posible aquí también en QGIS dar formatos condicionales a las tablas de cualquier capa del proyecto. Su funcionamiento se basa en reglas, para campos en particular o filas completas. Los formatos condicionales se activan desde la tabla de atributos de la capa mediante el botón . Del lado derecho de la tabla se mostrará un panel donde podemos aplicar formatos para Campos o Fila completa. Se pueden aplicar cuantas reglas se requieran.

5.1.2.1. Condicional en Campo

El siguiente ejemplo muestra el formato condicional (casilla en color verde) para todos los casilleros de la tabla de ciudades («populated_places») donde la población es mayor a 100000 habitantes.

The screenshot shows the QGIS attribute table for the 'natural_earth_vector — ne_10m_populated_places' layer. The table has columns: ISO_A2, NOTE, LATITUDE, LONGITUDE, POP_MAX, POP_MIN, POP_OTHER, RANK_MAX, RANK_MIN, MEGANAME, and LS_NAME. A context menu is open over the first row, with a submenu for 'Formato condicional en Campo'. A rule is being defined for the 'POP_MAX' field, with the condition '@value > 100000' and the result 'Color verde de base'. The 'abc' cell in the first row is highlighted green.

Figura 5.10: Formato condicional en Campo. Una vez aplicado el formato solo se aplica sobre la celda que cumple la condición lógica.

En la configuración de la regla (botón «Nueva regla») se dispuso:

- Nombre «Mayor a 100000»
- Condición: @value >10000
- Predeterminado → Color verde de base

Si deseamos editar o borrar la regla hacemos clic sobre la misma.

5.1.2.2. Condicional en Fila

En este otro ejemplo utilizamos la misma condición, pero con la diferencia que se busca dar formato condicional en toda la fila:

The screenshot shows the QGIS attribute table for the 'natural_earth_vector — ne_10m_populated_places' layer. The table has columns: ISO_A2, NOTE, LATITUDE, LONGITUDE, POP_MAX, POP_MIN, POP_OTHER, RANK_MAX, RANK_MIN, MEGANAME, and LS_NAME. A context menu is open over the first row, with a submenu for 'Formato condicional en Fila'. A rule is being defined for the condition 'POP_MAX > 100000' with the result 'Fondo verde'. The entire first row is highlighted green.

Figura 5.11: Formato condicional en Fila. En la imagen se observa la misma condición que en el ejemplo anterior, pero esta vez toda la fila se sombra de verde.

- Nombre: Ciudades con más de 100000 hab
- Condición: "POP_MAX" >100000
- Predeterminado → Color verde de base

Los formatos condicionales son parte del estilo de la capa, y por lo tanto se guardan en el proyecto en que estamos trabajando con la misma.

5.1.3. Unión de tablas (join)

La unión o «join» entre tablas se hereda del mundo de las bases de datos, y QGIS trata de emular de alguna manera el mismo concepto, aunque con sus adaptaciones. Tenemos dos formas nativas para hacer relaciones en el programa:

- Unión entre dos tablas en relación uno a uno,
- y relación entre dos tablas de uno a muchos.

Básicamente una unión permite conectar temporalmente los datos de una tabla con datos de otra tabla siempre y cuando exista algún identificador/conector en común entre ellas.

Para quienes no estén acostumbrados a este concepto proponemos el siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos una capa espacial de puntos con sus respectivos «id» (códigos identificadores únicos e irrepetibles). Al mismo tiempo disponemos de otra tabla que contiene esos mismos «id» y otros datos adicionales cualquiera. QGIS puede realizar una unión temporal entre esas tablas de forma que los puntos y la tabla se relacionen uno a uno, elemento a elemento, de forma similar a como se define el concepto de función en matemática.

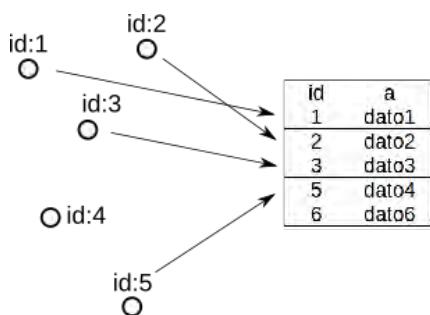


Figura 5.12: Unión de una capa de puntos con una tabla.

Las uniones entre tablas no necesariamente tienen que ser como la del ejemplo, entre una geometría y otra sin geometría, sino que se puede dar entre dos tablas cualquiera siempre que exista entre las dos un campo de unión en común, preferentemente un identificador único y no repetido si se quiere que la unión sea biúnica.

En QGIS las uniones se pueden dar entre tablas cualquiera: con geometría, archivos csv, planillas de cálculo tipo Excel u OpenDocument, tablas sin geometría en bases de datos, etc.

Nota: Las uniones no tienen por qué ser completas, es decir, que pueden darse registros que no se unen con ningún otro porque no existe un identificador coincidente.

5.1.3.1. Unión uno a uno

A modo de ejemplo hagamos la unión de la capa de «países» hacia la capa de «ciudades», es decir «countries» hacia «populated_places». Para ello activamos las propiedades de la capa de «ciudades» y configuramos la pestaña «Uniones» de la siguiente manera:

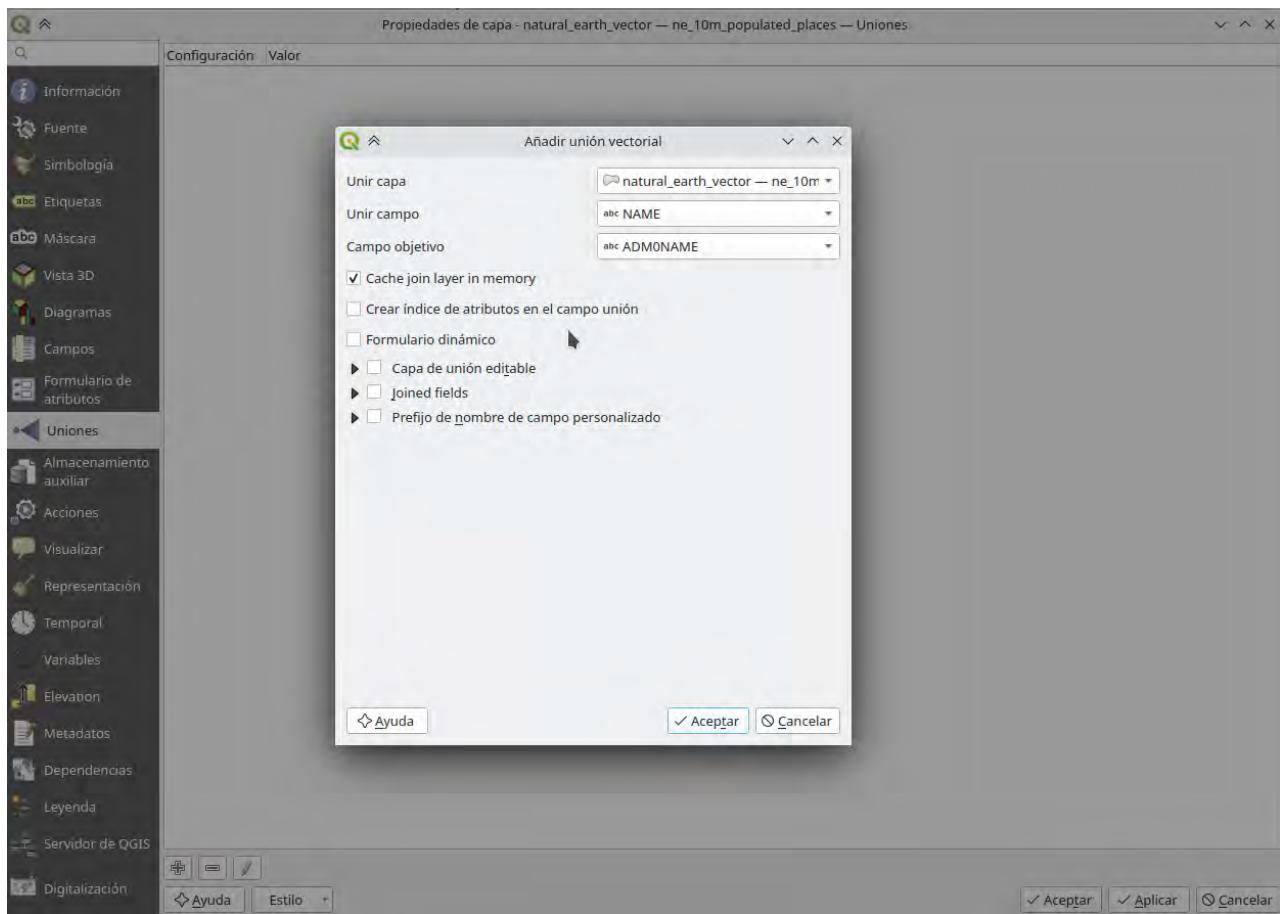


Figura 5.13: En esta unión se busca que en cada ciudad aparezcan los datos del país que coincide en nombre del campo «NAME» con el campo objetivo «ADM0NAME».

Como se puede deducir, es un join donde los datos de cada país se repetirán en cada una de las ciudades, de forma que al consultar la información de cada ciudad figuren también los atributos de la capa del país correspondiente.

	natural_earth_vector — ne_10m_populated_places - Atributos del objeto espacial
FCCLASS_IP	NULL
FCCLASS_KO	NULL
FCCLASS_VN	NULL
FCCLASS_TR	NULL
FCCLASS_ID	NULL
FCCLASS_PL	NULL
FCCLASS_GR	NULL
FCCLASS_IT	NULL
FCCLASS_NL	NULL
FCCLASS_SE	NULL
FCCLASS_BD	NULL
FCCLASS_UA	NULL
FCCLASS_TLC	NULL
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_fid	3
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_featurecla	Admin-0 country
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_scalerank	0
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_LABELRANK	2
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_SOVEREIGNT	Chile
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_SOV_A3	CHL
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_ADMIN0_DIF	0
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_LEVEL	Sovereign country
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_TYPE	1
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_TLC	Chile
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_ADMIN	CHL
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_ADMIN0_A3	0
natural_earth_vector — ne_10m_admin_0_countries_GEOU_DIF	0

Figura 5.14: Consulta de datos de la ciudad vinculada (*Mejillones*) con su país (*Chile*).

En la imagen se puede apreciar que la capa unida posee su nombre como prefijo por defecto, de modo que se identifica fácilmente dónde terminan los datos de la capa original y dónde comienzan los de la tabla unida. Lo mismo puede observarse si abrimos la tabla de atributos de «populated_places»:

natural_earth_vector — ne_10m_populated_places — Objetos Totales: 7342, Filtrados: 7342, Seleccionados: 0											
	FCCLASS_GR	FCCLASS_IT	FCCLASS_NL	FCCLASS_SE	FCCLASS_BD	FCCLASS_UA	FCCLASS_TLC	r — ne_10m_admin_0_countries_fid	ne_10m_admin_0_countries_featurecla	ne_10m_admin_0_countries_SOVEREIGNT	ne_10m_admin_0_countries_SOV_A3
1509	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1510	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1511	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1512	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1513	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1514	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1515	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1516	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1517	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1518	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1519	NULL	6	Admin-0 cou...	0	2 Argentina ARG						
1520	NULL	48	Admin-0 cou...	0	2 Russia RUS						
1521	NULL	48	Admin-0 cou...	0	2 Russia RUS						
1522	NULL	48	Admin-0 cou...	0	2 Russia RUS						
1523	NULL	48	Admin-0 cou...	0	2 Russia RUS						

Figura 5.15: Se observa la unión de la tabla ciudades con sus respectivos países.

Entre las opciones de unión se detallan las más relevantes:

- La opción de cacheado en memoria que figura como activada por defecto ayuda a agilizar las consultas unidas.
- Si activamos la opción de formulario dinámico se permite que al editar datos en la capa original se vuelvan a configurar las uniones.
- Asimismo, se puedan editar los datos de la capa unida en conjunto con la capa original, siempre y cuando las dos estén disponibles para editar si se tilda «Capa de unión editable».

- La opción de «Campos unidos» o «Joined field» permite mostrar en la unión solo los campos seleccionados, lo cual es muy útil tanto para mostrar solo los campos que queremos ver de la segunda capa como para reducir la memoria utilizada en las uniones evitando cargar datos que no son relevantes para el join.
- El prefijo de unión permite personalizar cómo quedará el nombre completo de la unión para que los nombres de campos unidos no sean tan largos.
- Se permiten múltiples uniones de tablas, es decir, una tabla con varias tablas de forma simultánea.

Nota: En el caso de que un identificador en la segunda tabla esté repetido, QGIS tomará la unión con el primer registro coincidente (*matching, pareo o matcheo*), descartando a los demás que pudieran existir en la tabla.

5.1.3.2. Uno a muchos

Las relaciones entre registros de dos tablas donde a objetos de la primera le corresponde más de uno de la segunda se denomina comúnmente de «uno a muchos». Siguiendo el ejemplo teórico anterior, se tiene una geometría de puntos con sus identificadores correspondientes («id») y aparte una tabla con campo «clave» que coinciden con esos identificadores.

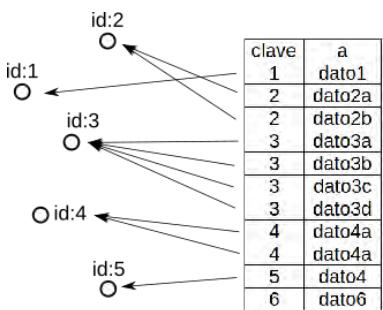


Figura 5.16: Relación de uno a muchos.

Este tipo de relación hace coincidir cada clave con el «id» correspondiente y cuando se consulta el objeto de la primer tabla se mostrarán también todos los registros de la segunda tabla que coinciden en valor de «clave-id».

En QGIS este tipo de relaciones se establece desde las propiedades del proyecto. Pongamos por caso que al consultar la capa de países (countries) nos muestre también todas las ciudades («populated_places») que se relacionan con el mismo mediante el campo «NAME» y «ADMONAME» respectivamente, como en un país hay muchas ciudades entonces estamos hablando de una relación «uno a muchos».

Para hacer la relación vamos al menú «Proyecto» → «Propiedades...» y luego en la pestaña «Relaciones» → «Añadir relación». En la ventana emergente configuramos la relación de la siguiente manera, aplicamos y aceptamos:

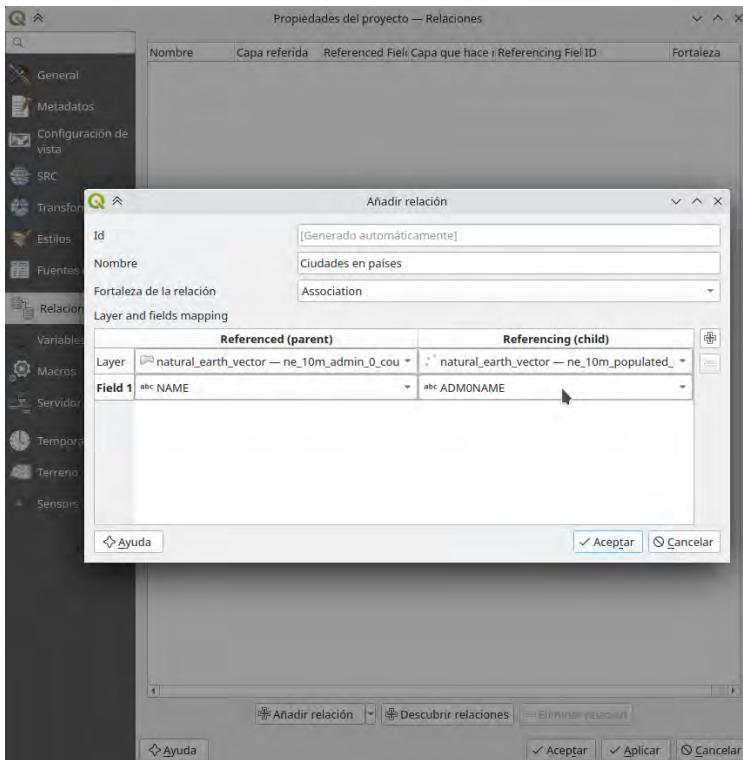


Figura 5.17: Nueva relación entre «countries» y «populated_places».

Al consultar los atributos de cualquier objeto espacial de la capa de países vemos que al final de la consulta aparecen las relaciones con cada uno de los objetos de la tabla de ciudades que se relacionan. En el caso de Chile, al realizar la consulta puntual observamos primero los atributos de la capa padre, y al final de ella la relación «Ciudades en países» donde se listan los formularios de cada una de las ciudades de ese país que están en la capa hija «populated_places»:

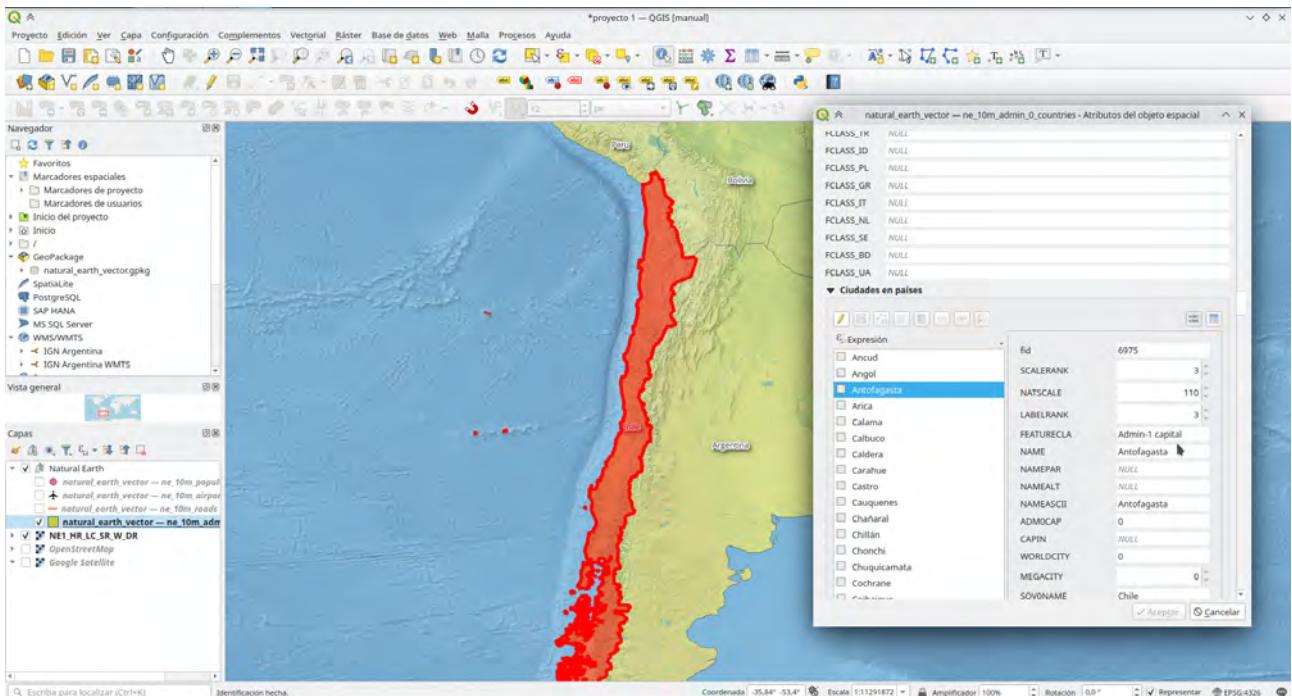


Figura 5.18: Ciudades en Chile.

En particular, para este tipo de relaciones es posible seleccionar el objeto «hijo» relacionado y editararlo directamente desde la ventana de consulta del atributo «padre». Como se puede observar en la imagen anterior, se puede activar el lápiz para editar el objeto.

5.1.4. Capas virtuales

Para quienes estén acostumbrados a trabajar con bases de datos y lenguaje SQL, QGIS incorpora la creación de capas virtuales mediante *consultas SQL*¹. Éstas pueden crearse desde el menú «Capa» → «Crear capa» → «Nueva capa virtual...» ((layer icon)) o añadirse/editarse desde «Añadir capa».

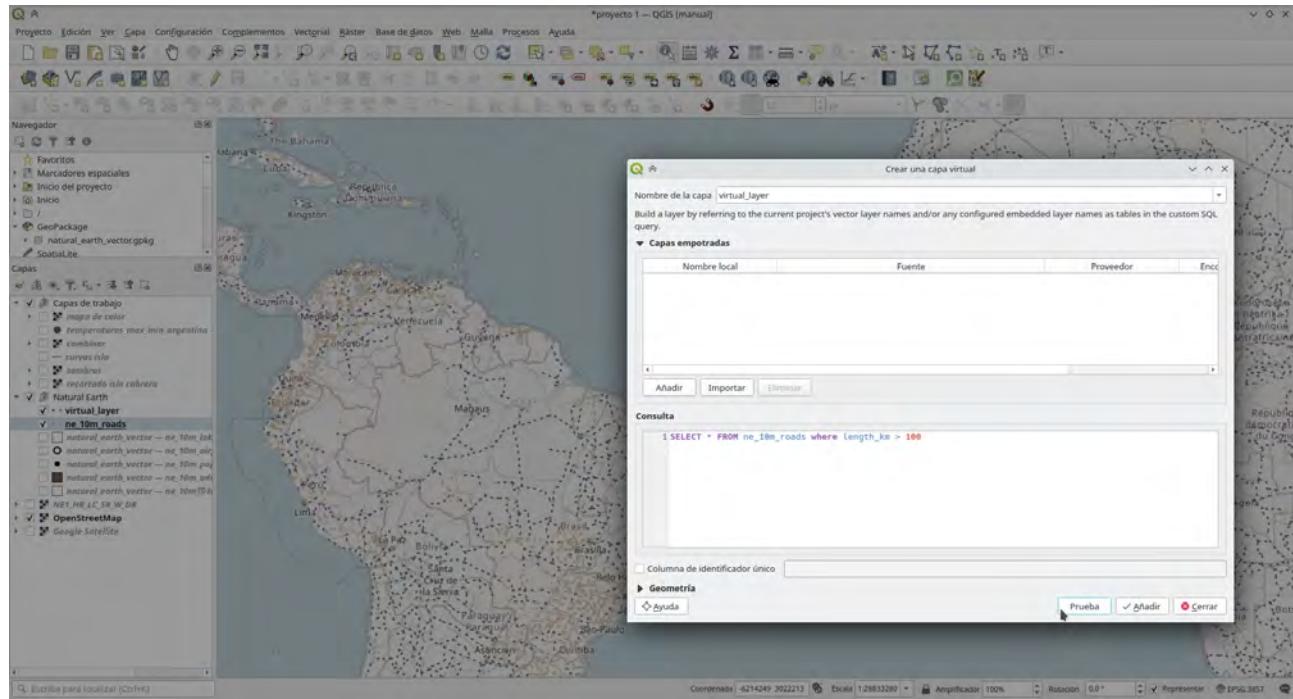


Figura 5.19: En el ejemplo se añadió una *consulta SQL* que trae al mapa (líneas azules) todos los campos de la capa «roads» cuya longitud es mayor a 100km.

```
SELECT * FROM ne_10m_roads where length_km > 100
```

La fuente de datos de la capa puede ser cualquiera que soporte nativamente QGIS, y pueden tomarse directamente desde el proyecto o bien pueden empotrarse en el constructor de consultas mediante el botón «Añadir».

¹SQL significa *Structured Query Language*, es decir *lenguaje de consulta estructurada*. Según Wikipedia, es un «lenguaje específico de dominio, diseñado para administrar, y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales».

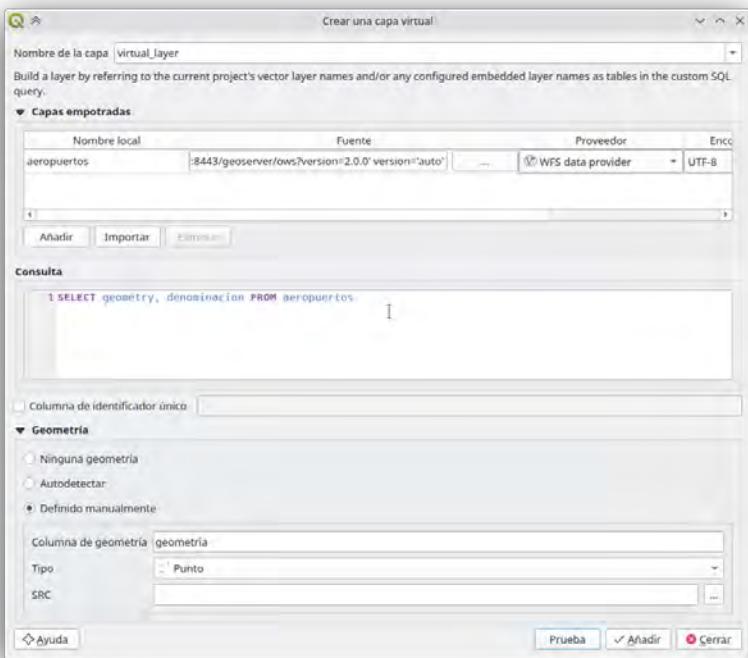


Figura 5.20: En este ejemplo se consulta un servicio WFS empotrado y solo se traen algunos campos de la tabla.

Es posible editar una capa virtual ya incorporada en el proyecto haciendo clic derecho sobre la capa y luego en «Editar capa virtual...»

5.1.5. Geocodificación

La *geocodificación* o *geocoding* (muchas veces sinónimo de georreferenciación) es el proceso por el cual se le asigna a un elemento territorial un identificador geográfico. El objetivo de la geocodificación es ubicar geográficamente un elemento a partir de su dirección. Si el identificador geográfico son coordenadas definidas en un SRC (ej. latitud y longitud) podemos hablar de la georreferenciación como una forma práctica de asociación de coordenadas geográficas a una dirección postal.

5.1.5.1. Geocodificador por lote Nominatim

En las nuevas versiones de QGIS se ha incorporado una nueva herramienta para geocodificar direcciones mediante el servicio «Nominatim»². El proceso permite hacer geocodificaciones por lote, es decir, dada una lista de direcciones. La herramienta tiene varios parámetros opcionales que pueden darse por separado en el caso de que la lista de direcciones tenga los atributos adecuados.

Para entender cómo funciona la herramienta haremos un ejemplo generando una nueva capa borrador temporal sin geometría que contenga las siguientes propiedades:

nombre (texto, longitud 255)	domicilio (texto, longitud 255)
Museo Nacional de Historia Natural	Miguelete 1825, Montevideo, Uruguay
Espacio de Arte Contemporáneo	Arenal Grande 1930, Montevideo, Uruguay
Museo Pedagógico José Pedro Varela	Doctora Adela Reta 1175, Montevideo, Uruguay

Cuadro 5.1: Tabla de atributos de puntos de interés a geocodificar

Luego, activamos la herramienta de geocodificación escribiendo en el «localizador» (abajo a la izquierda 2.28) la palabra «geocodificador» y haremos doble clic sobre la herramienta «Geocodificador por lote Nominatim». Configuramos la capa de entrada y el campo de dirección y ejecutamos el proceso:

² Nominatim es una herramienta para buscar datos de OpenStreetMap por nombre y dirección (geocodificación) y para generar direcciones sintéticas de puntos OpenStreetMap (geocodificación inversa).

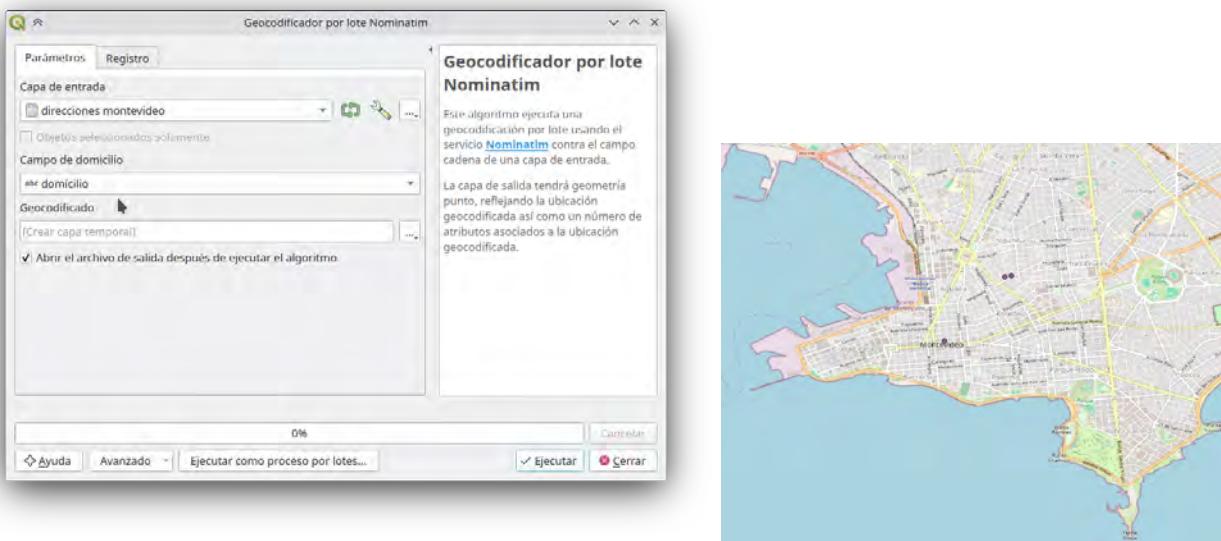


Figura 5.21: Geocodificador *Nominatim*. La imagen muestra las tres direcciones georreferenciadas en la *Ciudad de Montevideo, Uruguay*.

Así como se utilizó una capa borrador temporal se puede utilizar cualquier tipo de formato que acepte QGIS, como archivos de texto CSV o planillas de cálculo XLS, etc.

Nota: Para el campo de direcciones o domicilio postal se recomienda utilizar un formato similar al dado en este mismo ejemplo, es decir «calle número, localidad, país» o «calle número, localidad, provincia, país»³.

5.1.5.2. Complemento GeoCoding

Este plugin permite localizar un punto mediante la dirección postal o bien hallar las coordenadas dado un punto sobre el mapa. Su uso es muy simple y se activa desde el menú «Complementos» → «Geocoding» (una vez instalado el mismo). El complemento utiliza por defecto el servicio «Nominatim» para geocodificar, sin embargo esto puede configurarse para que use los servicios de «Google», pero con la diferencia que se necesitará ingresar una *API Key* válida para utilizar dicho servicio (ver aquí).

- **GeoCoding.** Esta opción agrega un punto en una nueva capa vectorial temporal con el resultado de la búsqueda de una dirección postal (utiliza la misma capa para todas las búsquedas que se realicen). Se sugiere el formato «calle número, ciudad, provincia, país» para obtener mejores resultados. Si el plugin no puede encontrar la dirección, emitirá un mensaje al respecto, y si halla más de una dirección mostrará una ventana con las opciones disponibles para la selección manual.

³

La precisión de las localizaciones dependerá también de cómo se encuentren cargados esos domicilios en OpenStreetMap, ya que muchas veces en las ciudades donde necesitamos geocodificar direcciones no están cargados correctamente los nombres de calles o las alturas correspondientes. Por ello se sugiere que si se necesita geocodificar recurrentemente direcciones postales en una localidad lo mejor es colaborar activamente con el proyecto OpenStreetMap mapeando las calles y numeraciones.

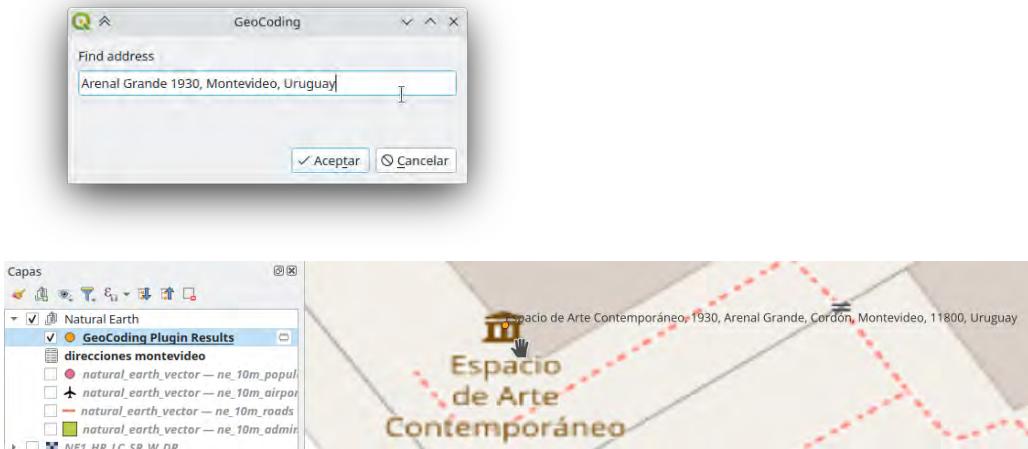


Figura 5.22: Se geocodificó la dirección del *Espacio de Arte Contemporáneo* de la *Ciudad de Montevideo, Uruguay*.

- Reverse Geocoding. La opción de Geocodificación inversa hace exactamente lo contrario a la anterior, devuelve la dirección a partir de un clic sobre el mapa. El complemento guarda el resultado de la consulta en una capa vectorial temporal.

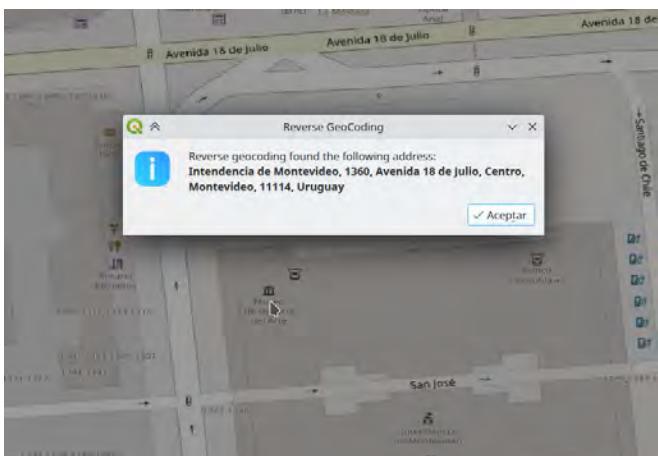


Figura 5.23: Geocodificación inversa. El plugin devuelve la dirección más precisa posible.

5.1.5.3. Complemento MMQGIS

Otra herramienta muy utilizada en QGIS para geocodificar direcciones es el complemento «MMQGIS», que es un poco más compleja de utilizar que las opciones anteriores puesto que permite ingresar una lista o lote de direcciones y distintos parámetros. El plugin en realidad contiene más herramientas que la geocodificación, por ejemplo tiene procesos de análisis, geometría, data management, etc.

Si bien uno de los puntos fuertes que tiene este complemento es que se pueden usar los servicios en linea de «Google» y «Nominatim» también permite utilizar una capa vectorial propia de tipo «callejero». Esto es una gran ventaja porque los servicios en linea tienen cierto límite de tiempo o cantidad de direcciones a geocodificar, en cambio si se utiliza una capa local de calles esto ya no es un impedimento. Además, el uso de una capa de lineas propia permite adaptar la geocodificación a otros casos como podría ser por ejemplo la localización de puntos sobre un sistema de vías de ferrocarril que contengan el dato de las progresivas.

Geocodificación con servicios en línea La geocodificación en línea utiliza los servicios de *Google* o *Nominatim* y tratará de buscar la dirección más exacta posible para devolver las coordenadas del punto, en caso de que no lo encuentre buscará alguna aproximación, y en el peor de los casos si no encuentra coincidencias apartará ese registro en un archivo aparte de forma que podamos hacer la búsqueda manual del mismo.

Si tenemos un listado con direcciones que queremos geocodificar será necesario que contenga los siguientes campos: «dirección» (*Address*), «ciudad» (*City*), «provincia» (*State*) y «país» (*Country*). El listado deberá

estar en un archivo con formato CSV con codificación UTF-8⁴ (puede trabajarse previamente en una planilla de cálculo como «MS Excel» o «LibreOffice Calc»). Podríamos utilizar los datos ya geocodificados como ejemplo:

id	nombre	direccion	ciudad	provincia	país
1	Museo Nacional de Historia Natural	Miguelete 1825	Montevideo	Montevideo	Uruguay
2	Espacio de Arte Contemporáneo	Arenal Grande 1930	Montevideo	Montevideo	Uruguay
3	Museo Pedagógico José Pedro Varela	Doctora Adela Reta 1175	Montevideo	Montevideo	Uruguay

Una vez instalado el plugin se activa desde el menú «MMQGIS» → «Geocode» → «Geocode CSV with web service».

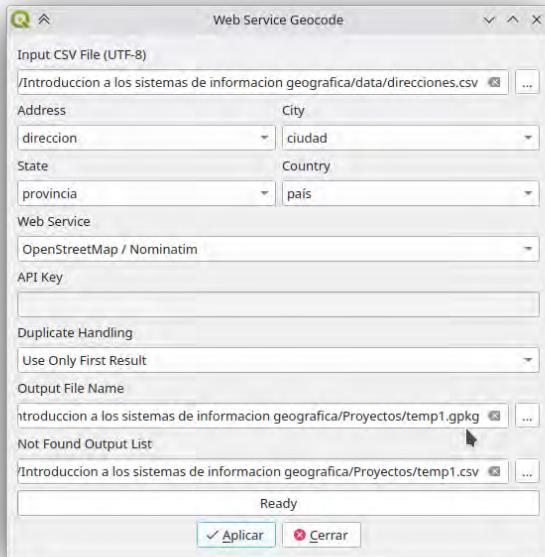


Figura 5.24: Georreferenciación con servicio en linea *OpenStreetMap/Nominatim*. Al aplicar se verá la barra de progreso que irá mostrando la cantidad de domicilios geocodificados exitosamente.

El plugin acepta cinco servicios web para georreferenciar, de los cuales los más utilizados son *Google* y *Nominatim*. El servicio de *Google* solicitará un API Key, que se deberá gestionar en la web propia de la marca. En cambio *Nominatim* es gratuito, con el límite de intervalo de un segundo por dirección georreferenciada.

Se deberá indicar si se quiere que se mapeen todos los resultados que el buscador encuentre o solo el primero (más relevante para el servicio), así también como la salida vectorial (puntos) de resultados en alguno de los formatos que permite el plugin (Shapefile, *GeoPackage*, etc.). También hay que definir ubicación y nombre de los registros no encontrados por el plugin (solo en formato CSV).

Nota: Hay que tener en cuenta que la georreferenciación de direcciones depende de la calidad del dato que se quiere geocodificar como también de los datos cargados en el servicio en linea. Por ello hay que conocer bien si las direcciones que se quieren listar en el mapa están bien documentadas, porque de lo contrario el plugin no será preciso en el proceso, dando lugar a puntos localizados en direcciones aproximadas o registros que se guardan en archivo aparte porque el buscador no logró encontrar el domicilio correspondiente. Mejorar la calidad del dato de domicilios a geocodificar aumenta la probabilidad de éxito del proceso, por ello se recomienda revisar y normalizar el listado de direcciones.

Geocodificación con callejero fuera de linea La geocodificación mediante un callejero propio es similar a la geocodificación en linea, con la salvedad de que la búsqueda de direcciones se limitará a la extensión de la capa «callejero» que se usará para el proceso. Este tipo de capa deberá ser de lineas y contener al menos un campo con el nombre de la calle, altura inicial, altura final y opcionalmente códigos ZIP. En general este tipo de capas vectoriales están segmentadas cuadra a cuadra, con la numeración inicial y final de cada lado (par e impar).

⁴La codificación *Unicode* es un estándar de codificación de caracteres, en particular se aconseja trabajar en lo posible con la codificación UTF-8 para cualquier tipo de capa vectorial.

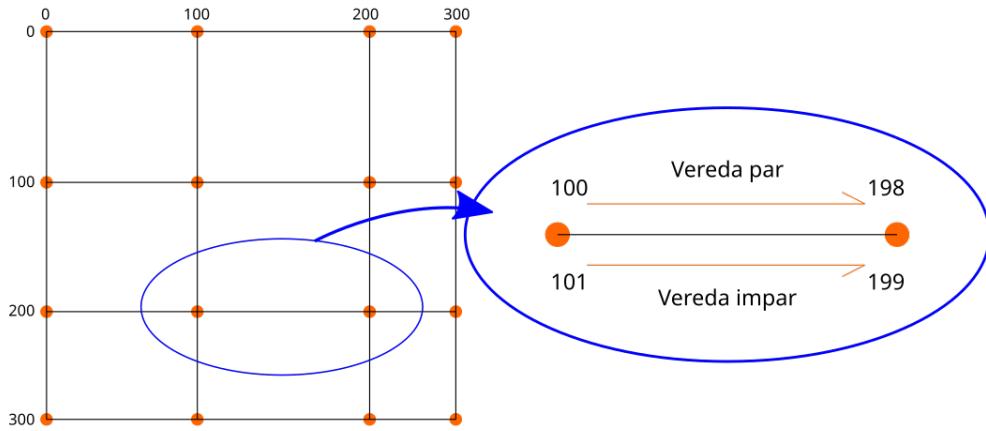


Figura 5.25: Un ejemplo de disposición de calles en una capa callejero. Se sugiere que las numeraciones iniciales y finales, pares e impares, estén en campos separados.

La geocodificación buscará la dirección exacta, es decir, tratará de encontrar el nombre de calle que se lista en el callejero, y si no lo encuentra apartará ese registro en una archivo aparte. Se activa desde «MMQGIS» → «Geocode» → «Geocode from street layer».

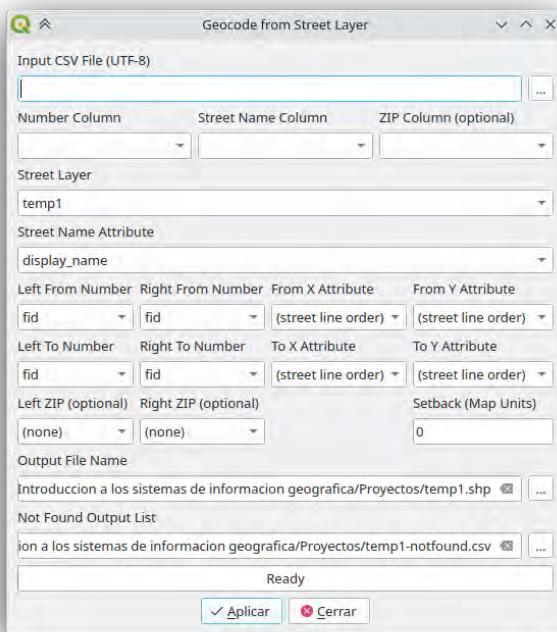


Figura 5.26: Georreferenciación con capa callejero local.

Se necesitará un archivo CSV con los campos nombre de calle y número (o altura). Opcionalmente se puede usar un campo de código ZIP (por ejemplo para distinguir distintas ciudades en un mismo listado). La configuración del plugin requiere que se definan los anteriores campos además del nombre de la capa callejero y el campo donde buscará el atributo de nombre. Se deberá indicar dónde tomar las numeraciones iniciales y finales, pares e impares (izquierda y derecha dependiendo de la normativa que se use en esa ciudad). En el campo «Setback» se define la cantidad de metros que se tomarán como distancia de cada lado del segmento de calle (offset), para distinguir las numeraciones de izquierda y derecha, porque en caso de no completar se mapearan sobre la linea del callejero.

Al igual que para el caso de la georreferenciación en linea, también aquí se deberá indicar los nombres y ubicaciones de los archivos de salidas, tanto para la capa de resultados vectorial como para los registros no coincidentes (CSV).

5.1.6. Análisis de redes

Dentro de las herramientas de análisis de redes que se encuentran en el núcleo de QGIS se encuentran las áreas de servicio y el cálculo de ruta más corta. Para todos ellos se necesita contar con una capa vectorial de red o ruta que servirá de base para el análisis.

Los problemas de redes suelen darse cuando se necesita establecer un camino entre dos o más puntos, o cuando se estudian cálculos de costos de tiempo dentro de una red. Un caso puede ser el análisis de una red ferroviaria con múltiples conexiones donde se necesitan conectar varias ciudades con un servicio. Otro ejemplo puede ser el cálculo de ruta de un cartero que debe recorrer varias direcciones en cierto orden determinado.

Las herramientas que veremos a continuación pueden servir para resolver este tipo de problemáticas, sin embargo para problemas realmente complejos de este tipo recomendamos el estudio de complementos como *pgRoutingLayers*, *ORS Tools* y *QNEAT3*.

A continuación usaremos en todos los casos la capa «roads» de *Natural Earth* como capa de caminos y reproyectaremos la capa a EPSG:3857 para que los cálculos sean en unidades métricas (la llamaremos «caminos»). Asimismo utilizaremos el algoritmo de «Tipo de ruta a calcular» «Más corta», ya que la capa no dispone de datos de velocidad por tramos entre sus atributos (ver «Advanced parameters» al final de esta sección).

Todos los procesos se encuentran en la «Caja de herramientas de procesos» ().

5.1.6.1. Ruta más corta (punto a punto)

Esta herramienta permite encontrar el camino (más rápido o más corto) entre dos puntos. Por ejemplo podemos estudiar el camino más corto entre las ciudades Australianas de «Perth» y «Canberra» marcándolas manualmente en el mapa como «Punto de inicio» y «Punto final»:

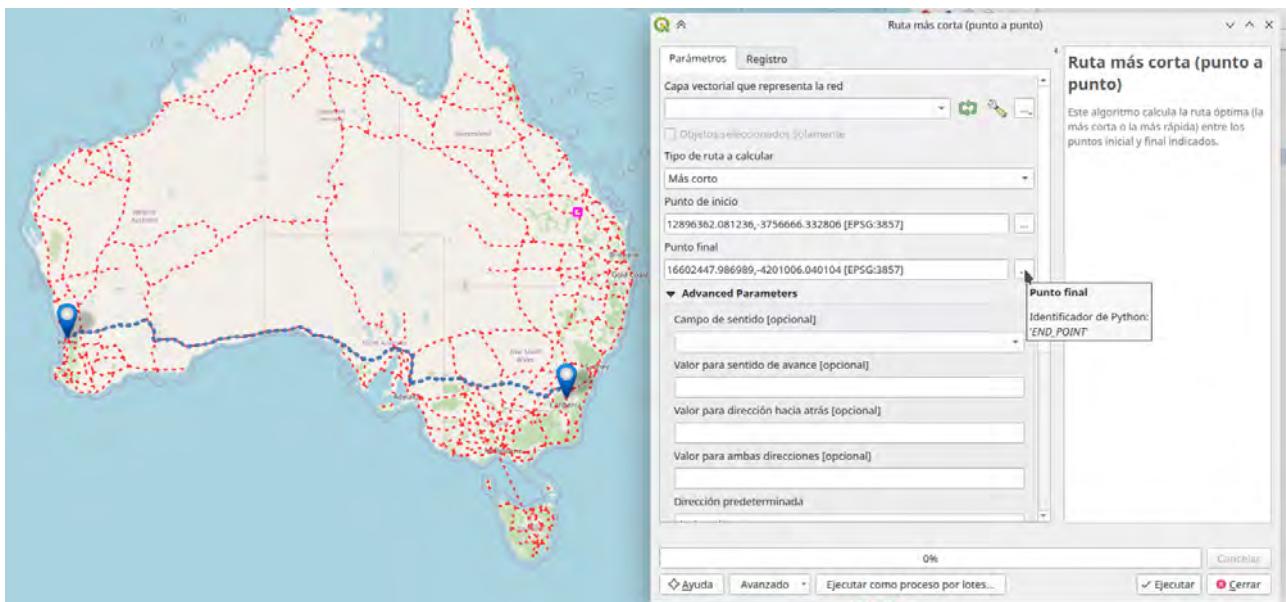


Figura 5.27: El camino trazado muestra el camino más corto calculado entre esas ciudades. Para mostrar mejor los puntos de salida y llegada se los marcó previamente en una capa de anotación temporal.

5.1.6.2. Ruta más corta (punto a capa)

El proceso es similar al anterior, solo que en este caso se harán múltiples cálculos desde un punto ubicado manualmente en el mapa hacia todos los puntos de una capa (o subconjunto de puntos seleccionados).

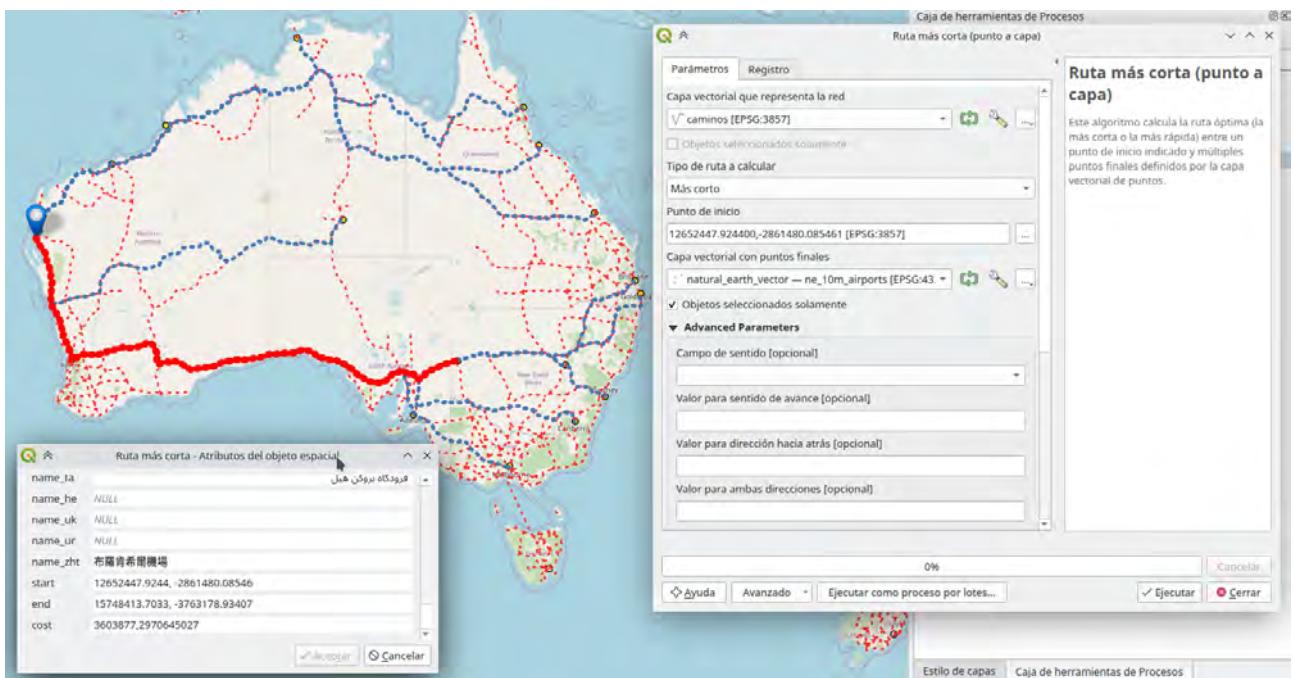


Figura 5.28: El punto de partida está en la ciudad costera Australiana de «Carnarvon» y los puntos de llegada son puntos de la capa «airports» (previamente seleccionados).

5.1.6.3. Ruta más corta (capa a punto)

De forma inversa al algoritmo anterior, este proceso calcula rutas óptimas desde una capa de puntos (o subconjunto previamente seleccionado) hacia un punto determinado.

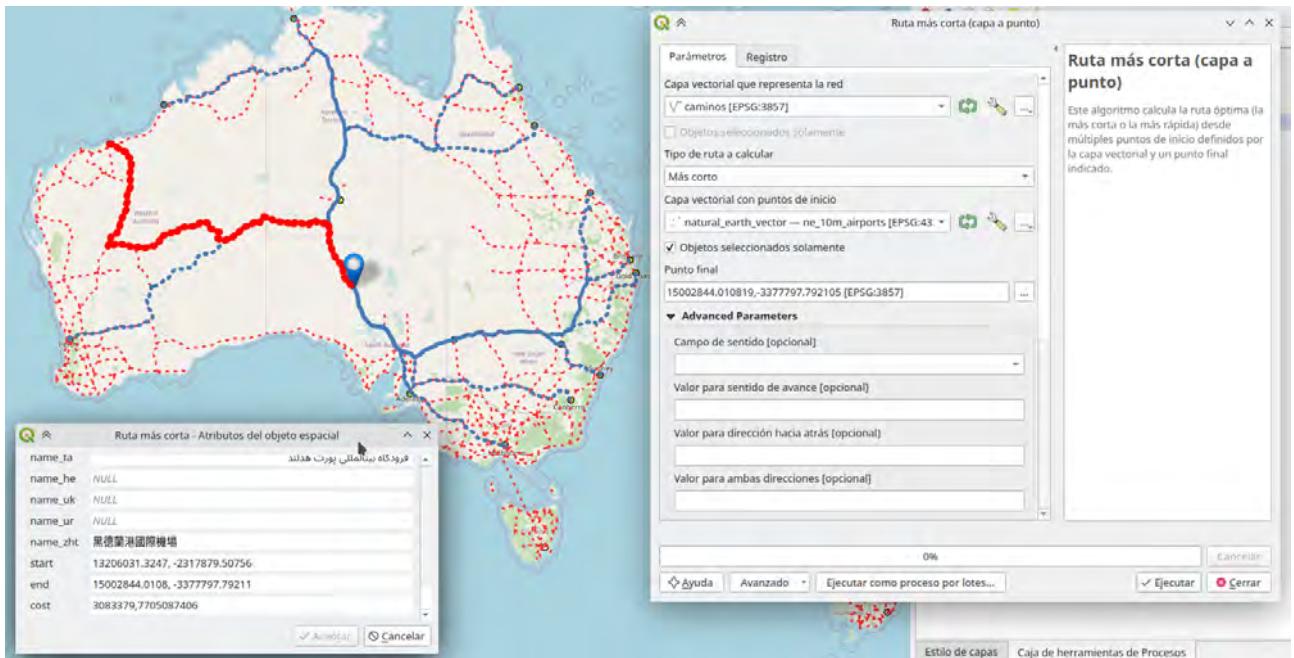


Figura 5.29: Se observan todas las rutas desde los aeropuertos («airports») hacia la ciudad de «Coober Pedy» en el centro de *Australia*.

5.1.6.4. Área de servicio (desde punto)

Dado un punto sobre una red y una distancia (o tiempo) determinado, el algoritmo de «Área de servicio» calcula el avance que se tendrá desde dicho punto hacia afuera de la red. Visto de otra forma las áreas de servicio son una especie de buffer desde un punto sobre una red de líneas en donde puede utilizarse para el cálculo tanto distancia como tiempo.

Este algoritmo puede responder a problemas de optimización como por ejemplo ¿hasta qué parte del territorio puedo alcanzar con cierta cantidad de combustible sabiendo que el máximo son 600km?.

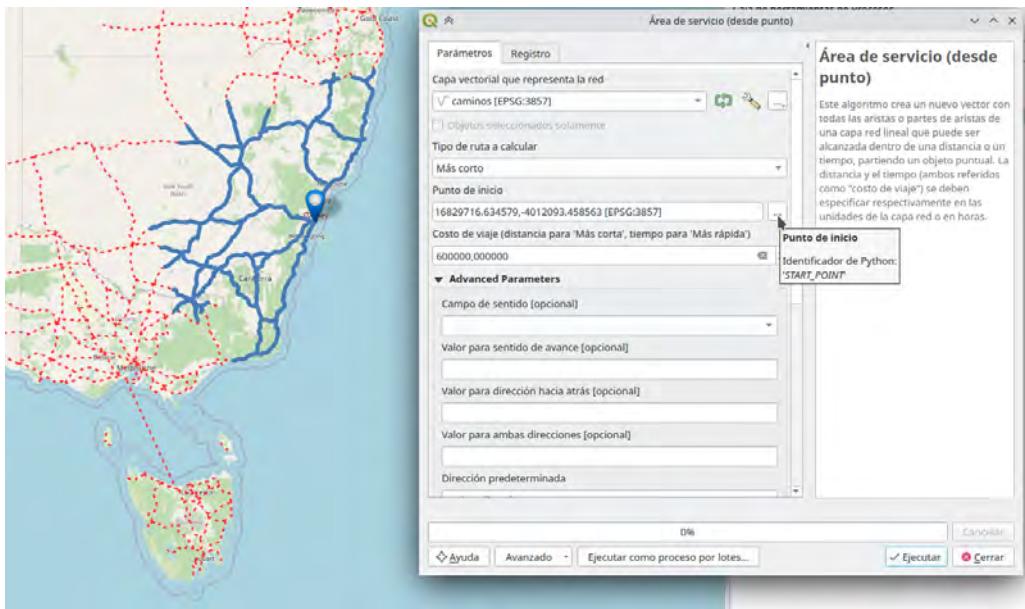


Figura 5.30: Se ha calculado el alcance de 600 kilómetros (600000m) desde la ciudad Australiana de «Sidney».

5.1.6.5. Área de servicio (desde capa)

De forma similar al algoritmo anterior, este proceso toma una capa de puntos (o subconjunto previamente seleccionado) y calcula el área de servicio desde cada uno de ellos.

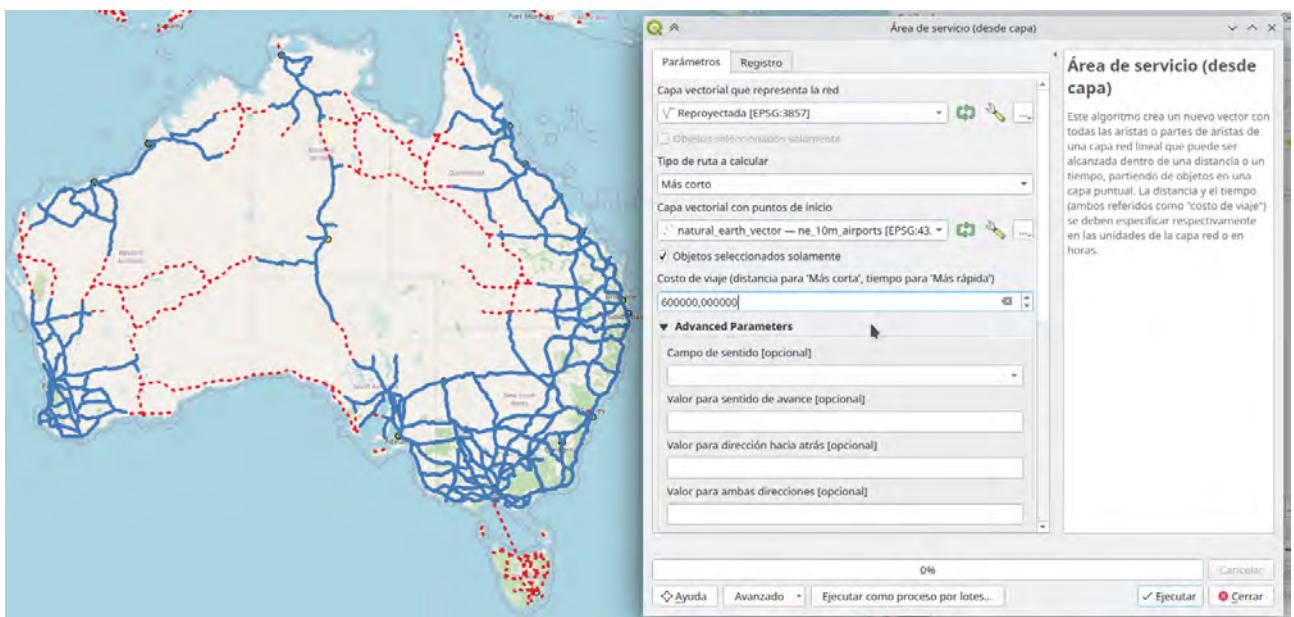


Figura 5.31: La capa de puntos de inicio son los aeropuertos australianos de la capa «airports».

5.1.6.6. Advanced Parameters

Para cada uno de los procesos anteriores hemos tomado la configuración más sencilla al hacer los cálculos, dejando por defecto los parámetros avanzados que ofrecen. Explicaremos a continuación los parámetros que pueden configurarse en caso de que se pueda o se necesite.

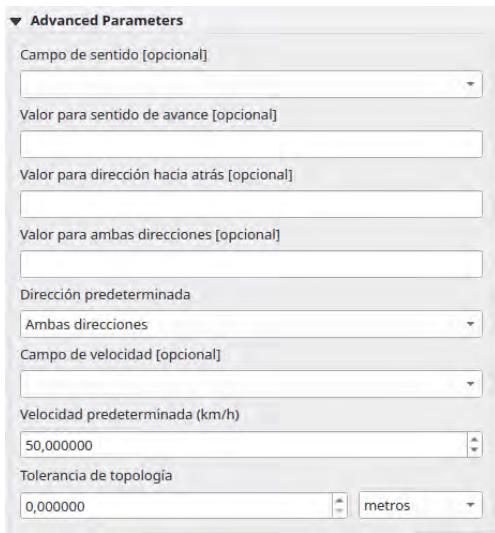


Figura 5.32: Parámetros avanzados comunes en los algoritmos de análisis de redes.

Campo de sentido [Opcional] Solo para el caso de que tengamos una capa de red con un campo en donde cada vector tenga el valor de sentido configurado. Para una capa de tipo «callejero» podría contener un campo llamado «sentido» con valor de atributo «ambos» para cuando la calle permite ambos sentidos de avance, «directo» para cuando el avance de calle coincide con el sentido en que se dibujó el vector e «inverso» para cuando el sentido de avance es contrario.

Valor para dirección de avance [Opcional] Siempre que tengamos un atributo donde figure el sentido, tendremos que escribir aquí el valor para el avance. En el caso anterior el valor sería «directo».

Valor para dirección de hacia atrás [Opcional] Siguiendo la misma idea anterior, aquí el valor sería «inverso».

Valor para ambas direcciones [Opcional] De igual forma, aquí irá el valor del atributo donde se define el sentido en ambas direcciones. En nuestro ejemplo «ambos».

Dirección predeterminada. Por defecto la dirección predeterminada se da para ambos sentidos, es decir que si no definimos un sentido el proceso asume que cada linea de la red puede ser tomada en cualquier dirección. Si tenemos una red donde el sentido de dibujo es igual al sentido donde se puede avanzar, entonces podemos configurar este campo en «Sentido de avance».

Campo de velocidad [Opcional] Solo en el caso de que nuestra red de lineas contenga un campo donde se haya configurado la velocidad máxima (km/h) para cada tramo y que se haya elegido el «Tipo de ruta a calcular» como «Más rápido».

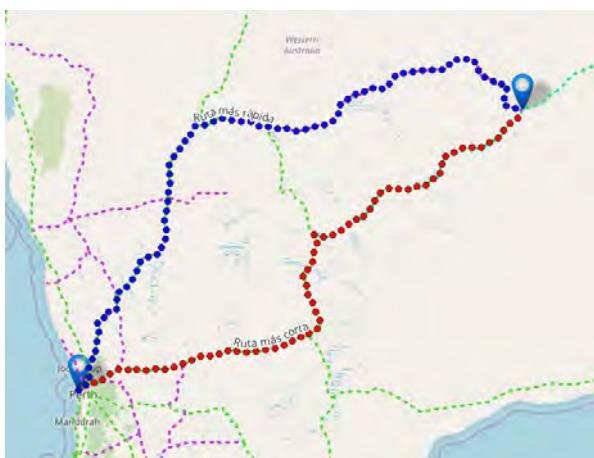


Figura 5.33: La linea de puntos azul es la ruta más rápida y la roja es la más corta. Para hacer este cálculo hemos creado previamente un campo nuevo en la capa de «caminos» donde asignamos velocidades a cada tramo según su clasificación «type» (autopistas, caminos, derivaciones, etc).

Velocidad predeterminada (km/h) Solo para el caso de «Tipo de ruta a calcular» igual a «Más rápida», si no se activa este parámetro se tomará por defecto 50km/h y el resultado será similar al de ruta «Más corta», pero la capa de salida tendrá el campo costo expresado en horas en lugar de km.

Tolerancia de topología Al observar en detalle las redes de caminos de la capa «roads» hemos detectado que no se unen topológicamente entre sí en algunas partes del mundo, por eso si al hacer nuestros cálculos vemos que la ruta calculada se aleja visualmente de lo óptimo o arroja error de cálculo debemos configurar el valor de «Tolerancia de topología» dentro de «Advanced Parameters». Este parámetro de configuración hace que la ruta pueda «saltarse» cierta cantidad de metros (o unidad elegida) entre nodo y nodo si es necesario, como si se tratara de una unión topológica perfecta entre nodos de las distintas líneas que componen la capa.

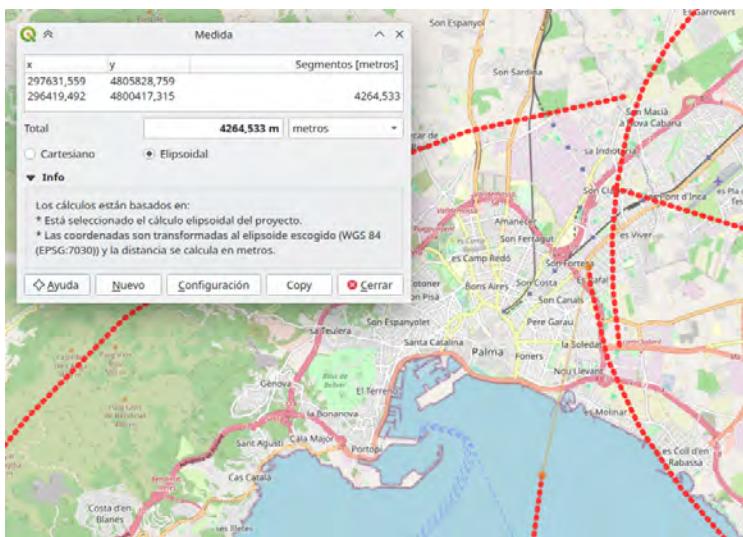


Figura 5.34: En la *Isla de Mallorca* se observa que las trazas deberían unirse entre sí para generar una red de caminos continua, sin embargo ya figura así en el dataset original. En este caso particular se recomienda utilizar «Tolerancia de topología» no menor a 5km, o bien modificar manualmente los nodos para que la red sea topológicamente continua.

5.1.7. Herramientas de geoprocessos y geometría

En esta sección aprenderemos a utilizar algunas herramientas de geometría y geoprocessos que son utilizadas frecuentemente en el análisis vectorial. Trataremos de brindar ejemplos concretos con las capas de datos que disponemos. Es posible que se omita de aquí en adelante la localización de cada herramienta dentro del programa QGIS, ya que se pueden encontrar dentro de los sub-menús del apartado «Vectorial» en la barra superior, desde la caja de herramientas (recomendado), o bien desde el caja «localizador» 2.28 a la izquierda de la barra inferior⁵.

Nota: Algunos de los algoritmos que se describen a continuación pueden ser ejecutados de forma que se apliquen directamente sobre la capa de origen o bien que generen una nueva capa producto. Asimismo las que describimos a partir de este apartado se encuentran en el núcleo de QGIS, aunque también es posible que otros proveedores de procesos puedan brindar funcionalidades similares, como «SAGA», «GRASS», «WhiteboxTools» o «R» (ver menú «Configuración» → «Opciones...» → «Procesos» → «Proveedores» para conocer qué procesos están disponibles en el sistema).

5.1.7.1. Comprobación de validez de geometría

Al procesar algunos algoritmos es posible que QGIS emita en el registro algún tipo de advertencia del tipo *geometría inválida*:

«El objeto (1) de "natural_earth_vector — ne_10m_ocean" tiene geometría inválida. Por favor corrige la geometría o cambia la opción "Filtrado de objetos inválidos" para esta entrada o globalmente en las opciones de procesamiento. Execution failed after 0.22 segundos».

⁵La caja «mágica», que resulta muy útil para el trabajo cotidiano con QGIS.

Para resolver este inconveniente y poder continuar el proceso se recomienda en principio verificar la validez de geometría de la capa que se menciona o bien obligar al programa a que ignore ese error de alguna manera y siga adelante con el proceso (aunque esto pueda dar lugar a errores geométricos en la salida del mismo).

Una forma de hacer esto último es ingresar en el botón de «Opciones avanzadas» de la capa (⚙) de la pestaña «Parámetros» del proceso y allí seleccionar la opción «Do not Filter» para el campo «Invalid feature filtering».



Figura 5.35: Opciones avanzadas para el procesamiento de geometrías inválidas.

Otra forma de solucionar este problema es utilizar la herramienta «Comprobar Validez...» (✓) del sub-menú «Geometría» dentro de «Vectorial». Esta herramienta verificará si las geometrías cumplen con ciertos criterios topológicos con el fin de encontrar errores en la composición geométrica como vértices duplicados, registros sin geometría, etc. A veces, cuando aplicamos ciertos procesos como intersecciones o diferencias, se producen duplicados de vértices, y esta herramienta ayuda a subsanar esos errores.

El resultado del proceso devolverá una capa de *geometría válida*, una *geometría no válida* y otra de *salida errónea* (que contiene puntos donde se dan los conflictos). Se recomienda el método «QGIS» por sobre «GEOS» ya que es más exhaustivo. Luego habrá que revisar manualmente la geometría inválida y repararla, eliminando nodos duplicados, auto-intersecciones, etc.

Por último, aparte de recomendar utilizar las herramientas «Corregir geometrías» y «Borrar nodos duplicados» para subsanar posibles errores de geometría, también se sugiere activar un complemento que viene instalado por defecto en QGIS (pero no activo): *Comprobador de geometría* (Menú «Vectorial»). El plugin tiene múltiples opciones para detectar errores de geometría, y una vez comprobados es posible repararlos automáticamente dentro de la misma herramienta:

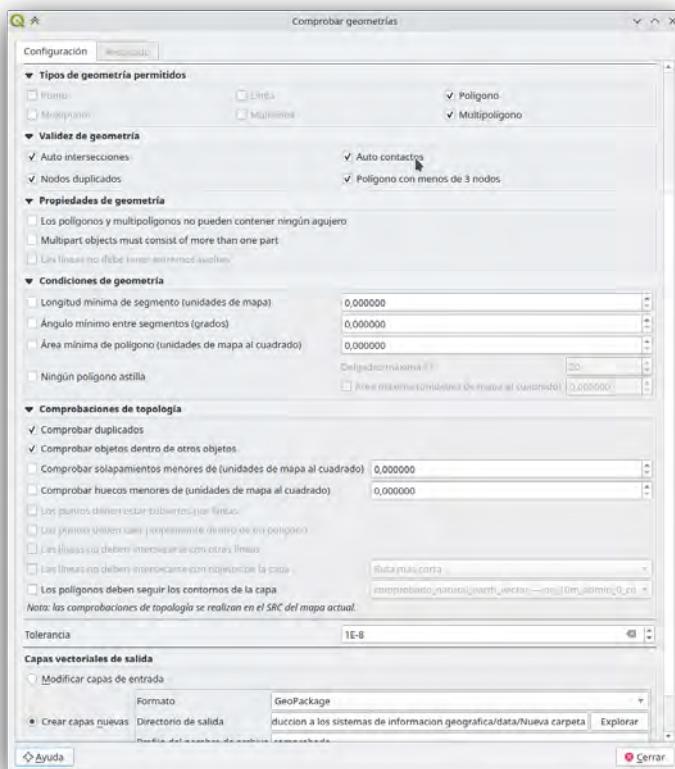


Figura 5.36: Se pueden seleccionar las capas a seleccionar como así también múltiples parámetros como las auto-intersecciones, nodos duplicados, etc.

5.1.7.2. Buffer o zona de influencia

En la sección de selección avanzada ya se mencionó la palabra buffer para la «Selección distancia adentro», veremos ahora con mayor detalle de qué se trata un buffer. Es una herramienta de análisis vectorial que permite generar una capa poligonal a partir de otra cualquiera mediante una distancia determinada, es decir que dibuja un área o zona de influencia a partir de una geometría y una distancia dada. En programas del tipo *CAD* esta herramienta es conocida como «offset» o «equidistancia».

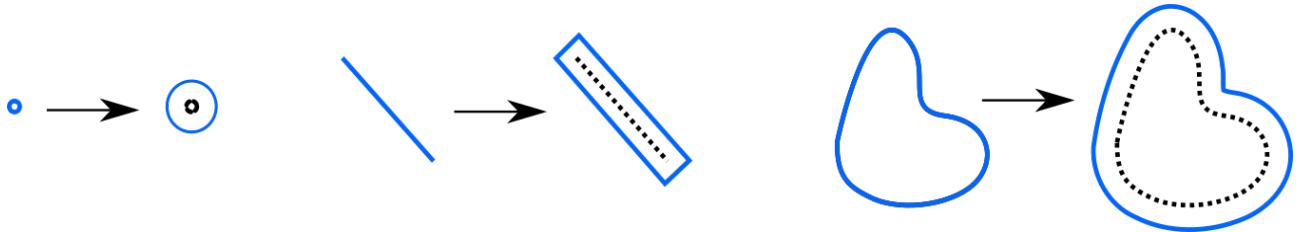


Figura 5.37: Ejemplos del proceso de buffer para los tres tipos de geometría vectorial: puntos, linea y polígono.

Buffer Para entender mejor cómo se utiliza y para qué sirve esta herramienta realizaremos un ejemplo con la capa de ciudades («populated_places») de la *Provincia de Córdoba, Argentina*. Pero antes deberemos reproyectar⁶ los datos a un SRC métrico, en nuestro caso POSGAR 98 / Argentina 4 (faja 4) cuyo número EPSG es 22174⁷, ya que el radio que ingresemos será en metros y la capa original de puntos está en coordenadas geográficas EPSG 4326. Seleccionamos los puntos que están dentro de la provincia y reproyectamos tal como se indica en la siguiente figura (ver tilde en casilla de «Objetos seleccionados solamente»), generando una nueva capa temporal de puntos:

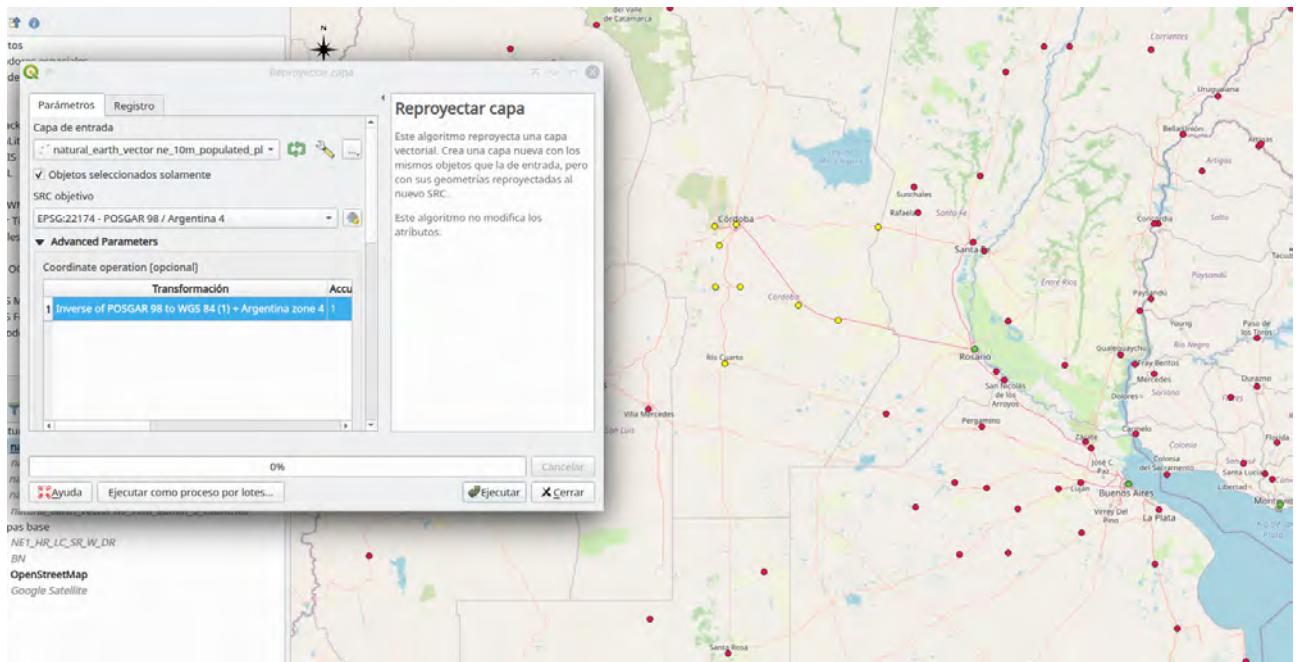


Figura 5.38: Reproyección de SRC.

Ahora sí, con los puntos resultantes realizaremos el proceso de buffer con la premisa de poder resolver la siguiente inquietud: Calcular un área de influencia para cada ciudad de 50km de radio. Comenzaremos seleccionando la capa para la cual queremos aplicar el buffer y luego activaremos la herramienta «Buffer...» (BUF) desde el menú superior vectorial o bien desde la caja de herramientas. Nos aparecerá la siguiente ventana, que deberemos configurar como se muestra:

⁶La reproyección no es más que la conversión matemática de un SRC a otro para un conjunto de geometrías. En los primeros capítulos se describió un detalle de ésto, por lo que no se considera necesario aquí volver a tratar el tema. En el caso particular de este ejemplo solo nos interesa reproyectar un subconjunto de puntos a un sistema local.

⁷En rigor hay que decir que el sistema POSGAR 98 ha sido reemplazado actualmente por el POSGAR 2007, pero a fines de explicar cómo funciona este proceso cualquiera de los dos es útil.

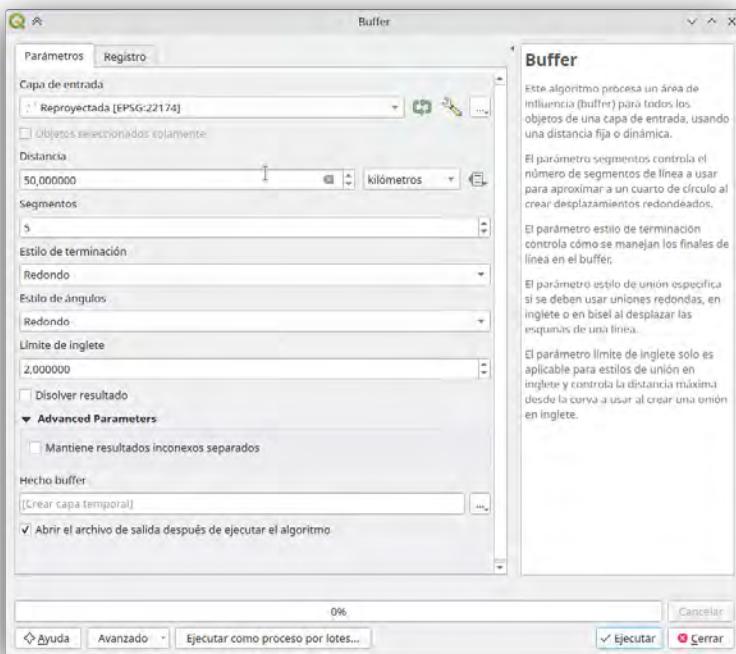


Figura 5.39: Buffer de 50km sobre la capa de ciudades (reproyectada a EPSG 22174).

- El parámetro de distancia se puede configurar para que el resultado sea en metros, kilómetros u otros sistemas.⁸
- La cantidad de segmentos (por defecto 5) determina qué tan redondeado será el resultado del buffer, donde a mayor número más suave se obtiene el contorno. Se recomienda dejar ese valor y modificarlo solo en el caso de que sea necesario.
- El parámetro del estilo de terminación, así como los límites de inglete se utilizan solo en buffers de lineas, y maneja cómo se realiza el buffer en los extremos de segmento.
- La casilla de verificación «Disolver resultado» permite hacer que en lugar de realizar un objeto buffer por cada objeto de la capa de origen, se unifiquen en un único multi-polígono.
- La casilla de verificación dentro de parámetros avanzados permite disolver solo aquellos polígonos que tienen conexión topológica, es decir disuelve aquellos objetos cuya unión es un solo objeto conexo y deja sin disolver los que no cumplen esta condición.

⁸

A veces es posible, y tiene sentido, aplicar valores negativos de buffer en capas poligonales. Como ejemplo tenemos el caso de establecer un buffer interior para control de límites fronterizos.

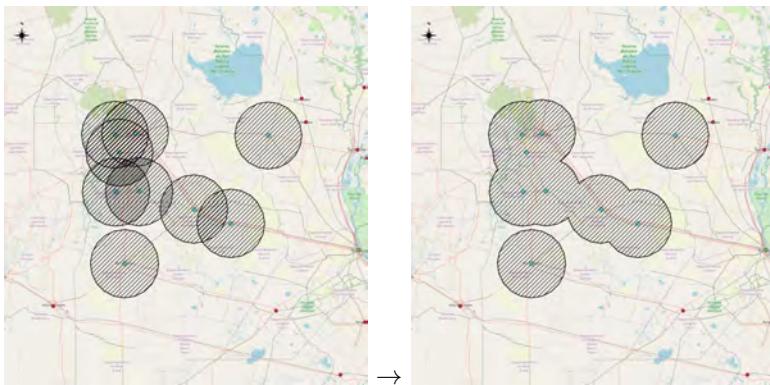


Figura 5.40: Resultados del buffer, aplicados con un estilo que permiten distinguir el resultado obtenido. A la izquierda, sin disolver. Imagen derecha, disuelto.

Buffer por radio diferenciado Es posible aplicar un buffer a una capa de objetos donde el parámetro de radio no sea absoluto, sino que esté determinado por el valor de un campo o cálculo. Por ejemplo si aplicamos la fórmula siguiente se obtiene un buffer con radio diferenciado para cada objeto:

"RANK_MAX" * 1000

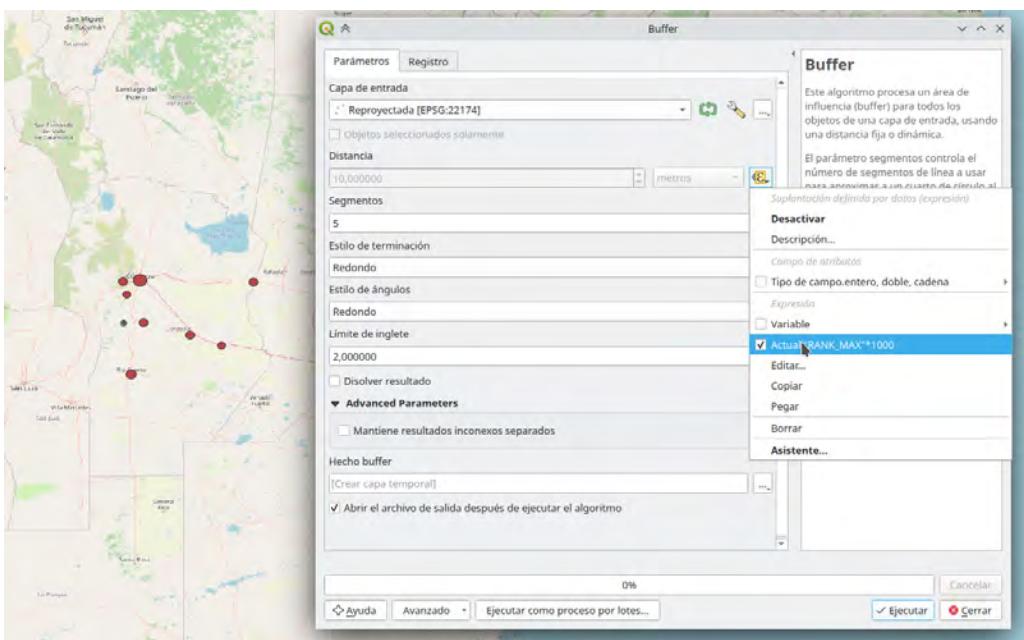


Figura 5.41: Diferentes radios por cada objeto, determinados por fórmula. La unidad en este caso es la misma que la unidad del mapa (metro).

Otro ejemplo de buffer diferenciado puede darse en una capa vectorial de rutas o calles (líneas), donde figure el ancho de calzada para cada segmento en algún campo. El resultado del buffer mostrará una nueva capa poligonal donde cada segmento es ahora la superficie que ocupa la calle.

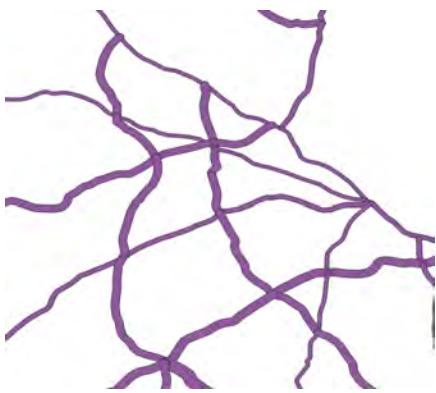


Figura 5.42: En este ejemplo se utilizó la capa de rutas (roads) y se aplicó la fórmula «SCALERANK*500», de esta forma se generan buffer de líneas de distinto grosor (aunque ahora son polígonos).

Buffer a un lado Este tipo de buffer simplemente permite calcular buffer a un lado u otro de un objeto vectorial lineal. Los parámetros a determinar son los mismos que para un buffer común, con la salvedad de que se debe determinar si se quiere realizar a la izquierda o derecha de la linea, teniendo en cuenta el sentido en el que fue digitalizado el vector. El proceso se puede encontrar en la «Caja de herramientas» o desde el «Localizador».

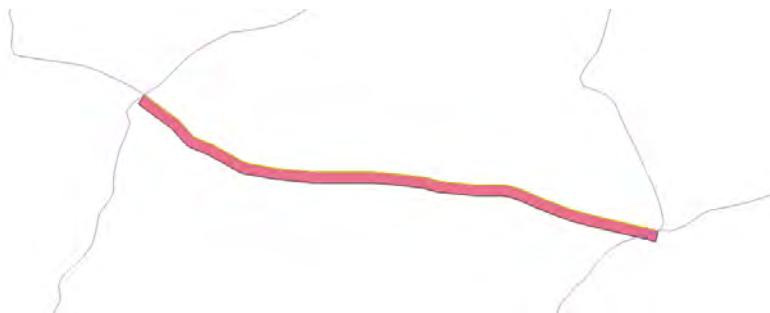


Figura 5.43: Buffer a un solo lado (izquierdo) de un solo tramo de ruta de la capa «roads».

Buffer multi-anillos Los buffer multi-anillos son prácticos a la hora de establecer áreas de influencia adyacentes a distancias constantes. El siguiente ejemplo muestra un buffer de 300 kilómetros a partir de la línea de frontera o administrativa, pero segmentado en 3 sectores de 100, 200 y 300 metros:

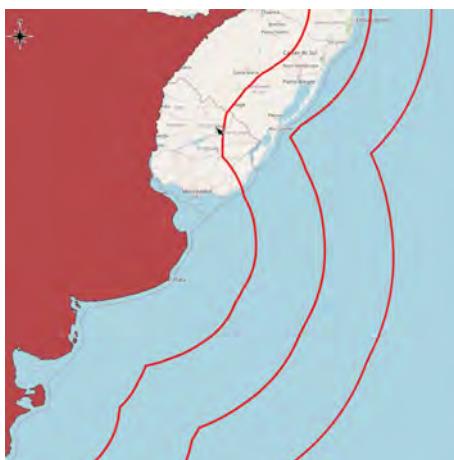


Figura 5.44: Buffer de 300km segmentado en 3 sectores. Se modificó la transparencia en el estilo de la capa buffer para poder mostrar los tres polígonos creados.

Nota: En el ejemplo se utilizó el polígono correspondiente a Argentina, previamente reproyectado a un SRC métrico.

5.1.7.3. Offset de líneas

Para capas de líneas es posible aplicar un proceso que en dibujo con CAD es habitual: *offset o desplazamiento*. Se lo utiliza cuando se necesita establecer una o más líneas paralelas a otras existentes, como podría ser por ejemplo el eje de una vía de tren y de forma paralela un tendido eléctrico.

Veremos a continuación dos procesos que permiten hacer esto con algunas diferencias entre ellas.

Compensar (offset) de líneas Este proceso (.) permite generar a un lado u otro de una linea un desplazamiento a cierta distancia (a la izquierda si es positiva y a la derecha si es negativa).

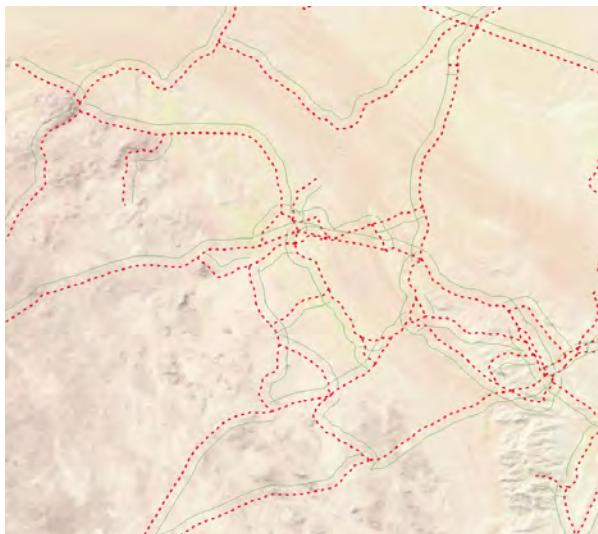


Figura 5.45: La linea roja punteada de caminos tiene ahora un offset lateral.

Arreglo de líneas desplazadas (paralelas) Otra forma de generar offsets de líneas es mediante esta herramienta, con la diferencia de que puede generar varios desplazamientos consecutivos a la vez.



Figura 5.46: Desplazamiento de líneas múltiples.

5.1.7.4. Intersección de capas

Intersección La «Intersección...» (.) de capas supone que tenemos dos capas poligonales que se superponen. El concepto detrás de la intersección reside en seleccionar y recortar aquellas áreas comunes a dos capas al mismo tiempo. Por defecto la intersección contendrá datos de tabla comunes a ambos conjuntos, aunque es posible seleccionar qué campos se deberán conservar en el proceso.

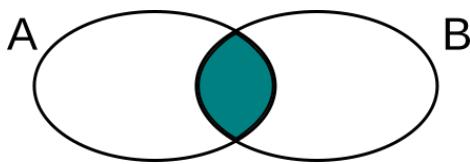


Figura 5.47: Intersección. El resultado son los elementos comunes entre las dos geometrías.

Si los polígonos de las dos capas no tienen áreas de superposición alguna entonces la operación arrojará una capa vacía, sin objetos, ya que no hay intersección posible. Esta operación puede darse en casos donde tengamos dos regiones administrativas que se solapen, como podría ser un territorio en disputa entre dos países.

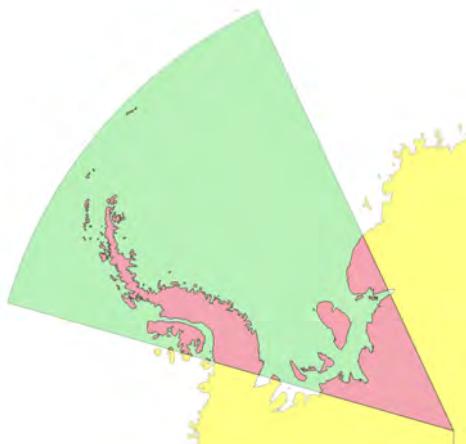


Figura 5.48: El ejemplo muestra en color amarillo el continente antártico, en verde el sector circular que reclama *Argentina*, y en rosa la intersección entre esos dos polígonos. Para generar esta imagen se utilizó la reproyección al vuelo EPSG:3031 *Antarctic Polar Stereographic*. La capa está en el *GeoPackage* de *Natural Earth* y se titula «antarctic_claims».

Intersección de líneas Es una forma particular de intersección entre dos capas de líneas. Este algoritmo crea puntos donde las líneas de la capa de intersección cruzan las líneas de la capa de entrada. Opcionalmente se permite qué atributos de cada capa se van a mantener en la capa resultante.

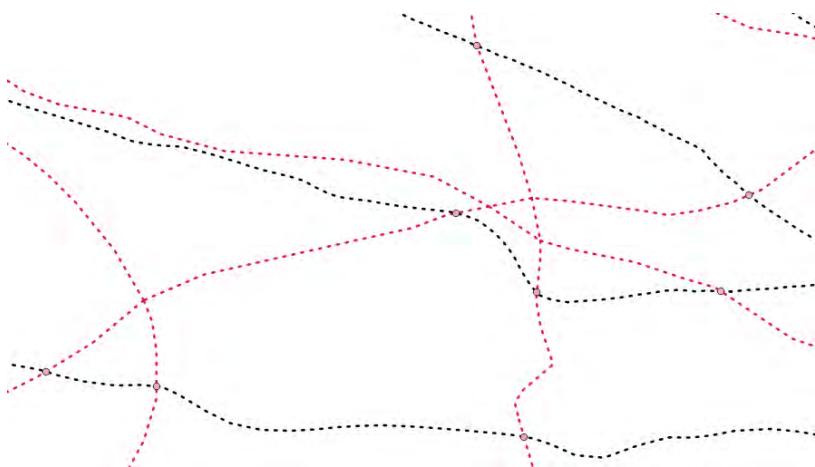


Figura 5.49: Los puntos son las intersecciones o cruces entre las vías del ferrocarril (negro) y las rutas (rojo).

5.1.7.5. Unión de capas

La unión de capas puede darse en situaciones donde necesitamos unir dos capas de la misma geometría. No es necesario superposición de objetos, y en caso de que exista el resultado de la unión tendrá limitadores que harán explícita esa situación.

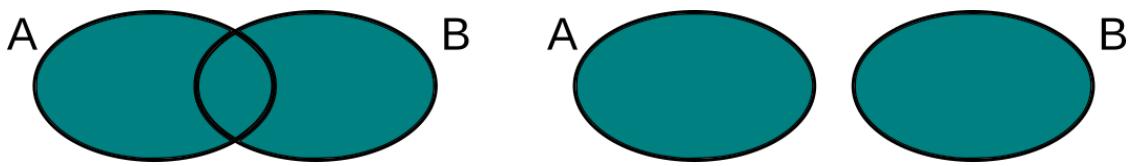


Figura 5.50: Unión. El resultado es una suma de conjuntos.

Unión La «Unión...» (⊕), como operación geométrica, indica que se sumarán todas las áreas del primer conjunto y del segundo, así sea que tengan elementos en común o no. Una posible aplicación de la unión podría darse entre dos capas distintas de parcelas, por ejemplo, uno rural y otro urbano, por lo que el resultado de la operación sería un parcelario unificado: y en ese caso particular conviene que no exista solapamiento entre los objetos de las capas.

En el proceso de «Unión» cada objeto tendrá los campos de atributos de ambas capas, por lo que es posible distinguir el origen de capa de cada elemento, y si los nombres de campo se repiten entonces QGIS colocará el valor numérico «2» detrás de los nombres de la segunda capa.

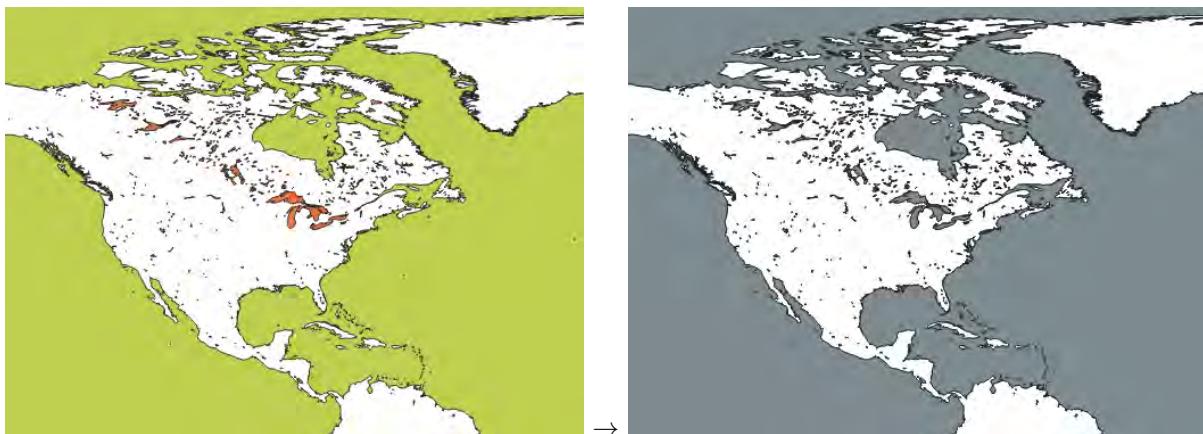


Figura 5.51: A la izquierda la capa de océanos (*ocean*) en verde y lagos (*lakes*) en naranja. A la derecha las dos capas de unidas.

Unir capas vectoriales Si el comportamiento anterior de la duplicación de campos con igual nombre no es deseable, convendrá entonces utilizar en su lugar la herramienta «Unir capas vectoriales...» (↙), que a diferencia de la unión convencional utiliza el mismo nombre de campo si se repitieran. Este procedimiento se conoce también como «merge» (unir o fusionar en inglés).

Opcionalmente el algoritmo permite establecer un nuevo SRC para la capa de salida. Se heredarán también atributos de tipo de geometría de las capas de entrada.

5.1.7.6. Diferencia simétrica entre capas

La «Diferencia simétrica...» (⊖) es una operación entre conjuntos que permite seleccionar aquellos elementos que están en los dos pero que no son comunes a ambos al mismo tiempo.

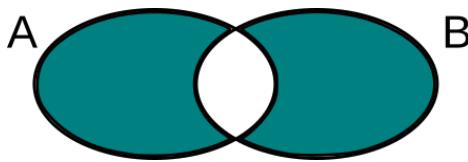


Figura 5.52: Diferencia simétrica. El resultado es la unión de los conjuntos menos su diferencia.

Un ejemplo de uso para esta herramienta puede ser el análisis de superposición de cobertura de servicios públicos (red de agua potable y otra de desagües cloacales). Estas capas tienen áreas que se superponen y otras que no, es decir áreas donde están presentes los dos servicios y otras donde falta uno de ellos, por lo que podemos inferir que las áreas donde se superponen las coberturas son aquellas que poseen ambos servicios a la vez, por lo que la operación de diferencia simétrica entre estas dos capas nos dará como resultado aquellas áreas de la ciudad que poseen al menos uno de los dos servicios, cloacas o agua, pero no los dos al mismo tiempo.

Otro ejemplo que podemos dar es la situación de los territorios antárticos que reclaman los países de *Argentina* y *Chile*. Los dos son sectores circulares con centro en el polo sur y tienen un área en común solapada. Podemos calcular la diferencia simétrica entre ambos sectores para averiguar qué porciones de territorio no reclaman mutuamente:

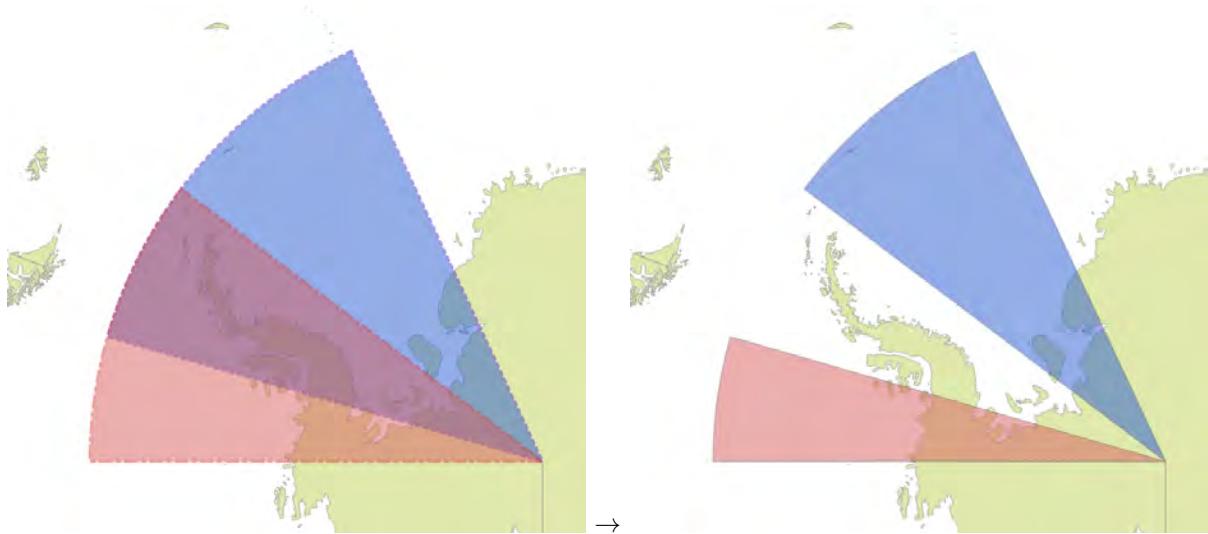


Figura 5.53: A la izquierda se observa el sector reclamado por *Argentina* en azul y el de *Chile* en rojo. Una vez aplicada la diferencia simétrica se obtienen los dos sectores que no tienen solapamiento o intersección común. Para generar esta imagen se utilizó la reproyección al vuelo EPSG:3031 *Antarctic Polar Stereographic*. La capa está en el *GeoPackage* de *Natural Earth* y se titula «*antarctic_claims*».

5.1.7.7. Diferencia entre capas

Como su nombre lo indica, es la «Diferencia...» (diff) de un conjunto A con uno B. Es decir, que esta operación permite seleccionar y sustraer del conjunto A aquellos objetos que son comunes con otro conjunto, B.

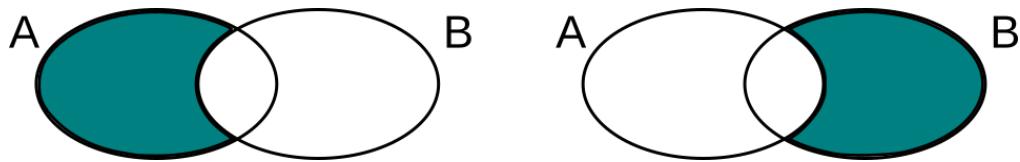


Figura 5.54: Diferencia. El resultado de A menos B es solo lo que está en A y no en B.

Las *uniones*, *intersecciones* y *diferencias simétricas* son commutables, es decir que no importa el orden de operación de los conjuntos. Esto no aplica para la *diferencia*.

Esta herramienta puede darse en situaciones donde sea necesario quitar de un área lo que es común con otra, por ejemplo tomando la misma situación práctica que para la diferencia simétrica, supongamos que queremos obtener solo la parte del reclamo territorial antártico de *Chile* que no solapa con la parte que reclama *Argentina*:

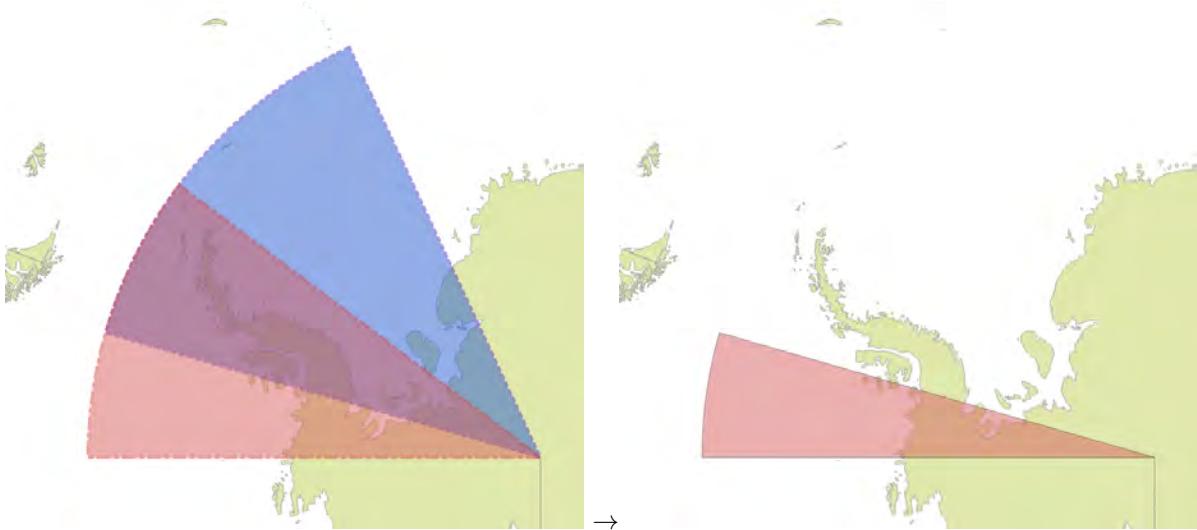


Figura 5.55: A la izquierda se observa el sector reclamado por *Argentina* en azul y el de *Chile* en rojo. Una vez aplicada la diferencia (*Chile menos Argentina*) se obtiene el sector Chileno que no tienen solapamiento con el reclamado por *Argentina*.

5.1.7.8. Cortar capas

La herramienta de corte o «Cortar...» (✂) permite recortar una capa vectorial utilizando los límites de otra capa. No es en sí una operación entre conjuntos sino más bien solo un proceso entre geometrías. La herramienta cortar produce visualmente un resultado similar a la intersección, pero con una diferencia sustancial, los atributos en una intersección generan una combinación de los atributos de cada capa, en cambio en el corte la segunda capa solo indica la región geográfica a recortar sin importar los atributos que éstos últimos contengan. Es decir, en un corte solo se mantiene los atributos de la capa a recortar.

Supongamos que necesitamos conocer el área afectada por grandes lagos en los países africanos de *Uganda*, *Kenya* y *Tanzania*. Entonces realizamos el corte de la selección de esos tres países («countries») superpuesta con la de lagos («lakes»). El resultado es entonces una nueva capa de la porción de esos tres países recortada por la superposición de los lagos:

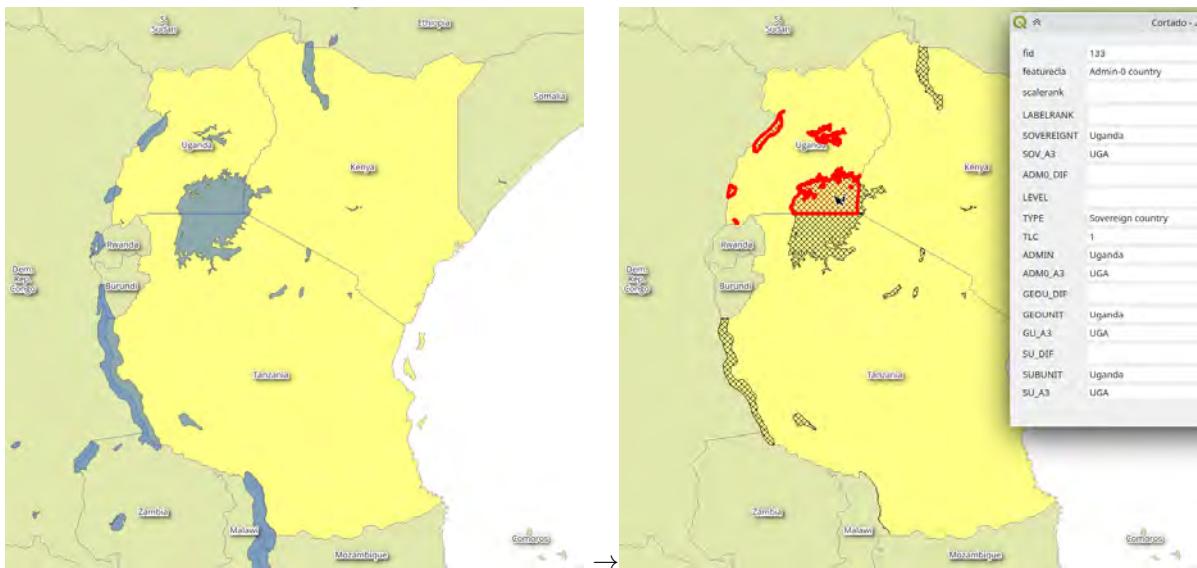


Figura 5.56: A la izquierda se observan los tres países africanos seleccionados y superpuesta la capa de lagos. A la derecha, luego de la operación de corte ha quedado solo la porción de países cortados por la geometría de lagos, como si se utilizara una tijera.

En el ejemplo se han seleccionado los tres países y luego se aplicó el recorte a esa selección, es por ello que figuran con tonalidad amarilla. Además, hay que resaltar que los atributos de esta capa de salida son los correspondientes a su capa madre, la de países.

5.1.7.9. Envolvente convexa

El geoprocreso «Envolvente convexa...» () permite generar una capa poligonal simple a partir de otra vectorial cualquiera de forma que los objetos de la capa base queden *envueltos* en toda su extensión por un polígono convexo.

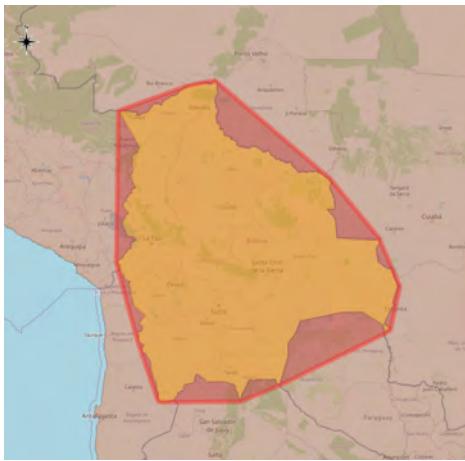


Figura 5.57: Envolvente convexa aplicada solamente a *Bolivia*.

5.1.7.10. Geometría mínima delimitadora

Este proceso es una generalización del algoritmo anterior, crea geometrías que encierran o envuelven los objetos de una capa. Admite distintos tipos de geometría envolvente:

Recuadro delimitador, que envuelve latitud/longitud máxima y mínima del objeto o conjunto de objetos.

Rectángulos orientados, que minimiza el área envolvente respetando la forma rectangular.

Círculos, que envuelven el objeto o grupo de objetos.

Envolventes convexas, que básicamente reproducen resultados similares al algoritmo visto anteriormente.

Es interesante destacar que se puede seleccionar un atributo de la capa de forma que el proceso genere las envolventes agrupadas mediante dicho campo.

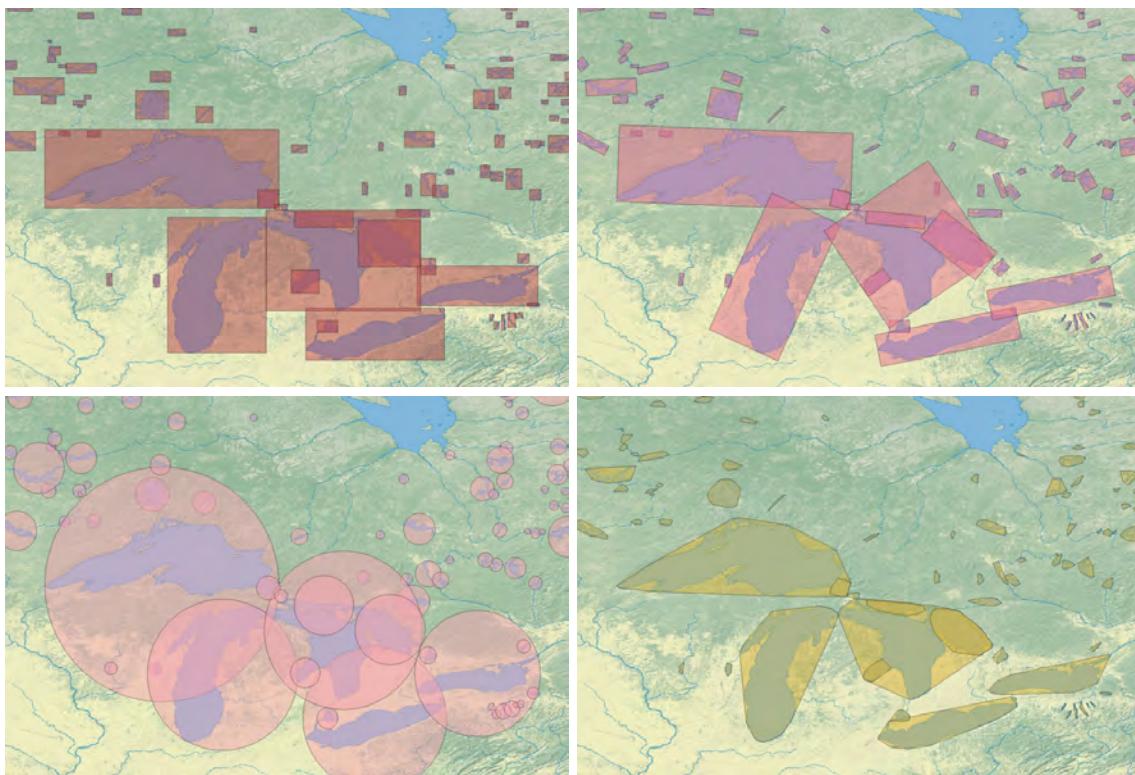


Figura 5.58: Se han calculado las envolventes de los lagos de *Norteamérica* para cada geometría a modo de comparativa. Se utilizó el atributo «fid» como campo de agrupamiento para que el algoritmo se procese de forma individual para cada objeto del dataset de lagos («lakes»).

5.1.7.11. Disolver capa

El concepto de la herramienta «Disolver...» (⊕) se ha visto anteriormente en conjunto con el geoprocесo buffer (5.40). Este proceso toma una capa vectorial y combina sus objetos, uniendo sus geometrías y atributos, generando nuevos objetos. Las geometrías de salida del proceso serán convertidas a multi-geometrías. Y en el caso de polígonos, cuando hay linderos comunes de objetos adyacentes a ser disueltos, se borrarán.

A modo de ejemplo, si seleccionamos todos los países de Sudamérica y aplicamos la herramienta disolver, el resultado obtenido es un único polígono sin las divisiones interiores entre los países.

Alternativamente, el proceso también admite seleccionar un campo por el cual disolver. Por ejemplo, si tomamos la capa de países («countries») y aplicamos la herramienta con la opción de campo «CONTINENT» activada nos queda así:

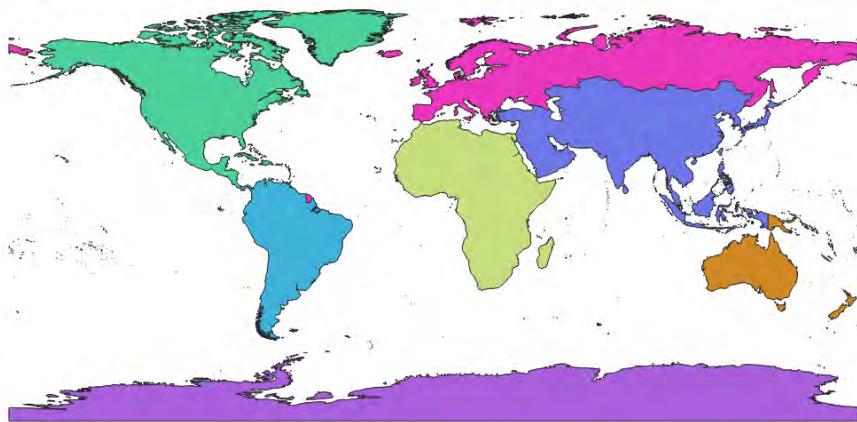


Figura 5.59: Se disolvió la capa de países utilizando el atributo «CONTINENT». Nótese en la imagen los casos particulares como Rusia, cuya categorización en el atributo de continente es «Europa» en el dataset de *Natural Earth*.

5.1.7.12. Centroides

Como su nombre indica es una herramienta que permite calcular los «Centroides...» (☞), también llamados centros de gravedad, de cada objeto de una capa vectorial cualquiera. Su uso es muy simple y luego de aplicarlo generará una capa de puntos con los mismos atributos heredados de la capa de origen. Es posible indicarle al programa que calcule centroides también por cada parte si los objetos originales son multi-part.



Figura 5.60: Centroides de países. En este caso se activó la opción de generar un centroide por cada objeto del multi-polígono, y es por eso que se ve un centroide en cada isla.

5.1.7.13. Polo de inaccesibilidad

Según Wikipedia un *polo de inaccesibilidad* es un lugar que ofrece una máxima distancia o dificultad de acceso. Generalmente el término se usa como el lugar sobre la superficie de un continente o un océano que está a mayor distancia de la línea de costa, entendiendo como costa la de los océanos o mares conectados con el océano abierto.

Este algoritmo (☞) se aplica sobre datasets de polígonos, y calcula cuál es el punto interno más distante desde el borde del mismo. Para su cálculo usa un algoritmo llamado *polylabel*, es iterativo y a menor parámetro de tolerancia tomará más tiempo su cálculo. La distancia desde el polo al borde se guarda como un nuevo atributo de la capa de salida.

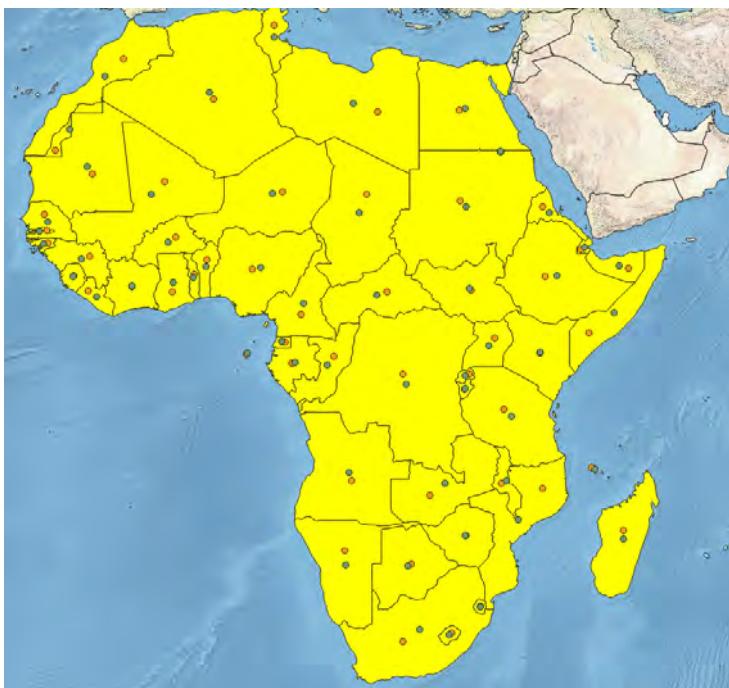
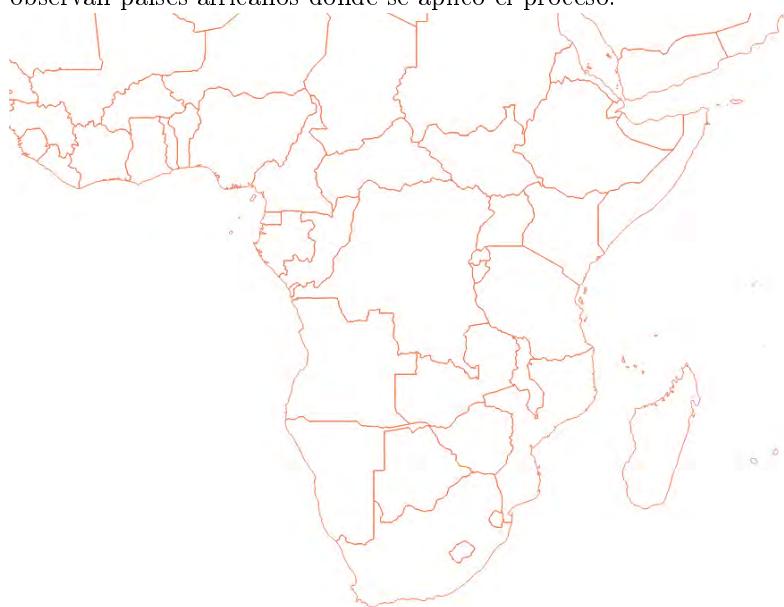


Figura 5.61: En naranja se ha calculado el polo de inaccesibilidad de cada país africano, y en verde sus centroides a modo de comparativa.

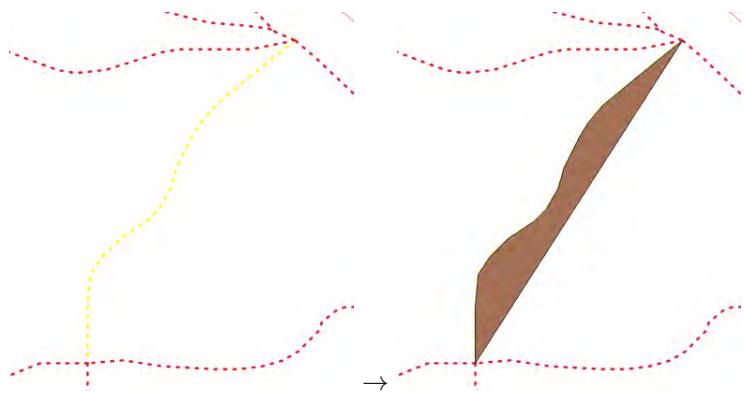
5.1.7.14. Polígonos a líneas y líneas a polígonos

Dentro de la categoría de herramientas geométricas encontramos a estas dos categorías que son de uso sencillo. La primera permite convertir una capa poligonal en una capa de líneas (contorno), la segunda lo hace a la inversa.

- La conversión de «Polígonos a líneas...» (Polygon to Line) genera polilíneas cerradas para cada uno de los polígonos de la capa de conversión. Los polilíneas contienen los atributos de los objetos originales. En el ejemplo se observan países africanos donde se aplicó el proceso:



- El proceso «Líneas a polígonos...» (Line to Polygon) generará un polígono por cada una de las polilíneas cóncavas (no-rectas) que se encuentren en la capa original. Los atributos de las capas de origen se conservan luego del proceso. El ejemplo muestra la aplicación del proceso a una ruta de la capa «roads»:



5.1.7.15. Simplificar

La herramienta de «Simplificar...» () geometría permite, en una capa vectorial de líneas o polígonos, reducir la cantidad de vértices que componen los registros de acuerdo a un factor de tolerancia. El algoritmo crea una nueva capa con las mismas geometrías y atributos que la capa de origen pero con geometrías que contienen un menor número de vértices. El algoritmo da a elegir el método de simplificación:

- basados en distancia (algoritmo «Douglas-Peucker»),
- basados en área (algoritmo «Visvalingam»)
- y ajuste de geometrías a una cuadrícula.

Este proceso puede ser útil cuando se procesan capas ráster y el resultado es una capa vectorial, es posible que se generen excesos de nodos en bordes de los polígonos. Si no se necesita tanto detalle, esta herramienta es muy útil para aliviar la carga de trabajo del sistema.

En la figura siguiente se muestra el proceso de simplificación de las islas de Filipinas, usando una tolerancia de 2km («Douglas-Peucker»):

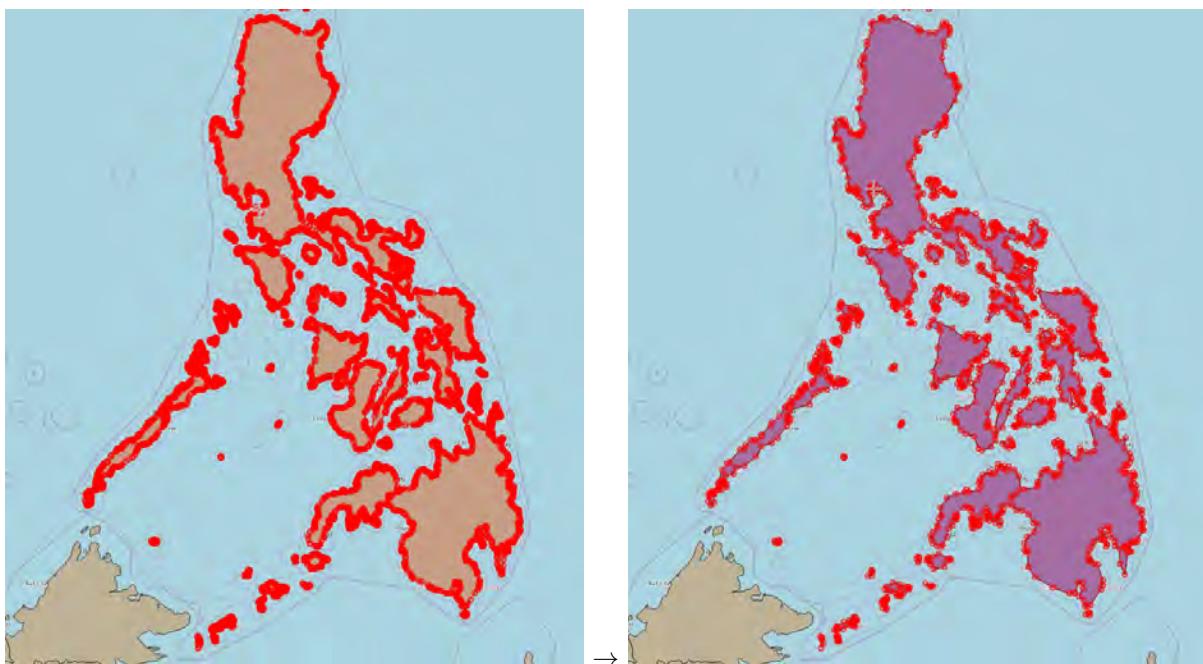


Figura 5.62: La comparación entre el polígono original y el procesado por simplificación muestra claramente la reducción de nodos.

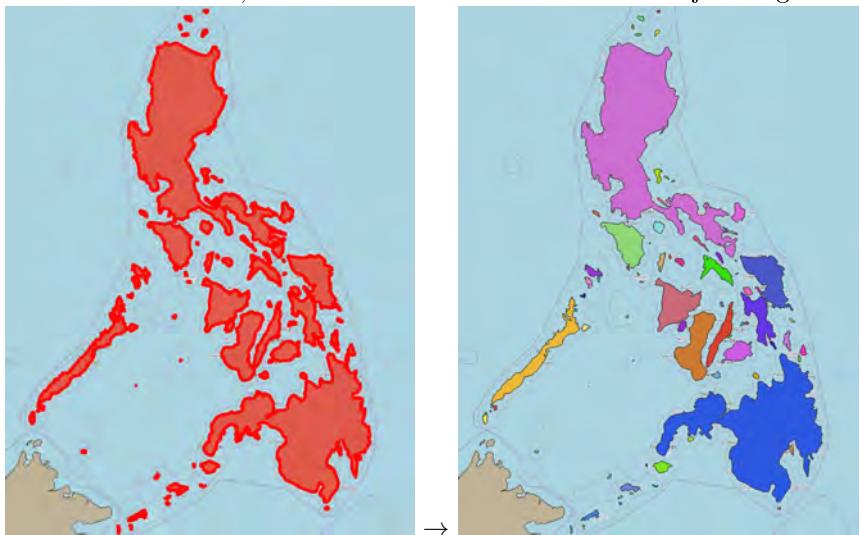
5.1.7.16. Densificar por conteo

Inversamente al algoritmo «Simplificar...», el proceso de «Densificar por conteo...» añade nodos a la geometría original (lógicamente solo para capas lineales o poligonales), interpolando puntos entre los existentes. Los puntos a añadir por segmento se deben indicar explícitamente por lo que hay que tener en cuenta que agregar un nodo implica casi duplicar la cantidad de nodos del objeto.

5.1.7.17. Multipartes

Estos procesos refieren a la conversión de o hacia capas vectoriales donde su característica geométrica es compuesta, por ejemplo cuando dos polígonos visiblemente separados son en realidad un mismo objeto con único registro en la tabla de atributos: multi-polígonos, multi-líneas y multi-puntos.

- «Multiparte a monoparte...» (☞) permite separar cada polígono del multi-polígono que lo contiene, dejándolo con los mismos atributos de origen. Por ejemplo, un país compuesto por varias islas se descompone en cada una de ellas, donde se heredan los atributos del objeto original.



- «Recopilar geometrías...» (☞) toma una dataset vectorial y recopila la información de sus geometrías en una nueva capa con geometrías multiparte, donde además se puede especificar un atributo de la capa original que permita agrupar geometrías. Todas las geometrías de salida se convertirán a multi-geometrías, incluso aquellas con una sola parte.
- Asimismo, «Promover a multiparte...» (☞) también convertirá una capa de puntos, líneas o polígonos a multi-part, forzando geometrías.

5.1.7.18. Polígonos de Voronoi

Los polígonos o diagramas de *Voronoi* son un proceso geométrico que permite generar una cobertura completa del plano dividida en poligonales de forma que cada punto de la capa de origen quede sobre uno de ellos. Según Wikipedia:

«Los Diagramas de Voronoi son uno de los métodos de interpolación más simples, basados en la distancia euclíadiana, especialmente apropiada cuando los datos son cualitativos. Se crean al unir los puntos entre sí, trazando las mediatrices de los segmento de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan una serie de polígonos en un espacio bidimensional alrededor de un conjunto de puntos de control, de manera que el perímetro de los polígonos generados sea equidistante a los puntos vecinos y designan su área de influencia.»

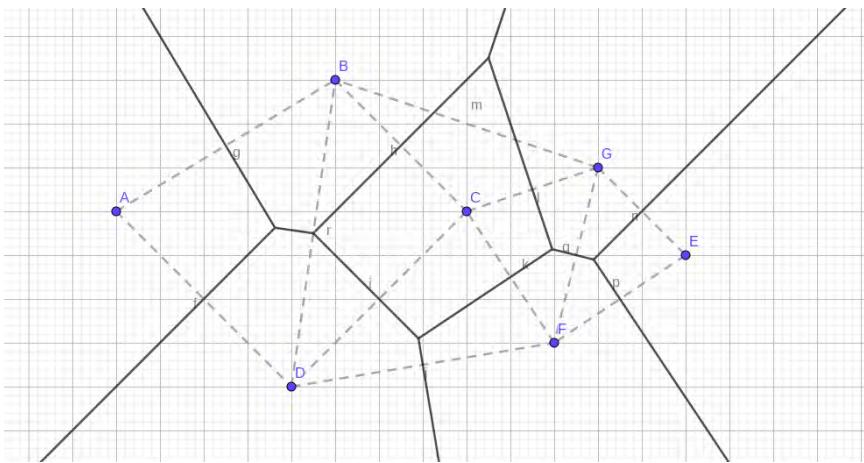


Figura 5.63: Polígonos de Voronoi para los puntos A, B, C, D, E, F y G. Los segmentos en color negro conforman los lados de los polígonos, y son las mediatrias de los segmentos que unen pares de puntos vecinos. Gráfica realizada con *GeoGebra*, un software libre para la enseñanza de la matemática.

El algoritmo «Polígonos de Voronoi...» (■) genera una capa de polígonos, donde cada uno de ellos es el área teórica de influencia de cada punto, basado en la distancia lineal (euclídea). La consecuencia inmediata de los polígonos de *Voronoi* es que cualquier punto dentro de un área de influencia estará siempre más cerca al punto generador que a cualquier otro punto.

Un ejemplo de aplicación de este algoritmo puede darse si investigamos el área de influencia de las ciudades dentro de una región determinada. Seleccionamos las ciudades («populated_places») de *Paraguay* y aplicamos el proceso «Polígonos de Voronoi» solo a esa selección, con un valor de «Región buffer (% de extensión)» del 30%⁹, logrando el siguiente resultado:

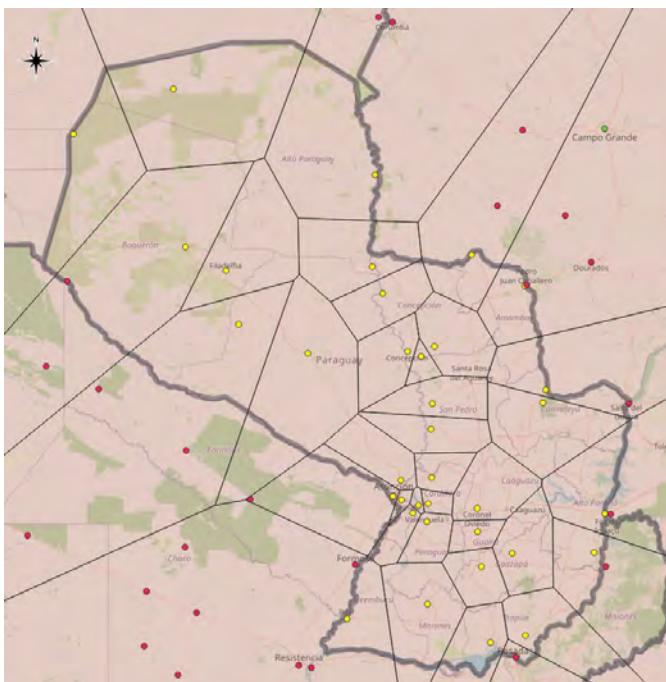


Figura 5.64: *Polígonos de Voronoi*. Se aplicó un estilo transparente en la capa resultante y se resaltaron los límites de la capa de países.

Es posible observar en la imagen cómo los polígonos generan áreas de influencia más pequeñas a medida que las ciudades se aproximan. En general esta herramienta es útil para analizar el nivel de agrupamiento o dispersión de urbanidades, algo que en el caso particular de estudio se lo asocia generalmente con las desigualdades y oportunidades en la accesibilidad a servicios, calidad de vida, conectividad, etc.

⁹ Aquí el buffer es un factor que amplía la región envolvente hacia el exterior del análisis, de forma que se pueda estudiar mejor el fenómeno. Por defecto el valor es «0», lo cual produce una salida vectorial igual a la extensión cuadrangular de los puntos de origen.

5.1.7.19. Triangulación de Delaunay

La «Triangulación de Delaunay...» () es una clase de triangulación entre puntos que está ligada al concepto de *Polígono de Voronoi*. Su definición implica cierta complejidad que evitaremos en este manual, aunque mencionaremos algunas propiedades que se verifican para este tipo de análisis:

- Cada punto del conjunto de entrada tendrá una arista que lo une con su punto más cercano.
- Los triángulos generados en una triangulación de *Delaunay* tienden a ser lo más equiláteros posible.
- La frontera externa de triangulación forma la envolvente convexa del conjunto de puntos.
- El ángulo mínimo dentro de todos los triángulos está maximizado, es decir, se evita obtener resultados con ángulos demasiado agudos.

Podemos tomar el mismo conjunto de puntos del apartado anterior para observar cómo se calcula:

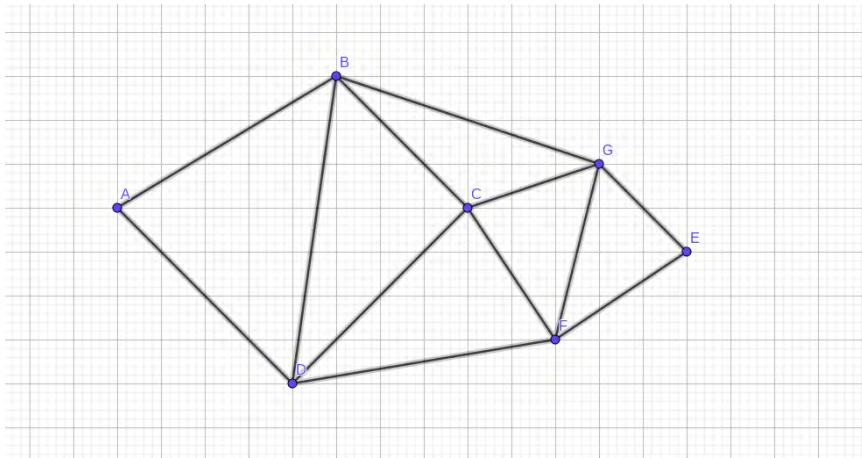


Figura 5.65: *Triangulación de Delaunay*. Se observa que los lados de los polígonos son precisamente los mismos que se generaron para elaborar los *Polígonos de Voronoi* del ejemplo anterior. Fuente propia. Gráfica realizada con *GeoGebra*.

Retomando el ejemplo de las ciudades del *Paraguay* analizado anteriormente con los *Polígonos de Voronoi*, se tiene:



Figura 5.66: Polígonos de *Delaunay*. La unión de todos ellos genera la envolvente de todo el sistema de puntos.

Esta herramienta se puede utilizar para generar grafos optimizados, por ejemplo en la instalación de antenas, donde los puntos mejor distribuidos en el territorio generarán una red de triángulos en donde las áreas son aproximadamente iguales. También son útiles en la programación de grafos de rutas de encomiendas, por ejemplo.

5.1.7.20. Rectángulos, óvalos, diamantes

Como se ha visto, una herramienta que es de utilidad para transformar puntos en polígonos es el «buffer». Veremos ahora otra herramienta que sirve para crear polígonos rectangulares, ovalados o romboides a partir de un dataset de puntos, «Rectángulos, óvalos, diamantes» ().

El proceso permite elegir entre las tres tipos de geometrías para transformar los puntos, donde habrá que determinar los parámetros de altura, ancho y opcionalmente la rotación de los mismos. Además es posible indicar el grado de detalle (cantidad de segmentos) que tendrán los polígonos de salida (en particular para los óvalos).

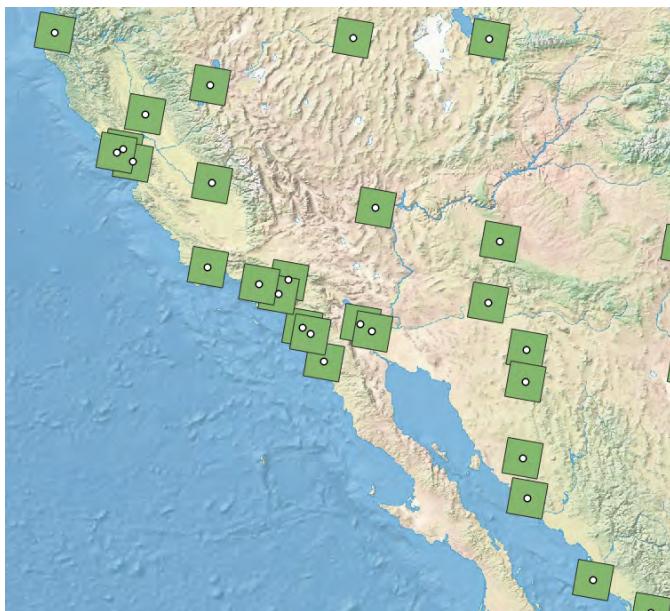


Figura 5.67: Aeropuertos al oeste de EEUU. Se realizó un rectángulo equilátero por cada uno de ellos, donde además se aplicó una rotación de 10 grados.

5.1.8. Herramientas de análisis, investigación y gestión de datos

Al igual que en la sección anterior, las herramientas que aprenderemos a utilizar a continuación se utilizan en el análisis de datos territoriales. La complejidad de las mismas irá creciendo a medida que avancemos.

5.1.8.1. Coordenada(s) media(s)

El algoritmo de «Coordenadas medias» () genera centros de gravedad para la geometría de la capa de entrada, es decir que toma todos los objetos de una capa y calcula su baricentro.

Si se especifica un «Campo de ID único» se generarán estos centros de gravedad por grupos de acuerdo a ese atributo. Asimismo se puede especificar un atributo que contenga pesos para aplicar a cada objeto al procesar el centro de gravedad.

Por ejemplo, si aplicamos la herramienta en la capa de ciudades y determinamos el campo «ADM0NAME» como atributo ID tenemos como resultado:

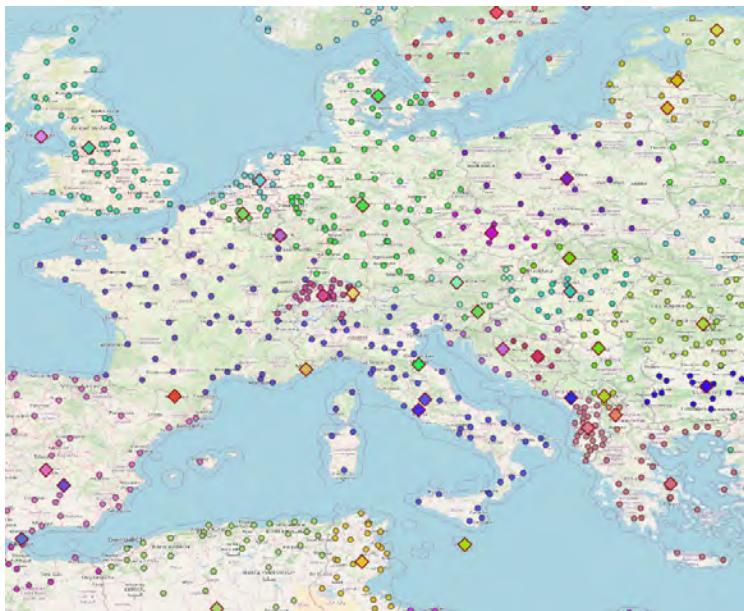


Figura 5.68: Coordenadas medias. Los puntos circulares pequeños pertenecen a la capa de ciudades («populated_places»), y los puntos romboidales más grandes a sus respectivos centros de gravedad calculados por grupos donde el atributo es el nombre del país al que pertenecen («ADM0NAME»).

Esta herramienta puede ser útil en el caso de análisis de concentración de urbanizaciones, donde la coordenada media de un grupo de elementos territoriales puede ser un indicador de tendencia central respecto al aglomeramiento de poblaciones, sobre todo si se utiliza un campo de población como factor de peso en el cálculo del mismo, como si de media aritmética ponderada se tratase:

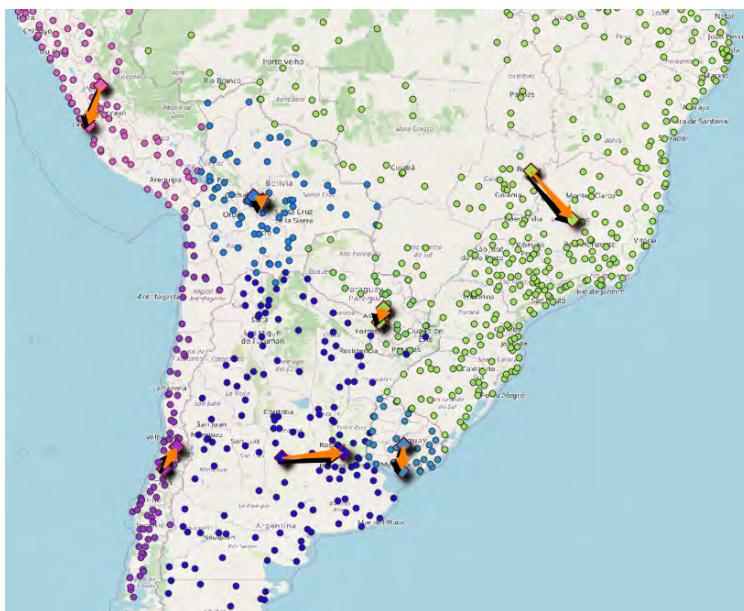


Figura 5.69: La imagen muestra cómo se desplazan los puntos de «Coordenadas medias» para el dataset de población («populated_places») cuando ponderamos el cálculo con peso en el atributo población («POP2020»). Véase en particular el caso de Argentina, donde el centro sin ponderar se encuentra prácticamente en el centro del país, mientras que al ponderarlo por población se desplaza hacia el este del país, muy cerca del conglomerado más poblado: *Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA)*.

Nota: Para generar las flechas entre puntos se utilizó la herramienta «Unir por linea (lineas de eje)», que básicamente une objetos de dos capas diferentes mediante un campo en común. En este caso particular se generó una línea entre cada coordenada media de ciudades sin ponderar o la coordenada media de ciudades ponderada por población. Además, para mostrar mejor el efecto de ponderación simplemente se dio estilo de flecha a cada uno de los segmentos creados.

5.1.8.2. Extraer vértices

Esta herramienta (✿) se encuentra en el sub-menú de geometría y permite, para una capa de líneas o polígonos (e incluso puntos), extraer en una nueva capa los puntos correspondientes a los nodos de los objetos que componen la capa de entrada. Los atributos se heredan de los objetos originales, y además se añaden algunos campos adicionales donde se especifica por ejemplo el número de índice de posición, número de parte, longitud y ángulo respecto del nodo contiguo, etc.

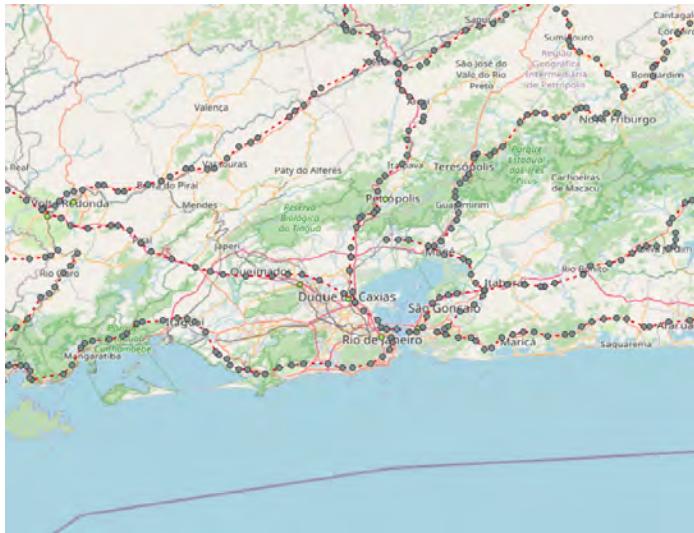


Figura 5.70: Los puntos marcados sobre las líneas rojas punteadas son los nodos o vértices que las componen cada tramo de ruta («roads»)

En la práctica, esta herramienta puede ser útil para determinar todos los puntos donde una ruta tiene cambio de dirección, así como también puede servir para medir la intensidad del ángulo de giro en cada vértice, por ejemplo.

5.1.8.3. Crear cuadrícula

Esta herramienta (grid) se encuentra en el sub-menú «Herramientas de investigación...» y permite crear una capa vectorial con una cuadrícula cubriendo una extensión determinada. Los elementos de la cuadrícula pueden ser:

- Puntos. Como una red de puntos equidistantes tanto en vertical como horizontal.
- Líneas. Segmentos horizontales y verticales equidistantes.
- Polígonos. Es una tesela de polígonos que pueden ser del subtipo rectángulos, hexágonos y diamantes.

El tamaño y la ubicación de cada elemento de la cuadrícula se define usando unidades como grados, metros, kilómetros, etc. tanto en vertical como horizontal, que dependen del SRC establecido.

La extensión de la cobertura de la cuadrícula se puede definir de tres formas diferentes:

- Usando la extensión de una capa del proyecto
- A partir de una extensión existente de *Layout* en una composición de mapa
- Utilizando algún marcador de proyecto o usuario
- Mediante la extensión de la vista actual del mapa (canvas)
- Dibujando un recuadro en la vista de mapa

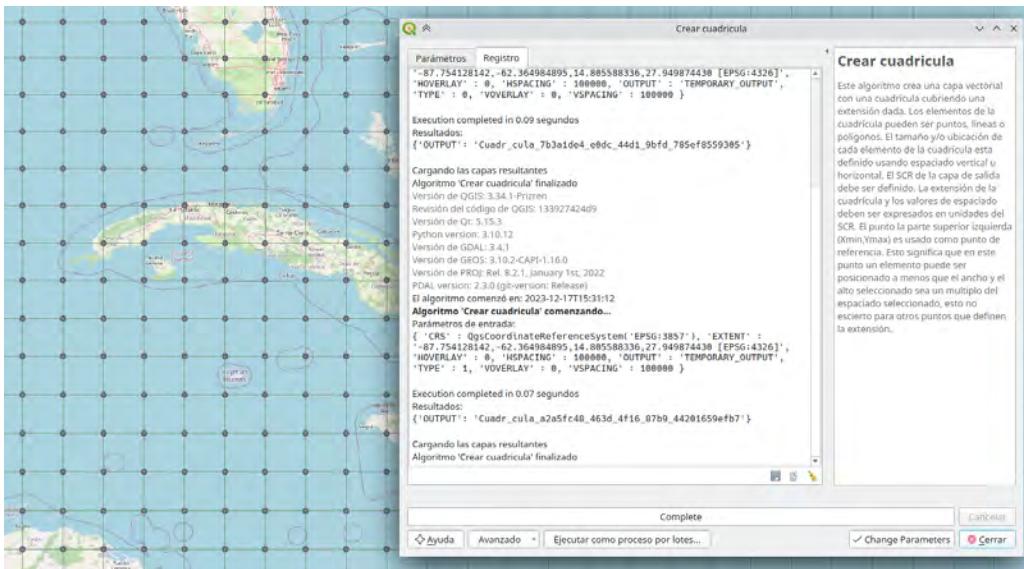


Figura 5.71: La imagen muestra una cuadrícula de puntos y otra de líneas sobre la extensión de vista de mapa donde la división es de 100 kilómetros tanto horizontal como vertical. El sistema advierte cuando no se ha definido un SRC métrico.

Al aplicar la cuadrícula del tipo «Rectángulo (polígono)» sobre el área de la península ibérica se genera un teselado que si se le aplica estilo transparente al relleno queda de la siguiente manera:

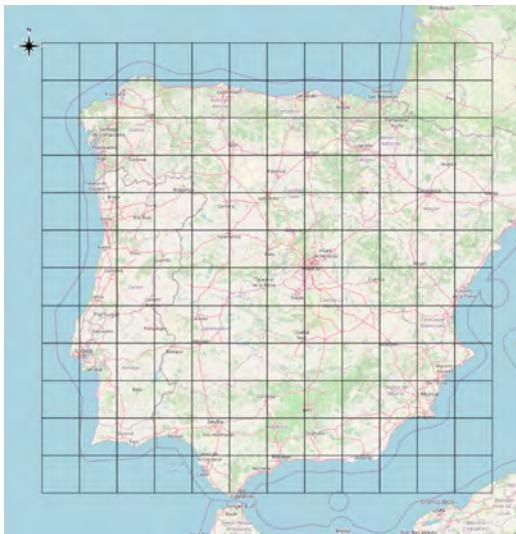


Figura 5.72: Cuadrícula sobre Portugal y España.

La tabla de datos de esta capa vectorial contiene un campo «id» único para cada rectángulo, y las coordenadas de los meridianos y paralelos que los delimitan.

Últimamente se ha valorado la utilización de cuadrículas hexagonales para el análisis territorial, debido a que su forma de teselación natural reduce cierto sesgo de muestreo, sobre todo cuando de conectividad se trata:



Figura 5.73: Cuadrícula hexagonal sobre Australia (250km x 250km)

5.1.8.4. Unir atributos por localización

La herramienta de unión de atributos por localización permite anexar los atributos de los elementos de una capa y agregarlos a los atributos de otra capa, con la condición de que los objetos se estén solapando geográficamente. El funcionamiento es similar a la «Selección por localización» visto anteriormente.

Por ejemplo, supongamos que necesitamos el dato de cantidad de habitantes totales de un país anexado en cada objeto de la capa de ciudades, quizás para eventualmente calcular un porcentual de habitantes. La herramienta se encuentra dentro del sub-menú «Gestión de datos»:

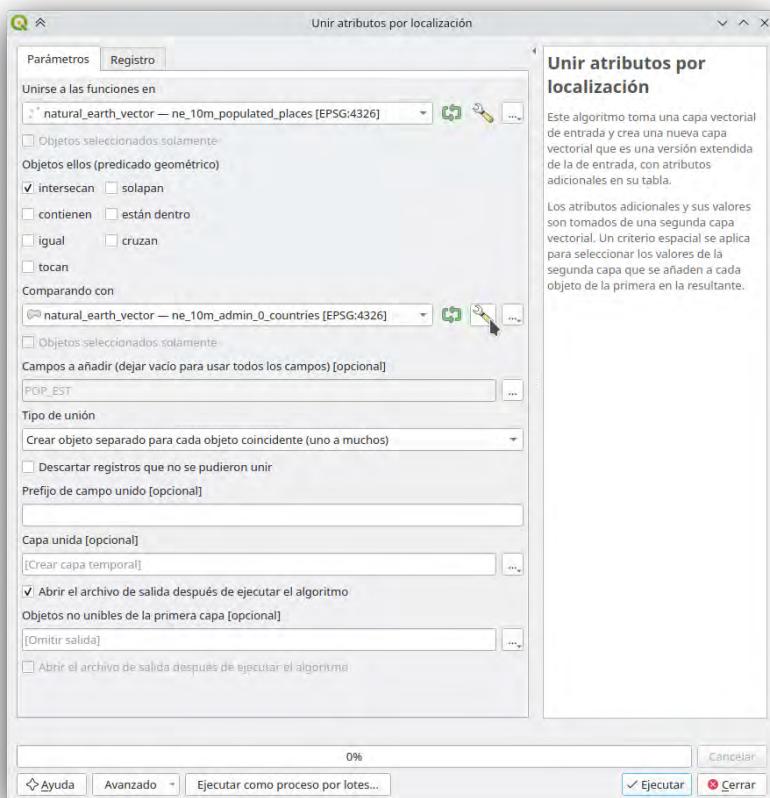


Figura 5.74: Unir atributos por localización. En «Campos a añadir» se seleccionó únicamente «POP_EST», donde figura el dato de población total en la capa de países (countries).

La capa resultante es igual a la capa de origen, ciudades, con la diferencia que contiene el atributo adicional de cantidad de población total del país. El algoritmo permite elegir la forma de contacto que se considerará para unir los atributos, así como también el «Tipo de unión» donde se especifican los criterios de unión.

5.1.8.5. Unir atributos por proximidad

La herramienta es muy similar a «Unir atributos por localización», pero en lugar de tomar la localización exacta busca el objeto más cercano para unir los atributos. Su uso es muy sencillo, se selecciona la capa origen y la capa de objetos próximos, y de éstos se pueden seleccionar los atributos a unir. El algoritmo puede procesar 1 o más objetos vecinos próximos y además se puede configurar para que tome una distancia máxima deseada.

Un ejemplo concreto podría ser que el algoritmo calcule cuál es la ciudad («populated_places») más cercana a cada aeropuerto («airports»):

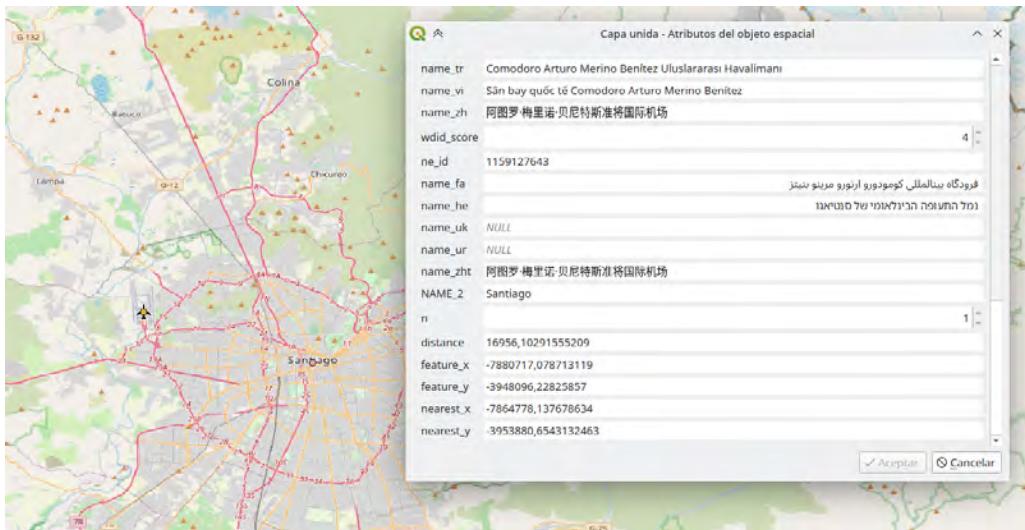


Figura 5.75: En el ejemplo de la imagen se observa que la ciudad más cercana al aeropuerto *Arturo Merino Benítez* es *Santiago (Chile)*.

5.1.8.6. Dividir capa vectorial

Este proceso (✂) hace la separación de una capa vectorial en distintas capas de acuerdo a un atributo dado, donde la cantidad de partes o capas será igual al número de atributos únicos del campo dado. La herramienta se encuentra en el sub-menú «Gestión de datos».

Por ejemplo, en el caso de tomar la capa de países («countries») y separarlos por el campo «CONTINENT» se obtiene una capa por cada valor:

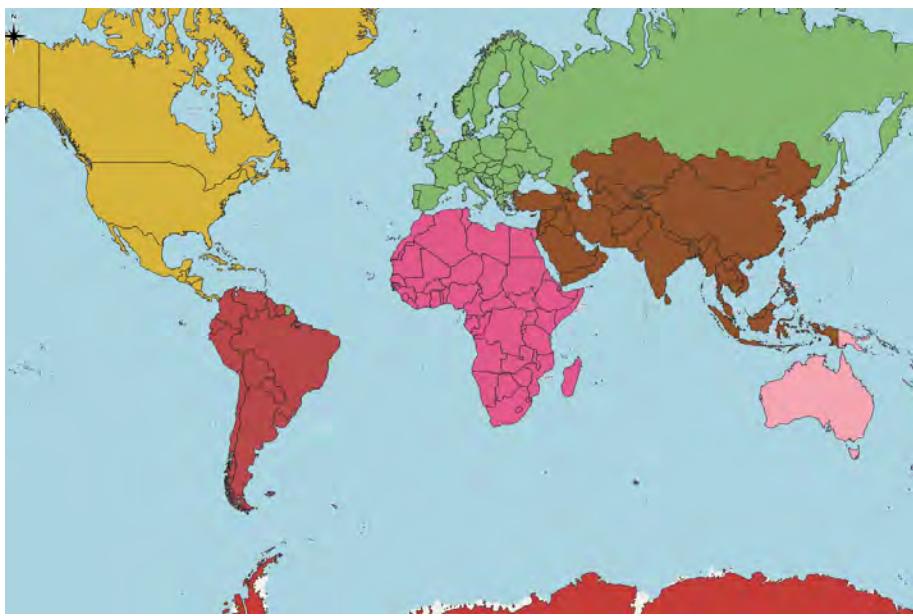


Figura 5.76: Se ha generado una capa por cada atributo del campo «CONTINENT».

Nota: Esta herramienta no carga en el proyecto las capas guardadas, por lo que se deberá cargar manualmente la misma una vez finalizado el proceso.

5.1.8.7. Contar puntos en un polígono

Este algoritmo (GIS icon) cuenta la cantidad de puntos que se encuentran en un polígono, dando por resultado una capa vectorial poligonal igual a la capa de entrada pero con un campo adicional con el valor contado de puntos dentro de cada uno de ellos.

- Opcionalmente se puede elegir un campo de ponderación o peso, que debería ser numérico y correspondiente al peso asignado al punto (se suma a la cuenta). Obviamente que se deberá preparar este criterio previamente al conteo.
- También es posible elegir un campo de clase, que permitirá contar cuántas clases distintas de objetos hay sobre cada territorio.

Un ejemplo podría ser utilizar este algoritmo para contar cuántos aeropuertos hay en cada país, y a la vez contar cuántas clases distintas de ellos hay en cada uno para un atributo determinado. La cuenta arroja por ejemplo que para *Argentina* se cuentan 13 aeropuertos y que si activamos el campo de clases «scalerank» el resultado es 6, es decir que hay 6 tipos de clases de escala de aeropuertos para los 13 que hay en total.

5.1.8.8. Agregar atributos de geometría

Este algoritmo (GIS icon) permite añadir a la tabla de atributos características propias de la geometría de entrada:

- Para una capa de puntos, los atributos añadidos serán los campos x e y (longitud y latitud si el cálculo se hace con el SRC WGS 84).
- Si la capa de entrada es de líneas, los atributos serán longitud total, distancia recta e índice de sinuosidad.
- La capa de polígonos obtiene atributos de perímetro y área.

Por ejemplo, si se procesa con este algoritmo la capa de caminos («roads») y luego se aplica un estilo graduado por el índice de sinuosidad queda de manifiesto los caminos que poseen mayor o menor cantidad de curvas (pronunciadas), que en general coinciden con lugares montañosos o costeros:

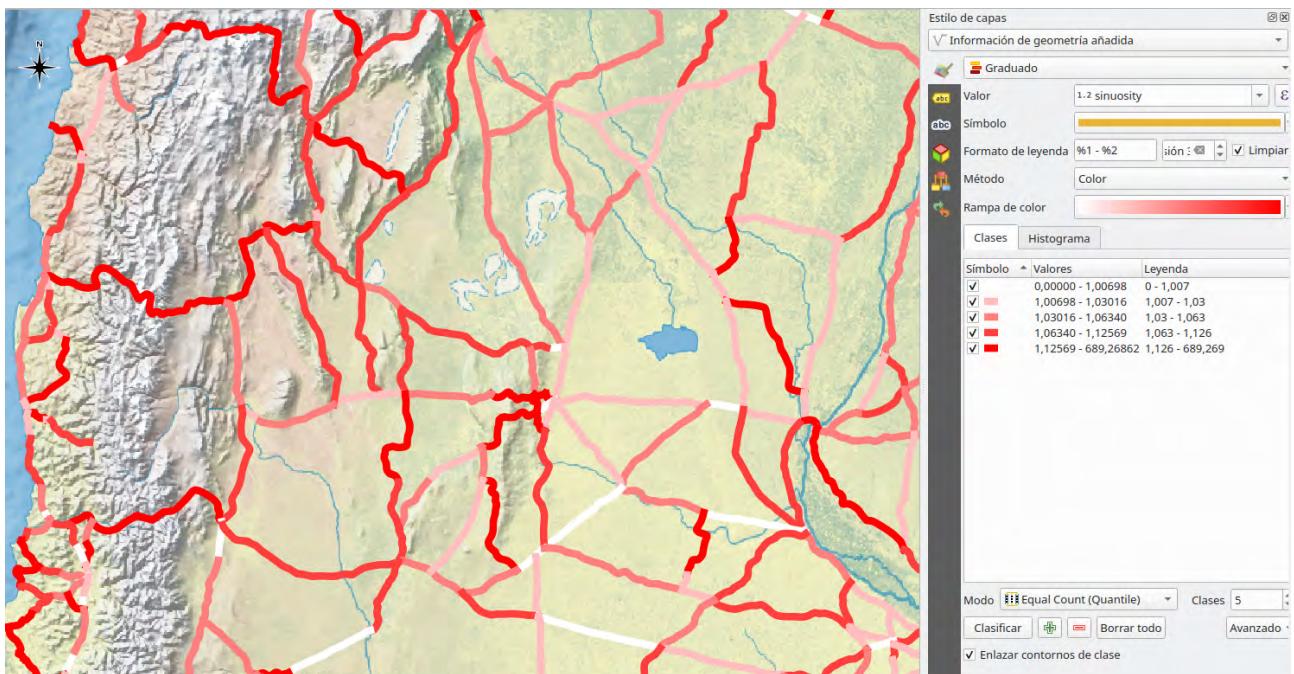


Figura 5.77: Índice de sinuosidad. Colores rojizos fuertes indican mayor sinuosidad.

5.1.8.9. Sumar longitud de líneas

Este proceso () calcula las longitudes de todas las líneas dentro de los territorios delimitados por polígonos. Como ejemplo práctico podemos calcular la longitud total de los caminos dentro de cada país. Para ello activamos la herramienta dentro del sub-menú «Herramientas de análisis» y configuramos las dos capas, caminos («roads») y países («countries»). Al finalizar el proceso el producto resultante es una capa poligonal de países con los atributos de longitud total y cantidad de caminos contabilizados.

5.1.8.10. Estadísticas básicas para campos

Se ha visto en el capítulo 2 cómo calcular estadísticas de campos desde el «Panel de resumen estadístico» 2.29. A continuación se verá cómo realizar estas mismas operaciones como procesos.

La herramienta «Estadística básica para campos...» () calcula estadísticas básicas para un dataset de acuerdo a un campo determinado, pudiendo ser el mismo numérico (cuantitativo) o alfanumérico (cualitativo).

Por ejemplo, un cálculo para la capa de ciudades («places») en el campo «POP_MAX» da como resultado un resumen estadístico (*informe*) en un archivo temporal con formato «html» que puede abrirse en un navegador web, y donde pueden apreciarse cálculos elementales como recuento, valores únicos, rango, extremos, etc. El resultado también puede verse en el registro de salida o guardarse en un archivo en disco.

Campo analizado: POP_MAX

Recuento: 7343

Valores únicos: 6840

Valores NULOS (faltan): 0

Valor mínimo: -99.0

Valor máximo: 35676000.0

Intervalo: 35676099.0

Suma: 2363516433.0

Valor medio: 321873.40773525805

Mediana: 69451.0

Desviación estándar: 1066550.7086368944

Coeficiente de variación: 3.313571991365425

Minoría (valor más raro presente): 1.0

Mayoría (valor presente con más frecuencia): 10.0

Primer cuartil: 19478.5

Tercer cuartil: 229754.0

Intervalo intercuartil (IQR): 210275.5

Figura 5.78: Estadísticas básicas para campos.

5.1.8.11. Estadísticas por categorías

Al igual que el proceso anterior, este algoritmo (Σ) calcula estadísticas pero por clases. Por ejemplo, si calculamos estadísticas de la capa de ciudades («places») del campo «POP_MAX» segmentado por las categorías «ADM0NAME» se obtienen resultados resumidos por países:

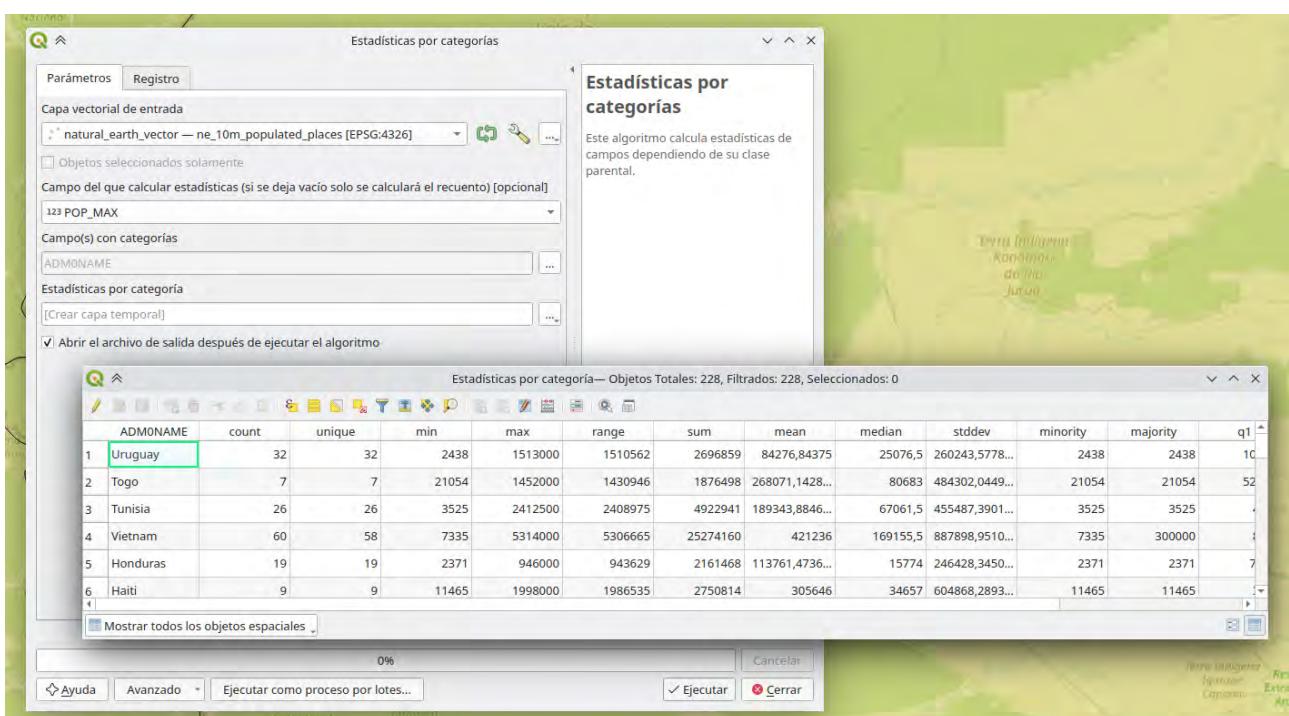


Figura 5.79: Estadísticas por categorías.

5.1.8.12. Matriz de distancia

La «Matriz de distancia...» (\square) se utiliza para calcular distancias entre puntos de dos capas (que también puede ser sobre la misma capa). El resultado del proceso es una nueva capa de puntos que contiene una matriz de distancia, con las longitudes calculadas entre cada uno de los puntos de la capa de entrada con cada uno de los puntos de la capa de salida.

Un ejemplo práctico podría ser el cálculo de las distancias de un aeropuerto a otros aeropuertos del mundo:

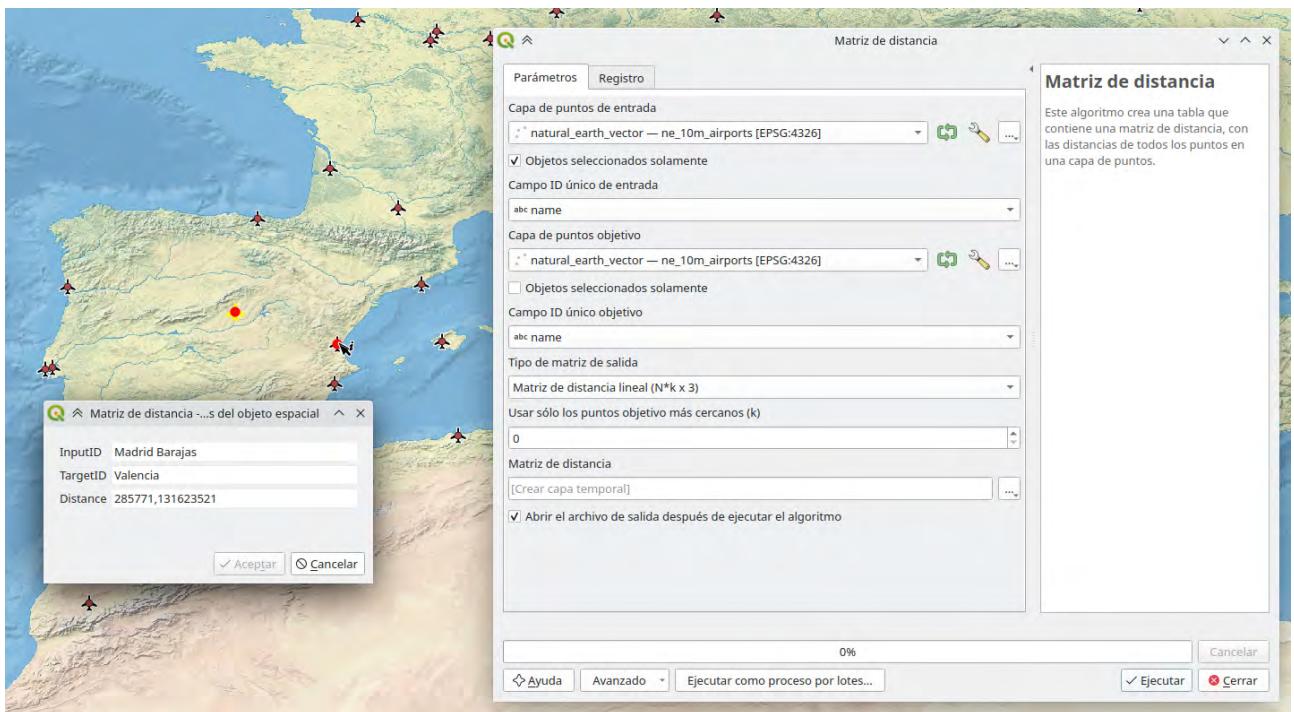


Figura 5.80: Previamente seleccionado el aeropuerto de *Barajas* (*Madrid*) se realizó el cálculo de distancias sobre todos los puntos de la misma capa. Al consultar sobre el aeropuerto de *Valencia* se observa en rojo el resaltado multi-punto con los datos de distancia (285771km). Se tomó el campo «name» como identificador para el cálculo de distancias.

5.1.8.13. Listar valores únicos

Este simple proceso () permite encontrar y listar todos los valores únicos en uno o varios campos de un dataset. El resultado es una lista temporal sin geometría que se incorpora al proyecto (y un archivo *html* que se guarda en disco).

Este algoritmo es una herramienta práctica cuando se necesita extraer un listado de valores, como los nombres de ciudades («populated_places») de cada país («countries»):

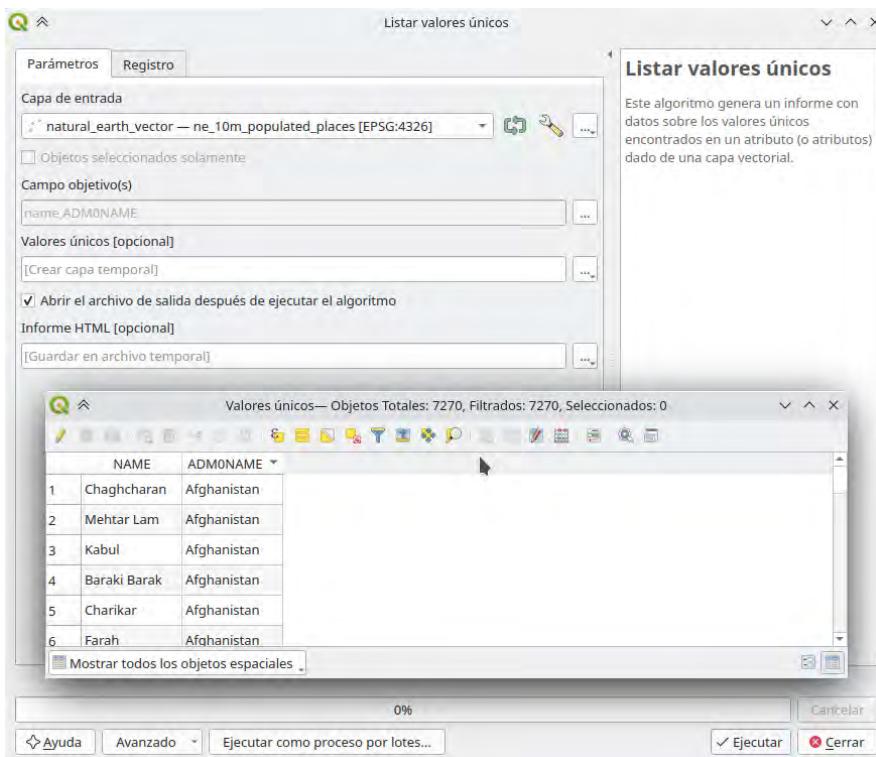


Figura 5.81: La imagen muestra la lista ordenada por país de la lista de valores únicos de ciudades.

5.1.8.14. Empaquetar capas

A veces es necesario transportar capas de una computadora a otra, o guardar múltiples resultados temporales en el disco para que sean permanentes, y una solución posible puede ser esta herramienta (que se encuentra en la caja de herramientas).

El algoritmo guarda las capas seleccionadas en un único archivo *GeoPackage*. Cada capa conservará su nombre y opcionalmente se podrá guardar su estilo en el mismo paquete.

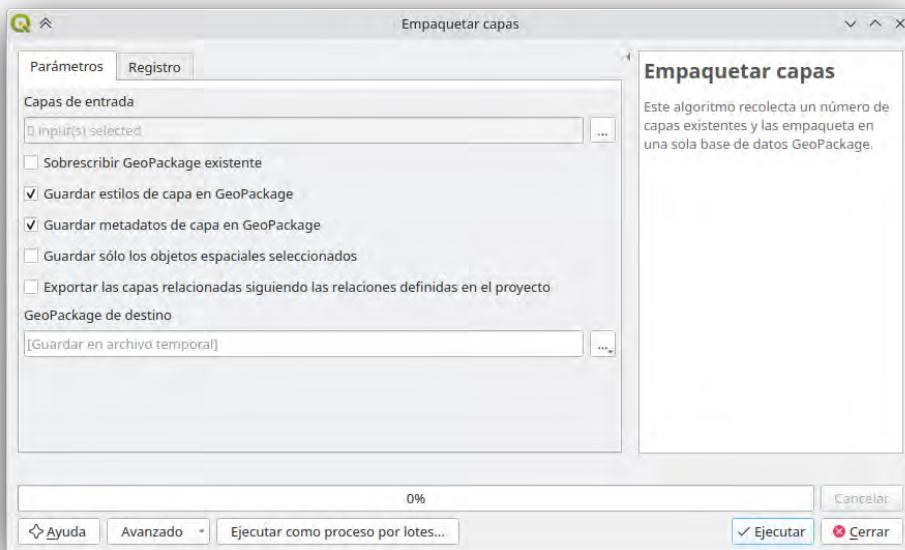


Figura 5.82: Entre los parámetros de configuración del proceso se encuentra también la opción de sobre escribir (pisar) el *GeoPackage* si coincide el nombre de guardado, conservar metadatos en el paquete, guardar solo los objetos espaciales previamente seleccionados y exportar las capas relacionadas en el proyecto.

5.1.8.15. Rehacer campos

Esta herramienta se utiliza para cambiar la estructura de tabla de nombres de campos, modificar tipos, establecer alias y comentarios de campo, quitar y/o agregar campos en una tabla de atributos, sea que contenga geometría o no. La salida es una nueva capa temporal donde se parte de la estructura de tabla original y se van realizando los cambios a gusto.

El proceso se encuentra en la caja de herramientas, y su configuración es relativamente sencilla. La tabla muestra el nombre de origen del campo («Expresión Fuente»), el nuevo nombre («Nombre», que por defecto es el mismo), tipo, longitud, precisión, restricciones, alias y comentario:

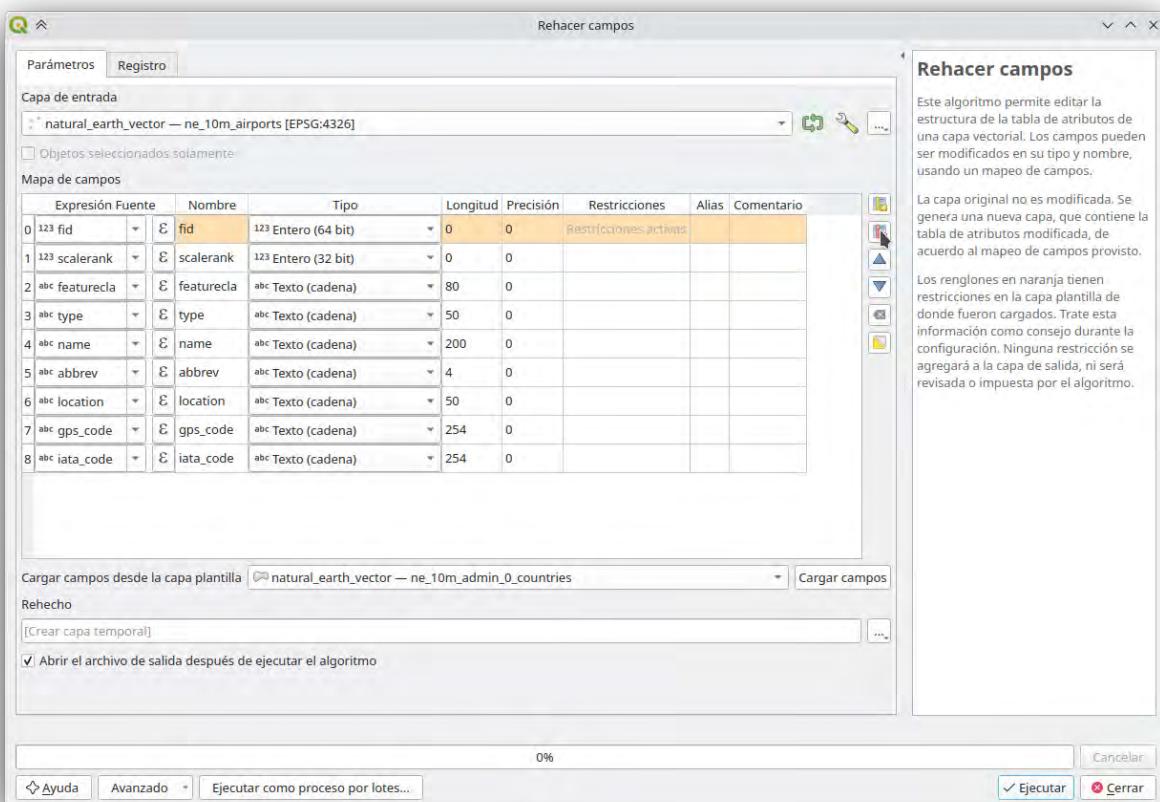


Figura 5.83: El ejemplo de la imagen muestra la tabla «airports» donde se han eliminado campos.

A diferencia de otras herramientas dentro de QGIS, como añadir y quitar campos, este proceso permite reordenar los campos. A nivel de bases de datos, quizás no tenga mucho sentido hacer esto, sin embargo, para el trabajo con planillas de cálculo siempre conviene ser ordenados con los campos.

5.1.9. Calculadora de campos y constructor de expresiones

La «Calculadora de campos» (calculator icon) es una herramienta muy potente porque permite generar comandos y fórmulas complejas para casos muy concretos. En este apartado estudiaremos más que nada cómo modificar elementos con la calculadora, pero hay que tener en cuenta que la misma también se puede aplicar en generación de reglas de estilos o filtros de selección por ejemplo donde se pueda activar el «Constructor de expresiones».

La calculadora de campos toma una expresión y la procesa para cada elemento de una capa, modificando un campo existente o generando uno nuevo, permanente o virtual (campo que se guarda en el proyecto).

Para quienes tengan entrenamiento previo con operaciones lógicas-matemáticas, no tendrán problema en avanzar rápidamente en esta sección. A continuación presentaremos algunas expresiones mediante algunos ejemplos particulares.

5.1.9.1. Condicionales

If Funciona de igual forma que la fórmula condicional «Si» en las planillas de cálculo. Prueba una condición y devuelve un resultado si es verdadero, u otro si es falso.

Para poner un ejemplo ingresaremos el siguiente código como expresión:

```
if(
"SCALERANK" < 5,
'Ciudad grande',
'Ciudad pequeña'
)
```

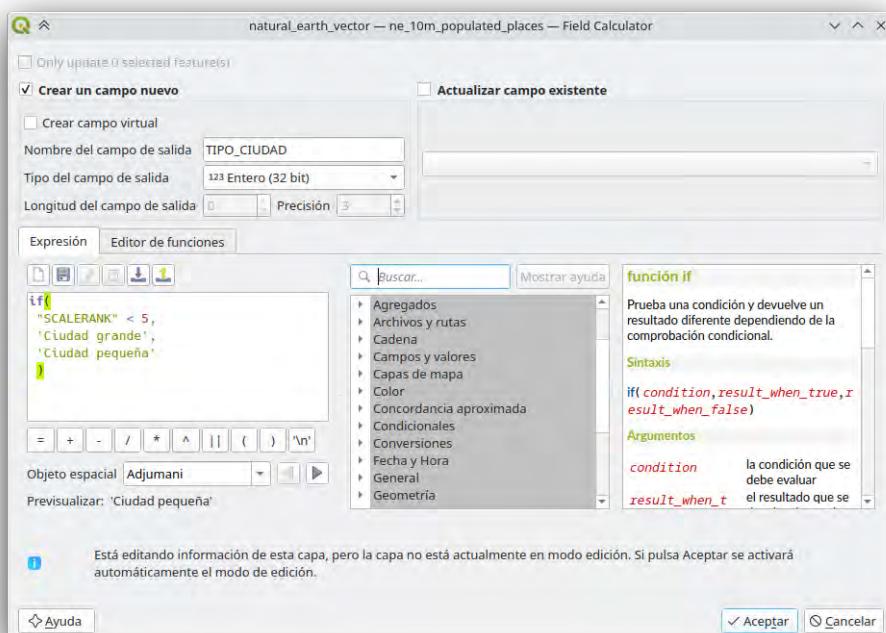


Figura 5.84: Condicional «si» o «if». La expresión evalúa la condición sobre el campo «scalerank» y luego determina si la cataloga como ciudad grande o pequeña.

Siendo que en el dataset «populated_places» a menor valor de «SCALERANK» mayor es el ranking, si la población está catalogada con valor menor a 5 el condicional tomara el caso como afirmativo y asignará el texto 'Ciudad grande', en caso contrario 'Ciudad pequeña'. Este valor deberá registrarse en un campo existente o uno nuevo (permanente o virtual). En nuestro caso, el campo se llama «TIPO_CIUDAD» y es del tipo texto con 254 caracteres de longitud.

Case La expresión «Case» es otro tipo de condicional que evalúa diferentes casos, secuencialmente descritos y asigna valores correspondientes para cada uno de ellos. La expresión «Case» se evalúa linea a linea y devuelve el valor asignado de la primera que sea verdadera, es decir que funciona como un «If» anidado o múltiple.

Supongamos que necesitamos segmentar la escala de ciudades anteriores en más categorías: 0, 1 y 2 para 'Ciudad grande'; 3, 4 y 5 para 'Ciudad mediana'; 6, 7 y 8 para 'Ciudad pequeña'; y por último 9 y 10 para 'Aldea' (es un caso hipotético de clasificación a fines de mostrar el ejemplo). La sentencia será:

```
CASE
    WHEN "SCALERANK" < 3 THEN 'Ciudad grande'
    WHEN "SCALERANK" < 6 THEN 'Ciudad mediana'
    WHEN "SCALERANK" < 9 THEN 'Ciudad pequeña'
    ELSE 'Aldea'
END
```

Una población catalogada como 5 será evaluada por la primer condición, como no la cumple se prosigue con la siguiente, que es verdadera por lo tanto se asigna el valor 'Ciudad mediana'. Notar que no es necesario describir la última condición, ya que los valores que no entran en los primeros casos son indefectiblemente 9 y 10.

También hay que resaltar que la expresión «Case» no necesita explicitar un valor ELSE si no se lo requiere, por lo que puede omitirse la línea. QGIS evalúa esta condición como NULL.

5.1.9.2. Agregados

Las funciones de agregados que veremos a continuación son solo algunas de las que contiene el programa. Agregan, traen, operan o juntan valores sobre capas y campos de acuerdo a una expresión estructurada que, como casi toda función en QGIS, tiene una sintaxis particular, parámetros obligatorios y parámetros opcionales.

Aggregate Esta herramienta permite calcular un valor usando objetos y valores de otra capa. Hay infinidad de ejemplos para esta herramienta, como veremos a continuación. En principio la función «aggregate» tiene varios parámetros obligatorios: la capa a consultar, el tipo de agregación a aplicar y una expresión o campo a agregar. Luego los parámetros opcionales: filtro o expresión de filtro que condiciona o limita los objetos a agregar, cadena usada para concatenar los resultados, y por último la expresión utilizada para ordenar los resultados. Solo para esta función mostraremos la estructura tabulada para entender mejor sus parámetros:

```
aggregate(  
    layer,  
    aggregate,  
    expression  
    [,filter]  
    [,concatenator:=”]  
    [,order_by]  
)
```

Una capa de ciudades podría tomar los distintos tipos de rutas que pasan por ella y que las almacene en un nuevo campo.

```
aggregate(  
    'natural_earth_vector -- ne_10m_roads',  
    'concatenate_unique',  
    type,  
    intersects(  
        $geometry,  
        buffer(  
            geometry(  
                @parent),  
            0.4  
        )  
    ),  
    ',',  
)10
```

¹⁰Según la propia documentación de QGIS, se recomienda no utilizar la variable \$geometry, y en su lugar utilizar @geometry. Usaremos indistintamente las dos formas en este libro.

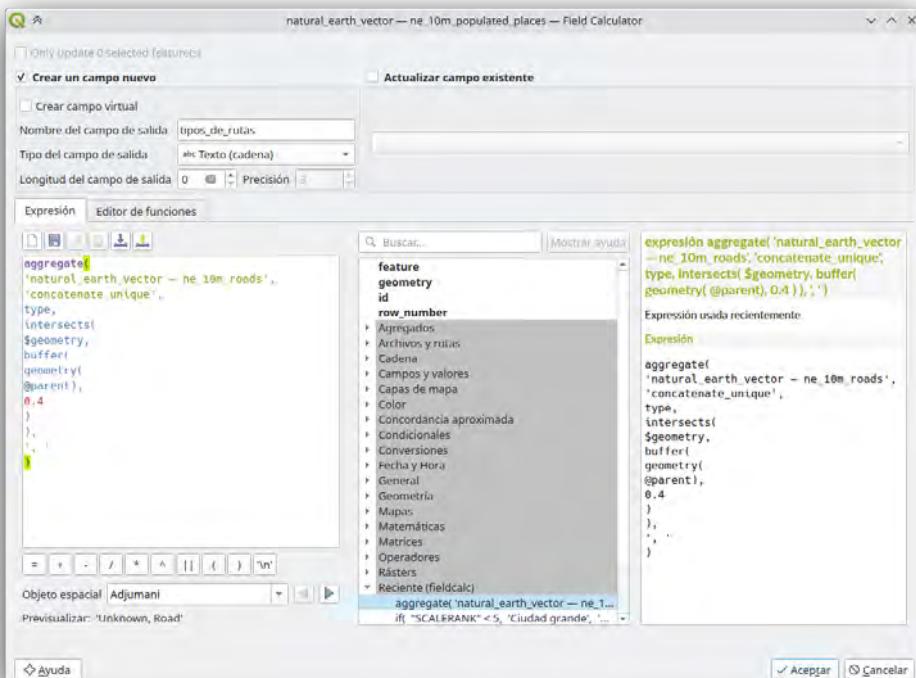


Figura 5.85: Tipos de rutas que pasan por una ciudad. El algoritmo recolecta en el campo «tipos_de_rutas» cada una de los tipos de caminos que pasan por cada ciudad, separados por coma. Al ser muchos puntos y caminos, el proceso toma un tiempo considerable en ejecutarse. La variable @parent se usa para acceder al objeto de la capa de origen.

Se podría hacer que la capa de países almacene la suma de todas las longitudes de caminos que intersecan:

```

aggregate(
    'natural_earth_vector -- ne_10m_roads',
    'sum',
    $length,
    intersects(
        $geometry,
        geometry(
            @parent
        )
    ),
    ,
    ,
)

```

También se puede hacer un recuento automático de aeropuertos localizados dentro de cada país. QGIS calcula automáticamente en un nuevo campo de la capa de países cuántos aeropuertos hay en ese territorio:

```

aggregate(
    'natural_earth_vector -- ne_10m_airports',
    'count',
    'fid',
    intersects(
        $geometry,
        geometry(
            @parent
        )
    )
)

```

```
),  
, ,  
)
```

Se recomienda revisar la lista de todas las operaciones que puede hacer la función «Aggregate», en la ventana de ayuda en la parte derecha de la calculadora.

Range Entre otra de las funciones de agregados se encuentra «range», que devuelve el rango de valores de un campo o expresión. Necesariamente el argumento deberá ser numérico. Para el campo «POP_RANK» de la capa de países («countries») se obtiene:

```
range("POP_RANK") → 17
```

Count Distinct Similar a la función rango, se tiene «count_distinct», que calcula cuántos valores distintos hay en un campo. Por ejemplo para la misma capa de países («countries») el campo «ADMIN» arroja:

```
count_distinct("ADMIN") → 258
```

5.1.9.3. Cadena

Las operaciones que se pueden hacer con tipos texto o cadena son variadas y muy fáciles de utilizar. Muchas de ellas tienen similitud con las que pueden realizarse en software de gestión de planillas de cálculo. Solo como muestra se describen a continuación algunas de estas a modo de ejemplo.

Concatenado La concatenación es, de alguna manera, la unión secuencial de textos en una misma línea. Se utiliza «concat» con la siguiente sintaxis:

```
concat('texto 1', 'texto 2')
```

Esto devuelve la cadena literal «texto 1texto2». Se podrían utilizar atributos y cadenas estáticas para concatenar, con más de un argumento.

Supongamos que queremos ver en la etiqueta de cada país el nombre de cada país de la forma «País: Argentina», entonces debemos ir a las «Propiedades de la capa» → «Etiquetas» → «Valor» y hacer clic sobre el ícono  y anotar la siguiente expresión en el constructor de expresiones:

```
concat('País: ', "NAME")
```

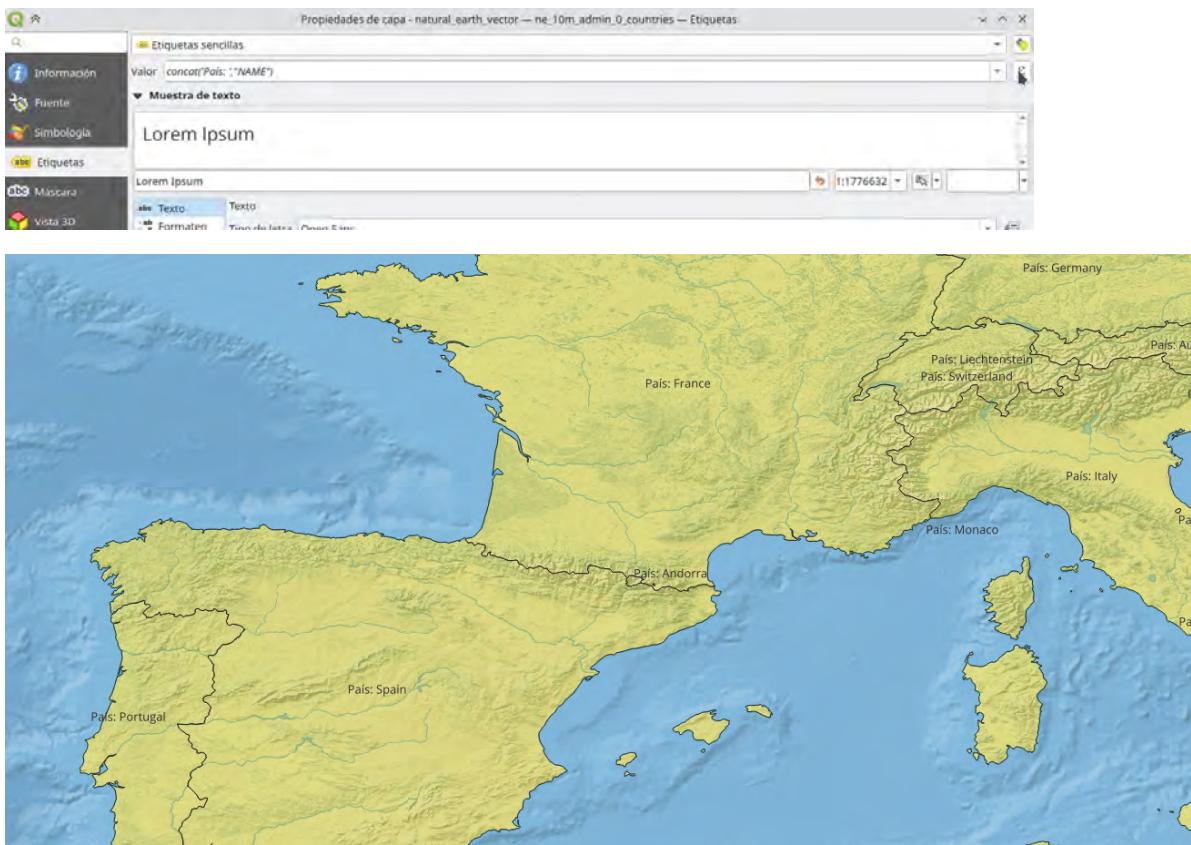


Figura 5.86: Capa de Países etiquetados con el texto fijo ('País: ') y el valor de atributo «NAME».

Otra forma de concatenar es con la doble barra vertical o «pleca» (||), con la diferencia que si el valor del atributo es nulo (NULL) no se mostrarán ninguna de las cadenas. Se lo utiliza de la siguiente forma:

```
'País: ' || NAME
```

Si tuviéramos una capa con registros de personas en el que figure nombre y apellido, se podría concatenar en un nuevo campo para que quede toda la cadena junta en el formato que uno desee. Para esto abrimos la calculadora de campos y creamos un nuevo atributo llamado por ejemplo «nombre_completo» y en la expresión ponemos:

```
concat(APELLIDO, ', ', NOMBRE) → «García, Alfonzo»
```

Con el comando «format» se pueden lograr resultados similares pero con otra sintaxis en su estructura.

Formato Dada una cadena es posible darle un formato particular.

- Para formatear fechas la función es «format_date». Por ejemplo la siguiente expresión formatea la hora actual «now()»:

```
format_date( now(), 'hh:mm AP') → '12:54 P. M.'
```

- Es posible formatear cadenas para que utilicen solo letras minúsculas, mayúsculas, o letras capitales con «upper», «lower» y «title»:

```
upper('Texto') → 'TEXTO'  
lower('Texto') → 'texto'  
title('Texto') → 'Texto'
```

Parte de una cadena A veces es necesario extraer una parte de una cadena, utilizando ciertos parámetros o expresiones regulares.

- Las operaciones «left» y «right» permiten extraer una cantidad determinada de caracteres a la izquierda o a la derecha de una cadena, respectivamente:

```
left('García, Alfonzo', 5) → 'García'
```

- Por ejemplo, las operaciones «lpad» y «rpad» se utilizan para completar o recortar una cadena a una cierta cantidad de caracteres:

```
lpad('García', 10, 'x') → 'xxxxGarcía'
lpad('García', 3, 'x') → 'Gar'
```

- En la misma línea que «lpad» y «rpad», tenemos «substr», que permite devolver una parte de una cadena con los argumentos de posición de inicio y longitud:

```
substr('Cadena a recortar', 3, 10) → 'dena a rec'
```

- El comando «replace» permite reemplazar una parte de la cadena por otra. Puede servir para eliminar caracteres:

```
replace('32-9456321-9', '-','') → '3294563219'
```

5.1.9.4. Matemáticas

Las operaciones matemáticas que permite realizar QGIS son muy completas y su utilización es muy similar a cualquier otro programa CAS o calculadora digital. Solo mostraremos algún que otro ejemplo de interés para el uso cotidiano de QGIS.

Redondeo y acotamiento

- La operación «round» redondea el resultado de una operación especificando la cantidad de decimales. Por ejemplo, cuando calculamos el área de un polígono en un campo de tipo real y queremos acotar la cantidad de cifras de precisión o también si queremos redondear a la unidad:

```
round($area,3) → 54,123
round($area) → 54
```

- «Floor()» y «ceil()» son dos operaciones matemáticas que redondean un número por debajo o arriba respectivamente. El resultado es entero.
- «abs()» calcula el valor absoluto de un número cualquiera.

Operaciones QGIS permite utilizar los símbolos aritméticos tradicionales (suma, resta, multiplicación, etc) a los cuales se adicionan algunas operaciones matemáticas que también se pueden encontrar en calculadoras científicas o sistemas CAS. Detallaremos solo algunas a modo de ejemplo:

- De exponente: «exp()», «sqrt()», «ln()», «log()» y «log10()», donde se pueden calcular potencias, raíz cuadrada y logaritmos naturales, de base específica y decimal.
- Trigonométricas con argumento en radianes: «sin()», «cos()», «tan()», «asin()», «acos()», «atan()».

Aleatorización

- Se pueden generar números *randomizados* o *aleatorios* enteros entre dos números determinados con el comando «rand()»:

```
rand(0,10) → 3
```

- Para números reales se puede realizar lo mismo con el comando «randf()»:

```
randf(0,10) → 9.661894723642249
```

Para ambos casos es posible ingresar un argumento al final como semilla ¹¹.

¹¹Una semilla (aleatoria) es un número utilizado para inicializar un generador de números pseudoaleatorios, donde dado el mismo número semilla, un generador de números aleatorios generará los mismos números aleatorios cada vez que se ejecute la expresión.

Escalado Las operaciones «scale_linear()» y «scale_exp()» permiten realizar escalado de valores entre dos rangos determinados, dados sus valores mínimos y máximos de entrada y salida.

Por ejemplo si queremos escalar el número 7 de un rango original [0;10] para llevarlo a escala [0;100], de forma lineal:

```
scale_linear(7,0,10,0,100) → 70
```

O bien usando los mismos rangos anteriores pero exponencialmente de segundo grado, donde el último argumento es el exponente de la escala, que también puede ser real:

```
scale_exp(7,0,10,0,100,2) → 49
```

También se puede usar una curva polinómica para escalar valores. El mismo ejemplo anterior pero de grado 5:

```
scale_polynomial(7,0,10,0,100,5) → 16,807
```

5.1.9.5. Conversiones

Entero, real y cadena

- A veces se guardan datos numéricos en campos de tipo texto y como tales no es posible hacer ciertas operaciones. Por ejemplo si se tiene un campo de códigos enteros dentro de un tipo texto (string) y queremos ver la tabla ordenada de menor a mayor observaremos el siguiente comportamiento:

NAME_TR	NAME_VI	NAME_ZH	codigo
nezya	Indonesia	印度尼西亚	1
alk Cum...	Cộng hòa Nh...	中华人民共和国	10
jal	Sénégal	塞内加尔	100
ra	Nigeria	奈及利亚	101
i	Bénin	贝宁	102
la	Angola	安哥拉	103
tistan	Croatia	克罗地亚	104
nya	Slovenia	斯洛文尼亚	105
	Qatar	卡塔尔	106
i Arabist...	Á Rập Saudi	沙特阿拉伯	107
ana	Botswana	波札那	108
abve	Zimbabwe	辛巴威	109
	Israel	以色列	11
iristan	Bulgaria	保加利亚	110
jd	Thái Lan	泰国	111

Figura 5.87: Tabla ordenada por campo «codigo» de tipo «string o cadena». Al ordenar vemos los valores 1, 10, 101, etc. Este comportamiento se debe precisamente a que QGIS evalúa los números como si fueran textos.

Para solucionar este problema editamos con clic derecho sobre el nombre del campo y elegimos la opción de «Ordenar...», donde escribimos la siguiente linea:

```
to_int("codigo")
```

NAME_TR	NAME_VI	NAME_ZH	codigo
nezya	Indonesia	印度尼西亚	1
ya	Malaysia	马来西亚	2
	Chile	智利	3
ra	Bolivia	玻利维亚	4
	Peru	秘鲁	5
tin	Argentina	阿根廷	6
elia Kan...	Căn cứ quân ...	NULL	7
Cumhu...	Cộng hòa Síp	赛普勒斯	8
stan	Ấn Độ	印度	9
alk Cum...	Cộng hòa Nh...	中华人民共和国	10
	Israel	以色列	11
n	Palestine	巴勒斯坦	12
an	Liban	黎巴嫩	13
oya	Ethiopia	埃塞俄比亚	14
y Sudan	Nam Sudan	南苏丹	15

Figura 5.88: Tabla ordenada por campo «codigo», de tipo «string» pero convertida al vuelo en «entero».

- De igual forma es posible hacer conversión de tipo «string» a «real» con el comando «to_real()».
- Inversamente a los dos ejemplos anteriores la función «to_string()» pasa de tipo numérico a cadena de texto.
- En lo que a conversiones de tipo coordenadas se refiere, el comando «to_dms()» permite pasar de formato decimal a sexagesimal:

```
to_dms(-64.123456, 'x', 2) → '-64°7`24.44~'
to_dms(-64.123456, 'x', 2,'aligned') → '64°07`24.44~0'
```

Angular

- «radians()» convierte grados sexagesimales en radianes.
- «degree()» realiza la operación opuesta a la anterior.

Fecha y tiempo

- El comando «to_date()» permite dar formato de fecha a un campo de tipo string. Es necesario especificar el formato en el que está escrito y el idioma, por ejemplo:


```
to_date('24 diciembre, 2023','d MMMM, yyyy','es') → '2023-12-24'
```
- La operación «to_time()» convierte de texto a hora de forma similar al caso anterior.


```
to_time('12-32','HH-mm') → '12:32:00'
```
- Si tenemos fecha y hora en un campo se pueden combinar los dos casos anteriores mediante «to_datetime()»:


```
to_datetime('9 julio, 2021 @ 12:34','d MMMM, yyyy @ HH:mm','es') → '2021-07-09 12:34:00'
```

- Una operación interesante es «age()», que calcula la diferencia entre dos fechas:


```
age('2021-12-31','2021-04-30') → '245 días'
      age(to_date(now()),'2021-12-31') → '719 días'
```

(El comando «now()» selecciona el «datetime» actual del sistema operativo, y «to_date» lo convierte solo a fecha para que pueda calcular la diferencia)

- Las operaciones «year()», «month()», «day()», «hour()», «minute()», «day()» y «second()» generan extractos de tiempo de cualquier «datetime()».

5.1.9.6. Geometría

Las operaciones en la «Calculadora de campos» con geometría permiten entre otras cosas encontrar el valor del área de un polígono, longitud de polilíneas, coordenadas de un punto, etc. Como los cálculos son relativos a los SRC utilizados en el proyecto y los propios de cada capa, se recomienda tener presente la sección 2.2.

Notar que en algunos comandos utilizan «\$geometry» que no es más que el dato de la geometría del objeto actual.

Área

- El operador «\$area» permite calcular la superficie elipsoidal de un polígono sin importar en qué SRC se encuentra la capa, donde se hace la siguiente observación: *El área calculada por esta función respeta tanto la configuración del elipsoide del proyecto actual como la de las unidades de área. Por ejemplo, si se ha establecido un elipsoide para el proyecto, entonces el área calculada será elipsoidal y si no se ha establecido ningún elipsoide, entonces el área calculada será planimétrica.*
- El comando «area(\$geometry)» calcula el área planimétrica de una geometría en el SRC proyectado. La ayuda de la función aclara que: *Los cálculos siempre son planimétricos en el Sistema de Referencia Espacial (SRE) de esta geometría y las unidades del área devuelta coincidirán con las unidades del SRE. Esto difiere de los cálculos hechos por la función \$area, que hará cálculos elipsoidales basados en el elipsoide del proyecto y la configuración de las unidades de superficie.*

Para entender mejor la diferencia entre las distintas formas de calcular el área que ofrece QGIS puede ser de ayuda la siguiente gráfica, donde se visualizan los dos tipos de superficies:

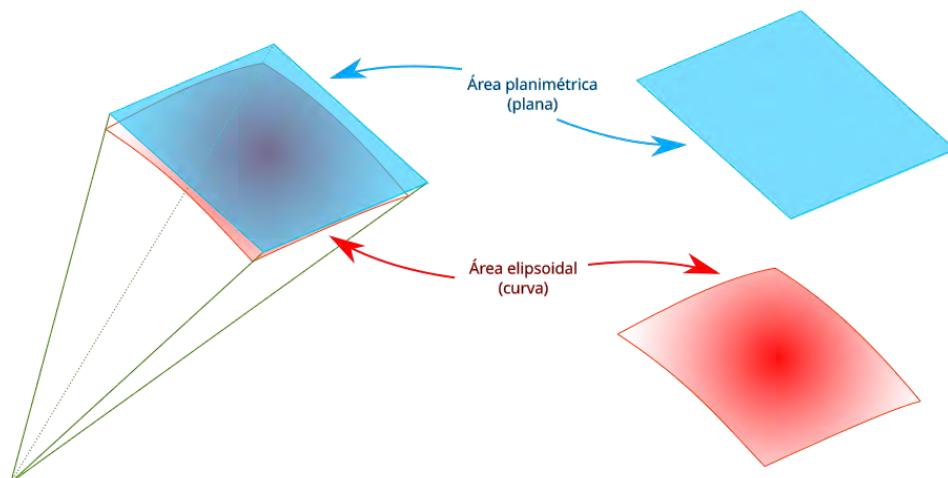


Figura 5.89: La figura muestra una porción «rectangular» de territorio y su proyección al centro de la tierra. La roja toma la forma del elipsoide, y la azul es proyectada y plana. Las dos áreas tienen naturaleza diferente, y de allí su diferencia. El área elipsoidal usa líneas geodésicas en los bordes de su geometría, en cambio la otra posee líneas rectas sobre el plano proyectado.

Longitud o perímetro

- Al igual que con el área, es posible calcular la longitud de una geometría lineal o el perímetro de una poligonal mediante el operador «\$length». QGIS advierte que: *La longitud calculada por esta función respeta tanto la configuración del elipsoide del proyecto actual como la de las unidades de longitud. Por ejemplo, si se ha establecido un elipsoide para el proyecto, entonces la longitud calculada será elipsoidal y si no se ha establecido ningún elipsoide, entonces la longitud calculada será planimétrica.*
- Con «length(\$geometry)» también es posible calcular la longitud de la geometría actual, pero se advierte que: *Los cálculos siempre son planimétricos en el Sistema de Referencia Espacial (SRE) de esta geometría y las unidades de la longitud devuelta coincidirán con las unidades del SRE. Esto difiere de los cálculos hechos por la función \$length, que hará cálculos elipsoidales basados en el elipsoide del proyecto y la configuración de las unidades de longitud.*

- Para calcular el perímetro de un polígono se recomienda utilizar el operador «\$perimeter», donde se advierte que: *El perímetro calculado por esta función respeta tanto la configuración del elipsode del proyecto actual como la de las unidades de distancia. Por ejemplo, si se ha establecido un elipsode para el proyecto, entonces el perímetro calculado será elipsoidal y si no se ha establecido ningún elipsode, entonces el perímetro calculado será planimétrico.*
- Asimismo, el comando «perimeter(\$geometry)» hará lo propio con geometrías poligonales pero considerando lo siguiente: *Los cálculos siempre son planimétricos en el Sistema de Referencia Espacial (SRE) de esta geometría y las unidades del perímetro devuelto coincidirán con las unidades del SRE. Esto difiere de los cálculos hechos por la función \$perimeter, que hará cálculos elipsoidales basados en el elipsode del proyecto y la configuración de las unidades de distancia.*

Al igual que para el cálculo de áreas, las longitudes pueden ser líneas rectas o geodésicas, y de allí obtenemos sus diferencias de medición.

Coordenadas

- El centroide de una geometría no es más que su centro geométrico y se lo calcula con el operador «centroid(\$geometry)». Este comando puede ser utilizado en combinación con otras operaciones para la determinación de intersecciones por ejemplo.
- La coordenada «x» de un punto se puede calcular con «\$x»¹². Si se utiliza «x(\$geometry)» también se puede utilizar para encontrar el centroide, con la salvedad que para geometrías del tipo polígono o polilínea se devolverá la coordenada «x» del centroide. Se puede combinar con el comando «round()» para quitar decimales innecesarios si así se lo requiere:

```
$x → 31.80972219999995
round($x,6) → 31.809722
```

- Para el cálculo de la coordenada «y» se utilizan comandos similares: «\$y» e «y(\$geometry)».
- El cálculo de las coordenadas se realiza en el SRC de la capa, por lo que en el caso de la capa de países que estamos utilizando en los ejemplos la coordenada «x» es sinónimo de longitud, y la «y» es latitud. Si por ejemplo si se tiene una capa en un SRC diferente al 4326 (WGS 84) y se necesita obtener los datos de latitud y longitud se deberá utilizar el operador «transform()». Supongamos que la geometría de la capa tiene SRC 3857 (Web Mercator), para obtener la coordenada x en grados se tendría que aplicar:

```
x(transform($geometry, 'EPSG:3857', 'EPSG:4326'))
y(transform($geometry, 'EPSG:3857', 'EPSG:4326'))
```

5.2. Análisis ráster

Aprenderemos a utilizar algunos procesos que son de uso habitual en la labor con capas ráster y que tienen que ver con el análisis de los datos que contienen o derivan de ellas. No abordaremos por el momento la calculadora ráster, que merece una sección aparte.

5.2.1. Interpolaciones

En esta sección realizaremos interpolaciones ráster de diverso origen metodológico. Las técnicas de interpolación son utilizadas en el ámbito de la cartografía y la geomática para estimar valores desconocidos en ubicaciones intermedias a partir de datos conocidos en puntos (vectorial) dispersos no necesariamente ordenados o uniformes en su distribución.



Figura 5.90: Interpolación de un valor entre dos puntos. Podríamos pensar que el valor buscado es cercano a 15, sin embargo eso respondería a un modelo lineal, y como veremos más adelante no siempre se da así.

¹²La propia documentación de QGIS indica que es mejor utilizar x(@geometry) en su lugar, aunque en la versión actual el comando «\$x» todavía funciona.

La elección del método de interpolación depende de varios factores, como la distribución de los datos, la variabilidad espacial, y la naturaleza del fenómeno que se está modelando. Existen métodos que se adaptan mejor a ciertos casos conocidos, aunque es muy común realizar pruebas y comparaciones entre varios métodos para determinar cuál se ajusta mejor a los datos y al contexto específico de la problemática.

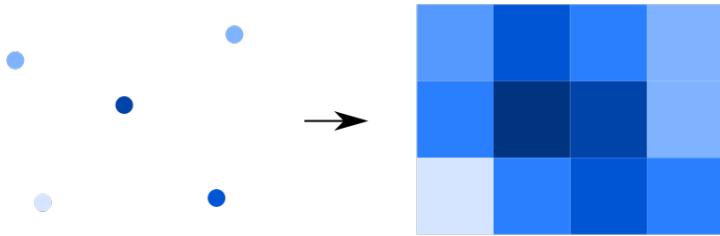


Figura 5.91: Modelo de interpolación de puntos a ráster. Nótese que la intensidad del tono en los puntos se ve reflejado en los valores del ráster, donde cada celda representa un píxel. Si un píxel se encuentra en la posición exacta de un punto, tomará su valor, pero donde no existan puntos se calcula una interpolación que depende del método utilizado.

QGIS posee cuatro herramientas de interpolación en el panel de «Caja de herramientas de procesos»:

TIN (Triangulated Irregular Network):

La superficie se divide en una red de triángulos irregulares que conectan puntos de datos conocidos. Cada triángulo tiene una superficie plana, y la interpolación se realiza calculando los valores dentro de cada triángulo de manera lineal.

Es especialmente útil cuando los datos están distribuidos de manera irregular y no siguen un patrón sistemático. Se utiliza comúnmente en terrenos topográficos y modelado tridimensional.

IDW (Inverse Distance Weighting):

La idea central es asignar pesos a los puntos de datos conocidos en función de su proximidad a la ubicación a interpolar. Puntos más cercanos tienen un peso mayor en la estimación del valor desconocido.

Funciona bien cuando se espera que los valores cercanos geográficamente tengan una mayor influencia en el punto a interpolar. Es útil en situaciones donde se espera que la influencia disminuya con la distancia.

Mapa de calor (Estimación de Densidad de Núcleo)

Este tipo de mapa destaca áreas donde hay una mayor concentración de puntos y ayuda a identificar patrones de distribución espacial.

Facilita la visualización de la intensidad de fenómenos en áreas geográficas, como la densidad de crímenes, avistamientos de aves, ubicaciones de servicios, etc.

Densidad lineal Interpolación de densidad de líneas

La densidad lineal se calcula dividiendo la longitud total de los elementos lineales por la unidad de área, generalmente kilómetros por kilómetro cuadrado o metros por hectárea. Esto proporciona una medida de cuántos kilómetros o metros de elementos lineales existen en una determinada área.

La densidad lineal es útil para analizar patrones de distribución de elementos lineales en relación con el área circundante. Por ejemplo, puede ayudar a identificar áreas con alta densidad de carreteras o ríos en comparación con otras áreas.

5.2.1.1. Interpolación TIN

Comenzaremos analizando un ejemplo con datos descargados del Servicio Meteorológico Nacional Argentino (SMN). Tenemos una capa de puntos (estaciones meteorológicas) sobre el territorio continental Argentino con datos de temperatura máxima y mínima para el día 27/12/2023. Convertiremos esos puntos en un ráster con temperaturas interpoladas mediante el método de «Interpolación TIN» ().



Figura 5.92: El dataset muestra una región central con temperaturas claramente superiores a los 30 grados C.

Nota: Aclararemos antes de comenzar con este proceso que para el caso particular a analizar se presupone que la interpolación de temperaturas en el territorio se comporta de forma lineal aunque esto no sea realmente así, ya que depende de muchos factores, pero nos sirve para mostrar las capacidades de la herramienta.

Activamos el proceso desde el panel «Caja de herramientas de procesos» y configuramos los parámetros de forma que tome la capa de puntos y sus valores de temperaturas máximas (obs_TMAX) haciendo clic en el botón «+»:

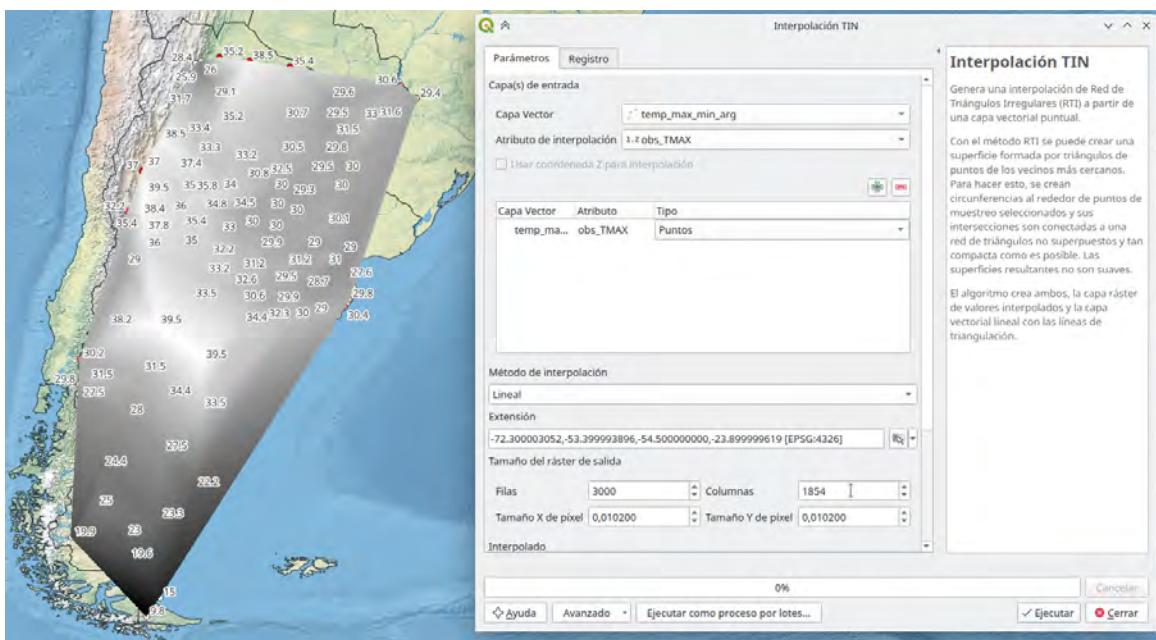


Figura 5.93: Se configuró como extensión del ráster a la misma capa de temperaturas y en la resolución de salida se optó por 3000 filas (las columnas se calculan automáticamente en proporción a la extensión elegida).

El ráster de salida de interpolación TIN muestra en distintos tonos de gris las temperaturas de los puntos. Para interpretar mejor este dato podemos elegir un estilo más apropiado, segmentado en estratos:

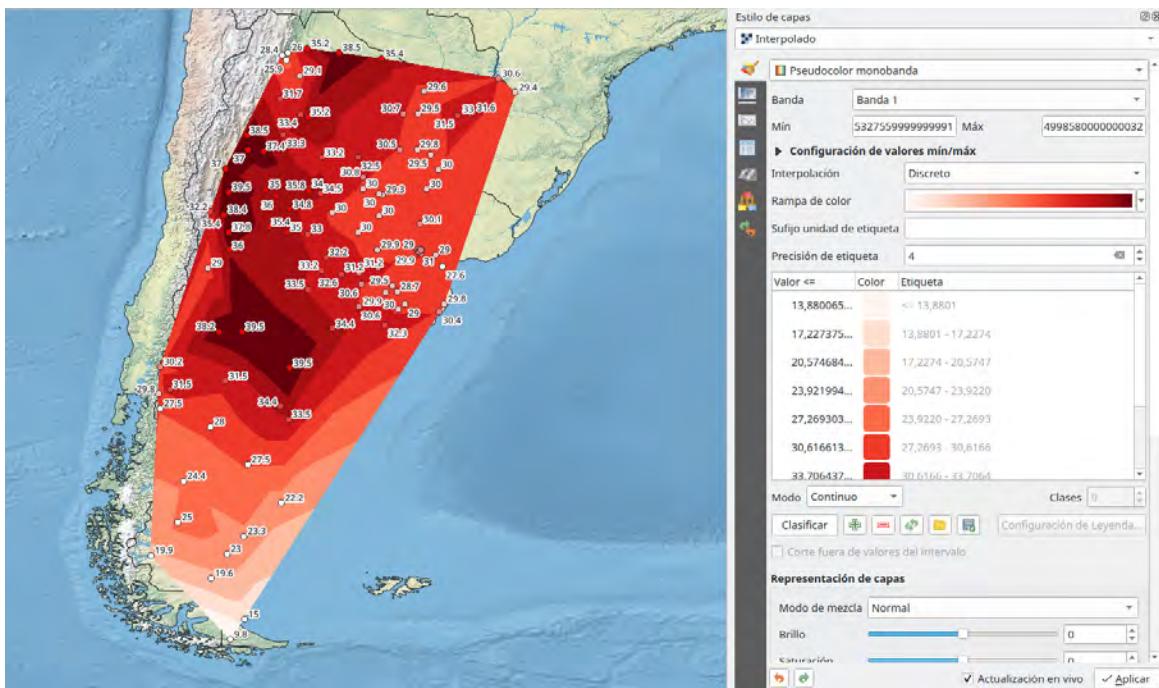


Figura 5.94: Sobre la capa ráster se observa la capa de puntos original, a modo de comparativa.

Si bien estos métodos de interpolación aplican generalmente sobre puntos, también es posible utilizar geometrías de líneas para obtener ráster interpolados. Veremos a continuación el caso inverso a la extracción de curvas de nivel, es decir que partiendo de ellas obtendremos un modelo digital de elevaciones (DEM) utilizando Interpolación TIN.

Para ello tomamos las curvas generadas para la *Isla de Cabrera* y configuramos el valor de elevación (ELEV) como parámetro de entrada del algoritmo, la extensión sera la misma capa de curvas y como tamaño de salida en 2000 filas (recordemos que las columnas se auto-calcularán en función de las filas):

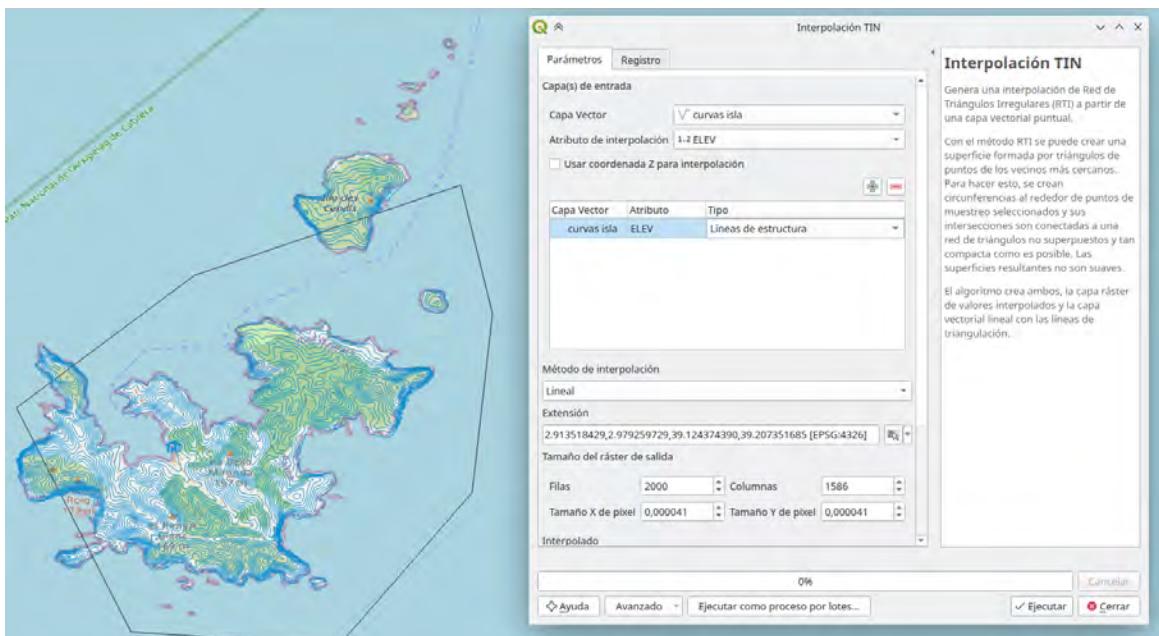


Figura 5.95: *Isla de Cabrera* con las curvas de nivel calculadas previamente. Nótese que las curvas de nivel se tomaron como tipo de «Líneas de estructura».

La salida muestra un mapa de elevaciones similar al que descargamos con el complemento *SRTM Downloader*:

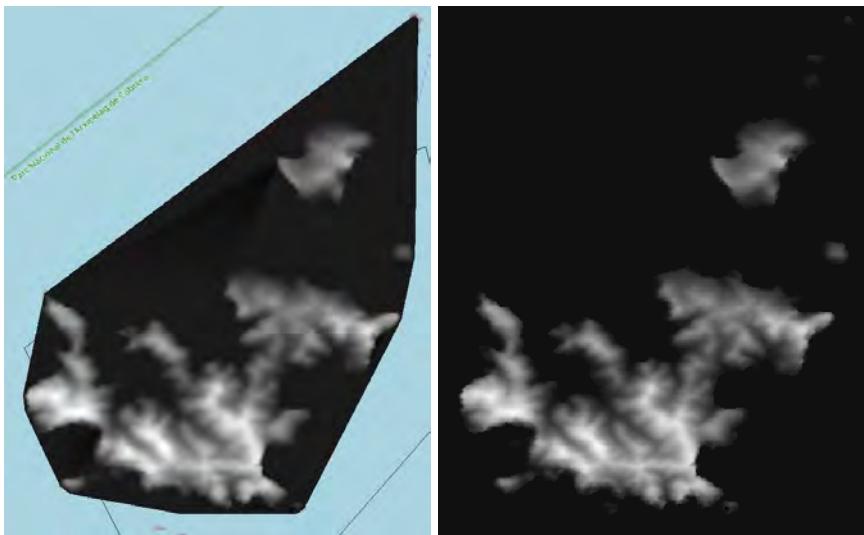


Figura 5.96: La imagen de la izquierda muestra el DEM interpolado a partir de las curvas de nivel, y de lado derecho el DEM descargado original. Se observa mayor resolución espacial en el DEM calculado debido a la cantidad de filas y columnas configuradas en este caso (2000x1586) para el ráster de salida.

5.2.1.2. Interpolación IDW

De forma similar puede utilizarse el método de «Interpolación IDW» () para generar un ráster a partir de una capa de puntos con valores numéricos a generalizar en una extensión. Según el resumen de la herramienta «el método genera una interpolación de Distancia Inversa Ponderada (DIP) desde una capa vectorial puntual», es decir que «los puntos muestrados son ponderados durante la interpolación de tal manera que la influencia de un punto relativo a otro disminuye con la distancia hacia el punto desconocido que se desea crear».

Para el caso particular de las estaciones meteorológicas que estamos analizando habrá que considerar que este método de interpolación influye fuertemente en el resultado final y por tanto será necesario considerarlo dentro de los parámetros de hipótesis. Tomando los mismos datos de entrada y considerando el «Coeficiente P de distancia» igual a 5, se tiene la siguiente salida:

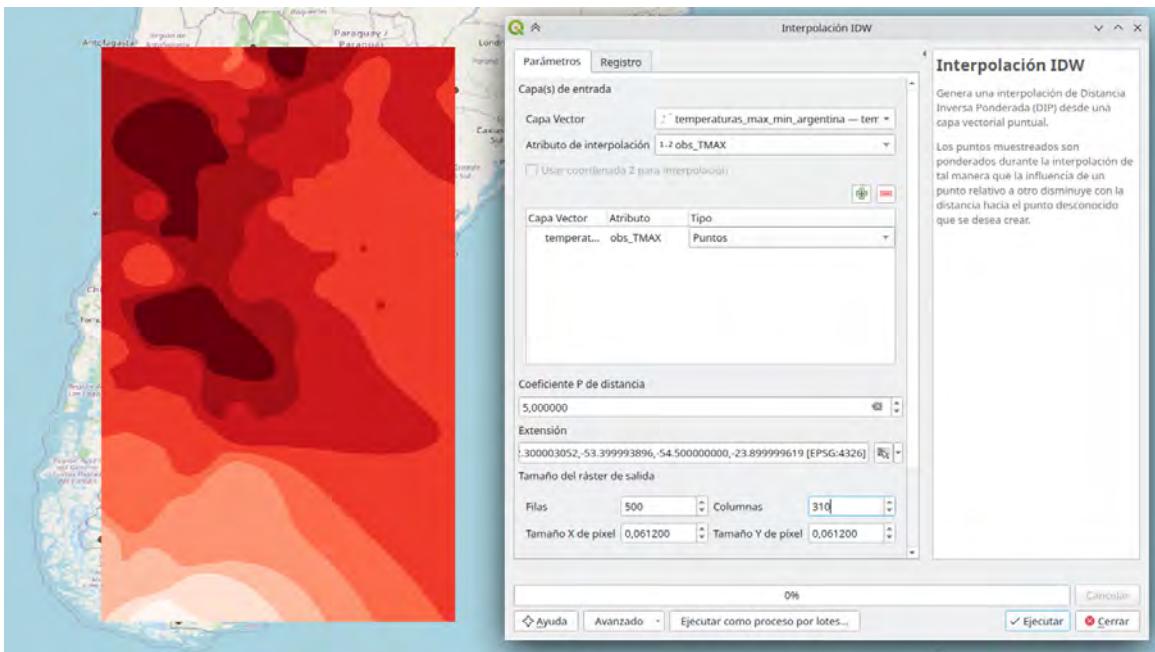


Figura 5.97: El método de interpolación IDW devuelve un ráster con datos calculados en toda su extensión, a diferencia del TIN que solo genera valores en su envolvente convexa. Se ha generado un estilo de interpolado discreto similar al utilizado anteriormente.

El coeficiente de distancia determina el grado de influencia que tienen los puntos relativo a su distancia, a valores más altos se incrementa la influencia de puntos más cercanos.

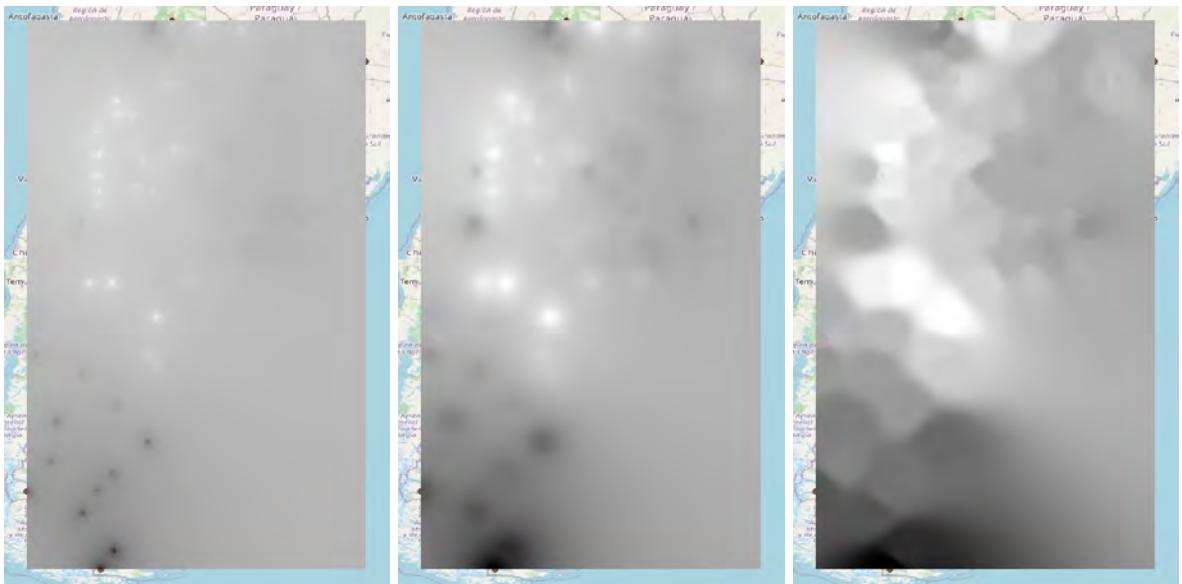


Figura 5.98: Interpolación IDW con distintos coeficientes de distancia, de izquierda a derecha $P=1$, $P=2$ y $P=5$.

Nota: Como se ha mencionado anteriormente es necesario cotejar los valores calculados con datos reales relevados en territorio. No solo en este caso sino siempre que se trabaje con modelos. Es recomendable contrastar los datos calculados con puntos de control y estimar el grado de confianza que se tiene sobre el mismo estableciendo a la vez márgenes de error prudentes de forma que no deriven luego en conclusiones erróneas.

5.2.1.3. Densidad lineal

Otro de los casos de interpolación que podemos analizar es el de «Densidad lineal» (🔗), un algoritmo que como ya se ha definido anteriormente aplica sobre líneas y genera un ráster donde la salida destaca la densidad de líneas en el territorio. Podemos estudiar el caso de las rutas Argentinas y su ponderación por importancia («scalerank»):

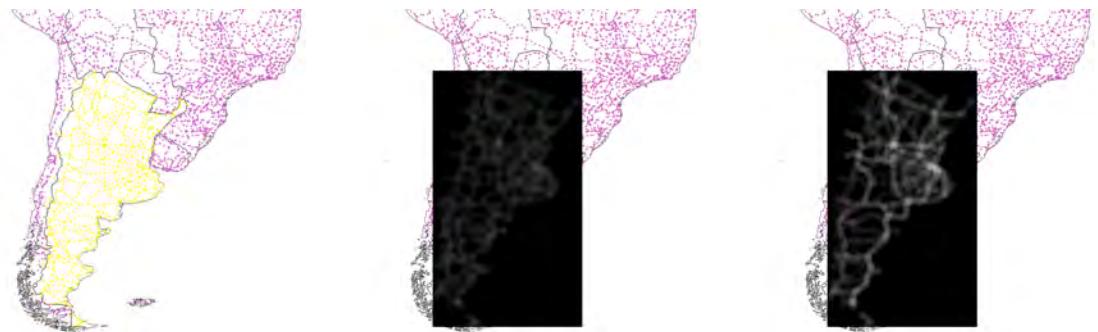


Figura 5.99: La primer imagen muestra la selección de las rutas Argentinas. En la segunda imagen se ha calculado la densidad lineal en un radio de 50km. La tercera imagen se ha recalculado con igual radio pero ponderando la importancia de cada ruta (invirtiendo previamente la escala de los valores de «scalerank»).

El algoritmo toma una capa de entrada (rutas) y calcula su densidad, considerando o no un factor de peso para cada objeto geográfico. En el caso de la imagen se observa claramente la diferencia entre el cálculo de densidad de líneas y el cálculo ponderado.

5.2.1.4. Mapa de calor

Por último, veremos el caso de la interpolación «Mapa de Calor (Estimación de Densidad de Núcleo)» (👉). El algoritmo crea un ráster de densidad o mapa de calor a partir de una capa vectorial de puntos. Como ya se ha dicho, los mapas de calor permiten una fácil identificación de focos y puntos de agrupamiento.

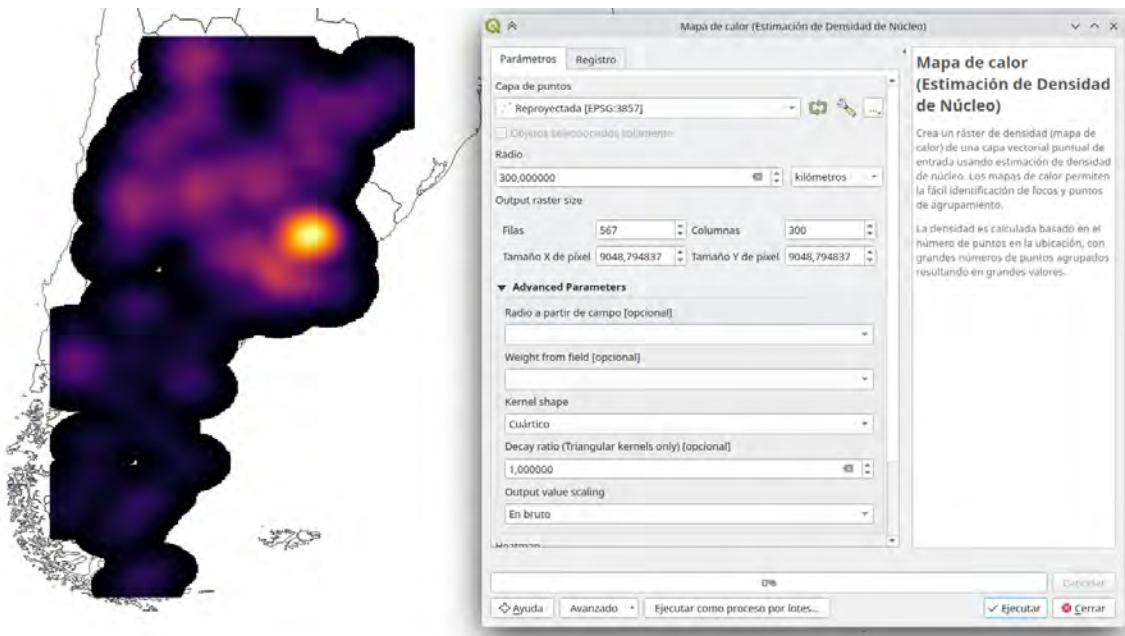


Figura 5.100: En el cálculo se utilizó el «Kernel» *Cuántico*. Al no configurar peso diferenciado para cada punto y tener un radio fijo el resultado refleja con más densidad la zona donde se encuentra la ciudad *Capital de la República Argentina, Buenos Aires*.

Nota: En todos los casos se utilizaron capas con el mismo SRC (EPSG:4326). Es posible que el algoritmo genere datos erróneos si los SRC no son iguales.

5.2.2. Mapa de Sombras (Hillshade)

El algoritmo calcula el sombreado del relieve de un DEM (visto en el capítulo 2, en la sección «Agregado de capas ráster»). El sombreado simula la iluminación solar a cierta altura y posición (azimut y elevación), poniendo de manifiesto el relieve de valles y montañas.

A modo de ejemplo calcularemos el *hillshade* de la *Isla de Cabrera* extraído anteriormente y del cual ya poseemos el DEM correspondiente. Accedemos a la herramienta desde panel de «Caja de herramientas de procesos» y sin cambiar ningún parámetro obtenemos el siguiente resultado:

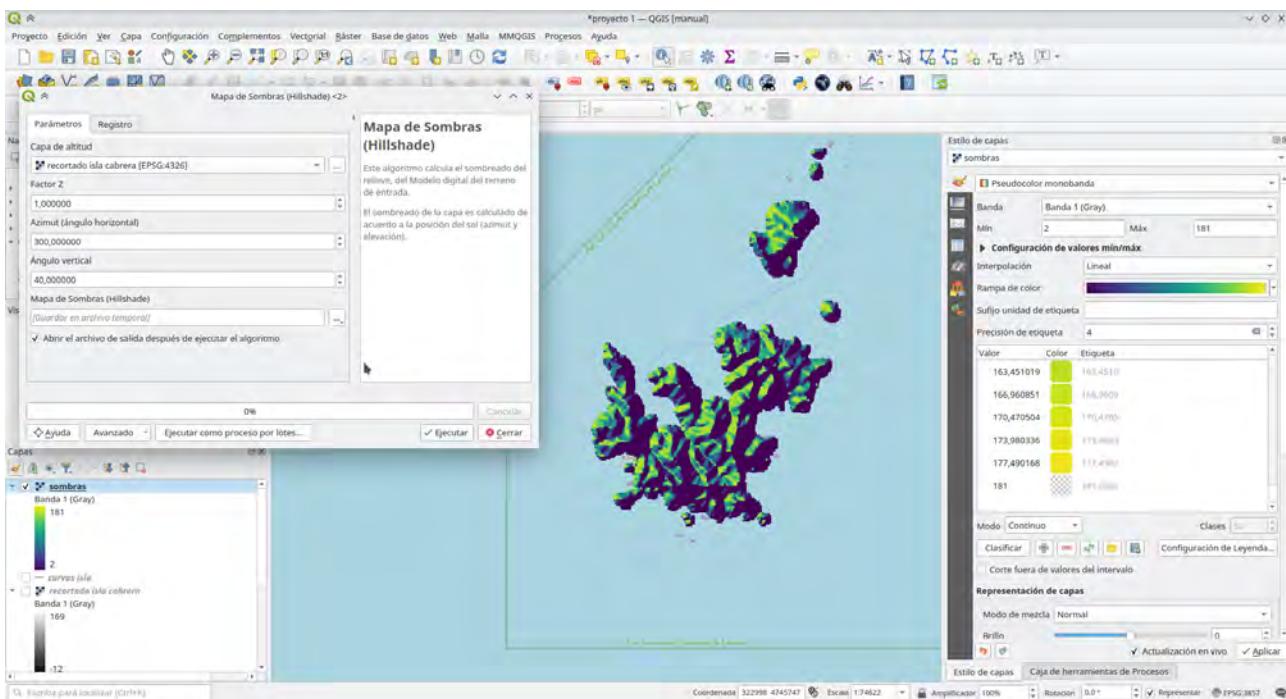


Figura 5.101: *Mapa de sombras (Hillshade)* de la *Isla de Cabrera*. Se han tomado los parámetros del algoritmo por defecto. Para mejorar la visualización se configuró el estilo de la capa de hillshade en pseudocolor monobanda (rampa de color *viridis*) con transparencia en el color amarillo para el valor 181 que coincide con el valor de color sobre el mar.

Es interesante analizar el mapa de sombras o relieve en conjunto con las curvas, de forma que se puedan observar mejor los valles y elevaciones:



Figura 5.102: Capa ráster de *hillshade* con 50 % de transparencia sobre la base de *OpenStreetMap*, y sobre ellas las curvas de nivel calculadas con anterioridad. Todos estos datos en conjunto ayudan a entender la geografía del lugar.

5.2.3. Perfil de elevación

Un «Perfil de elevación» es una representación bidimensional del terreno a lo largo de una linea. También conocido como *corte de terreno* o *perfil topográfico*, permite entender en una gráfica simple las distintas altitudes

que toma el terreno a lo largo de una ruta o traza. Es útil por ejemplo en la planificación de caminos o trazas de vías de ferrocarril, ya que con los perfiles se observa claramente como se eleva el terreno.

QGIS posee un panel propio para realizar perfiles de elevación a partir de una capa ráster DEM (o capas vectoriales con dato de elevación), que se puede activar desde el menú «Ver» → «Perfil de elevación» ().

Tomemos por caso de análisis un perfil topográfico de la *Isla de Mallorca*. Una vez activado el panel agregamos la capa ráster DEM «combinar» desde el botón «Add Layer» () a la lista de capas disponibles. Luego trazamos una linea por donde queremos conocer el perfil, y para ello hacemos clic en el botón «Capture curve» ():

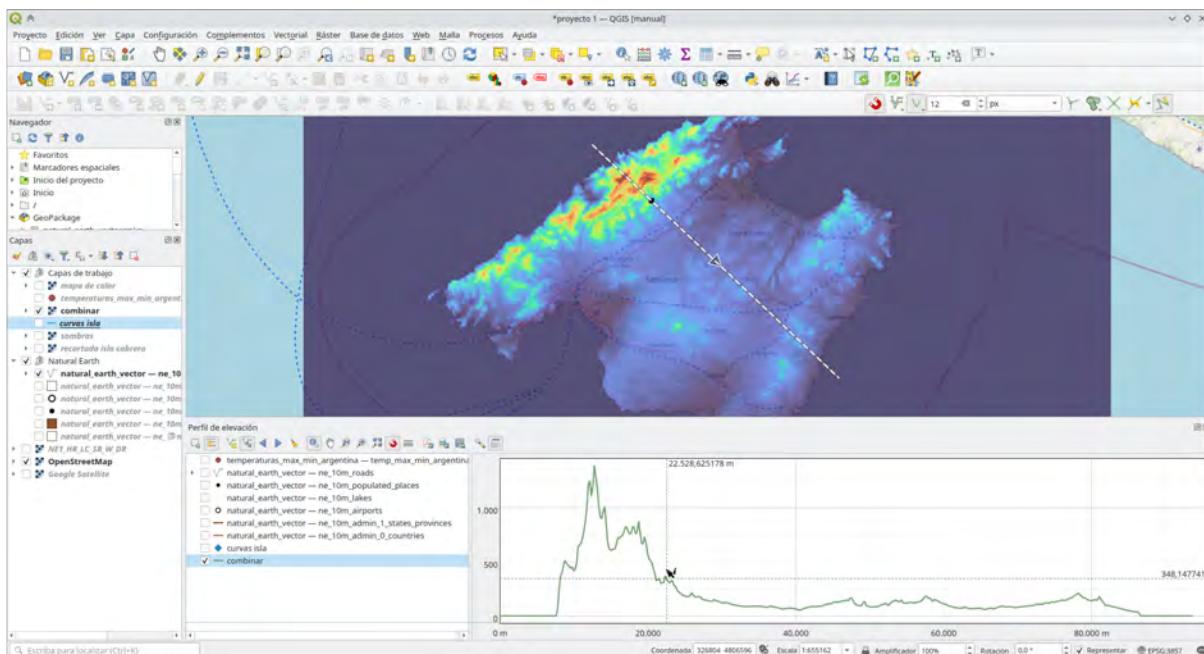


Figura 5.103: El perfil muestra un corte en el territorio que sigue la linea trazada y las elevaciones obtenidas del DEM «combinar». En la gráfica es posible seguir las coordenadas con el movimiento del cursor.

Las trazas no necesariamente son líneas rectas, también pueden tener quiebres siguiendo rutas:

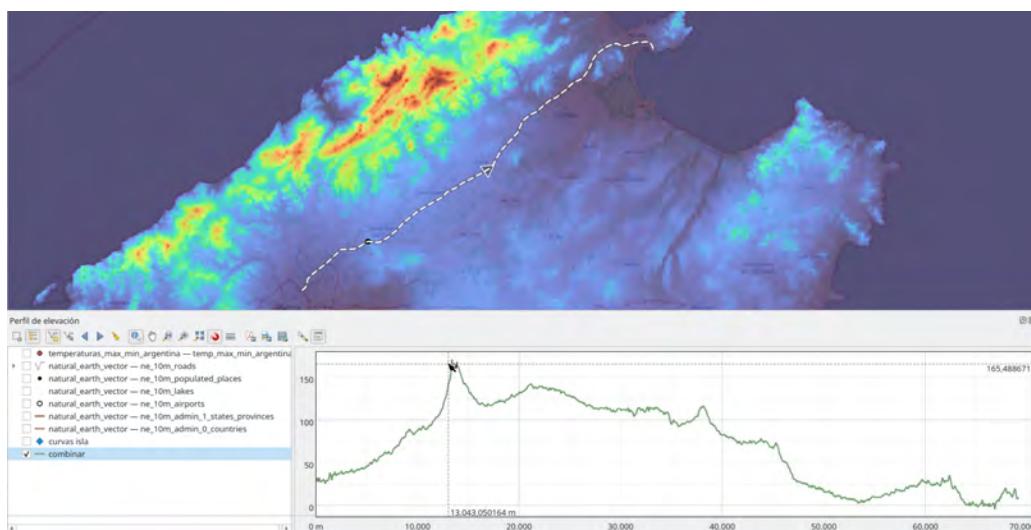


Figura 5.104: Perfil sobre la traza de la ruta *Palma-Alcúdia* en la *Isla de Mallorca*. Se observa que el punto más alto del camino es de aproximadamente 165m a 13km del inicio. Por lo que se observa en la imagen de relieve, la traza parece estar en un valle del terreno.

Nota: Es posible seleccionar un objeto vectorial de una capa de líneas como traza para el perfil,

para ello se puede utilizar el botón «Capture Curve From Feature» (). En este caso, si por ejemplo se tiene una ruta o camino ruta ya trazado, se lo puede usar como linea del perfil.

Los perfiles topográficos también pueden obtenerse a partir de capas vectoriales lineales como curvas de nivel, pero éstos deberán tener el dato de elevación configurado en la pestaña «Elevation» dentro de las propiedades de la capa:

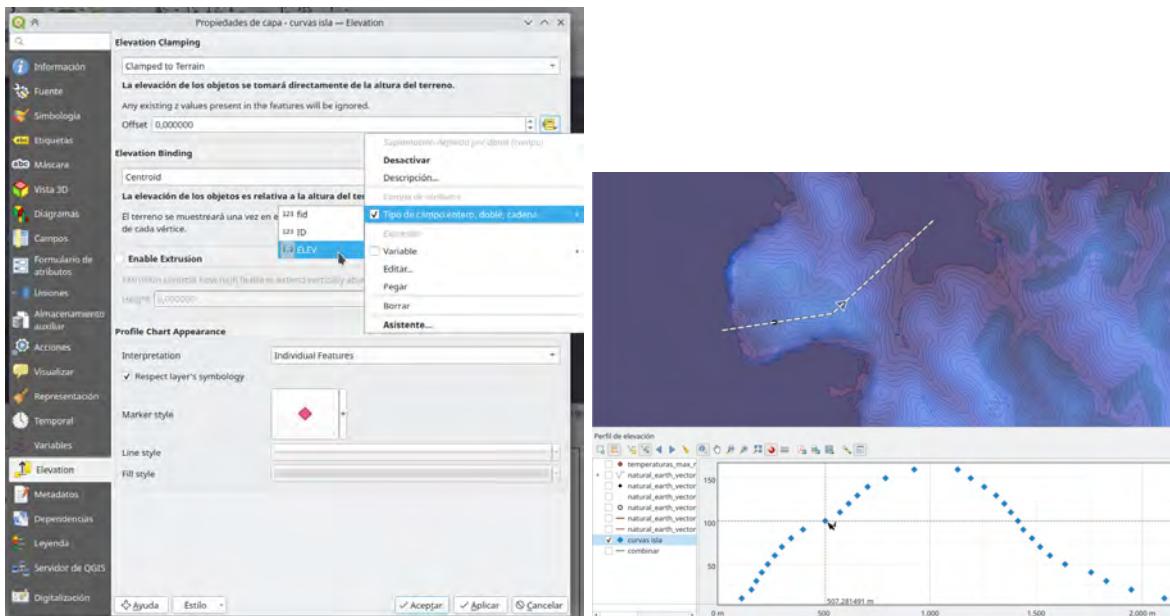


Figura 5.105: En la imagen izquierda se ha elegido el campo «ELEV» como valor de elevación para la capa «curvas_isla» calculada en el capítulo 3 (3.6.2.3). A la derecha se ha trazado una linea quebrada que pasa por varias curvas de nivel y forma el perfil de elevación.

5.2.4. Estadísticas de capa ráster

Este algoritmo se encuentra en la «Caja de herramientas de procesos», y básicamente hace un resumen estadístico de una capa raster por banda. Su uso es simple, solo hay que elegir la capa raster y banda. Su salida es un informe (texto o html) con los siguientes datos:

- Archivo analizado
- Valor mínimo
- Valor máximo
- Rango
- Suma
- Valor promedio
- Desviación estándar
- Suma de los cuadrados

5.2.5. Información de ráster

Similar al proceso anterior, esta herramienta () permite mostrar información estadística y geográfica de cada banda de una capa ráster. Se accede desde el menú «Ráster» → «Miscelánea» y su salida es un informe de texto o html:

```

1 Driver: GTiff/GeoTIFF
2 Files: *****/NE1_HR_LC_SR_W_DR.tif
3 Size is 21600, 18800
4 Coordinate System is:
5 GEOGCRS["WGS 84",
6   DATUM["World Geodetic System 1984",
7     ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223563,
8       LENGTHUNIT["metre",1]],
9     PRIMEM["Greenwich",0,
10       ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],
11     CS[ellipsoidal,2],
12       AXIS["geographic latitude (Lat)",north,
13         ORDER[1],
14         ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],
15       AXIS["geographic longitude (Lon)",east,
16         ORDER[2],
17         ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],
18     ID["EPSG",4326]]
19 Data axis to CRS axis mapping: 2,1
20 Origin = (-180, 0.00000000000000, 90, 0.00000000000000)
21 Pixel Size = (0.0166666666666670,-0.016666666666670)
22 Metadata:
23   AREA_OR_POINT=Area
24   TIFFTAG_DATETIME=2012-07-16 09:41:02
25   TIFFTAG_RESOLUTIONUNIT=1 (pixels/inch)
26   TIFFTAG_SOFTWARE=Adobe Photoshop CS3 Macintosh
27   TIFFTAG_XRESOLUTION=72
28   TIFFTAG_YRESOLUTION=72
29 Image Structure Metadata:
30   INTERLEAVE=PIXEL
31 Corner Coordinates:
32   Upper Left (-180, 0.000000, 90, 0.000000) (-180d 0' 0.00"S, 90d 0' 0.00"E)
33   Lower Left (-180, -90, 0.000000, 0.000000) (-180d 0' 0.00"S, 0d 0' 0.00"E)
34   Upper Right ( 180, 0.000000, 90, 0.000000) (180d 0' 0.00"E, 90d 0' 0.00"N)
35   Lower Right ( 180, -90, 0.000000, 0.000000) (180d 0' 0.00"E, 0d 0' 0.00"N)
36   Center (- 0.000000, -0.000000) ( 0d 0' 0.00"E, 0d 0' 0.00"S)
37 Band 1 Block=21600x1 Type=Byte, ColorInterp=Red
38   Min=-99,000 Max=255,000
39   Minimum=-99,000, Maximum=255,000, Mean=153,017, StdDev=48,582
40 Metadata:
41   STATISTICS_APPROXIMATE=YES
42   STATISTICS_MAXIMUM=255
43   STATISTICS_MEAN=153,016,89594356
44   STATISTICS_MINIMUM=49
45   STATISTICS_STDDEV=48,5819689956
46   STATISTICS_VALID_PERCENT=100
47 Band 2 Block=21600x1 Type=Byte, ColorInterp=Green
48   Min=-94,000 Max=255,000
49   Minimum=-94,000, Maximum=255,000, Mean=188,867, StdDev=27,638
50 Metadata:
51   STATISTICS_APPROXIMATE=YES
52   STATISTICS_MAXIMUM=255
53   STATISTICS_MEAN=188,86695899471
54   STATISTICS_MINIMUM=94
55   STATISTICS_STDDEV=27,637819231165
56   STATISTICS_VALID_PERCENT=100
57 Band 3 Block=21600x1 Type=Byte, ColorInterp=Blue
58   Min=-3,000 Max=255,000
59   Minimum=-3,000, Maximum=255,000, Mean=207,748, StdDev=19,556
60 Metadata:
61   STATISTICS_APPROXIMATE=YES
62   STATISTICS_MAXIMUM=255
63   STATISTICS_MEAN=207,74809744268
64   STATISTICS_MINIMUM=93
65   STATISTICS_STDDEV=19,556252031366
66   STATISTICS_VALID_PERCENT=100
67

```

Figura 5.106: Salida de información de la capa NE1_HR_LC_SR_W_DR de *Natural Earth*.

5.2.6. Muestra de valores ráster

El algoritmo «Muestra de valores ráster» crea una nueva capa vectorial a partir de una capa vectorial de puntos y los valores ráster correspondientes sobre ellos. Para capas ráster multi-banda todos los valores de banda son muestreados en los puntos. Se accede desde la «Caja de herramientas de procesos»:

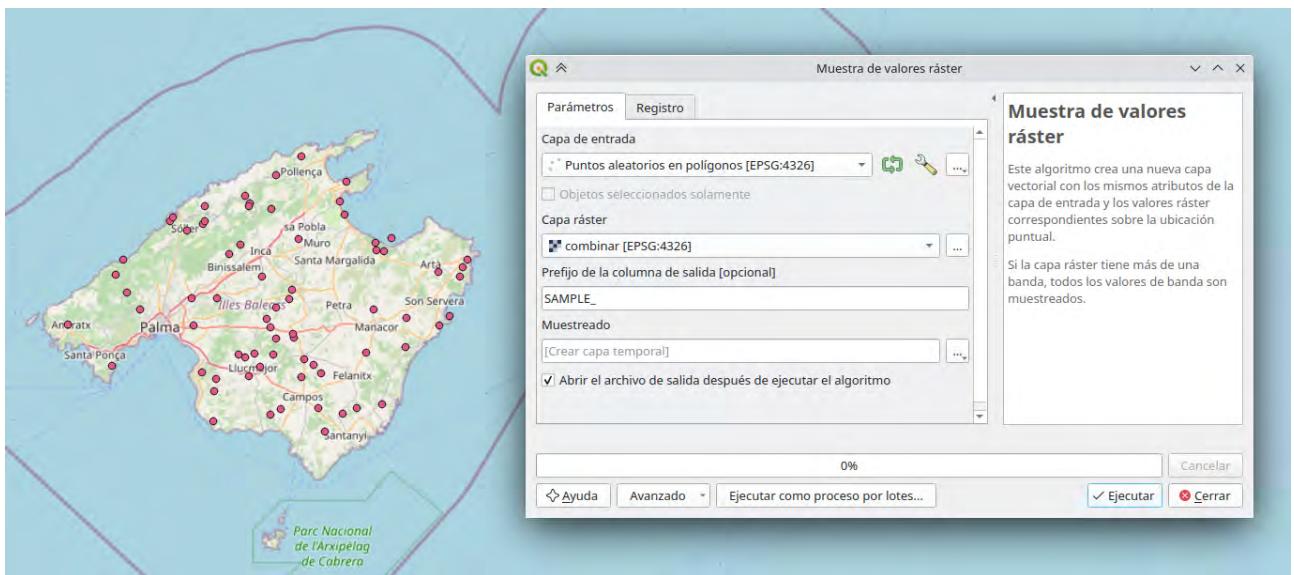


Figura 5.107: Muestra de valores ráster sobre una capa de puntos aleatorios de la *Isla de Mallorca*.

Una vez ejecutado el proceso se puede ver cómo la capa de puntos ha tomado del ráster el valor correspondiente a su ubicación:

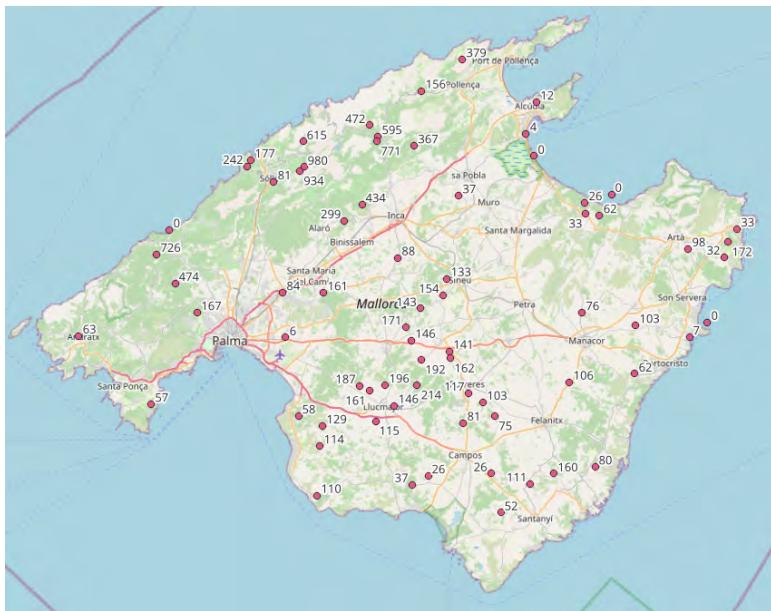


Figura 5.108: Se configuró el etiquetado de la capa de salida para que muestre los valores extraídos.

5.2.7. Estadísticas de zona

Dada una capa vectorial poligonal sobre la extensión de una capa ráster es posible calcular estadísticas de una banda de esta última en cada uno de los polígonos de entrada. Por ejemplo, si creamos una grilla con divisiones de 10km x 10km sobre la isla de Mallorca, podemos hacer que QGIS calcule parámetros estadísticos de la capa ráster sobre cada uno de las divisiones de la grilla:

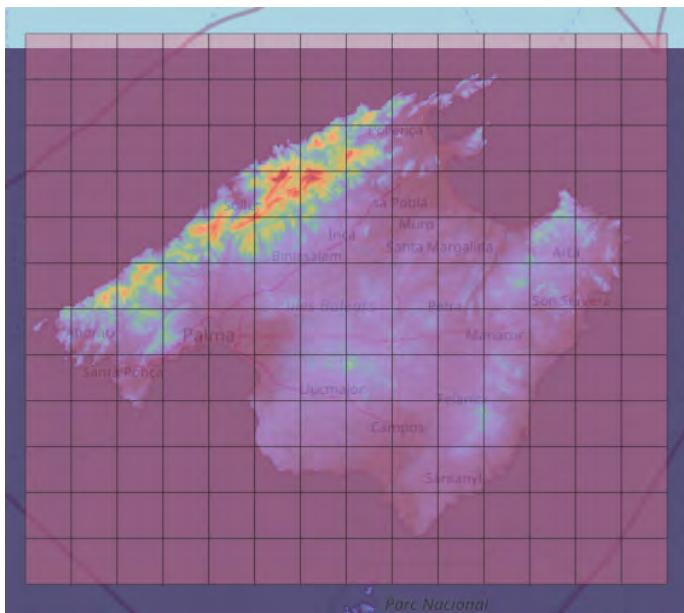


Figura 5.109: Grilla sobre la *Isla de Mallorca*, donde se solapa con el ráster DEM.

El algoritmo se encuentra en la «Caja de herramientas de procesos» bajo el nombre de «Estadísticas zonales»:

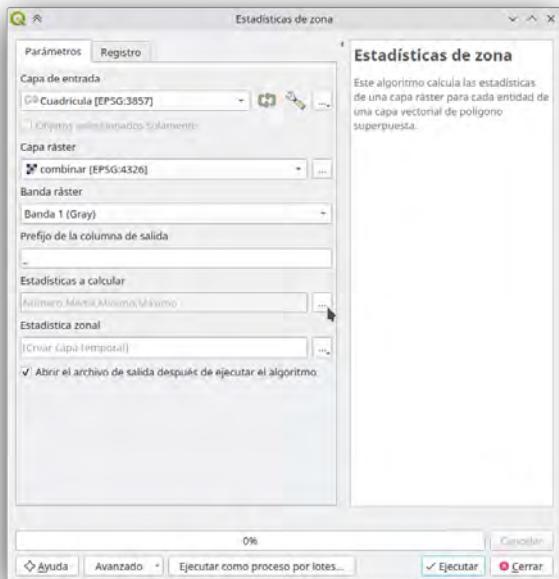


Figura 5.110: En la opción «Estadísticas a calcular» se han elegido «Número», «Media», «Mínimo» y «Máximo».

Al consultar uno de los polígonos de la grilla observamos los valores calculados:

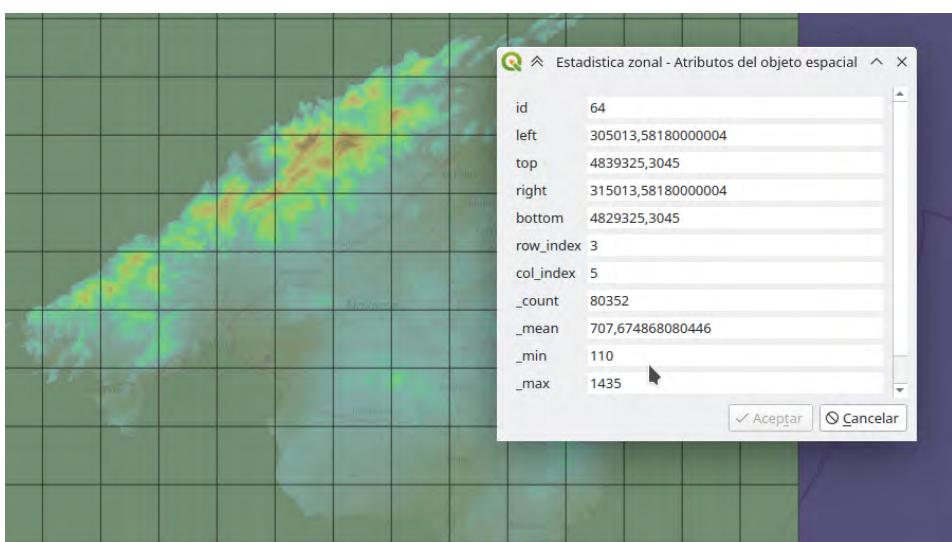


Figura 5.111: El algoritmo contabilizó 80352 valores en esa zona y calculó los parámetros solicitados.

5.2.8. Reclasificar por tabla

El algoritmo reclasifica una banda de una capa ráster de forma que asigna nuevos valores de clase sobre la base de rangos especificados en una tabla dada. La idea detrás de este proceso es generar una nueva capa ráster a partir de otra donde los valores se estratifican por rangos, de forma similar a cuando se genera un estilo categorizado (discreto), como por ejemplo:

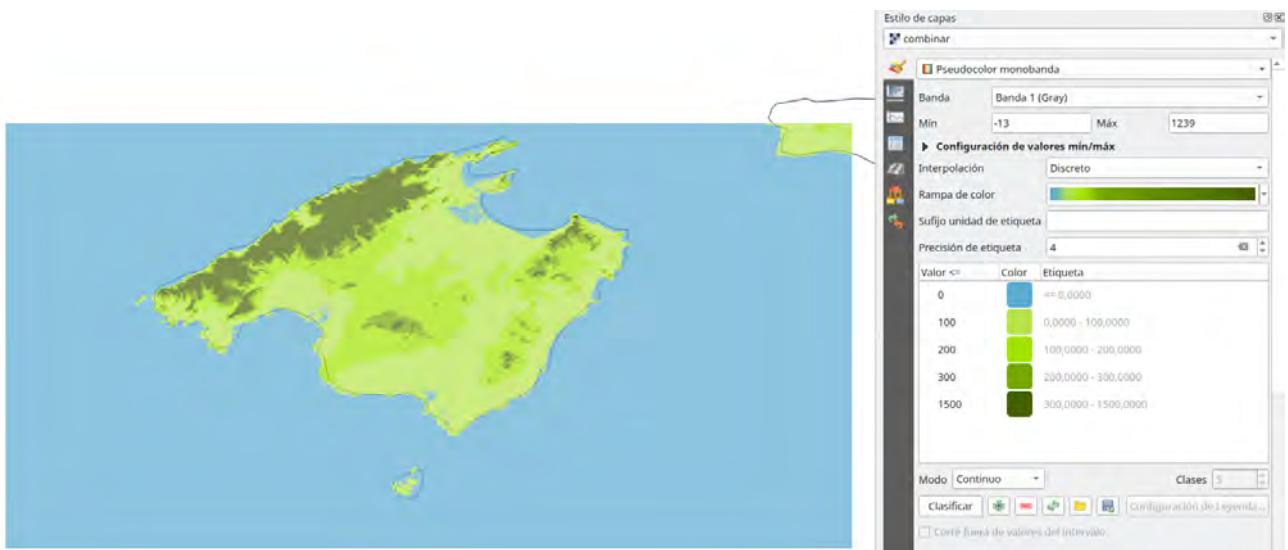


Figura 5.112: En la imagen se observa que los valores del raster DEM de la Isla de Mallorca van del -13 al 1239, y el estilo de interpolación discreta muestra categorías de colores para distintos rangos de valores.

En la imagen anterior se observa una representación temporal del conjunto de datos original con distintas categorías:

- menos de 0 → celeste
- de 0 a 100 → verde muy claro
- de 100 a 200 → verde claro
- de 200 a 300 → verde
- y de 300 a 1500 → verde oscuro

Para generar un ráster con la clasificación anterior, activaremos la herramienta «Reclasificar por tabla» desde la «Caja de herramientas de procesos» y configuraremos la tabla anterior para la imagen DEM descargada para la Isla de Mallorca en la opción «Tabla de Reclasificación»:

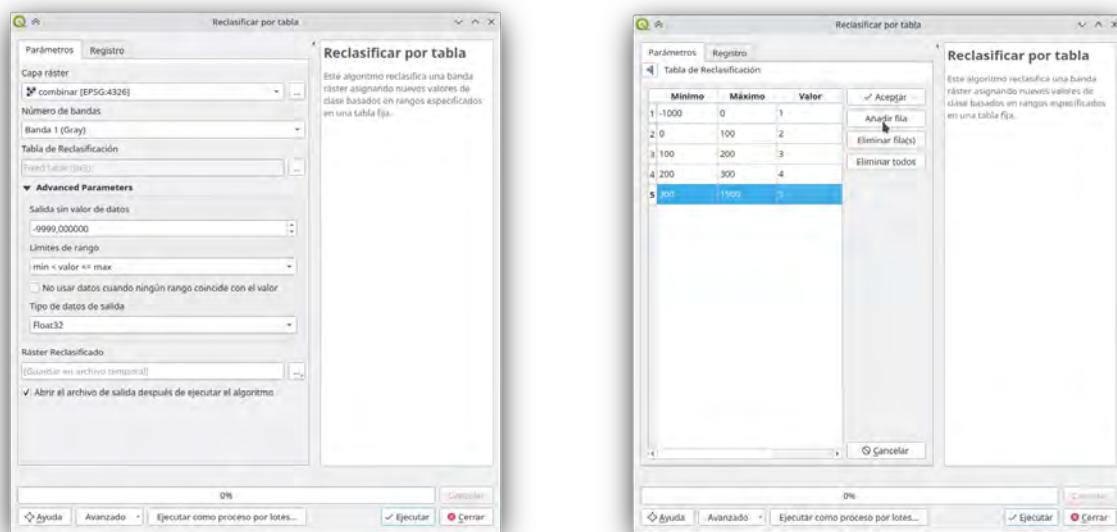


Figura 5.113: La tabla de reclasificación toma rangos de valores de una banda y los convierte en otros valores.

En este caso en particular cada rango fue reclasificado en valores del 1 al 5 para la banda 1 (única en el DEM original):

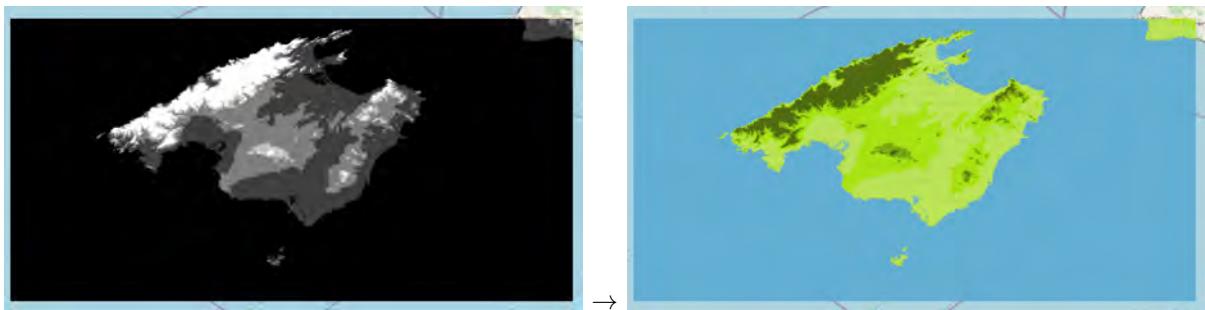


Figura 5.114: La primera imagen muestra la reclasificación en tonos de grises monobanda, la segunda utiliza la misma paleta de colores que la imagen de la figura 5.112.

5.2.9. Informe de valores únicos de capa ráster

Este proceso calcula el número de valores únicos que contiene una capa ráster y calcula el área de cada uno de ellos. Se lo puede utilizar cuando disponemos de un ráster categorizado y necesitamos conocer cuáles categorías contiene y qué área tiene cada una de ellas, como por ejemplo podría ser un mapa de cultivos, donde cada categoría representa un tipo de cultivo diferente.

Como ejemplo, utilizaremos esta herramienta en el ráster generado anteriormente con el proceso «Reclasificar por tabla», de forma que se pueda conocer qué área tiene cada categoría (que de antemano sabemos que son 5). Antes de aplicar el algoritmo hemos reproyectado la capa al sistema EPSG:3857 (métrico) y un recorte, ya que el ráster original contenía una parte de la *Isla de Menorca*.

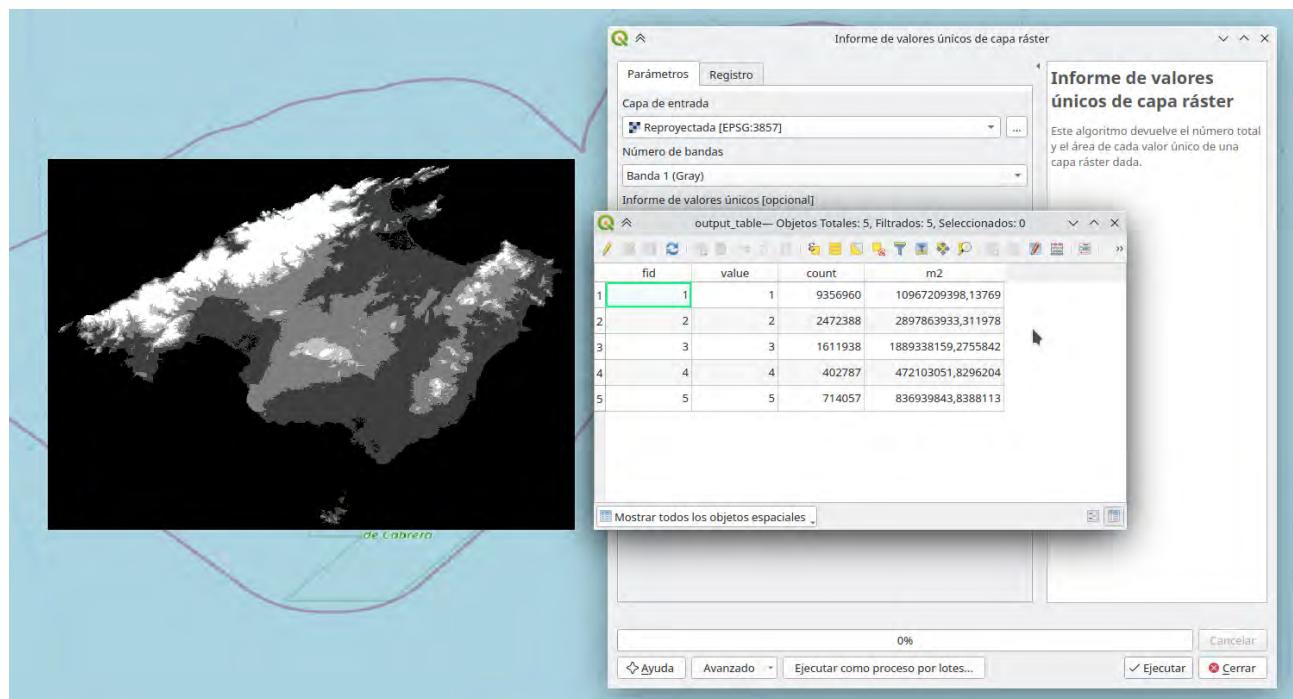


Figura 5.115: La herramienta genera un informe HTML y una tabla.

En la imagen se observa la tabla donde se muestra cada valor («value») con su correspondiente conteo («count») de píxeles y área en metros cuadrados. El valor «1» corresponde al área pintada en negro, que es el agua.

5.3. Modelizador

El modelizador permite armar sistemas de algoritmos que se conectan entre sí, en paralelo o simultáneo, dando lugar a procesos compuestos más complejos. Se accede desde el panel de procesos haciendo clic en el botón .

El siguiente ejemplo muestra el modelo donde se toma una capa («entrada 1») y hace una unión por localización con otra capa («entrada 2»), luego rehace campos de acuerdo a una tabla predefinida y por último carga la salida en el proyecto:

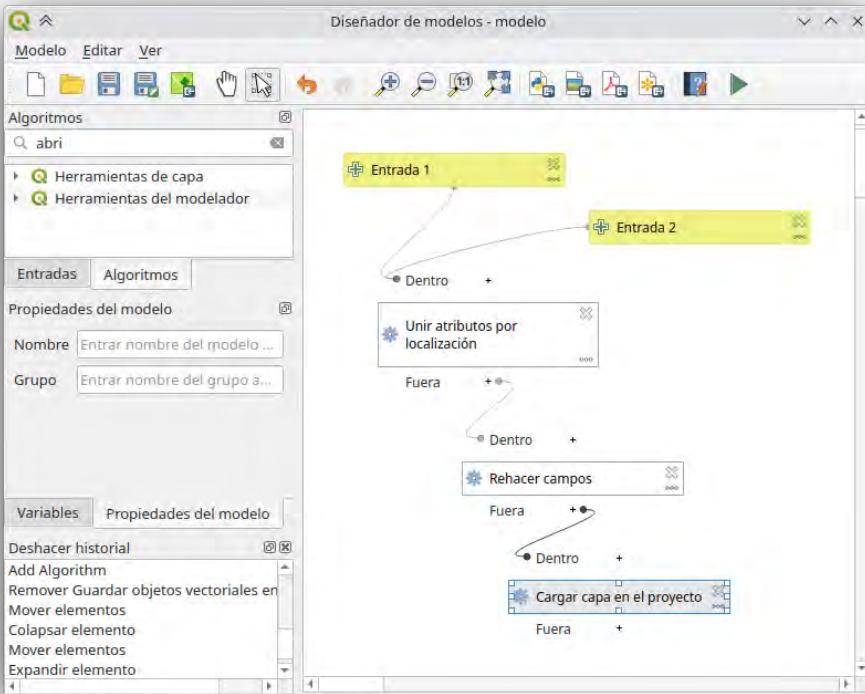


Figura 5.116: Al aplicar el modelo el programa solicitará cargar las dos capas de entrada y automáticamente iniciará los procesos del modelo.

La adopción de modelos cobra sentido cuando hay que realizar trabajos en donde se tienen que aplicar una cadena de procesos automáticos, sobre todo cuando su aplicación es recurrente. Los modelos permiten ahorrar tiempo a la vez que evita errores por repetición manual.

Los modelos pueden utilizar todos los algoritmos presentes en la caja de herramientas de QGIS, sean ráster o vectoriales, y además permite multiplicidad de formatos de entrada como capas propias del proyecto, archivos en disco, conexiones a BBDD, expresiones, y un largo etcétera.

Capítulo 6

Anexos

6.1. Complementos

Este anexo tiene como objeto presentar una serie de complementos o plugins que alternativamente pueden ser utilizados en QGIS y que potencian el trabajo cotidiano. Como se ha visto anteriormente, los complementos no son parte del núcleo de QGIS y se instalan desde el menú superior «Complementos» → «Administrar e instalar complementos...» ().

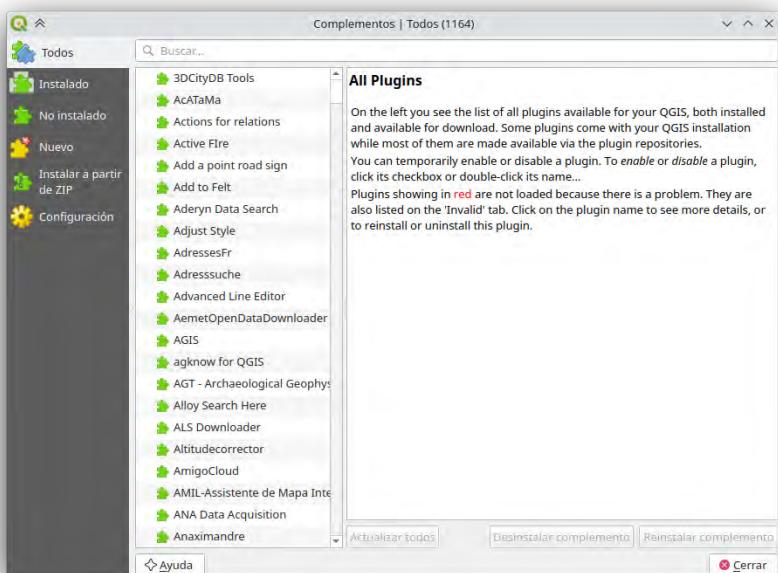


Figura 6.1: Gestor de complementos. La mayoría de los complementos están en idioma inglés, por lo que se sugiere buscar por palabras clave en ese idioma dentro del cuadro de búsqueda.

Nota: Siempre es recomendable buscar en primer lugar las herramientas o procesos que se quieran realizar en la «Caja de herramientas de procesos», y si no se lo encuentra entonces si buscar un complemento.

El gestor de complementos buscará actualizaciones al activarlo, por lo que se necesita conexión a internet activa para descargarlos desde repositorio. Alternativamente se puede instalar desde un archivo ZIP, aunque no es lo que recomendamos salvo raras excepciones (complementos en desarrollo, versiones antiguas, etc.).

Para instalar un complemento solo basta con seleccionarlo y hacer clic sobre el botón de «Instalar complemento». Y una vez instalado es posible desactivarlo si no se lo necesita, simplemente destildando la casilla que se encuentra a la izquierda de su nombre.

En la configuración es posible activar o desactivar otros repositorios de complementos, como los experimentales. De igual forma, se recomienda utilizar solamente el repositorio de complementos estables así como también mantenerlos actualizados.

Por último, también a modo de recomendación, debemos ser prudentes con la cantidad de complementos instalados en el sistema, ya que podría suceder que alguno de ellos entre en conflicto con otro, y en el caso de tener muchos de ellos en desuso, desactivarlos desde el mismo gestor de complementos.

6.1.1. Street View

Este complemento () permite abrir una ventana en un navegador web con la vista de Google Street View en un punto cualquiera del mapa, si es que la misma está disponible como servicio. Al instalarlo se crea una entrada en el menú «Complementos» y un botón en la barra de herramientas superior que con solo activarlo ya podemos utilizarlo haciendo clic en el mapa.

Nota: Existe un complemento similar, y más integrado a los paneles de QGIS llamado «go2streetview», pero requiere de la introducción de una API de *Google* para funcionar, y en caso de tenerla lo recomendamos por sobre el plugin «Street View» porque tiene más herramientas, como por ejemplo visualizar la cobertura en un mini-mapa o chequear la fecha de las imágenes, entre otras.

6.1.2. autoSaver

Ciertamente guardar las modificaciones de un proyecto o de sus capas periódicamente es una buena costumbre para evitar pérdidas de datos por cierres inesperados de aplicaciones, cortes de luz, etc. Por ello, si no tenemos ese hábito o bien no queremos preocuparnos de recordar el guardado cada tanto en tanto, el plugin autoSaver () es de mucha utilidad. Se puede programar el guardado del proyecto y/o capas en edición por un intervalo de tiempo arbitrario (por defecto 10 minutos) como así también generar un archivo de guardado «*.bak» en paralelo.

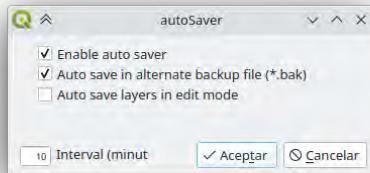


Figura 6.2: Complemento autoSaver.

Nota: Alternativamente se puede instalar otro complemento, llamado «Automatic Backup» que permite hacer lo mismo.

6.1.3. Lat Lon Tools

«Lat Lon Tools» () es un complemento ideal para cuando se trabaja con la toma de puntos GPS, ya que tiene herramientas que permiten capturar coordenadas en un SRC determinado y copiarlas automáticamente en el portapapeles del sistema operativo.



Figura 6.3: El plugin activa una barra con una serie de herramientas interesantes para el trabajo con captura de coordenadas.

A su vez, contiene herramientas para desplazarse hacia un punto si se ingresan las coordenadas en el panel correspondiente «Zoom to Coordinate», o listar una serie de coordenadas dadas o capturadas en el mapa con la herramienta «Multi-Location Zoom». También permite hacer conversiones directas entre coordenadas mediante la ventana «Coordinate conversion», cuyo uso es muy intuitivo.

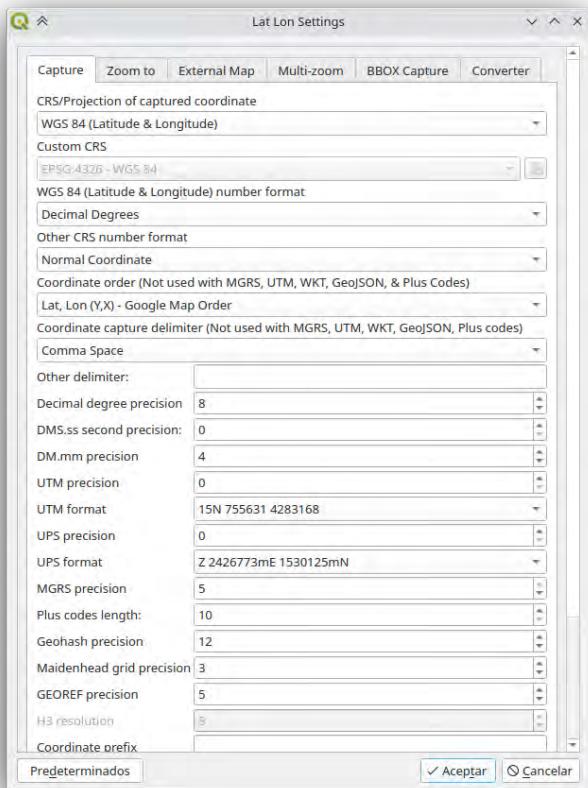


Figura 6.4: Ventana de configuración del complemento *Lat Lon Tools*.

6.1.4. Group Stats

El complemento «Group Stats» () permite aumentar las funcionalidades de QGIS mediante una herramienta que genera *tablas dinámicas* con datos de una misma capa. Las *tablas dinámicas* son muy utilizadas en sistemas de planillas de cálculo como *MS Excel* o *LibreOffice Calc*.

El siguiente ejemplo muestra una tabla que resulta de la capa de países («countries»), donde se contabiliza la cantidad de países en cada continente «CONTINENT» segmentados por el ranking de población «POP_RANK»:

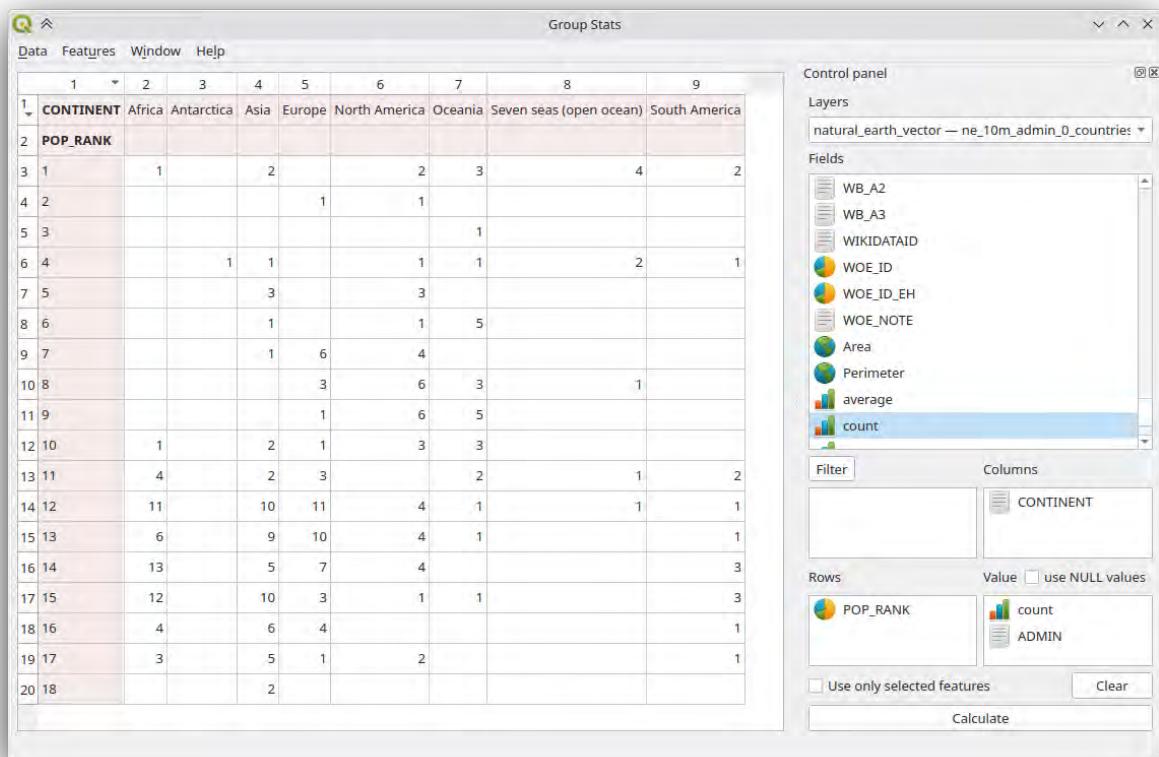


Figura 6.5: La herramienta opera «count» (cuenta) sobre los valores existentes en «ADMIN» y los dispone en filas de acuerdo a los valores de «POP_RANK» y columnas según «CONTINENT». Por ejemplo, para «Africa» tenemos un solo país en el ranking «1», para «Europa» hay 4 países en el puesto «16» de acuerdo a la clasificación dada en el dataset de *Natural Earth*.

Su uso es bastante sencillo, y solo hay que arrastrar y soltar los campos y operaciones en los recuadros «Rows», «Columns» y «Value». El recuadro «Filter» permite aplicar filtros previos al cálculo mediante la calculadora de campos.

Group Stats también permite que la selección que hagamos en la tabla se refleje en el mapa:

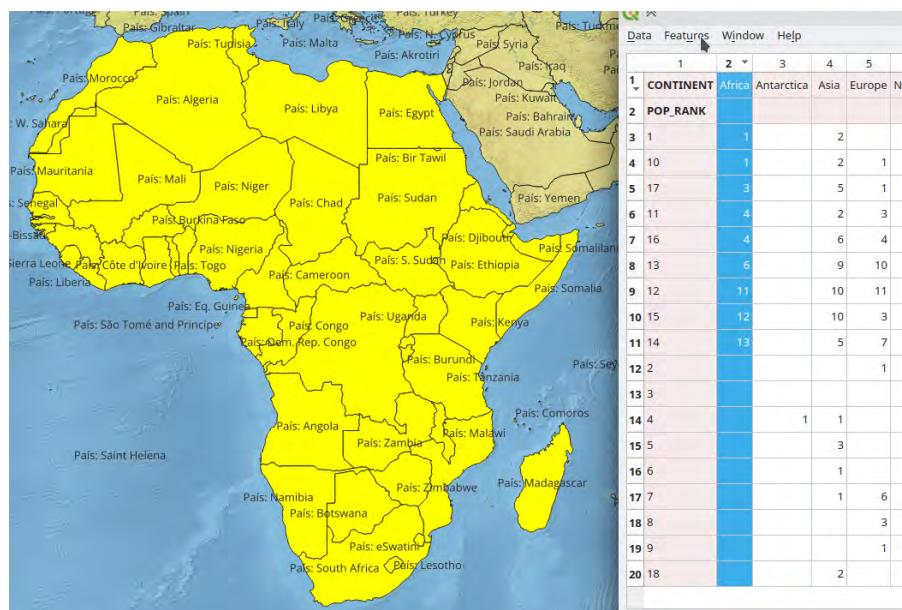


Figura 6.6: Al dividir en grupos por continentes es posible seleccionar la columna «Africa» y luego indicarle al complemento que nos muestre esa selección. También puede hacerse por filas o celdas individuales.

Por último, será posible exportar los datos de la tabla resumen a la memoria del portapapeles o como archivo CSV en el disco desde el menú «Data».

6.1.5. DataPlotly

Este complemento utiliza la librería de gráficos plotly y reúne diversas herramientas de análisis gráfico estadístico en un solo panel () , pudiendo elegir el tipo de gráfico y sus parámetros de entrada de forma sencilla. Si bien QGIS posee herramientas de generación de gráficos en su núcleo¹ esta herramienta los brinda de forma dinámica desde un panel propio, pudiendo cambiar parámetros en directo y de forma muy sencilla.

Por ejemplo, el siguiente es una gráfica de barras de población de ciudades chinas («populated_places» con filtro en Feature Subset «"SOV0NAME" = 'China'») al 2050 («POP2050») segmentadas por el campo «ADM1NAME». Para obtener la gráfica solo hay que hacer clic sobre el botón «Crear Diagrama» que se encuentra en la parte inferior:

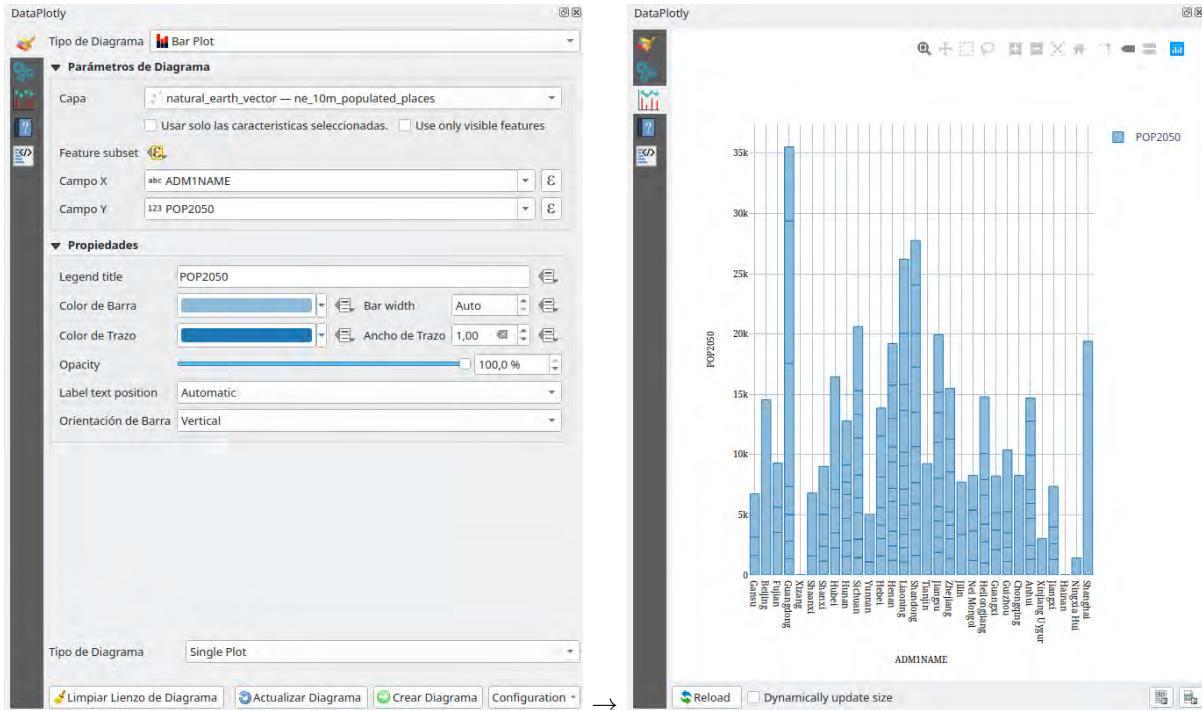


Figura 6.7: Diagrama de barras con la población de *China* proyectada al 2050 agrupadas por provincias. El complemento es muy versátil en su configuración.

Si se quieren cambiar algunos parámetros o si algo no salió como se esperaba, se puede volver a la primer pestaña del panel y modificar lo que se crea necesario. Se deberá «Limpiar Lienzo de Diagrama» y volver a generar el diagrama para ver los resultados nuevos. La gráfica resultante se puede guardar como *html* o como imagen desde la botonera en la parte inferior derecha.

Un ejemplo para mostrar de gráficas tipo *scatterplot* o *diagramas de dispersión*, puede ser el siguiente, donde se compara el área y perímetro de los lagos² («lakes») para conocer si existe algún tipo de correlación entre variables:

¹Dentro de la sección «Gráficos» en el panel «Caja de herramientas de procesos» podemos encontrar «Diagrama de barras», «Diagrama de caja», «Histograma de capa vectorial», «Trazado de dispersión de capa vectorial», etc.

²Probablemente esta relación no tenga sentido como variable de estudio, pero es útil a fines prácticos para mostrar cómo funciona el complemento.

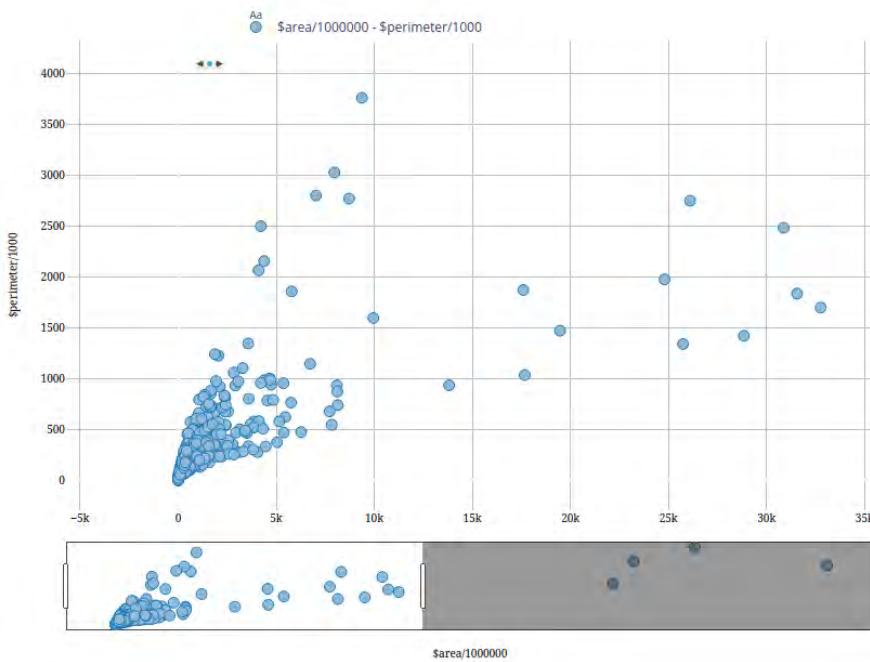


Figura 6.8: Área versus perímetro de lagos. La gráfica sugiere que hay dispersión entre los puntos. En la parte inferior de la gráfica se configuró un deslizador donde se puede modificar dinámicamente el rango que se quiere visualizar.

Otro tipo de gráfica que se puede hacer es el clásico *pie chart* o *diagrama de torta*. La siguiente figura muestra el dataset completo de aeropuertos («airports») donde se contabiliza la cantidad de objetos por tipo de aeropuerto:

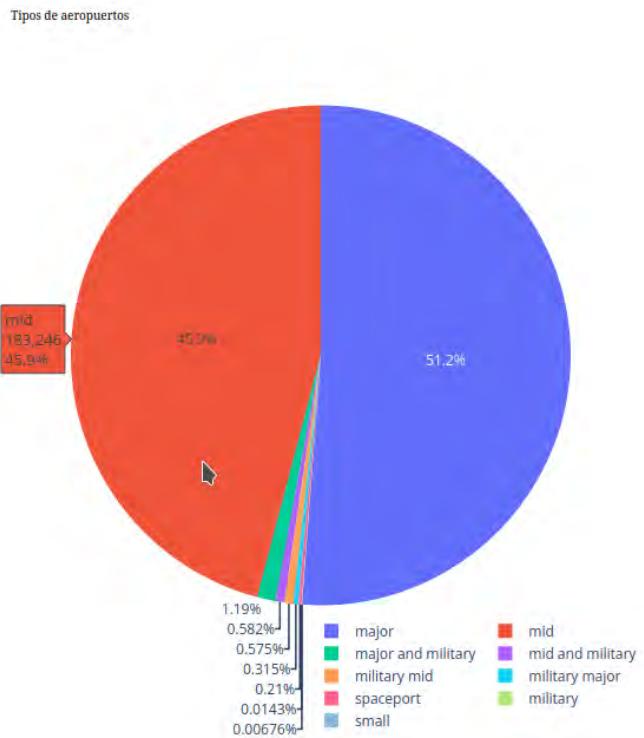


Figura 6.9: El complemento aplica colores aleatorios para cada categoría. Al pasar el cursor por encima de cada una se muestra la categoría a la que pertenece.

6.1.6. Qgis Cloud

QgisCloud () es un servicio de publicación de mapas online, con versión gratuita (limitada en espacio de almacenamiento y características) y otra versión paga con servicios WMS incluido.

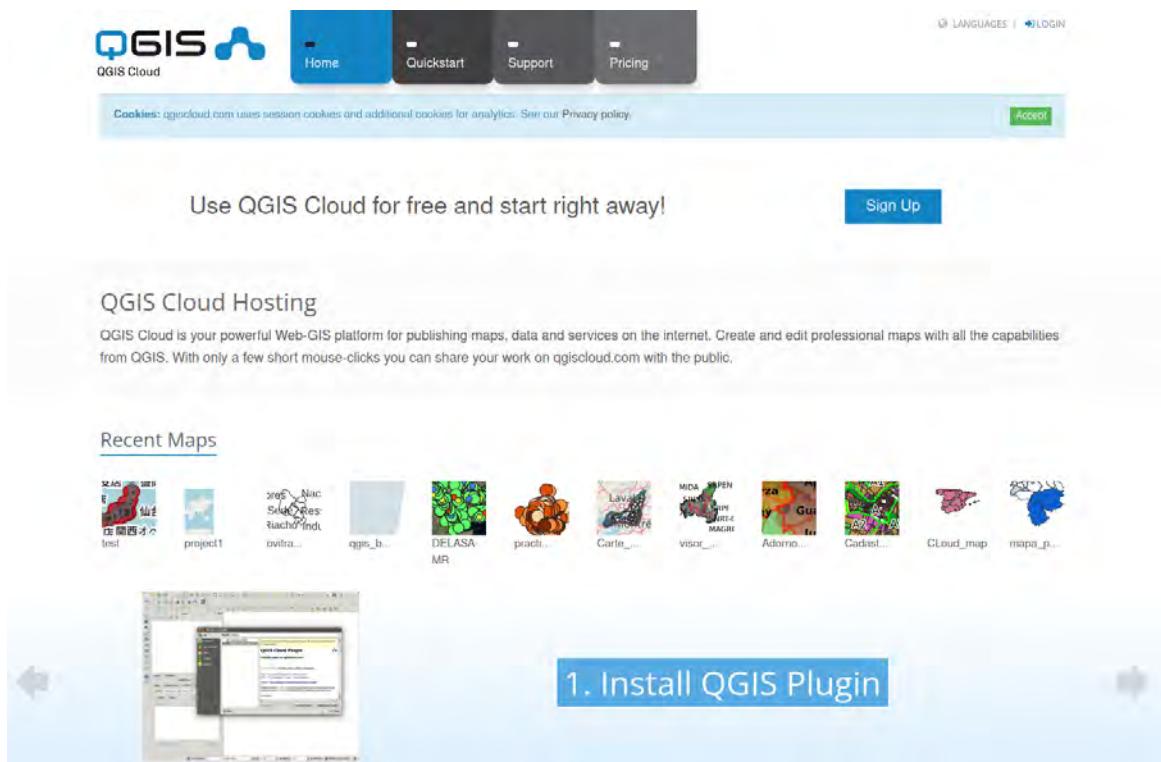


Figura 6.10: Web de QgisCloud.

El complemento que se puede instalar en QGIS permite acceder al servicio privado de QgisCloud directamente desde el programa, configurando el proyecto, estilos, visibilidad de capas, etc de forma simple y sencilla.

Para utilizar el plugin se pueden seguir estos pasos como guía.

6.1.7. Qfield

Qfield () es un complemento desarrollado por Opengis, una empresa que está apostando fuerte dentro del ecosistema QGIS. Es un software en permanente desarrollo y que continuamente implementa nuevas características.

Qfield es un potente recolector de datos en campo, captura datos del territorio y los lleva a la nube (o al proyecto de QGIS). Posee una app para móviles que según sus creadores nace del mismo núcleo de QGIS, como si fuera una versión reducida del mismo para teléfonos inteligentes.

En principio es posible configurar un proyecto en QGIS que se sincroniza con la App en el dispositivo móvil, luego es posible tomar datos, modificar capas en el territorio y volver a sincronizar el proyecto desde el teléfono hacia el proyecto en la computadora. Aquí se explica cómo funciona.

Nota: También recomendamos otra App que permite recolectar datos de forma integrada en QGIS llamada Mergin Maps. Aquí dejamos un enlace para conocer cómo funciona.

6.1.8. QuickOSM

El complemento *QuickOSM* () permite descargar datos acotados de *OpenStreetMap* directamente desde el proyecto Overpass³. Su uso es relativamente sencillo ya que posee varios ajustes predeterminados que ayudan a entender cómo se hacen las consultas.

³ Overpass API provee herramientas de consultas directas al servidor, sin embargo también puede instalarse una instancia propia del software para uso más intensivo y personalizado.

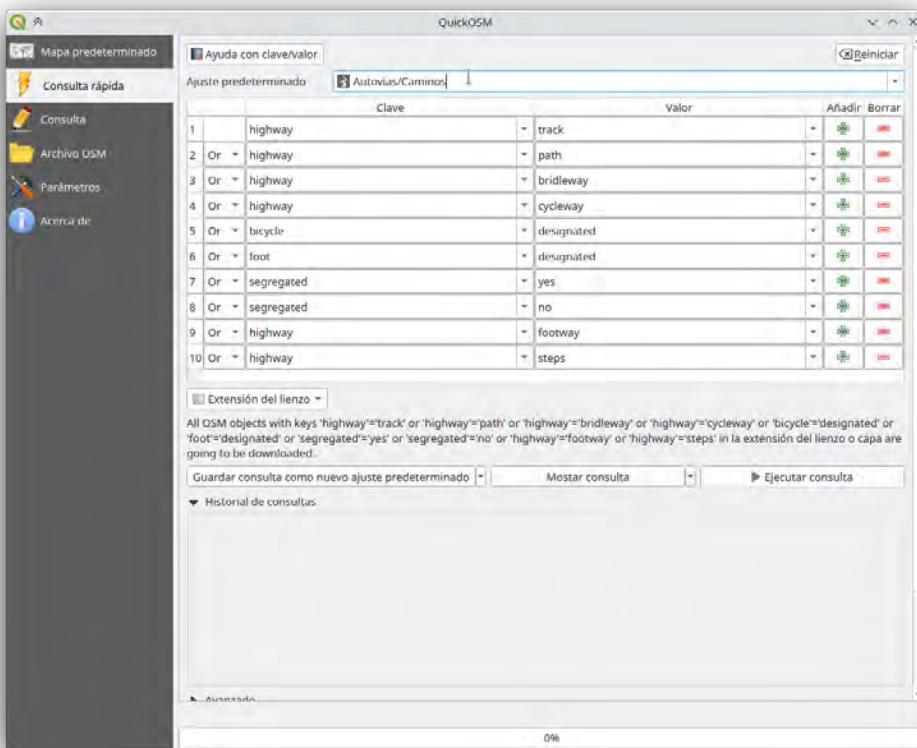


Figura 6.11: Consulta predeterminada de «Caminos». Se observa el operador lógico «Or» para cada «clave/valor» de forma que la consulta sea verdadera para cualquiera de ellos.

Una vez realizada la consulta, ésta quedará guardada en el historial de consultas. Además es posible guardar las consultas y elegir qué tipo de geometría descargar.

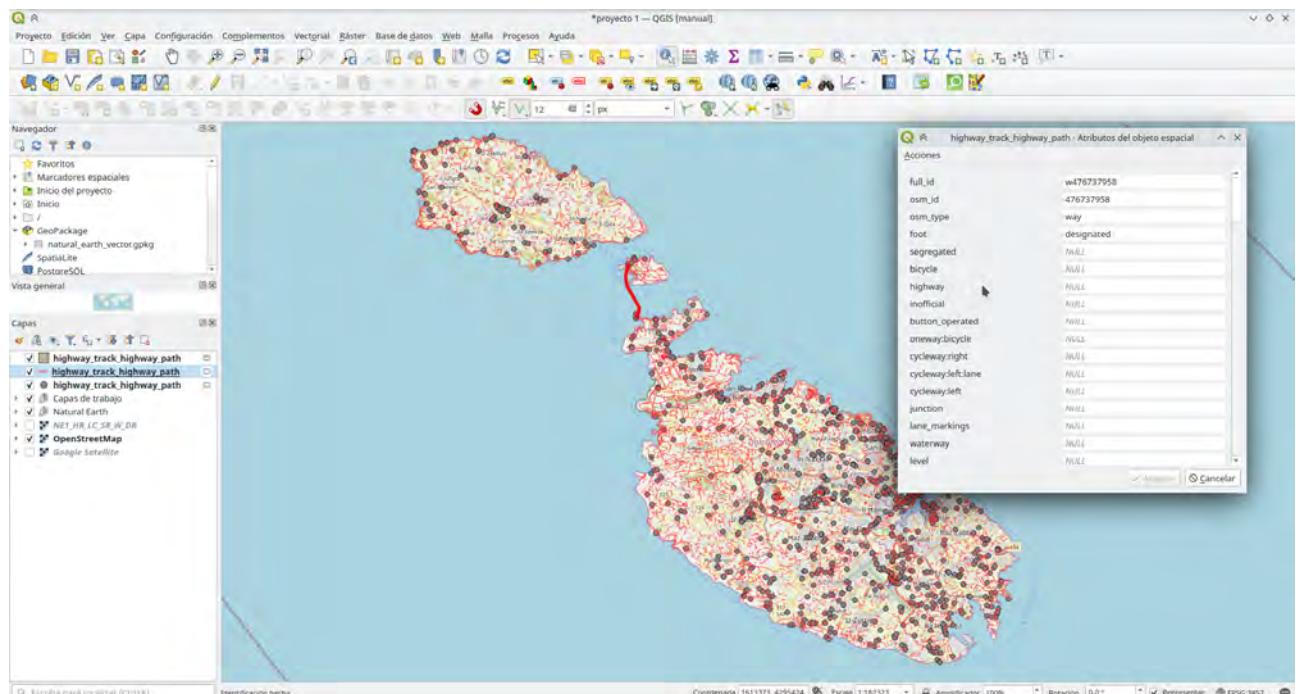


Figura 6.12: Datos descargados para la región de la *Isla de Malta*.

6.1.9. ORS Tools

OpenRoutesService Tools es un complemento que permite hacer uso de las capacidades de proceso del servicio homónimo en la nube, como cálculo de ruteos, isócronas o matrices de distancias tomando como base los datos de *OpenStreetMap*.



Figura 6.13: Web del proyecto OpenRouteService, una empresa que ofrece diversos servicios de localización utilizando la potencia de los datos de *OpenStreetMap*.

El plugin diseñado para QGIS ofrece, una vezlogueados en el sistema, herramientas de análisis de rutas como por ejemplo el cálculo de ruteo punto a punto. Se accede al complemento desde el botón en la barra de herramientas (☞) y al hacer clic se mostrará una ventana emergente que habrá que configurar:

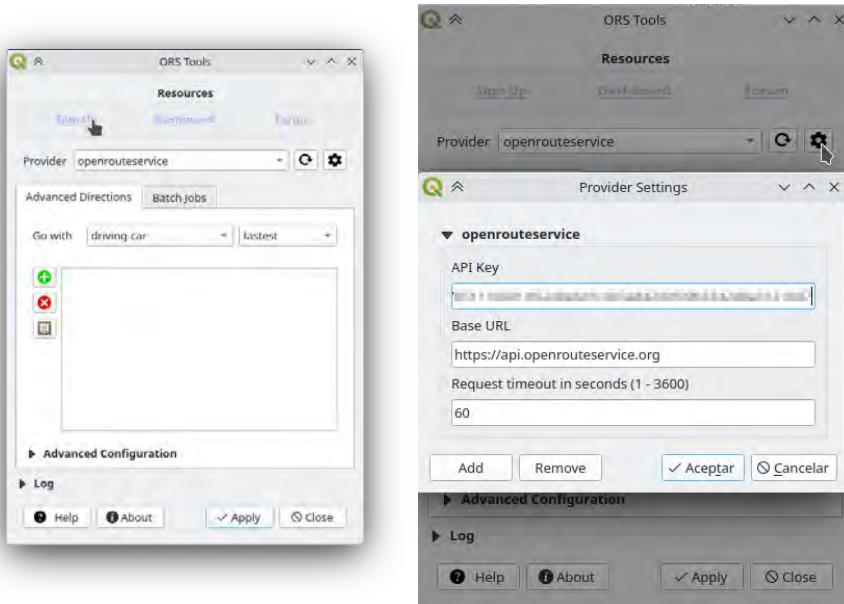


Figura 6.14: Una vez generado el token en la web, se deberá ingresar el mismo en el «API Key», haciendo clic en la rueda de configuración del plugin.

Para buscar la ruta entre dos puntos hay que hacer clic en el botón «Add waypoints» (✚) y luego clic en el mapa los punto que se desea calcular la ruta.

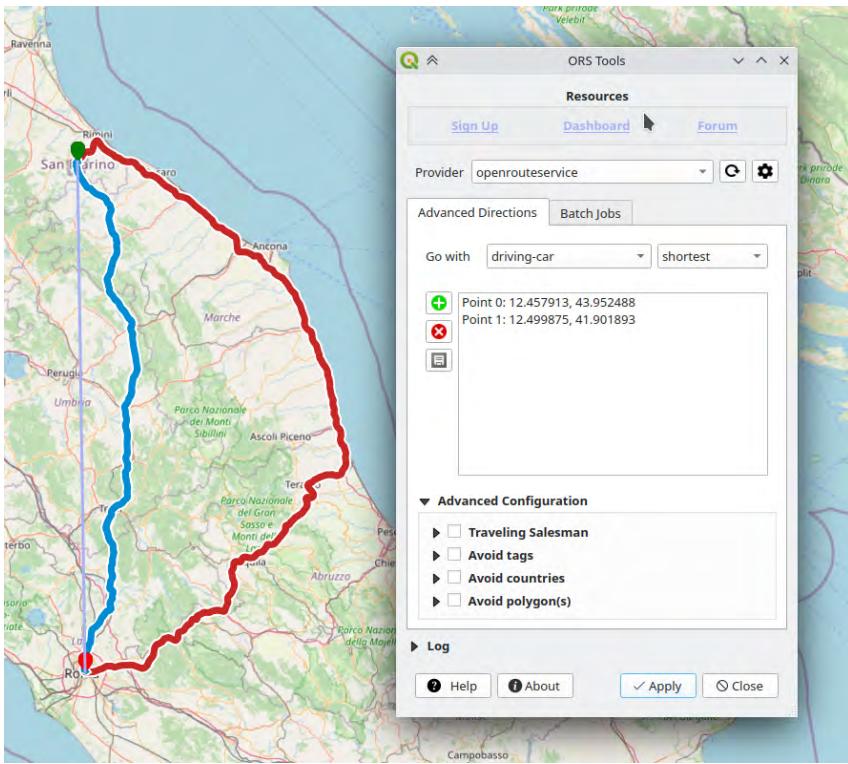


Figura 6.15: En rojo se muestra el cálculo de ruta más rápida que se puede hacer en auto, y en azul la más corta. En las configuraciones avanzadas se pueden configurar parámetros específicos.

Desde la pestaña Batch Jobs (trabajos en lote) se acceden a otras herramientas interesantes:

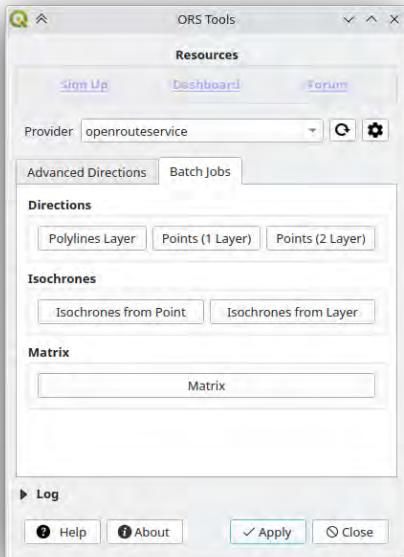


Figura 6.16: Desde la pestaña de trabajos en lote se pueden calcular ruteos, isócronas y matrices de distancias.

No detallaremos cada una de ellas, pero mostraremos una que es realmente interesante y permite responder a una pregunta muy simple, ¿cuál es la distancia que se puede recorrer en 5 minutos a pie desde un punto? Esto se resuelve con isócronas:

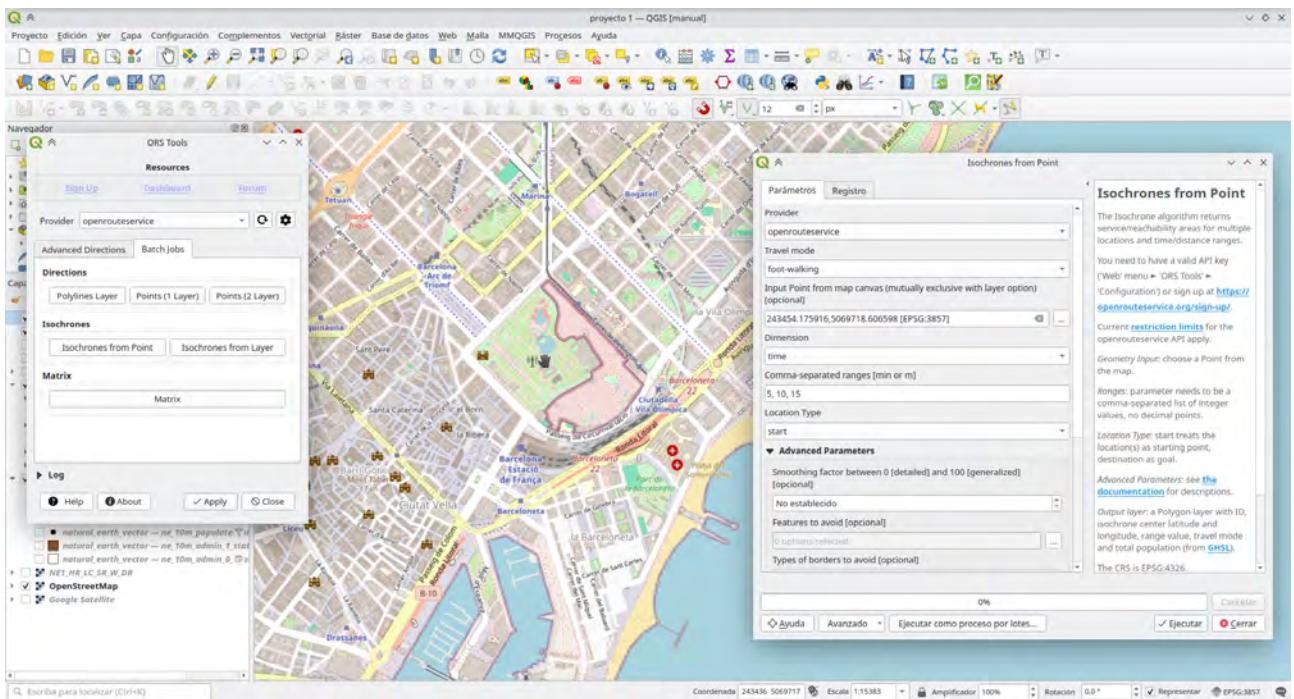


Figura 6.17: Configuración del cálculo de isócronas a 5, 10 y 16 minutos a partir de un punto, caminando. En este ejemplo el punto se encuentra el centro del parque del *Zoológico de Barcelona* (41.3879798,2.1869210).

En el resultado se observa las tres isócronas calculadas:



Figura 6.18: La isócrana marcada en celeste es la de 5 minutos. Como se puede observar prácticamente no se sale del parque con 5 minutos de caminata.

6.2. Fuentes de datos abiertos

En esta sección se recopilarán diversos sitios que pueden resultar de interés para quienes quieran profundizar conocimientos en el mundo de los *Sistemas de Información Geográfica* y datos espaciales con licencia abierta. El listado no es exhaustivo, sin embargo entendemos que cubre de forma suficiente las temáticas más utilizadas en SIG.

6.2.1. Datos vectoriales

6.2.1.1. OpenStreetMap

Si bien hemos utilizado la capa base de *OpenStreetMap* a lo largo de todo el libro, ahora veremos cómo utilizar sus datos como fuente de información georreferenciada. Existen varias formas de obtener datos de *OpenStreetMap*, una es como ya se ha visto en la sección de complementos el 6.1.8, que extrae datos desde el propio programa QGIS. Otra forma es directamente desde el sitio de *OpenStreetMap*:



Figura 6.19: Descarga de datos vectoriales de la «Isla Mujeres», frente a las costas de *Cancún, México*.

Una de las ventajas que tiene este tipo de descargas es su simpleza, solo hay que ubicarse en una región y presionar sobre el botón «Exportar» ubicado en la barra superior. La gran desventaja es lo acotado del tamaño de descarga, que limita bastante la región que puede descargarse a la vez. Por ello, si se necesita mayor extensión a descargar se sugieren los sitios que se describen a continuación.

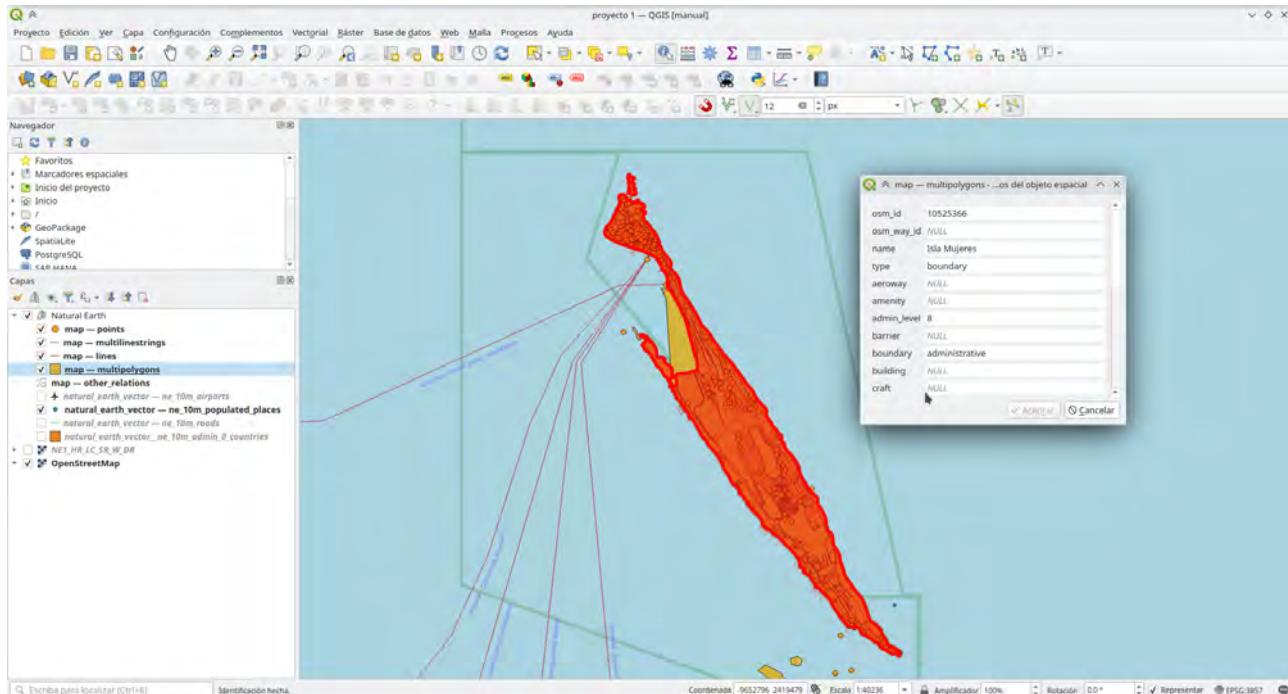


Figura 6.20: Los mismos datos descargados desde OpenStreetMap en QGIS. El archivo se guarda en el disco con el nombre de «map.osm».

6.2.1.2. Planet OSM

Perteneciente al propio proyecto de *OpenStreetMap* se tiene el sitio *Planet OSM*, que diariamente genera una copia de toda la base de datos de *OpenStreetMap*. En sí *Planet OSM* funciona más bien como un repositorio de respaldo más que un portal de descarga de datos espaciales de *OpenStreetMap*. Estos archivos son realmente gigantes y no son prácticos de trabajar dentro de QGIS, por lo que se sugiere consultar sitios como *overpass turbo* o *Geofabrik* para la descarga de datos de *OpenStreetMap* por regiones.

6.2.1.3. overpass turbo

El portal ofrece una consola (con asistente) donde es posible escribir el código necesario para consultas de datos de *OpenStreetMap*.

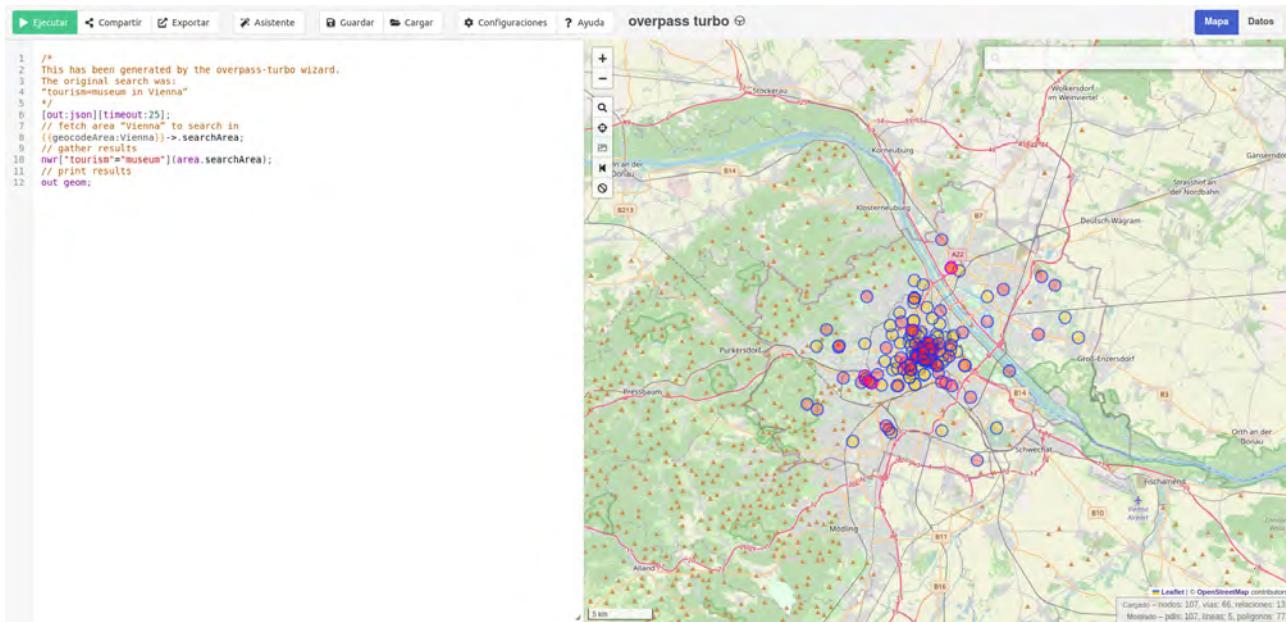


Figura 6.21: Consulta de Museos en la Ciudad de Viena, Austria. Desde el menú «Exportar» ubicado en la barra superior se muestran distintas opciones de formato de descarga, todos ellos de lectura compatible en QGIS.

La sintaxis utilizada es la misma que la utilizada en el plugin *QuickOSM* (6.1.8). El asistente de *overpass turbo* es muy útil cuando no se conoce el lenguaje de consulta.

6.2.1.4. GeoFabrik

El sitio *GeoFabrik* ofrece datos previamente encapsulados y actualizados provenientes de *OpenStreetMap*. Ellos extraen, seleccionan, y procesan geodatos de forma sencilla (y gratuita), lista para ser usada en un SIG, lo que hace la diferencia respecto al propio sitio de *OpenStreetMap* donde las consultas son más bien acotadas en su extensión. Además proveen geo herramientas diversas como geocoding y ruteo, entre otras.

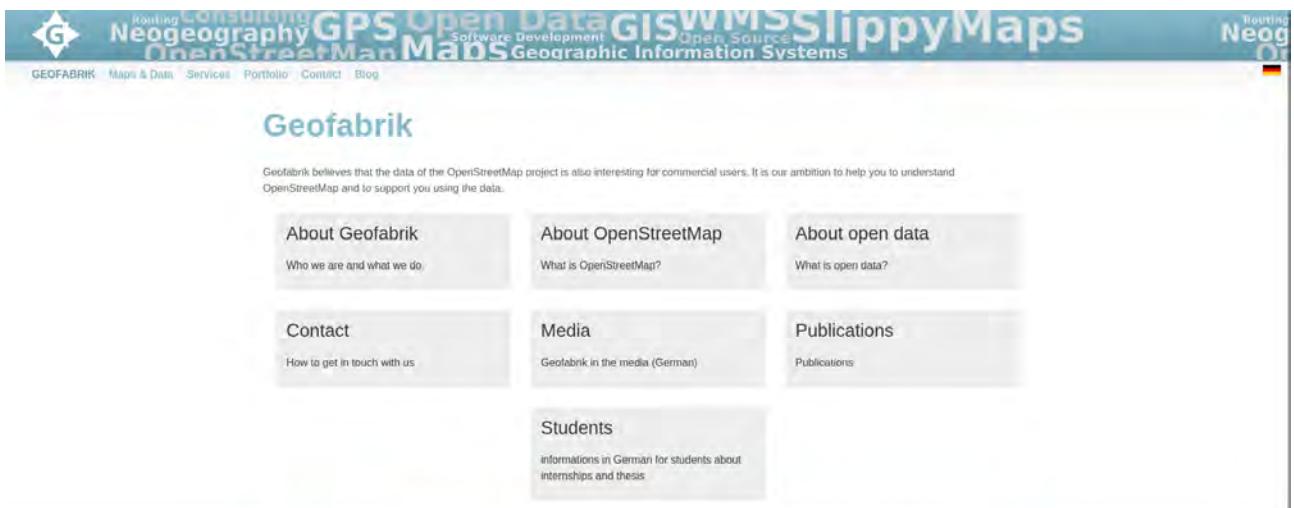


Figura 6.22: Sitio oficial de *Geofabrik*, «Geo Fábrica» en alemán.

El formato de archivo por defecto para todas las regiones es el *PBF*, que es el que utiliza el proyecto *OpenStreetMap* para los datos crudos, que QGIS puede leer sin inconvenientes. Sin embargo, a nivel país, se pueden descargar comprimidos ZIP en formato *Shapefile*.

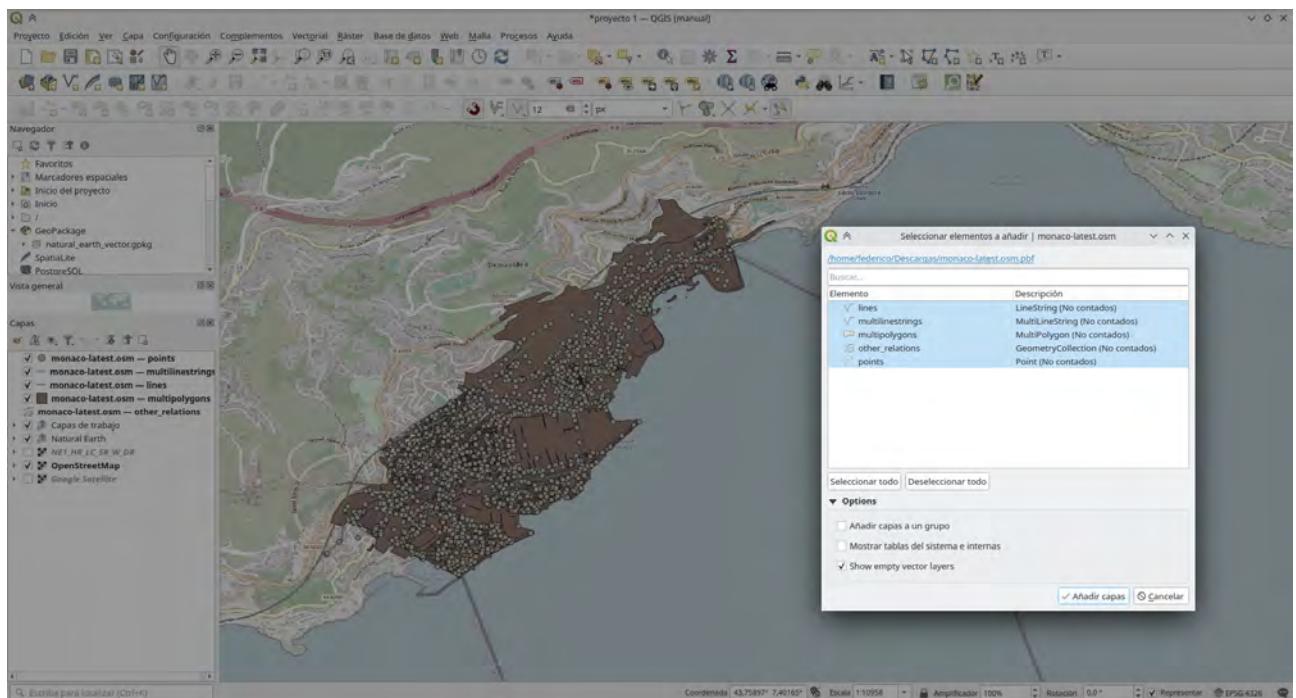


Figura 6.23: Datos del Principado de Mónaco descargados como *PBF* desde *Geofabrik*.

Nota: Hay que tener especial cuidado al cargar los datos dentro de QGIS ya que, dependiendo de la extensión de cada país, es posible que el programa tarde bastante tiempo en renderizar a la vez que consumirá más y más recursos de la computadora.

6.2.2. Datos ráster

6.2.2.1. Copernicus

El sitio Copernicus contiene información del programa espacial homónimo de la *Unión Europea* para el beneficio de ciudadanos europeos, en principio. Ofrece servicios de información basados en datos de observación de la

Tierra, cuyo programa es gestionado por la *Comisión Europea* en asociación con: *Estados miembros, European Space Agency (ESA), European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT), European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), EU Agencies y Mercator Océan*.

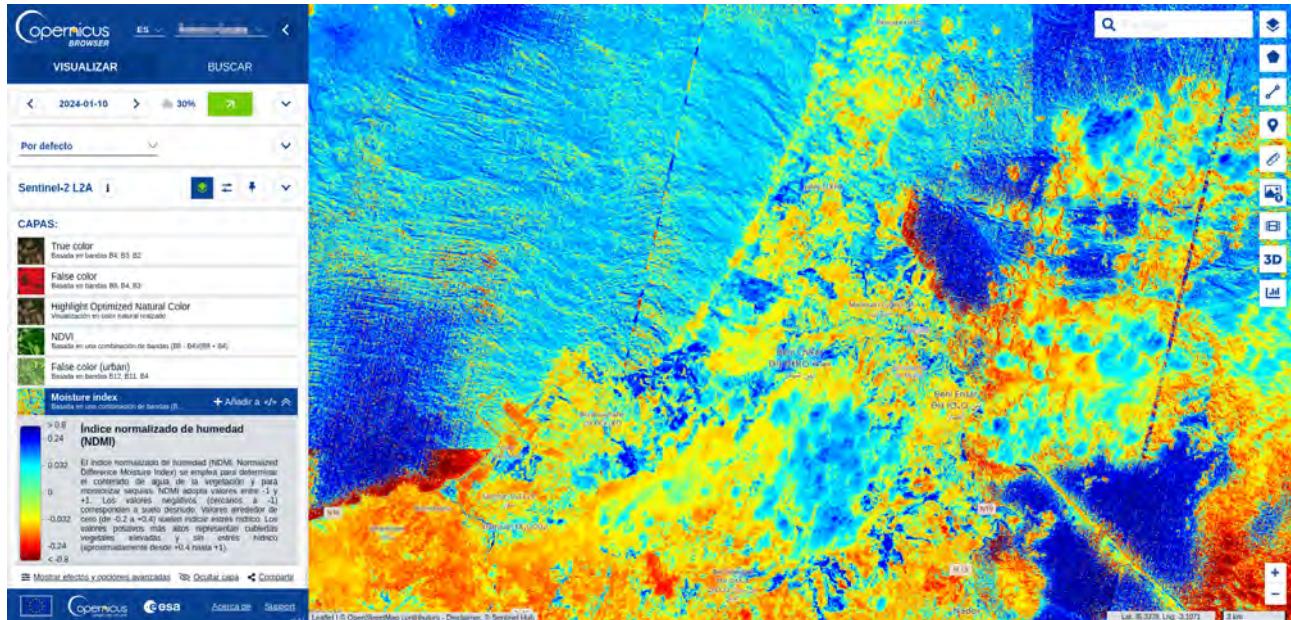


Figura 6.24: Vista del visualizador que ofrece el programa *Copernicus*.

Una vez logueados en el visualizador, se ofrece una cantidad interesante de datos globales de distintos satélites y sistemas de medición terrestres, aéreos y marítimos. Los servicios de información proporcionados son gratuitos y accesibles de forma abierta a los usuarios.

6.2.2.2. FIRMS NASA

La *NASA* posee un portal de datos específico para la visualización y gestión de datos de fuego o focos de calor observados satelitalmente llamado *FIRMS* (*Fire Information for Resource Management System*). El mismo dispone de información de fuego activo como también su historial por filtro de calendario. El dato proviene de satélites de los programas *Modis/Terra and Aqua/VIIRS/Suomi NPP* y es accesible desde el mismo portal o bien mediante geoservicios.

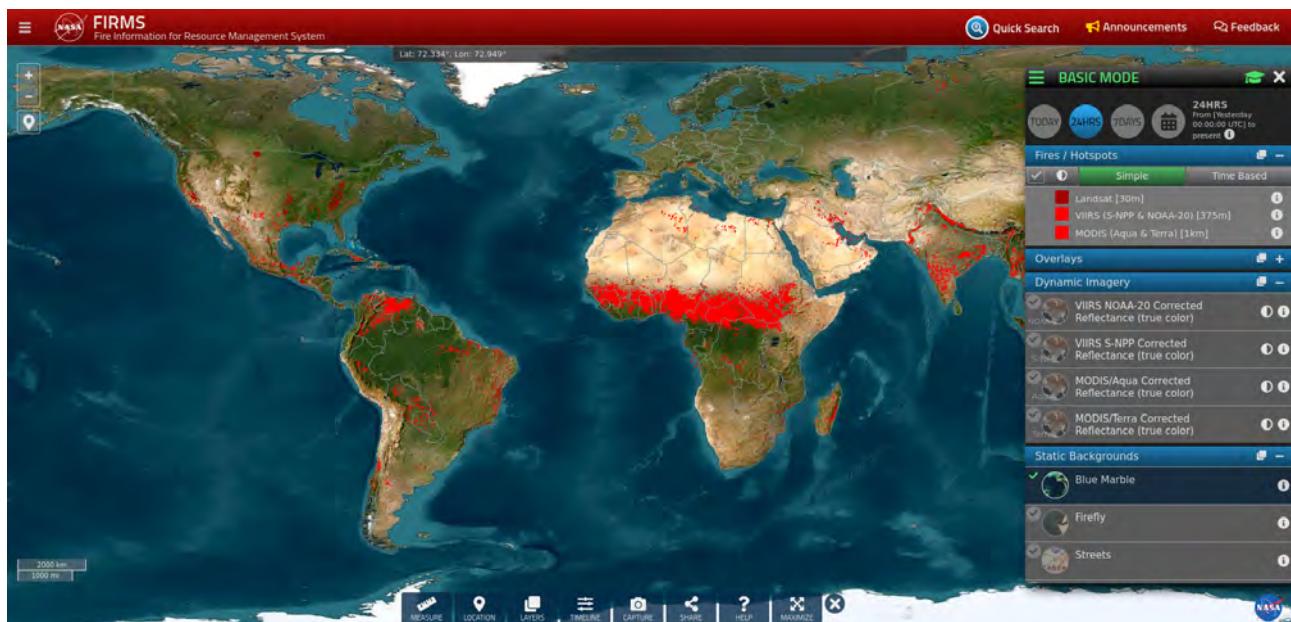


Figura 6.25: Visualizador FIRMS con datos actualizados a 24hs.

6.2.2.3. Sentinel Hub/EO Browser

El visualizador Sentinel Hub permite el acceso rápido a imágenes de diversas constelaciones de satélites: *Sentinel-1*, *Sentinel-2*, *Sentinel-3*, *Sentinel-5P*, Archivos de la *ESA Landsat 5, 7 y 8*, cobertura global de *Landsat 8*, *Envisat Meris*, *MODIS*, *Proba-V* y productos *GIBS*.



Figura 6.26: Imagen de *Sentinel-2* sobre *Costa Rica*.

En el panel lateral izquierdo se configura la búsqueda de imágenes por constelación y fecha, luego se puede elegir diferentes filtros de bandas pre-configurados como «*NDVI*» o «*True color*» entre otros.

6.2.2.4. ASTER GDEM

El *Aster GDEM* es un mapa topográfico creado a partir de imágenes estéreo recogidas por el radiómetro japonés llamado *ASTER* (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), sus imágenes se pueden descargar desde su portal.

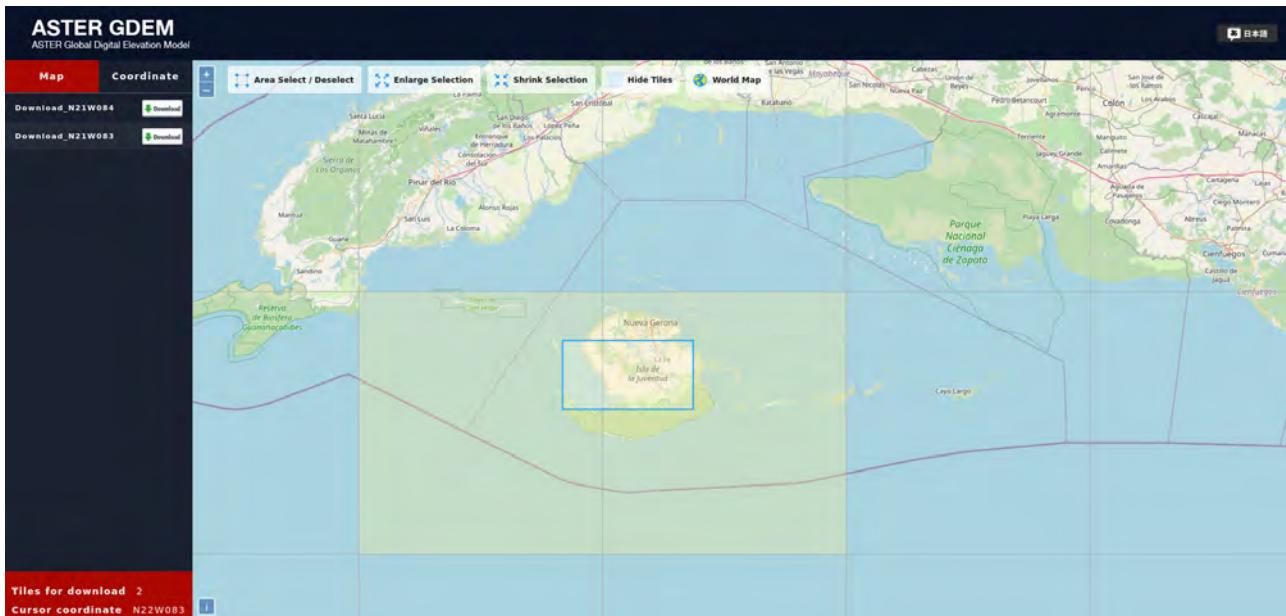


Figura 6.27: Descarga de imágenes DEM del proyecto *ASTER* sobre la *Isla de la Juventud*, *Cuba*.

6.2.2.5. USGS

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) posee un portal de datos espaciales (*EarthExplorer*) donde se pueden buscar y filtrar por diferentes criterios imágenes satelitales multi-banda.

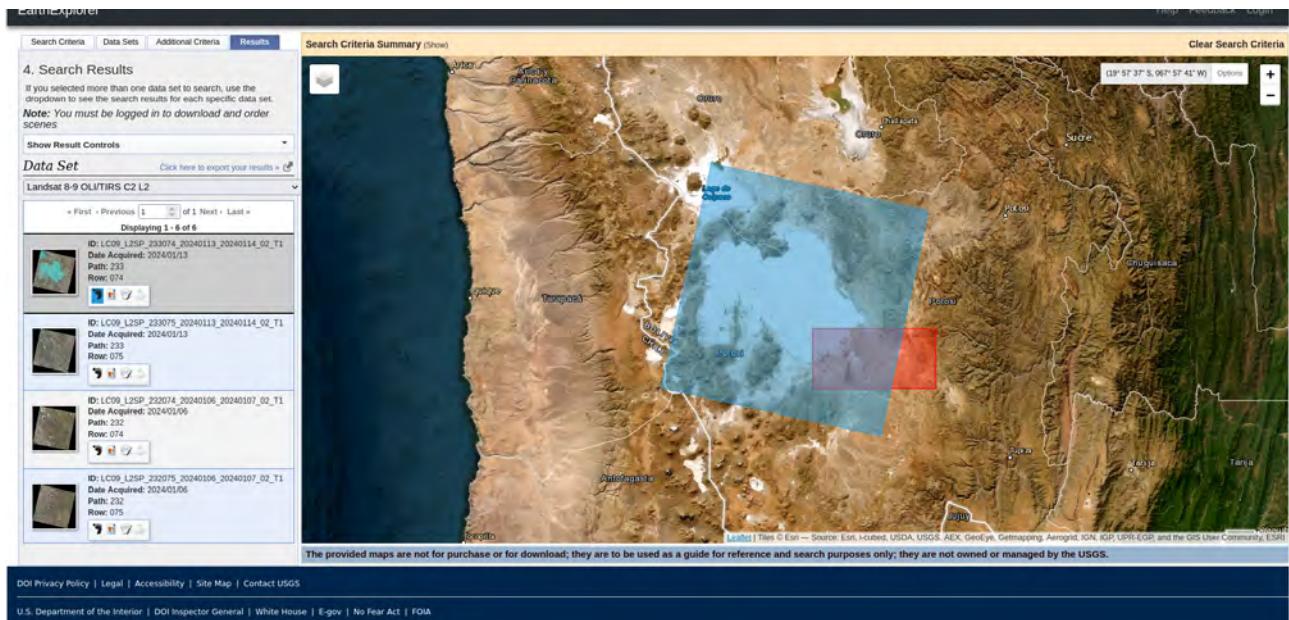


Figura 6.28: *EarthExplorer* mostrando una imagen de *Landsat 8-9* sobre el *Salar de Uyuni, Bolivia*.

6.2.2.6. EOS Data Analytics

De forma similar a las anteriores plataformas, ésta también ofrece filtros de fecha y nubosidad para constelaciones de imágenes *Sentinel* y *Landsat*. Tiene uso gratuito limitado (10 escenas) y una gran cantidad de herramientas de análisis.

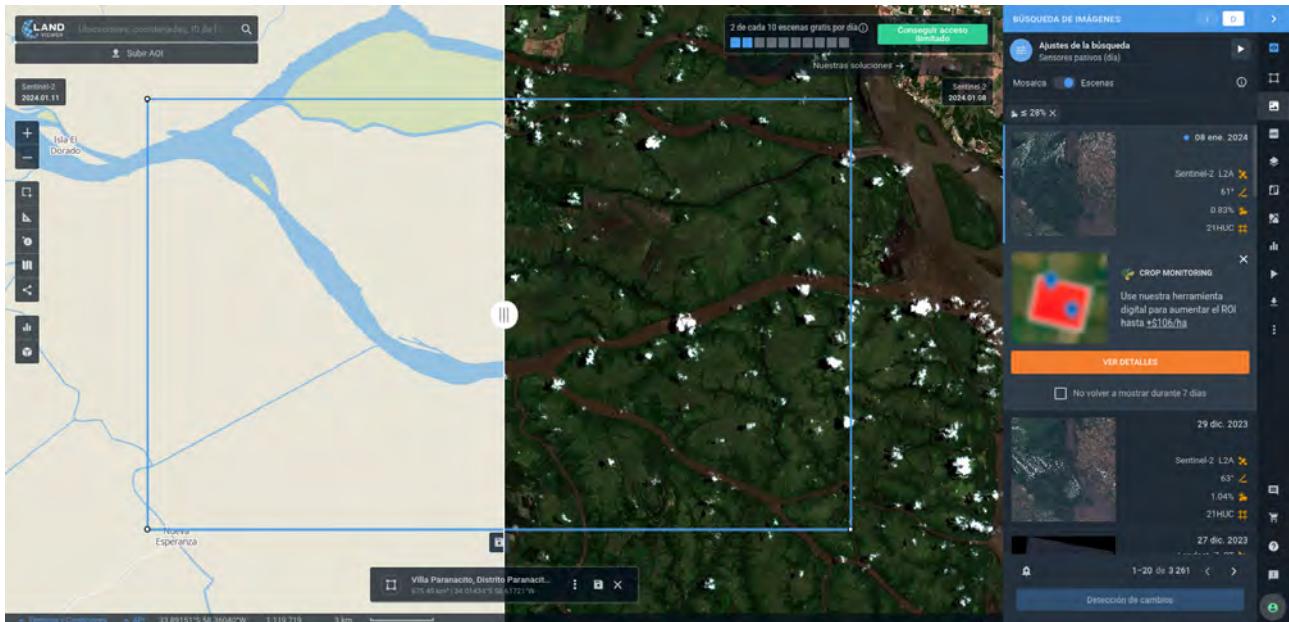


Figura 6.29: *EOS Landview*. Imagen *Sentinel-2 L2A* sobre el sistema del *Delta del Río de la Plata*.

6.2.2.7. OpenAerialMap

Es una plataforma donde los usuarios pueden subir y acceder a imágenes de alta resolución espacial con licencia abierta. El origen de las mismas es generalmente captura por vuelo de UAV (drone), aunque también hay imágenes satelitales.

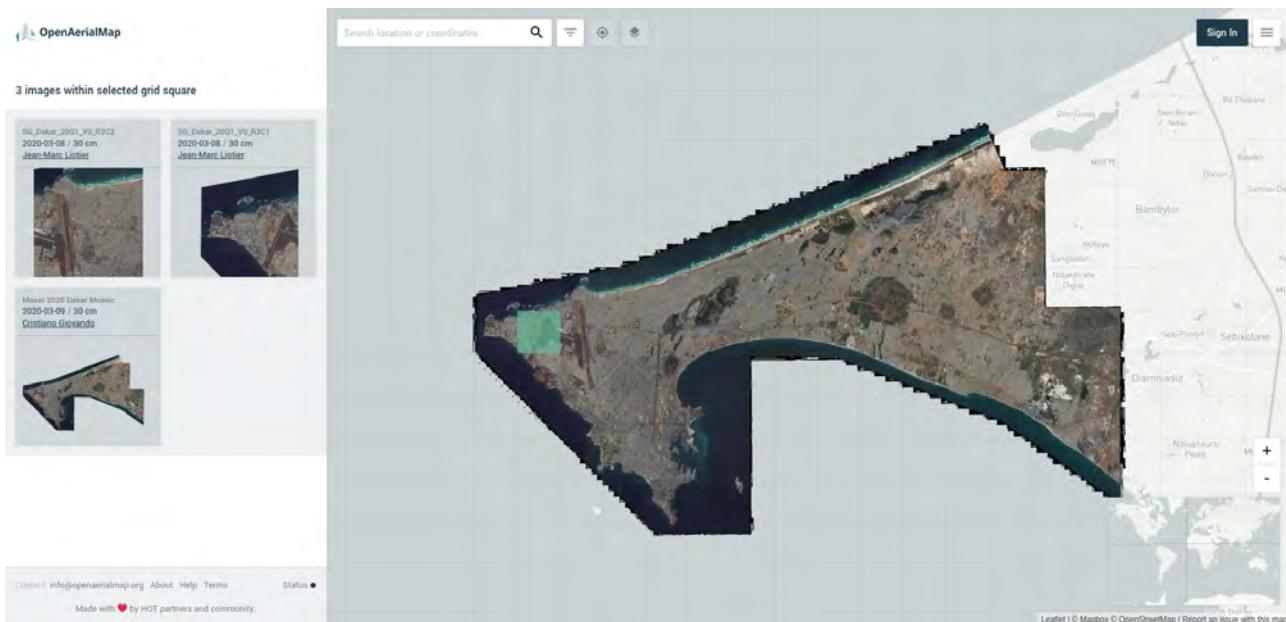


Figura 6.30: Mosaico de imágenes de 30cm de resolución sobre *Dakar, Senegal*.

En el visualizador se pueden encontrar imágenes de muy alta resolución espacial, de hasta 3cm. Asimismo la plataforma permite utilizar estas imágenes mediante servicios remotos como *TMS/WMTS*. Una gran desventaja que tiene es la baja disponibilidad de imágenes a nivel mundial.

6.2.2.8. Copernicus Global Land Cover

Éste es un sitio elaborado por el proyecto *Copernicus* donde se muestran datos de clasificación de cobertura de suelo. Los datos del sitio son interesantes para el análisis de cobertura de suelo, es posible visualizar y descargar datos desde el 2015 al 2019.

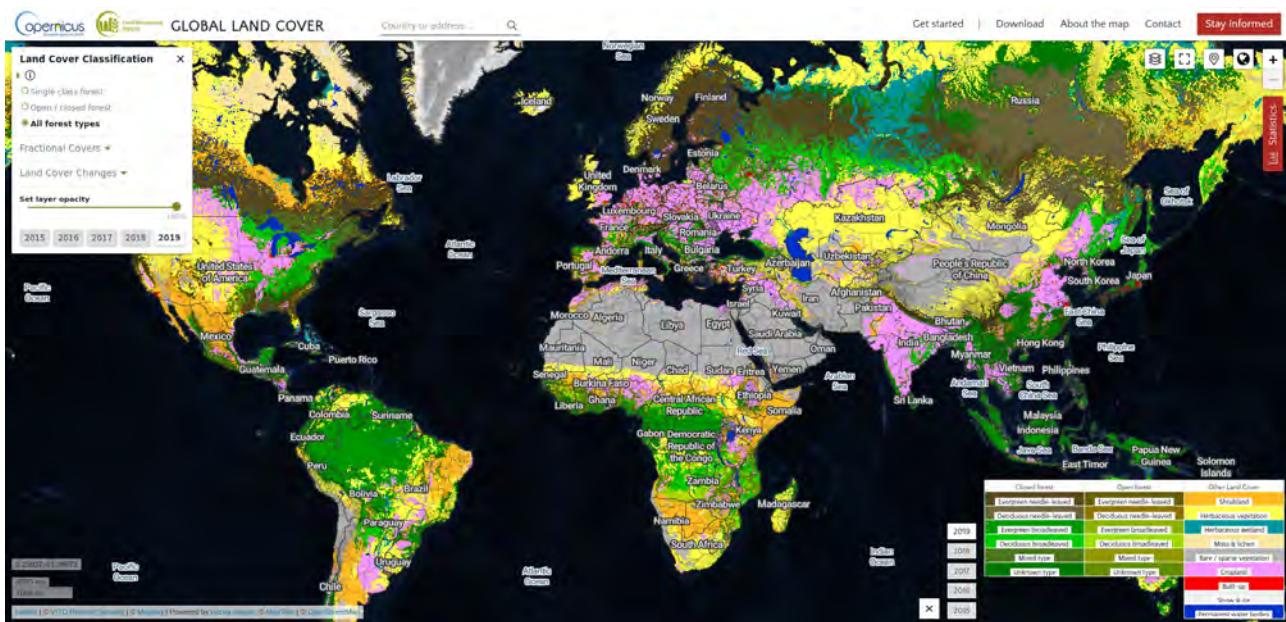


Figura 6.31: El visualizador permite la observación directa, por año, de diferentes clasificaciones. En la imagen se muestran datos de clasificación de bosques para el año 2019.

Las imágenes pueden descargarse desde el menú superior. En la parte inferior derecha se tienen las referencias del mapa y en la solapa roja de la derecha se pueden visualizar estadísticas con filtros variados.

6.2.3. Datos Mixtos

6.2.3.1. Natural Earth Data

Como es sabido este sitio contiene información global espacial utilizada a lo largo de todo el libro. Si bien su fuerte son los datos vectoriales también es posible descargar ráster de relieve oceánicos o continentales que son de utilidad en la elaboración de salidas gráficas.



Figura 6.32: El sitio ofrece diversos niveles de detalle de descarga de datos, 1:10.000.000, 1:50.000.000 y 1:110.000.000.

6.2.3.2. OpenTopography

Este portal, desarrollado por la Universidad de California San Diego (EEUU) y la Fundación Nacional de Ciencias (EEUU) ofrece acceso a datos topográficos mundiales así como también a herramientas y recursos con el objetivo de avanzar en la *comprensión de la superficie, la vegetación y el medio ambiente construido de la Tierra*.

En sí el portal ofrece gran cantidad de datos del territorio de EEUU, sin embargo hay material de distintas partes del mundo, como por ejemplo nubes de puntos de *Santiago de Chile*:

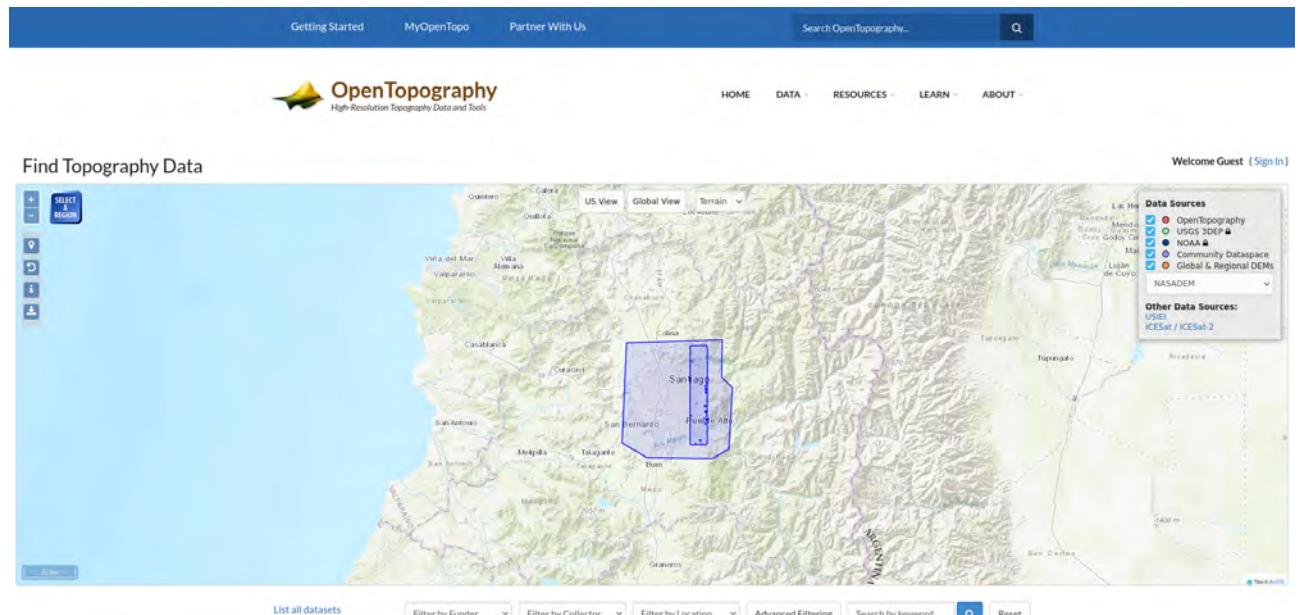


Figura 6.33: Descarga de datos en la zona central del territorio Chileno.

En este caso particular se pueden descargar nubes de puntos⁴ en formato *LAZ*, y se pueden visualizar en el propio portal como también en QGIS:

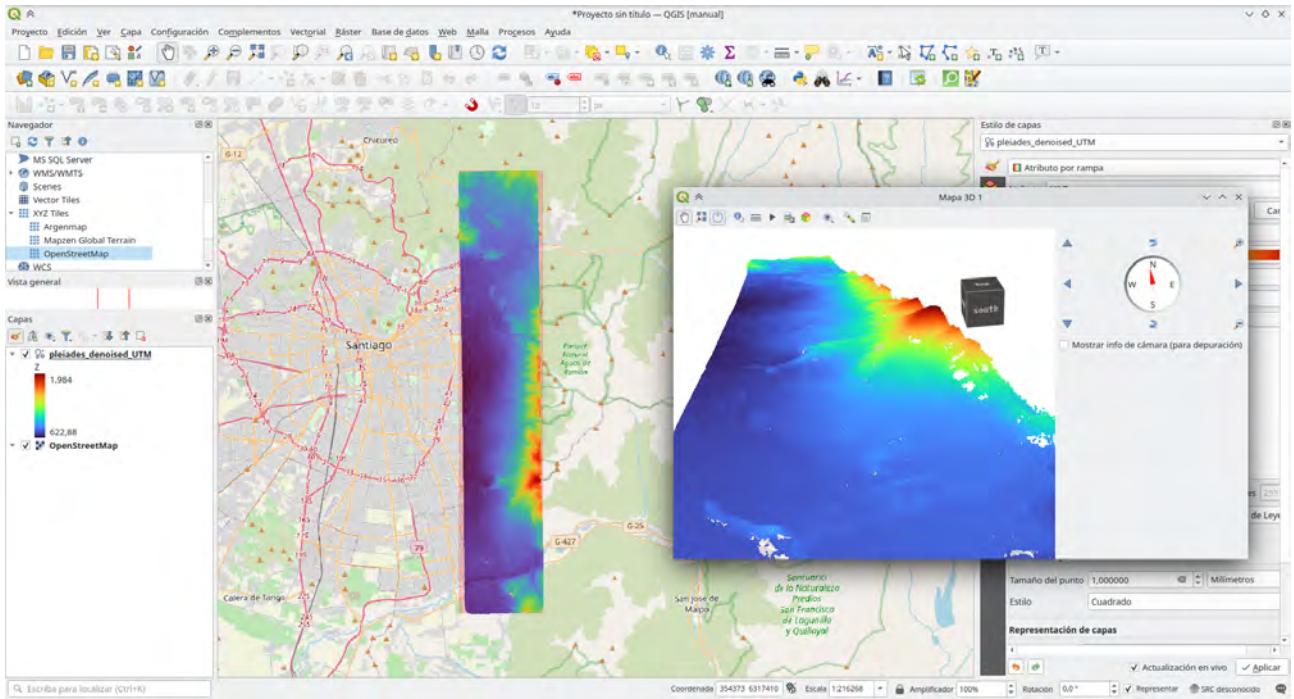


Figura 6.34: La nube de puntos mostrada tiene 5m de resolución sobre la falla de *San Ramón*, al este de *Santiago* en *Chile* y fue creada con imágenes *tri-stereo* de *Pleiades* (2016).

6.3. Diseño avanzado

En el capítulo 2 (4) se desarrollaron algunos aspectos básicos de simbología, necesarios para el desenvolvimiento en tareas cotidianas en SIG. En el presente anexo se tratarán algunas configuraciones de simbología que suman calidad en la presentación de proyectos y salidas gráficas. Para esta sección será estrictamente necesario tener un manejo del programa fluido.

6.3.1. Niveles de símbolos

Cuando generamos estilos más complejos, como por ejemplo un callejero con estilo de linea doble donde la linea de abajo es más ancha que la linea de arriba, nos sucede que el renderizado marca un solapamiento entre lineas en los vértices:

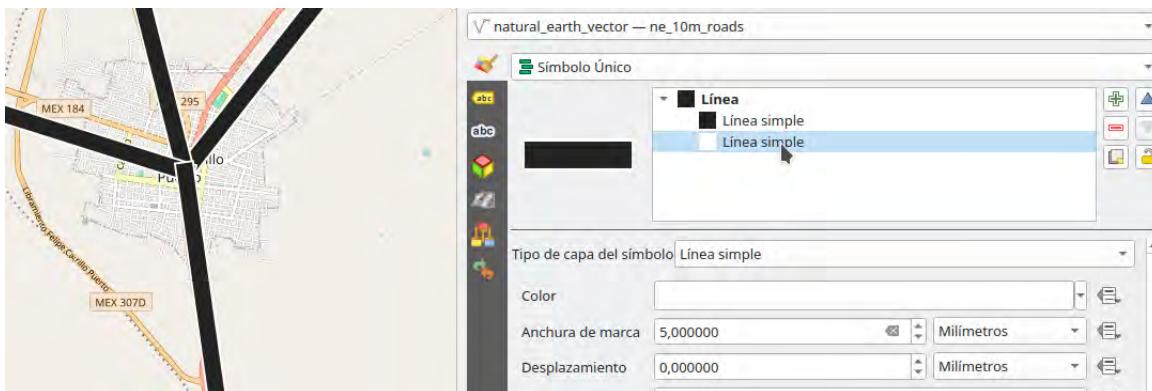


Figura 6.35: La linea simple blanca mide 5mm de espesor, y la negra 4mm. En el vértice donde se unen las lineas vemos cierta desproporcion visual propia de utilizar capas de lineas simples superpuestas.

⁴Las nubes de puntos son una forma de datos donde mediante escaneos tridimensionales con tecnología basada en láser se consigue obtener superficies de los objetos/territorio. QGIS, en sus versiones recientes, puede manipular datos de nubes de puntos y visualizarlos en 3D.

Si además categorizamos por valores observamos que el problema persiste, se superponen las líneas como si un camino pasara por sobre otro:

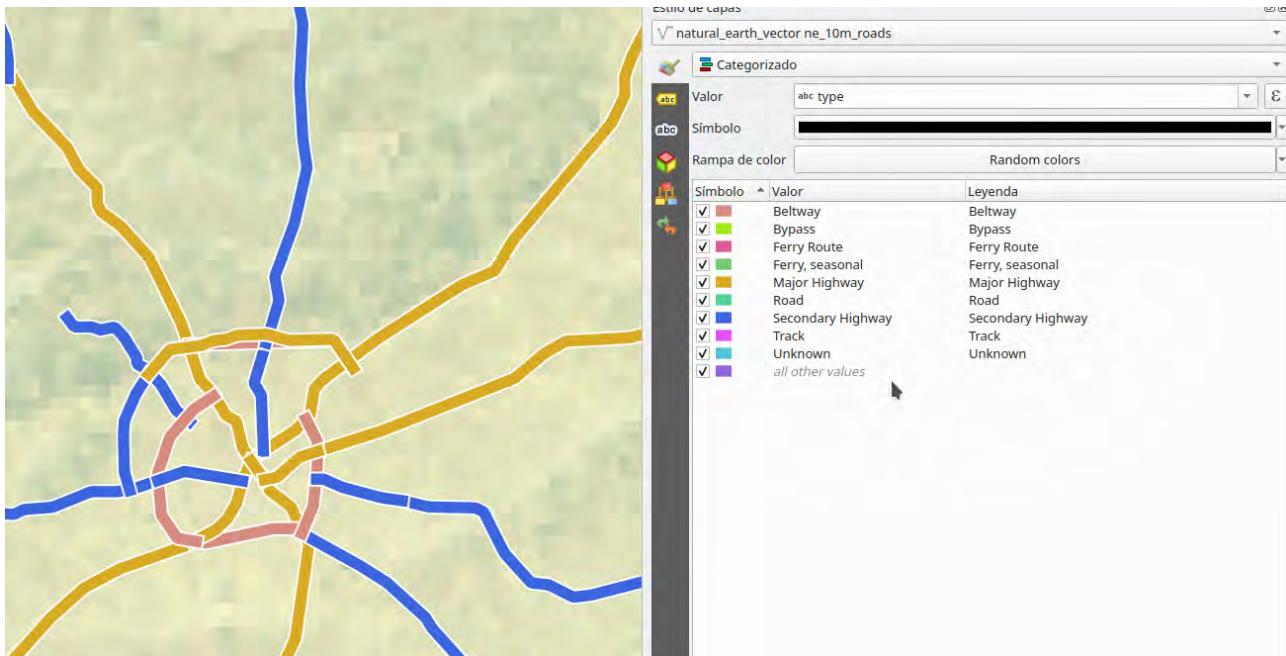


Figura 6.36: Las líneas blancas que hacen de borde de ruta se visualizan solapadas sobre otras líneas de colores.

Para evitar este problema visual se debe activar la opción «Niveles de símbolos...» desde el botón «Avanzado» en la pestaña de «Estilos». Esto hará que los símbolos de «capa 0» (línea blanca de fondo que comparten todas las categorías) queden por debajo de los símbolos de «capa 1» (símbolos de colores).

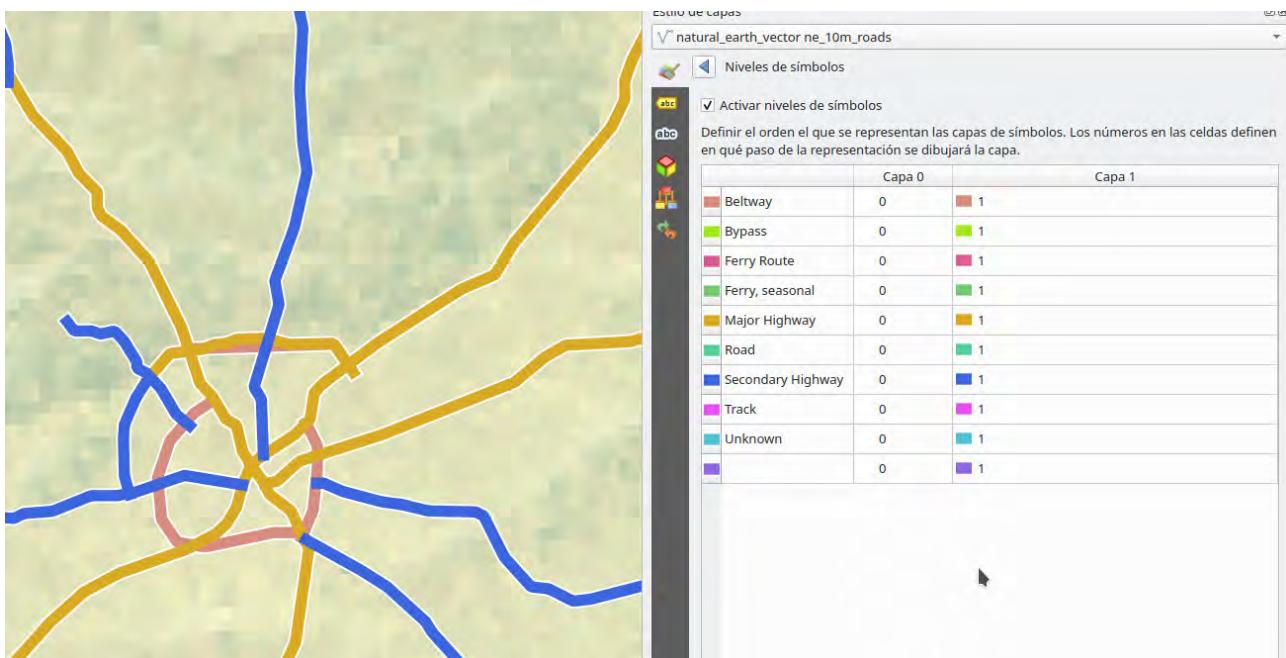


Figura 6.37: Niveles de símbolos activados. El buffer queda siempre por debajo de las líneas de colores.

Además es posible configurar manualmente cada nivel de símbolo de cada categoría, donde el mayor número indica el orden de renderizado. Esto lleva el diseño de estilos a niveles realmente complejos y altamente personalizado.

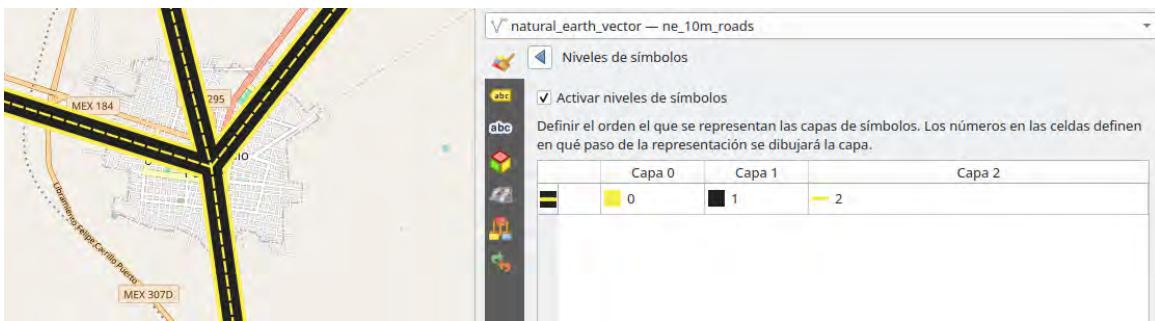


Figura 6.38: En este ejemplo el estilo tiene tres capas de símbolos, una linea amarilla de ancho 6mm («Capa 0»), una negra de ancho 5mm («Capa 1») y una linea punteada de ancho 0.8mm («Capa 2»).

6.3.2. Dimensiones determinadas por campo (Asistente)

Los grosores de linea, o radios de puntos, generalmente se determinan a partir de un valor fijo, pero también pueden variarse a partir de valores guardados en un campo particular de la tabla de atributos. Por ejemplo, así como la capa de caminos puede estar representada por una graduación de tono de color determinado por el rango de importancia de los mismos, también es posible utilizar el mismo atributo para lograr diferentes anchos o grosores de líneas. O por ejemplo cambiar el tamaño de una etiqueta de acuerdo a un atributo numérico de la capa.

Tomando este último ejemplo, activamos las etiquetas en la capa de caminos («roads») como «Etiqueta simple» por campo «name», y en tamaño desplegamos el menú donde debemos seleccionar la opción «Asistente»:

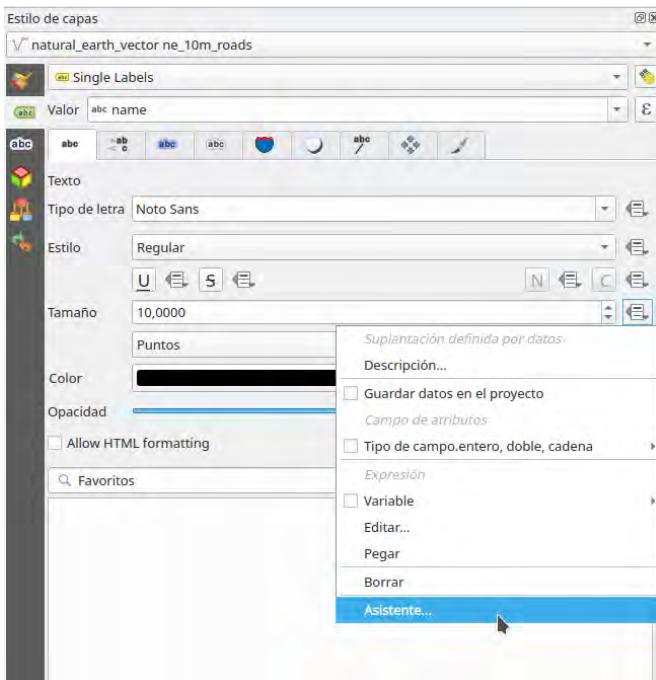


Figura 6.39: Asistente de tamaños de etiqueta.

El asistente genera de forma automática un rango de escalas de tamaño de acuerdo al intervalo de datos en el campo indicado:

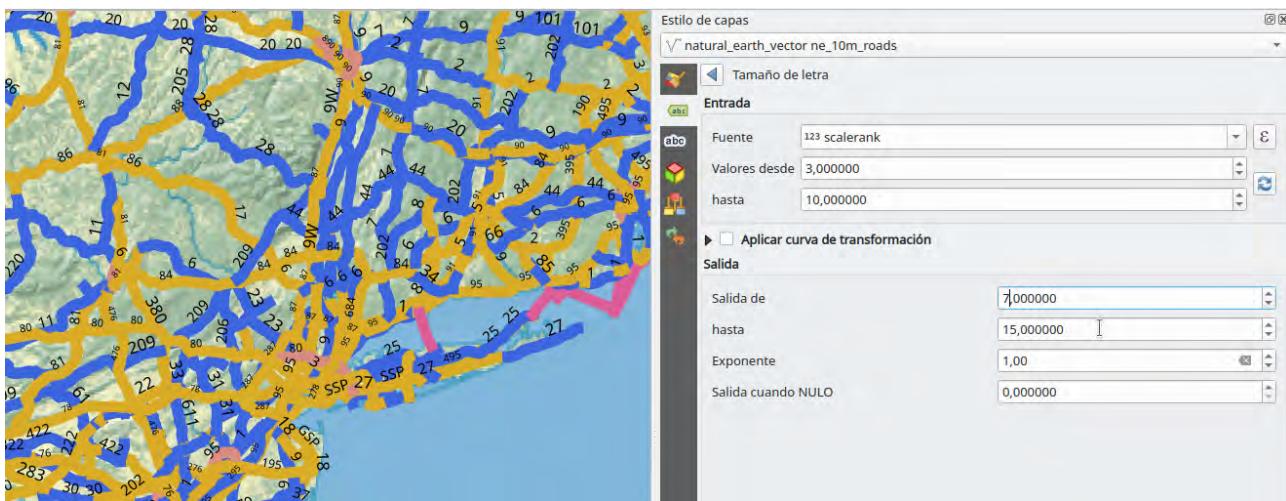


Figura 6.40: Configuración de tamaños de etiqueta. La «Fuente» debe ser numérica para que se pueda aplicar el asistente de tamaño.

El asistente se configura de forma relativamente sencilla, y genera a partir del atributo «scalerank» del rango 3 al 10^5 los valores de salida (manuales) 7 a 15 (tamaños de letra en *puntos*).

Es posible aplicar una curva de transformación como también aplicar un valor de exponente (siendo 1 el valor correspondiente a una escala lineal).

6.3.3. Estilos basados en reglas

Como se ha visto anteriormente, los estilos basados en categorías y graduados permiten definir mediante una regla (campo o expresión más compleja) la forma de representar una capa de datos vectoriales. A veces estos tipos no son suficientes para mostrar lo que se quiere comunicar, y para ello existe el estilo «Basado en reglas» (que se encuentra en la misma lista desplegable).

Esto permite utilizar tantas reglas calculadas como se requiera. La regla se describe como una expresión, donde es posible configurar cada aspecto del estilo para cada regla dada.

El siguiente ejemplo muestra un estilo basado en dos reglas, donde para valores «NETSCALE» menores o iguales a 5 posee un estilo verde, para mayores a 5 con estilo rojo, y en caso de que existieran otros valores (como los NULL) el estilo es un punto amarillo:



Figura 6.41: Estilo basado en regla. «ELSE» permite reglar cualquier otra opción que no esté dentro de las primeras dos opciones.

Si bien en el ejemplo las reglas utilizadas son simples, es posible diseñar expresiones con condiciones lógicas y matemáticas complejas.

6.3.4. Mezclar categorías de estilo

En las recientes versiones de QGIS se ha incorporado una nueva forma de agrupar categorías de estilos para evitar tener que hacerlo por regla. Para explicar mejor de qué se trata veremos el siguiente ejemplo. Supongamos que hemos hecho una categorización en el estilo de la capa de caminos («roads») donde el atributo es el tipo

⁵ Al seleccionar un campo de atributos «Fuente», se deberá utilizar el botón de refresco o actualización (↻) para obtener el rango automáticamente.

(«type»), pero a la vez necesitamos unificar dos de ellos, los referidos a *Ferrys*, por lo tanto hacemos clic derecho sobre la selección de ellos y activamos la opción «Mezclar categorías»:

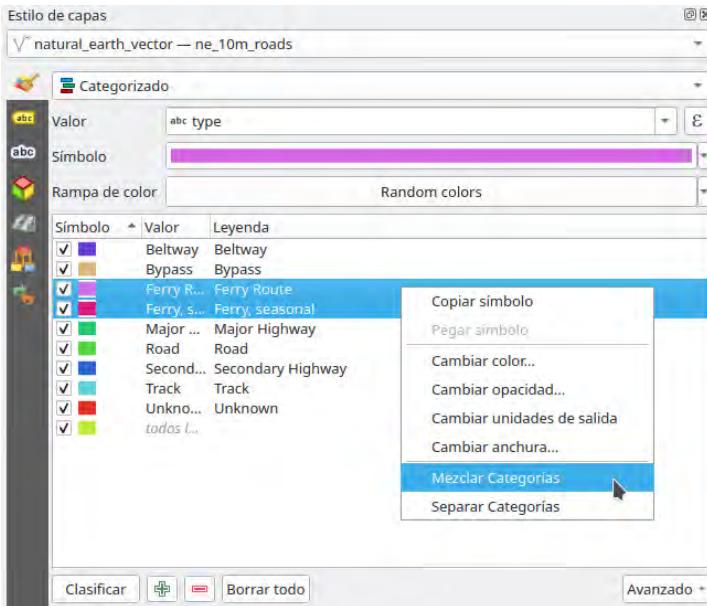


Figura 6.42: Luego de aplicar, los estilos se mezclan en uno solo.

Así como es posible mezclar categorías, también es posible separarlas aplicando la acción inversa, «Separar Categorías».

6.3.5. Heatmap o mapa de calor

Una de las herramientas de estilo más interesantes que podemos aplicar sobre una capa vectorial es la posibilidad de aplicar un mapa de calor o heatmap (5.2.1.4) dinámico. Como ya se ha visto, los mapas de calor proveen una vista rápida de cómo se distribuye un fenómeno en el territorio.

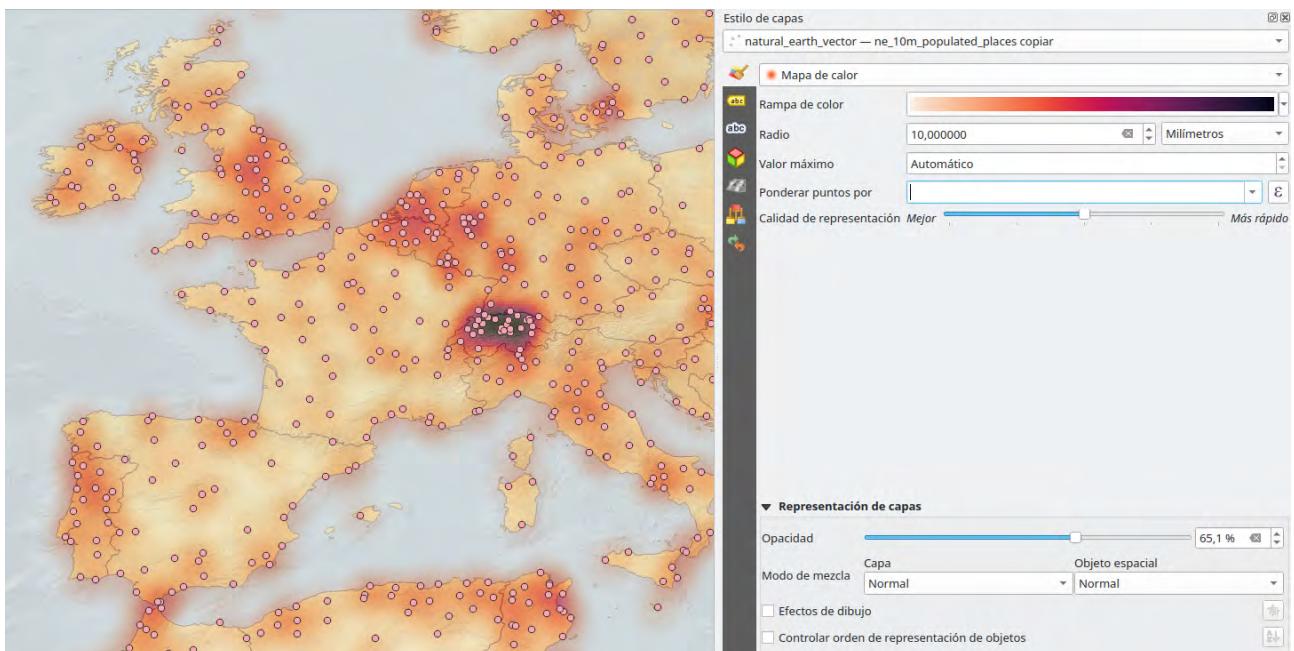


Figura 6.43: Mapa de calor de las ciudades de Europa («populated_places») con transparencia del 65 % al que se le solapó la misma capa con estilo de puntos para mostrar en contraste cuáles son las áreas más «calientes» por cercanía.

El siguiente ejemplo muestra la misma locación, pero esta vez se decidió ponderar (o dar peso) por «SKA-LERANK»:

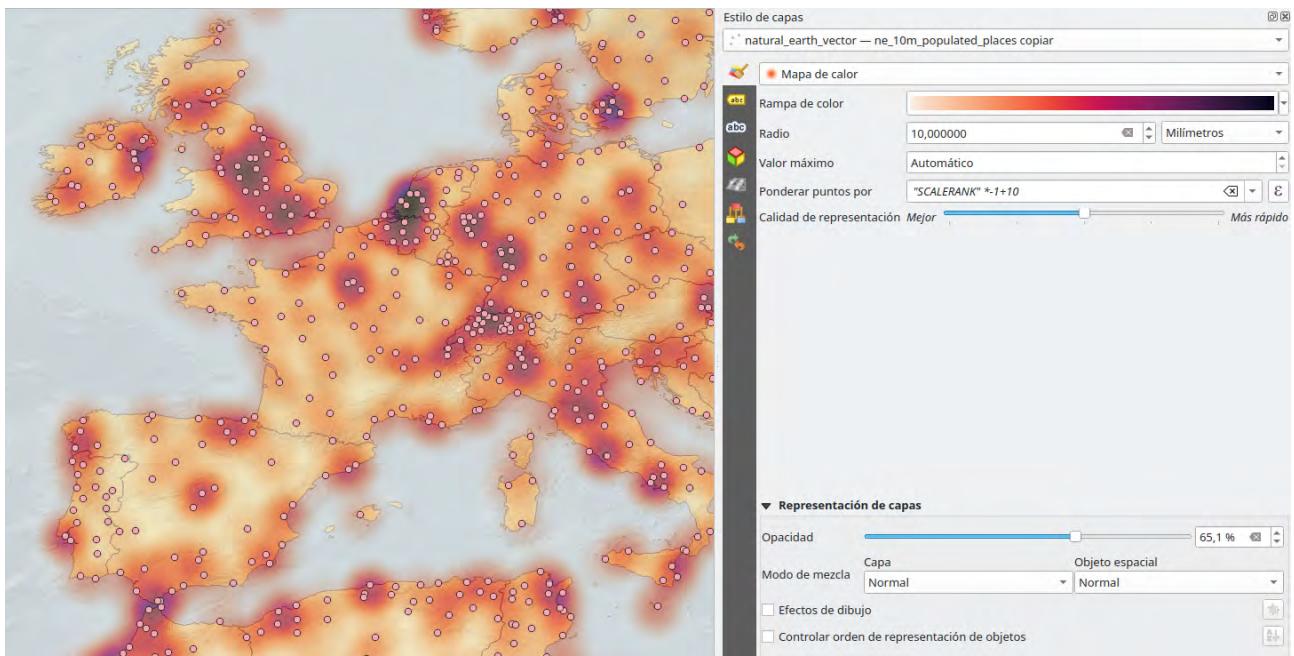


Figura 6.44: Nótese que el campo «SCALERANK» va de 1 a 10, siendo 1 más importante y 10 menos importante, por lo que la fórmula matemática que se observa en el parámetro de ponderación es un truco matemático que invierte esa escala para que se pueda representar de forma creciente en el mapa.

6.3.6. Mover y rotar etiquetas manualmente

En las nuevas versiones de QGIS se ha avanzado mucho en la gestión de desplazamiento y rotación de etiquetas, y actualmente las configuraciones adicionales para este tipo de edición se guardan en el proyecto, a diferencia de versiones pasadas donde había que configurar campos permanentes en la capa para lograr esto.



Figura 6.45: Barra de Etiquetas.

El desplazamiento y rotación de etiquetas de forma manual tiene sentido cuando al armar una salida gráfica (impresa o pantalla) éstas se solapan con objetos u otras etiquetas, lo cual hace ilegible esa parte del mapa. La barra de «Etiqueta» provee varias opciones de interés que describiremos a continuación:

1. El ícono «Mover etiqueta o Diagrama» () permite desplazar una etiqueta visible de forma manual hacia otro punto del mapa.
2. «Rotar una etiquetas» () permite girar la etiqueta en una cantidad de grados determinada (con la tecla control el giro se hace cada 15 grados). Para rotar una etiqueta, ésta deberá estar desanclada.
3. Por último con «Cambiar propiedades de etiqueta» () se pueden modificar varios aspectos de etiquetado para una etiqueta en particular.

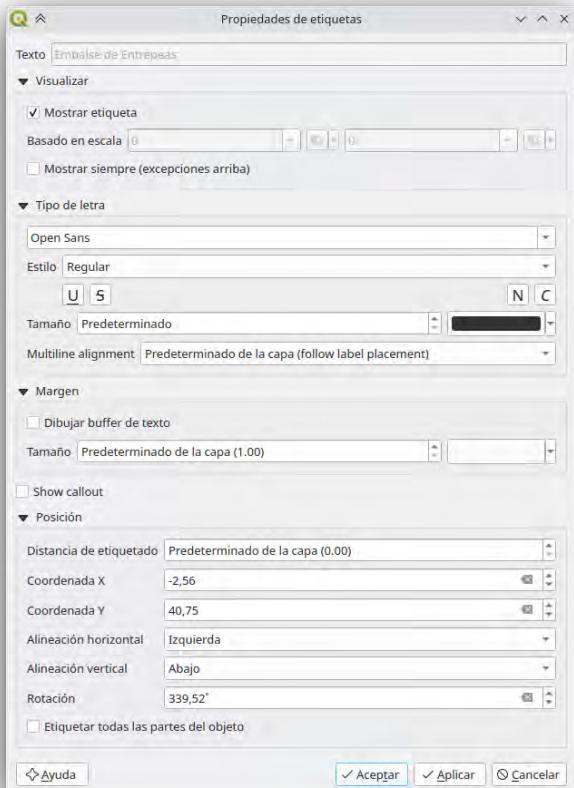


Figura 6.46: Propiedades de una etiqueta particular.

6.3.7. Callout o líneas de llamada

Las *líneas de llamada* o *callouts* son segmentos o flechas que unen un objeto geográfico con su etiqueta correspondiente. Se las utiliza cuando se tienen muchas etiquetas juntas que tienden a solaparse debido a que hay poco espacio para ubicarlas. Por defecto QGIS tratará siempre de acomodar el mayor número de etiquetas en el mapa, dependiendo de su tamaño y espacio disponible de modo que una etiqueta no solape con otra de la misma capa o si existe alguna regla de etiqueta de otra capa que fuerce ese comportamiento.

En las opciones de etiquetado se tiene la pestaña «Callouts» donde se puede configurar el estilo del segmento o flecha que servirá de *línea de llamada*. Por ejemplo para la capa de puntos de ciudades («populated_places») lo primero que debemos hacer es que la etiqueta se desplace de su opción por defecto que es *alrededor de punto*, de forma que se encuentre alejada unos milímetros. Esto se configura en la pestaña «Ubicación» dentro del etiquetado.

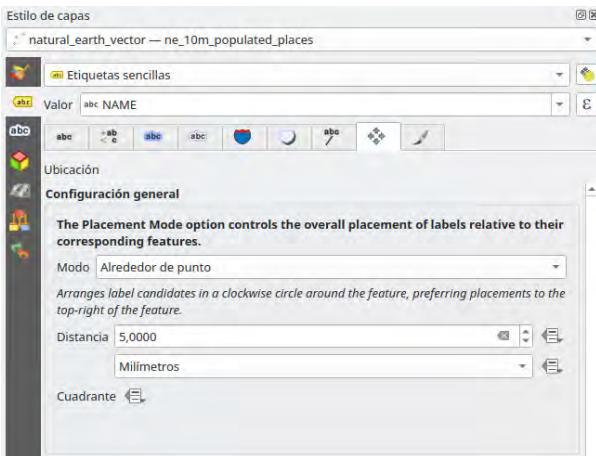


Figura 6.47: Se configuró la ubicación para que las etiquetas se alejen del punto (*Alrededor del punto* a 5mm de distancia)

Luego activamos las líneas de llamada y configuramos los parámetros que necesitemos:



Figura 6.48: Se observan las líneas de tipo *Manhattan* (rectas verticales y horizontales en forma de L) que unen cada punto con su etiqueta.

QGIS posee cuatro estilos de líneas de llamada que se pueden elegir: *Líneas sencillas*, *Líneas Manhattan*, *Líneas curvas* y *Globos*.

6.3.8. Diagramas

En la pestaña «Diagramas» entre las propiedades de una capa vectorial (en la barra de «Etiquetas») se pueden activar y configurar algunos gráficos estadísticos simples que se mostrarán para cada objeto de la capa, a modo de etiqueta. Los diagramas disponibles son:

- Gráfico circular o de torta (tarta)
- Histograma
- Barras apiladas
- Texto

En el ejemplo siguiente se preparó una capa derivada del dataset de países («countries»), donde se contabilizó la cantidad de ciudades y aeropuertos que hay en cada territorio. Luego, en la pestaña de diagrama dentro de las propiedades de la capa (o mediante el botón disponible en la barra de herramientas «Etiquetas»), se configuró de la siguiente manera:

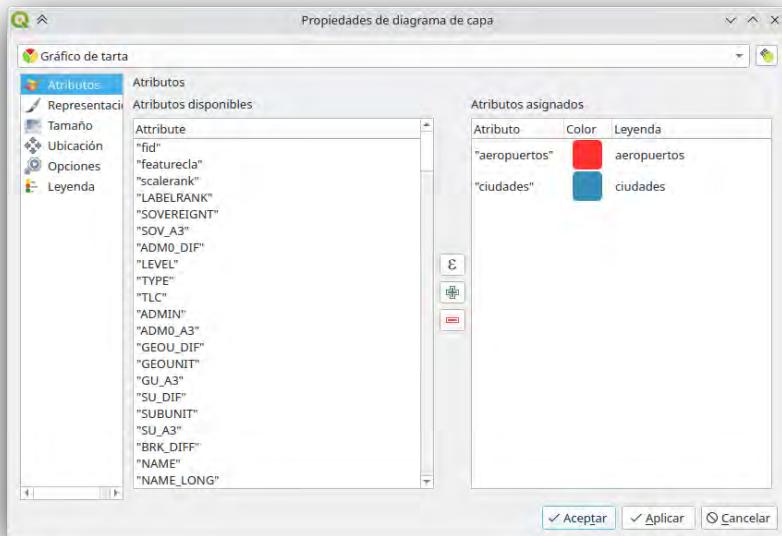


Figura 6.49: Atributos del diagrama tipo torta o circular. Los campos que figuran cuentan la cantidad de ciudades y aeropuertos de cada país.

Luego, en la sub-pestaña «Tamaño» se configuró tamaño fijo en 15:

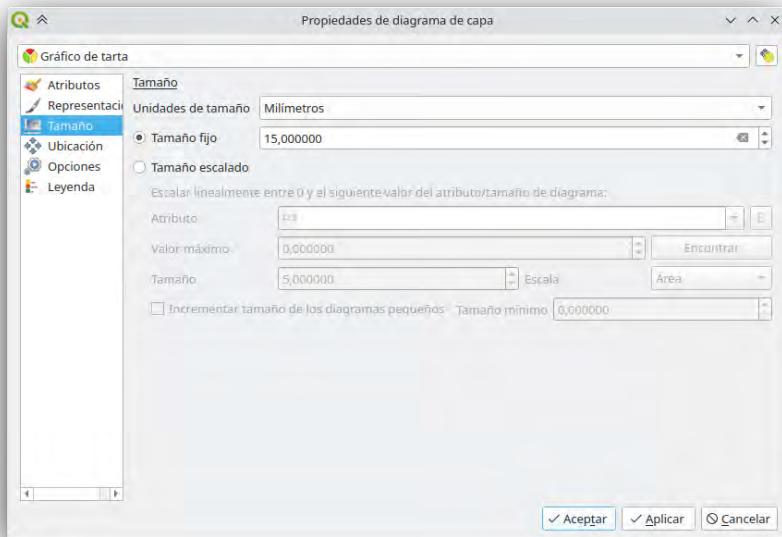


Figura 6.50: Tamaño fijo que define el radio de la gráfica de torta.

Al aplicar y aceptar se verá un resultado similar al siguiente:

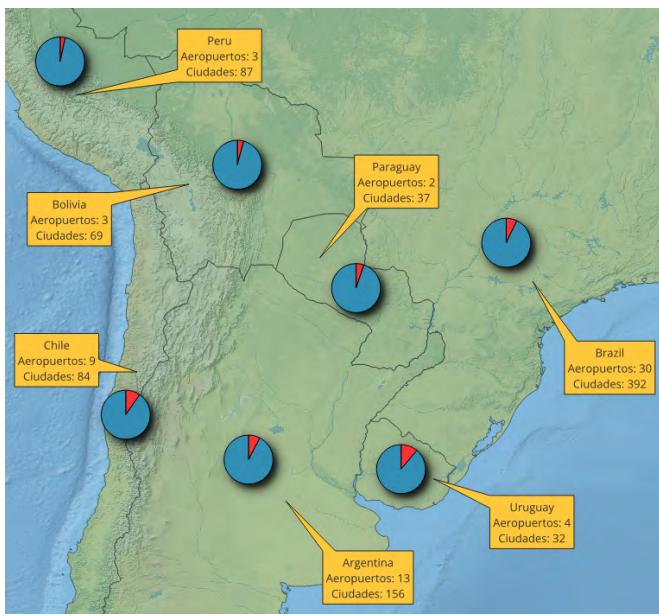


Figura 6.51: Diagrama de torta que muestra la cantidad de Ciudades en azul y la cantidad de aeropuertos en rojo. En el etiquetado se configuró para que figuren las cantidades absolutas.

En la pestaña «Representación» es posible modificar algunos parámetros adicionales como por ejemplo los efectos de dibujo (sombras). La pestaña «Ubicación» permite establecer el lugar y modo donde se emplazará cada gráfico. En el caso puntual de la imagen anterior se han desplazado manualmente tanto etiquetas como diagramas de forma que se ubiquen mejor en la ventana gráfica.

6.3.9. Temas de mapa

Los temas de mapas permiten al usuario generar grupos de configuraciones de capas con sus propios estilos y visibilidad. Usar temas de mapas puede ser de gran utilidad cuando utilizamos varias capas combinadas con diferentes estilos y necesitamos intercambiar la visualización entre ellas sin tener que hacer los cambios manualmente.

Supongamos que tenemos los siguientes casos:

1. La capa de países países con estilo transparente para el relleno de los polígonos y la capa de ciudades prendida con estilo simple, todo sobre la base de *OpenStreetMap*.
2. La capa de países graduados por población, sobre la ráster «NE1_HR_LC_SR_W_DR» (o cualquier otra que sirva como mapa base).

Necesariamente para pasar de un caso a otro se deberán prender y apagar las capas y cambiar configuraciones de estilo. Esto puede resultar un inconveniente en tiempo y esfuerzo si hay que configurar todo de nuevo cada vez que se requiera. Por ello los temas de mapa vienen a salvar esta situación.

Configurar las capas, estilo y visibilidad para el primer tema Ponemos un estilo sin relleno para la capa de polígonos de países, y agregamos un nombre al estilo creado (por ejemplo «Simple») desde las «Propiedades...» → «Estilos» → «Añadir». Asimismo elegimos un estilo de puntos simples como se muestra a continuación (no hay necesidad de poner nombre de estilo en esta capa):

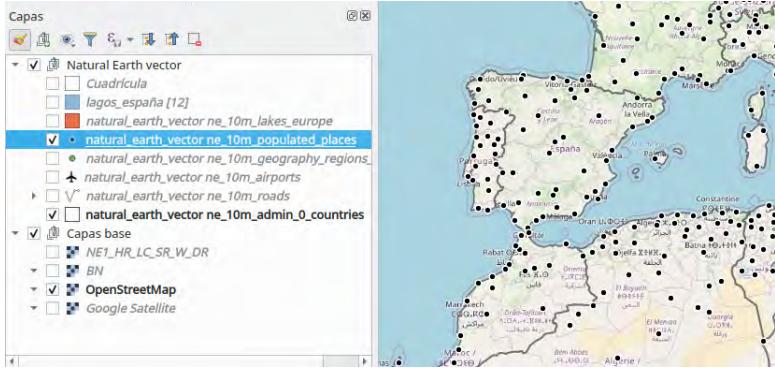


Figura 6.52: «Tema 1».

Luego fijamos el nombre del tema como «Tema 1» dentro del menú desplegable del ícono «Administrar temas de mapa» → «Añadir tema...»

Configurar las capas, estilo y visibilidad para el segundo tema En este segundo paso configuramos un estilo graduado para la capa de países por campo «POP_EST» y le ponemos un nombre (por ejemplo «Población»). También apagamos la capa de ciudades, ya que no era condición su visibilidad en este caso:

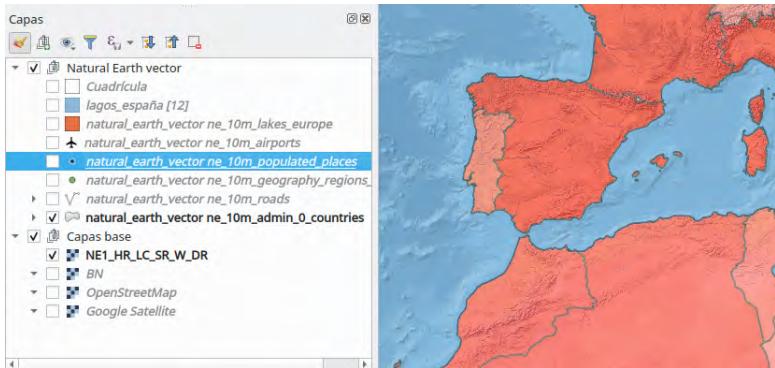


Figura 6.53: «Tema 2».

Por último guardamos el tema actual como «Tema 2» en el mismo menú de administración de temas.

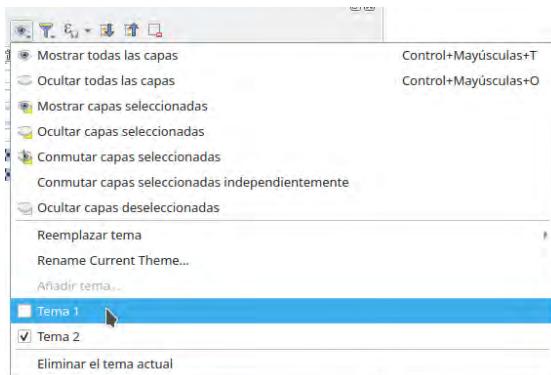


Figura 6.54: Ahora, es posible cambiar entre los dos temas sin necesidad de modificar ninguna configuración manual.

Los temas de mapa se suelen utilizar en las composiciones de mapas, donde se muestran distintos mapas en múltiples ventanas o composiciones.

6.4. Composiciones avanzadas

En esta sección se verán algunas herramientas y características que pueden resultar un poco más complejas y por ello no se han incorporado en el Capítulo 4 (4). Sin embargo, una vez que se ha adquirido cierta práctica

en QGIS estas herramientas pueden ser de utilidad para mejorar la calidad de las producciones cartográficas.

6.4.1. Atlas

Según Wikipedia:

«Un atlas es una colección sistemática de mapas de diversa índole que contiene una capitulación de distintos temas de conocimiento como la geografía física, la situación socio económica, religiosa y política de un territorio concreto.»



Figura 6.55: Atlas antiguo. Fuente Wikipedia.

En QGIS es posible diseñar una composición de mapa que automáticamente genere un atlas siguiendo una regla establecida de una capa vectorial. Veremos el caso de un atlas de cuadrículas para la región de la *península Ibérica* en particular.

6.4.1.1. Selección de la capa de referencia del atlas

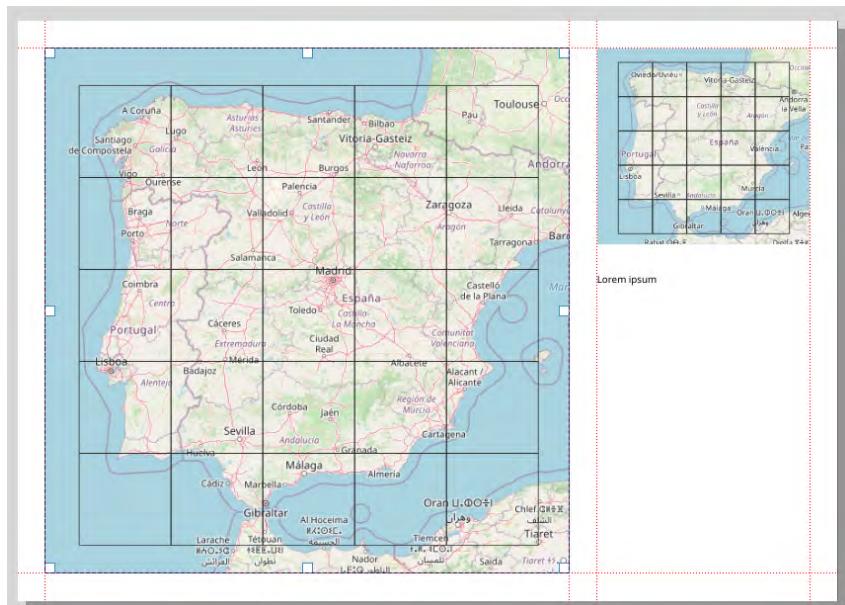
En nuestro caso, utilizaremos una capa de cuadrículas como guía para el atlas, por lo que deberemos hacer en primer lugar es generar una cuadrícula (5.1.8.3) con la extensión de la península y una división rectangular de 250 km en los dos ejes (en nuestro caso utilizamos el SRC 3857).



Figura 6.56: Cuadrícula que servirá como base del atlas.

6.4.1.2. Crear una composición

Procedemos a crear una composición nueva, con un mapa central, mapa de referencia (que apunte al mapa central como vista general), carátula, etc. como por ejemplo:



Luego se deberá configurar el atlas con el botón o desde el menú superior. Se desplegará una nueva pestaña de configuración que tendremos que configurar para que tome como referencia la capa de cobertura «Cuadrícula» recién creada y el campo «id» tanto de nombre de página como para su ordenación.

Diseño Propiedades del elemento Guías Atlas

Atlas

Generar un atlas

▼ Configuración

Capa cobertura	<input type="button" value="Cuadrícula"/>	▼
<input type="checkbox"/> Ocultar capa de cobertura		
Nombre de página	123 id	<input type="button" value="E"/>
<input type="checkbox"/> Filtrar con		<input type="button" value="F"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Ordenar por	123 id	<input type="button" value="E"/>

▼ Salida

Fichero expresión de salida

`'output_1'|@atlas_Featurenumber`

Exportar fichero simple cuando sea posible

Formato de exportación de imagen png

Figura 6.57: Panel de configuración del atlas.

Por último tendremos que activar «Controlado por atlas» el «mapa 1» que hemos definido como mapa central.

6.4.1.3. Exportar atlas

La exportación se realiza desde la barra de menú, mediante el ante último ícono de la botonera 25:25. Se puede exportar en distintos formatos, imagen ráster, SVG y PDF. En el caso de exportar como PDF se generará un único archivo con tantas páginas como objetos se encuentren en el campo «id» (excepto que se aplique algún filtro).

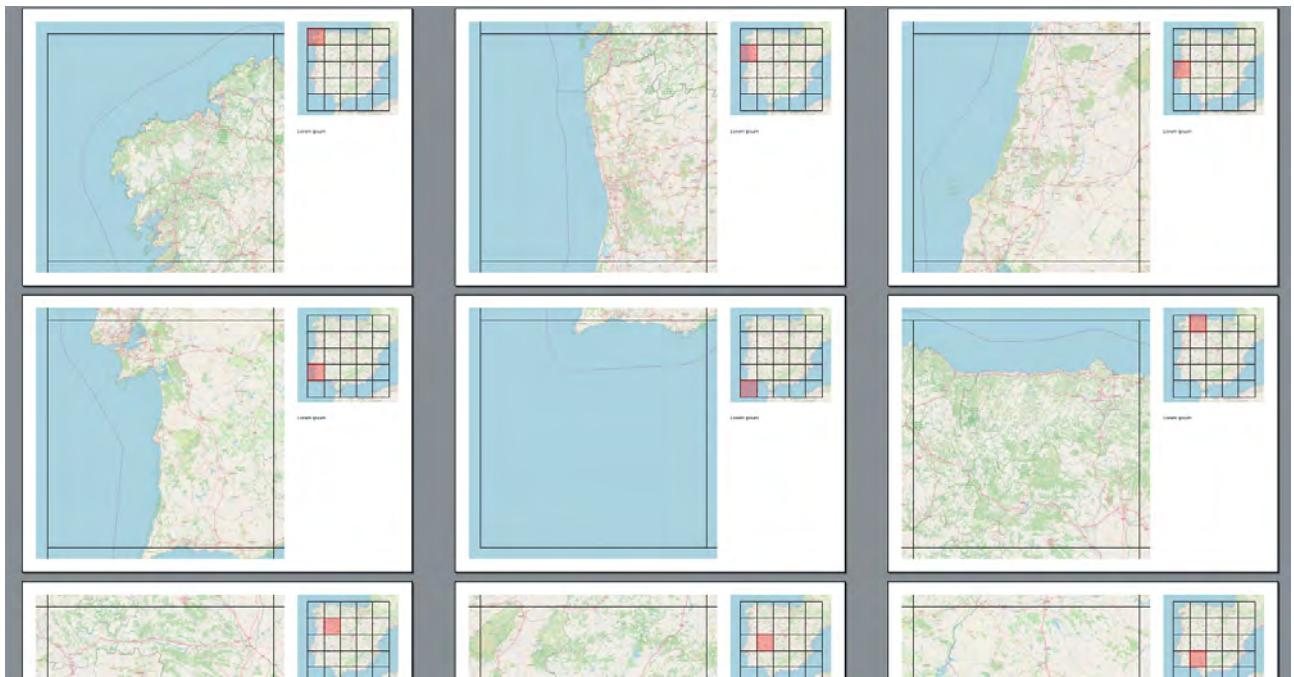


Figura 6.58: PDF exportado del atlas de la Península Ibérica.

En caso de querer ver un resultado previo en el compositor antes de exportar (porque el proceso puede llevar un largo tiempo de procesado), se puede activar una «Vista preliminar del Atlas» con el primer botón y luego ir navegando con la botonera de flechas entre las distintas páginas.

6.4.2. Informes

En QGIS es posible armar un mapa o colección de mapas que sigan una temática de forma automática mediante la herramienta «Atlas» desde el compositor de mapas. La idea detrás de esto es que el programa se encargue de automatizar una composición siguiendo una característica de una capa en particular; por ejemplo si tenemos una cobertura de polígonos de usos de suelo con un campo «id», es posible armar un PDF con un mapa para cada «id» solo preparando el maquetado base y QGIS se encargará del resto. Este mismo concepto se retoma en parte con los «Informes», donde se puede generar un PDF con páginas estáticas o grupos de páginas dinámicas «tipo» atlas.

¿Dónde utilizamos un informe? Por ejemplo en el caso donde tengamos que generar gráficos estadísticos, mapas temáticos y tablas de datos y ponerlos todos juntos en una presentación en pantalla o impresa. Todo esto sin necesidad de salir del programa.

6.4.2.1. Composición de Informes

Para iniciar una composición de informe debemos ir a «Proyecto» → «Nuevo informe...», donde se abrirá una ventana emergente donde pondremos un nombre al documento y luego se verá una ventana similar al compositor de mapas, pero con un panel adicional a la izquierda:

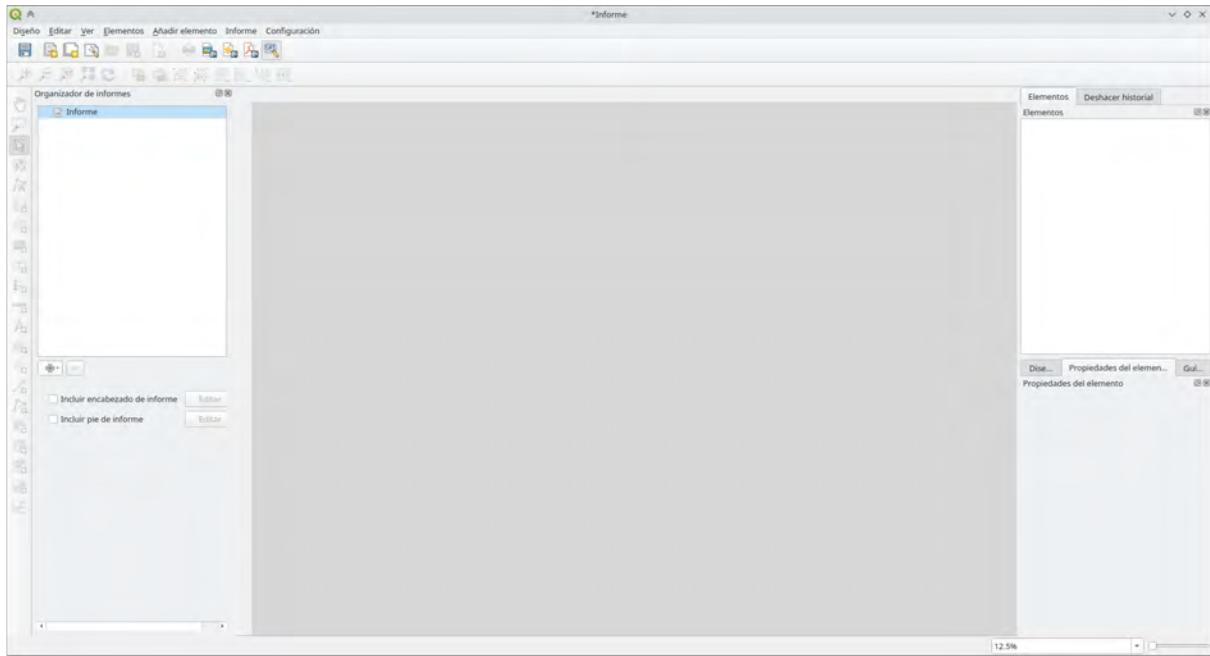


Figura 6.59: Ventana vacía de informe.

El compositor de informes permite generar una composición con páginas estáticas y dinámicas, esto es, páginas con contenido fijo (como por ejemplo carátulas o texto) y páginas que sigan una temática establecida por un campo de una capa.

6.4.2.2. Carátula y pie de informe

Lo primero que debemos hacer es fijar un inicio y un final para el informe, damos clic sobre el signo «más» del panel izquierdo, agregamos una «Sección de composición estática» y accedemos a la opción «Editar». Se supone que pueden ser carátulas y créditos del informe por lo que cada hoja se configura por separado colocando los elementos a gusto personal, que son los mismos que se utilizan para cualquier composición de mapa: texto, figuras, mapas, etc.

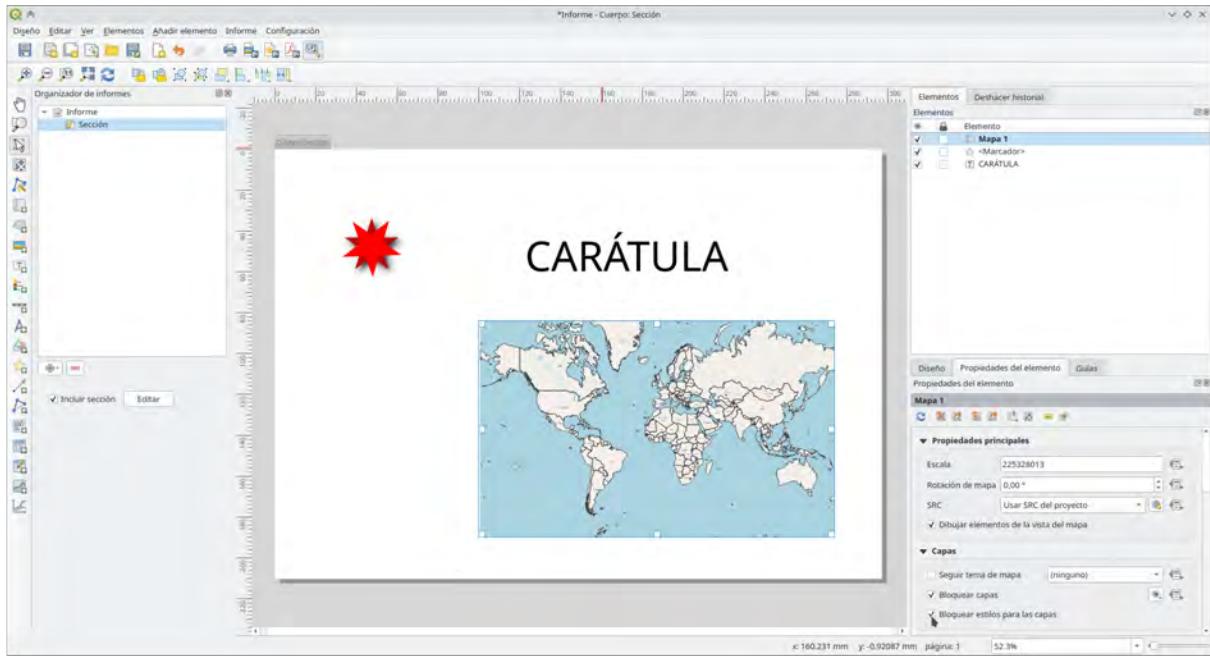


Figura 6.60: Carátula del informe, es una sección estática. Se han bloqueado las capas y los estilos.

6.4.2.3. Contenido de informe

Luego agregaremos el contenido del informe, que como ya se ha dicho puede contener páginas estáticas o dinámicas. Éstas se agregan desde el mismo botón «+» del panel izquierdo → «Sección de composición estática» y «Sección de grupo de campos».

Los grupos de campos generarán a su vez una página inicial a modo de *encabezado*, un *cuerpo* de páginas dinámicas y otra página como *pie*:



Figura 6.61: Grupo de campos. Se muestra un ejemplo donde previamente se cargó la capa de lagos («lakes») y se extrajeron los lagos de *España* en una nueva capa.

Luego en la hoja del compositor se deberán agregar todos los elementos gráficos que se desee, donde en particular una vista de mapa deberá tener tildada la opción «Controlado por informe».

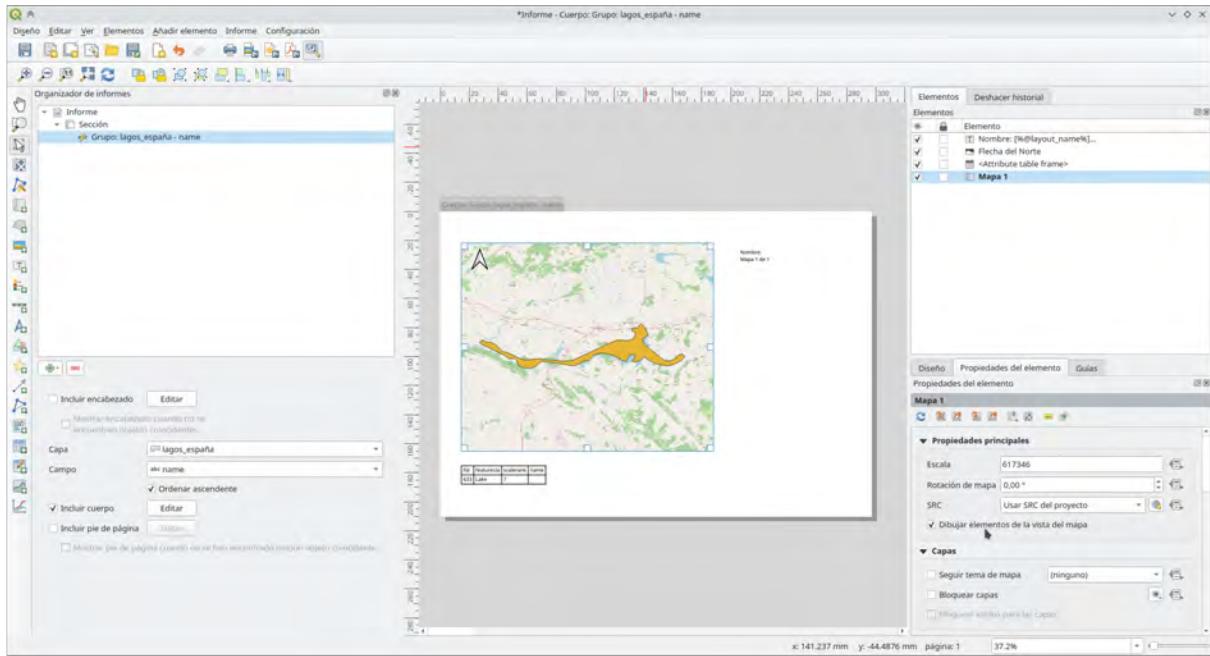


Figura 6.62: Mapa controlado por informe. El mapa y la tabla están controladas por el informe.

Luego, si exportamos el informe a PDF, se mostrará en su primer hoja la carátula configurada anteriormente y luego una serie de hojas ordenadas por el campo «nombre» de la capa «lagos_españa», tantas hojas como objetos tenga la capa (en particular para este caso, 7 hojas).

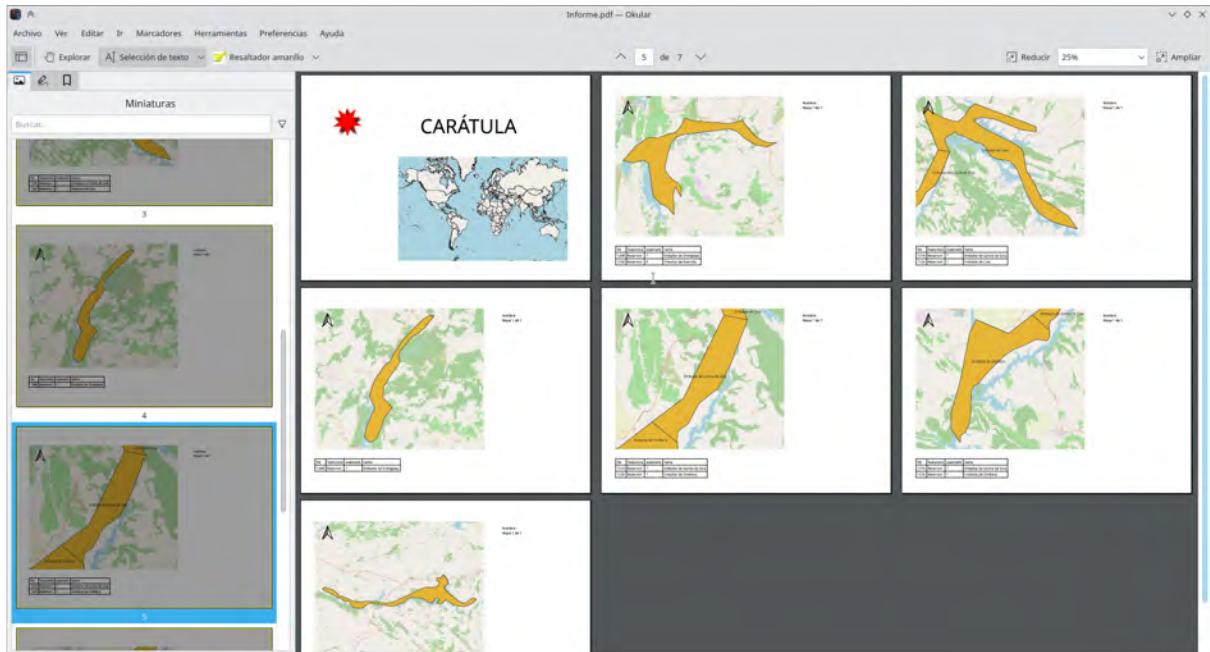


Figura 6.63: Visor de PDF Okular mostrando todas las páginas del informe. Cada hoja contiene se centra en un lago.

Nota: La tabla se muestran solo algunos campos, para no sobrecargar las hojas. Se observa que el nivel de detalle de la capa de lagos no es buena en esa escala, y es debido a que la misma fue creada a escala global. Lo importante aquí es entender cómo funciona un informe, y cómo se pueden automatizar salidas gráficas de forma similar a como se hace con los atlas.

6.4.3. Variables en el compositor

QGIS permite el uso de variables en sus procesos, es decir, donde se pueda hacer uso de expresiones. El programa incorpora variables predefinidas versión tras versión, e incluso es posible crearlas de acuerdo a las necesidades propias. Sin entrar en detalles técnicos, diremos que estas herramientas permiten mayor flexibilidad en el uso de QGIS, por ejemplo a la hora de armar composiciones.

Al usar un atlas o un informe se amplían las variables disponibles en el sistema, y si por ejemplo quisieramos cargar el número de hoja con el total de hojas en algún cuadro de texto se podría utilizar el editor de expresiones para cargar las variables que permitan obtener este dato automáticamente:

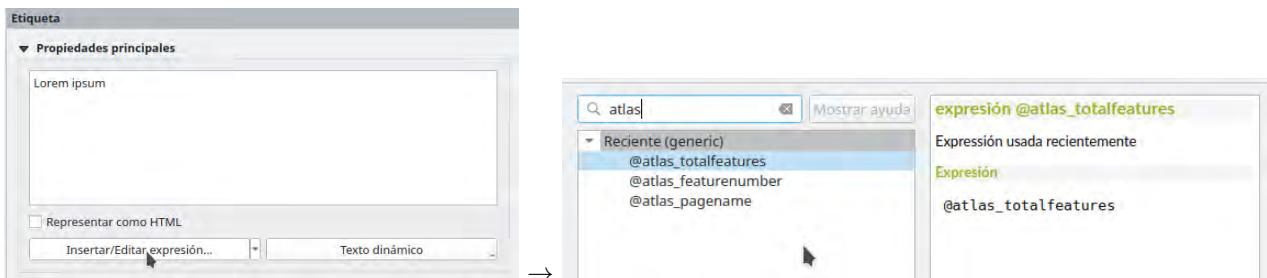


Figura 6.64: Editor de expresiones.

Allí, si buscamos entre las opciones de «Variables» observaremos que entre ellas están «@atlas_pagename» y «@atlas_totalfeatures», que devuelven el número de página y el total de páginas de la composición respectivamente:

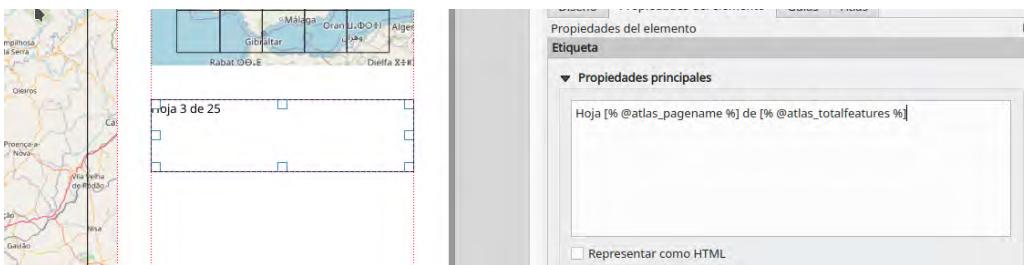


Figura 6.65: Variables de atlas en el compositor.

6.4.4. Clipping o enmascarado

Es posible adaptar o enmascarar un mapa en una forma predeterminada dentro del compositor, es decir, darle una forma particular a una mapa en lugar de su forma rectangular por defecto. Para ello, una vez generada una forma geométrica con el botón «Añadir forma» del panel lateral izquierdo, seleccionamos el mapa que queremos enmascarar y presionamos el botón «Clipping Settings» () dentro de las propiedades. Se abrirá un sub-menú en el que podemos configurar cómo realizaremos la adaptación de forma. Elegimos «Clip to item»

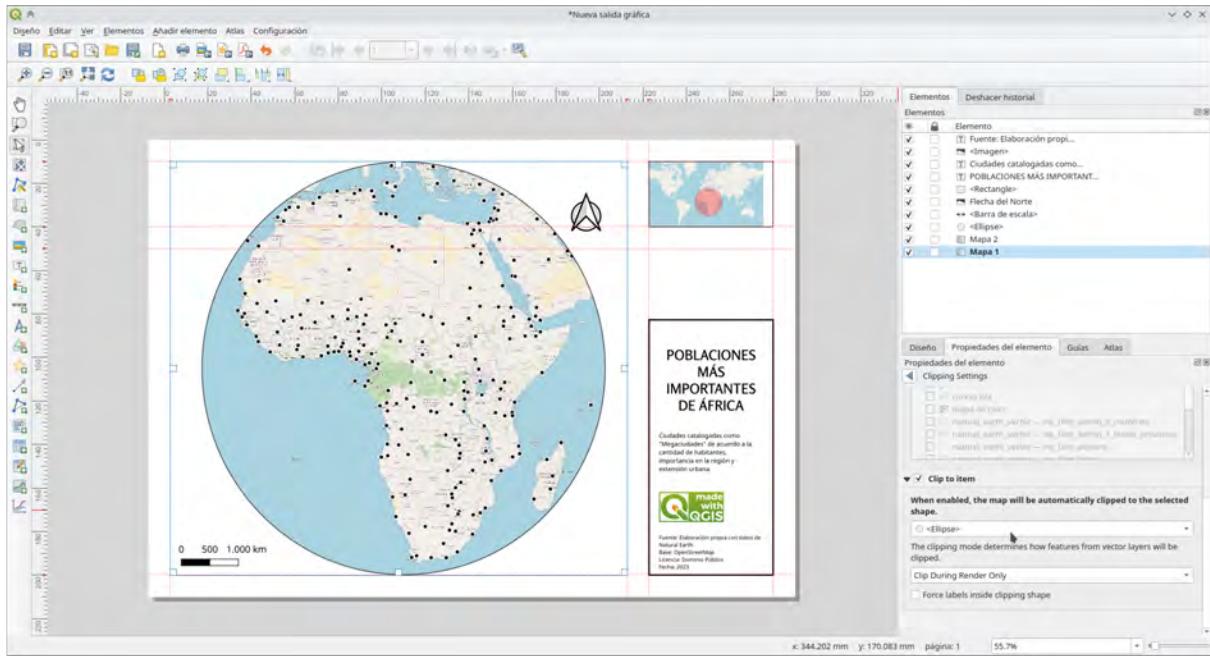


Figura 6.66: La composición muestra el «Mapa 1» enmascarado por la forma «Ellipse».

Si la forma es un polígono realizado con la herramienta «Añadir Elemento nodo» (), se pueden editar los vértices dándole forma:

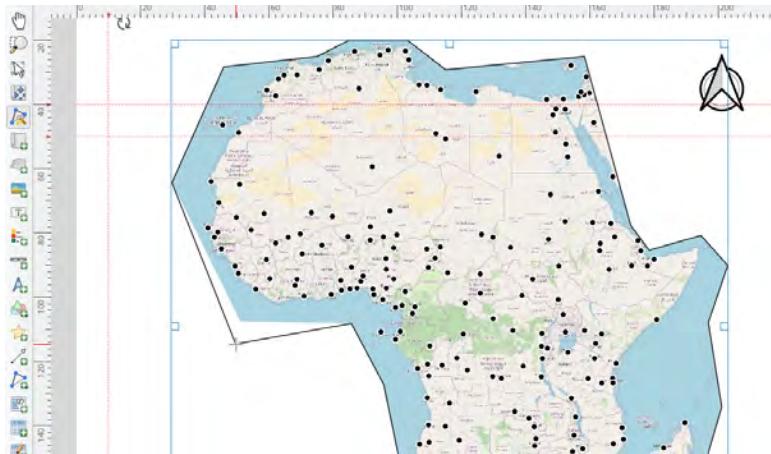


Figura 6.67: En el ejemplo se están modificando los vértices del polígono una vez realizado el enmascarado o clipping.

6.4.5. Tablas de atributos

Es posible incorporar en las composiciones distintos elementos que complementan a los mapas, entre ellos se encuentran las tablas de atributos. Así como vemos las tablas dentro de QGIS, también podemos agregarlas dentro de la composición. Para ello hacemos clic en «Añadir tabla de atributos» () y ubicamos sobre la hoja el rectángulo donde queremos la tabla:

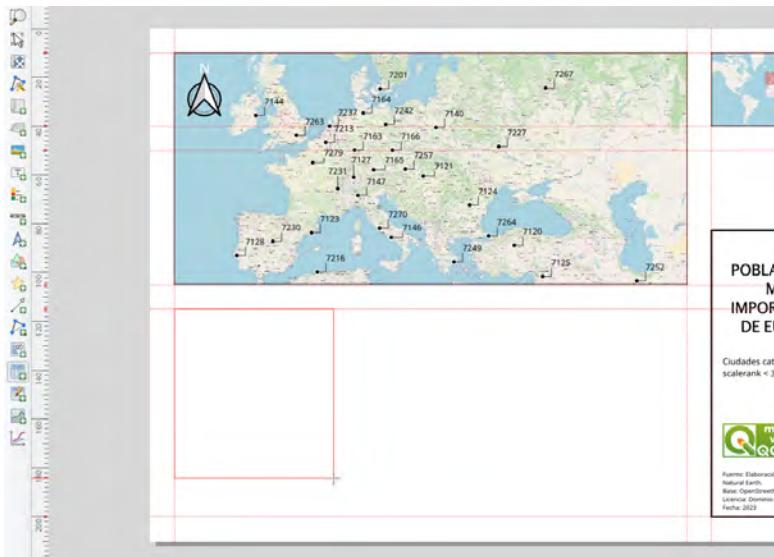


Figura 6.68: El tamaño inicial de la tabla no importa ya que luego le daremos forma de acuerdo a los campos que mostraremos como también a la cantidad de observaciones a mostrar.

Lo siguiente es configurar las propiedades de la tabla. No siempre es necesario mostrar todos los registros, como por ejemplo en nuestro ejemplo, donde previamente tenemos filtrada la capa de ciudades («populated_places») con *scalerank < 3*. También nos hemos centrado en *Europa* y etiquetamos las ciudades con el código de identificación «fid».

En las propiedades de la tabla configuramos la capa «populated_places» y enlazamos el filtrado de filas al «Mapa 1», que es nuestro mapa principal.

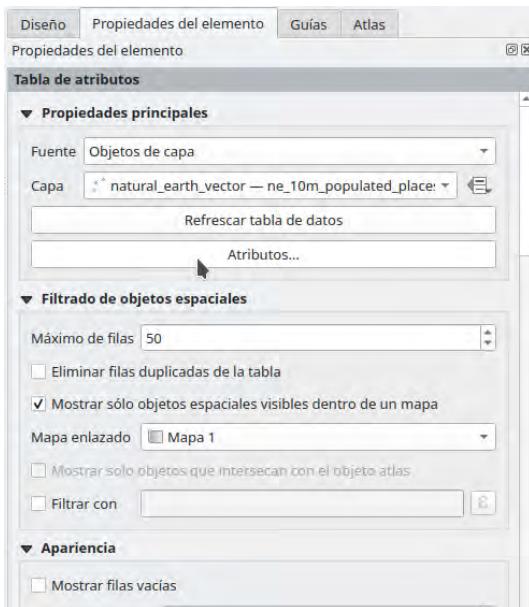


Figura 6.69: En el filtrado de objetos espaciales se configuró un máximo de 50 filas, que es más que suficiente para los puntos mostrados en el mapa. También se tildó la opción «Mostrar sólo objetos espaciales visibles dentro de un mapa» como filtro para que precisamente la tabla solo contenga puntos que se muestran en el «Mapa 1».

Más abajo, dentro de las mismas propiedades, en «Estilo de fuentes y texto» se pueden cambiar los tamaños y tipografía de los encabezados de tabla como de los registros.

Siguiendo con la configuración de qué campos se desean mostrar, accedemos al botón «Atributos...» lo que desplegará una ventana emergente en donde se podrán agregar o quitar los nombres de campos así como también cambiar anchos de columnas, alineación de texto y encabezados a mostrar.

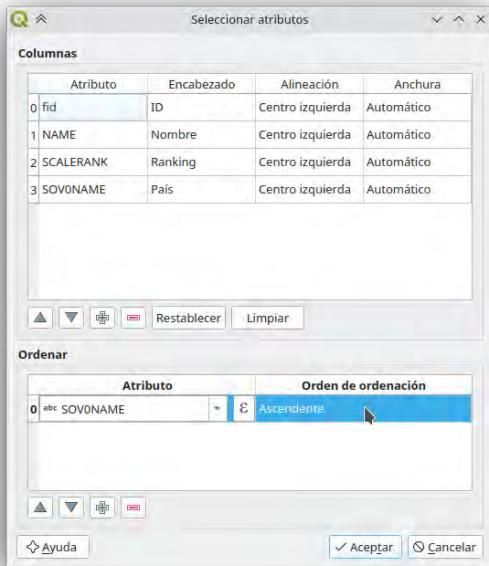


Figura 6.70: Solo se han configurado cuatro campos para mostrar: «fid», «NAME», «SCALERANK» y «SOVONNAME». En encabezado se han cambiado los nombres de atributo para que sean más entendibles. También se añadió el atributo que refiere al país como orden de ordenación.

Por último, veremos que si la tabla no alcanza a mostrar todos los elementos del mapa podemos añadir tantos marcos como sea necesario:

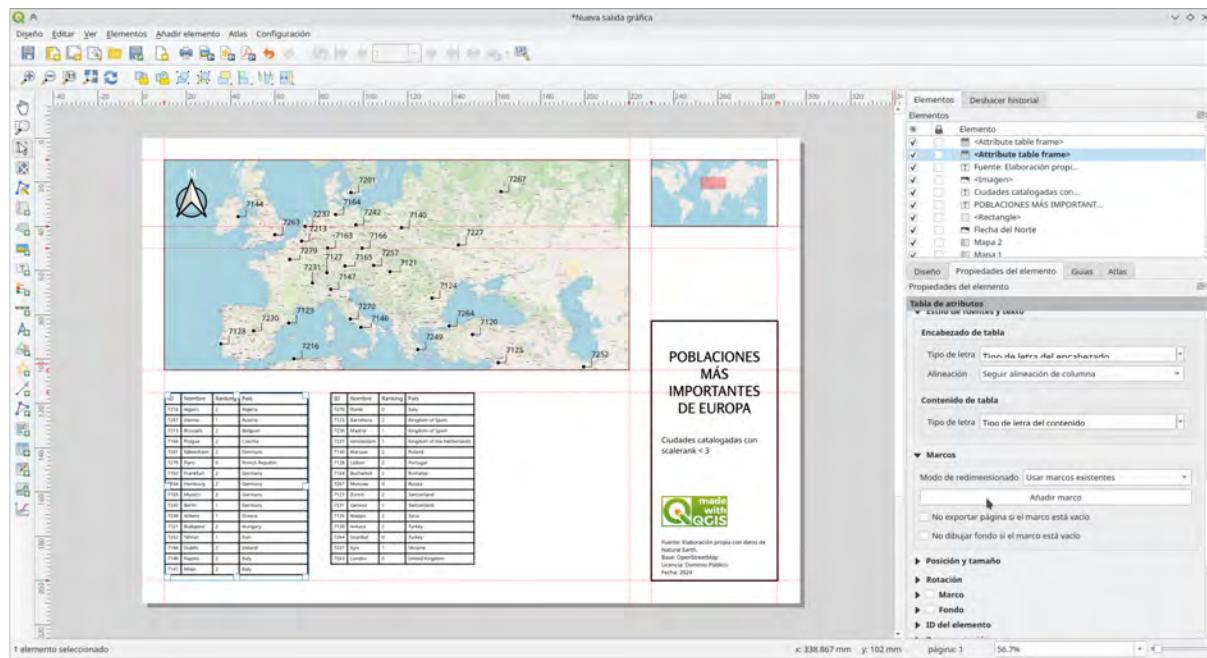


Figura 6.71: La composición muestra una segunda tabla que es la continuación de la primera. Además se configuró para que el encabezado se muestre en todos los marcos, así es más fácil su lectura.

Nota: Si se quiere agregar una tabla estática o fija se puede hacer mediante el botón «Añadir tabla fija» (). Su configuración es simple, ya que una vez cargada en la composición se puede editar su contenido desde las propiedades. El mismo admite también fórmulas dinámicas.

6.4.6. Múltiples páginas

A veces es útil tener múltiples páginas en una misma composición, sobre todo cuando tenemos que diseñar un conjunto de mapas que no caben dentro de la clasificación «Atlas». QGIS permite agregar páginas desde «Diseño» → «Añadir página...». Éstas pueden tener distinto tamaño entre sí:

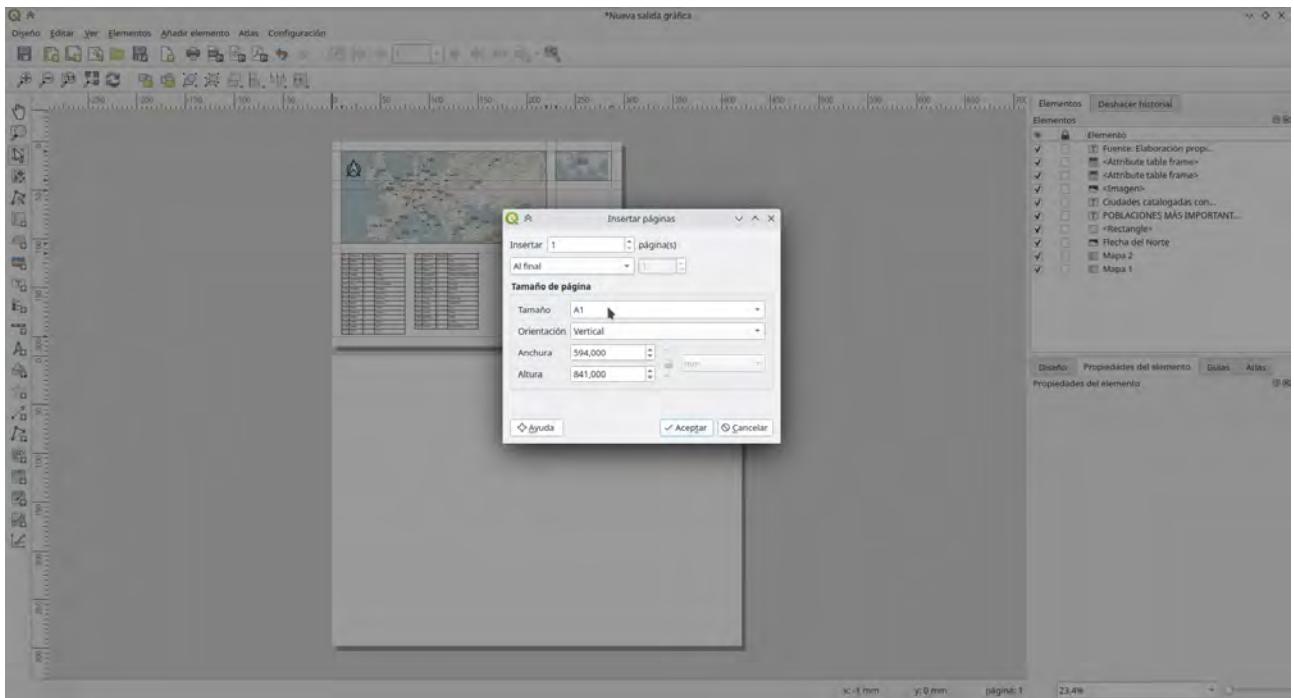


Figura 6.72: En el ejemplo se agregó una hoja A3 horizontal y se configuró para agregar otra de tamaño A1 horizontal.

Las hojas se irán agregando en filas, una sobre otra, y cada una de ellas tendrá sus propiedades y configuración de guías particulares:

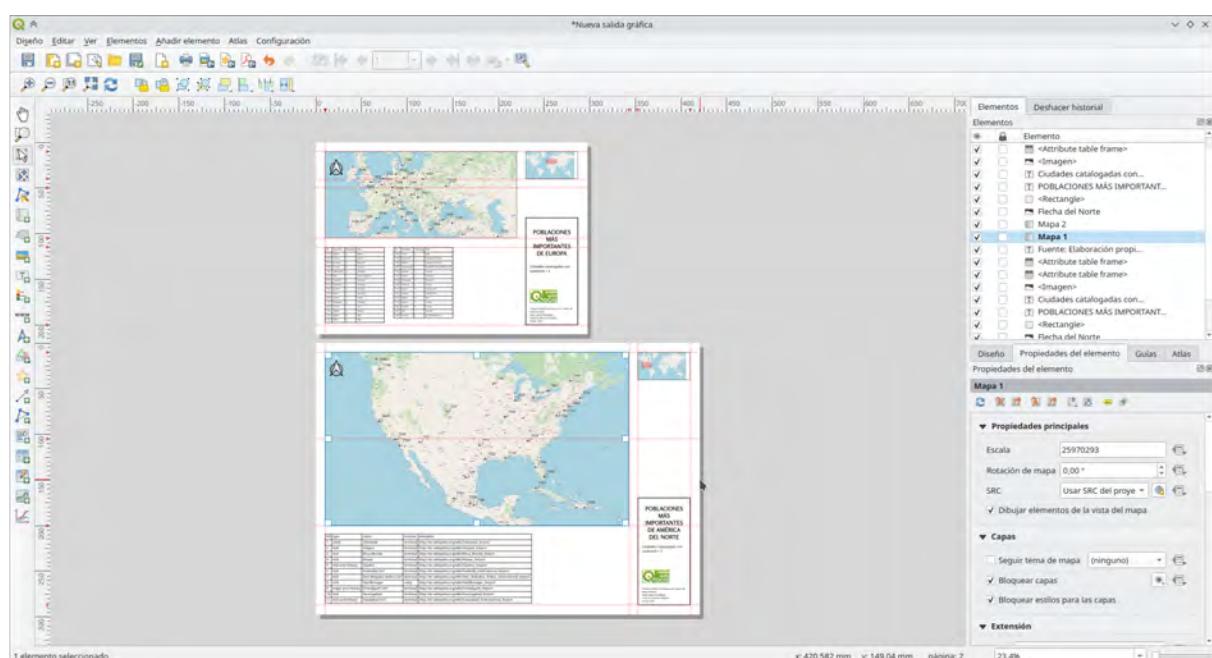


Figura 6.73: Para armar el segundo mapa se han seleccionado y copiado y pegado todos los elementos del primero. De esta forma no hay que tomarse el trabajo de configurar rótulos y vistas de mapas nuevos.

6.5. Configuraciones adicionales

6.5.1. Atajos del teclado

Como en todo programa de uso intensivo, la utilización del teclado como vía de entrada a ciertos comandos o herramientas de uso frecuente facilitan la labor notablemente. Por defecto QGIS trae programados pro defecto algunos atajos del teclado, por ejemplo seleccionada una capa de datos al presionar «F6» se abrirá la tabla de atributos; o por ejemplo la tecla «F5» refresca los datos del mapa/capa, «F7» para activar panel de estilo, «S» para alternar modo de autoensamblado o «F11» para llevar la ventana de QGIS a pantalla completa (muy útil para cuando nuestro monitor tiene baja resolución o cuando no queremos distracciones de otras aplicaciones en la pantalla), entre otros. También hay atajos con múltiples teclas o teclas combinadas, como por ejemplo «control + shift + tab», que muestra alternadamente solo el mapa en la ventana gráfica.

Siempre que posemos el cursor sobre un botón se desplegará en unos segundos un cartel emergente de ayuda con el nombre de la herramienta y su correspondiente tecla rápida de acceso si es que está configurada. También es posible ver esos accesos desde cada menú.



Figura 6.74: Cartel emergente donde figura la tecla rápida para abrir la tabla de atributos (F6).

Si necesitamos cambiar o agregar nuevos atajos del teclado podemos hacerlo desde el menú «Configuración» → «Atajos del teclado...».

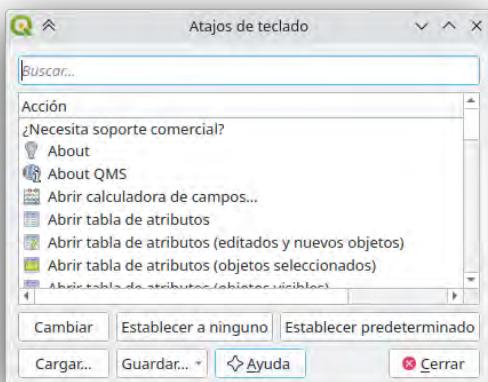


Figura 6.75: Atajos del teclado. Cada función o herramienta de QGIS se puede encontrar desde el buscador superior.

Un ejemplo posible de mapeo para teclas rápidas podría ser:

- Comutar edición → «E»
 - Identificar objetos espaciales → «I»
 - Añadir punto/linea/polígono → «A»

Si se han configurado cambios es posible guardarlos en un archivo por si se desean compartir o tenerlo de respaldo y no tener que volver a realizar las asignaciones de teclas nuevamente en otras instalaciones de QGIS. Es importante indicar que las actualizaciones del programa guardan estas configuraciones, versión tras versión.

6.5.2. Administrador de Bases de Datos

QGIS posee un administrador de bases de datos integrado que permite gestionar bases de datos de distintos orígenes dentro de la propia aplicación. Para quienes estén acostumbrados a trabajar con bases de datos (*BBDD*)

y consultas SQL (ver 5.1.4), el administrador les resultará muy útil.

El administrador se activa desde el menú «Base de datos» → «Administrador de bases de datos...» o bien desde la barra de herramientas correspondiente haciendo clic en el ícono .

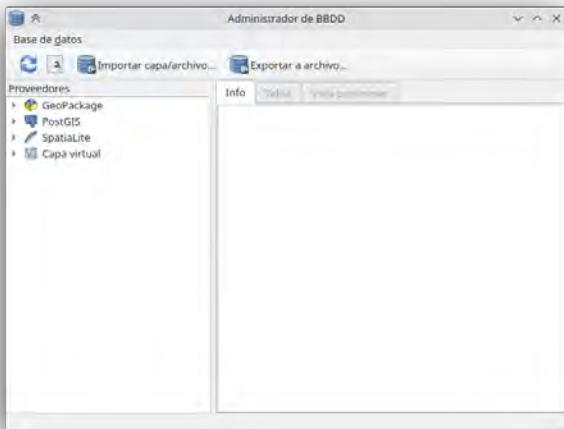


Figura 6.76: El administrador muestra una apariencia simple pero como veremos a continuación, es muy potente.

El gestor permite administrar distintos tipos de bases de datos, y como se ha visto, las capas de datos que hemos trabajado en este libro son en su mayoría del tipo *GeoPackage*, que no es más que un contenedor *SQLite*, es decir una *BBDD*. Si en el panel «Navegador» ya hemos configurado el *GeoPackage* de *Natural Earth*, entonces también lo tenemos disponible aquí en el gestor. Si no se lo ha hecho, entonces haciendo clic derecho sobre el proveedor «GeoPackage» → «Conexión nueva...» y añadimos el archivo *gpkg* que tenemos guardado en la computadora.

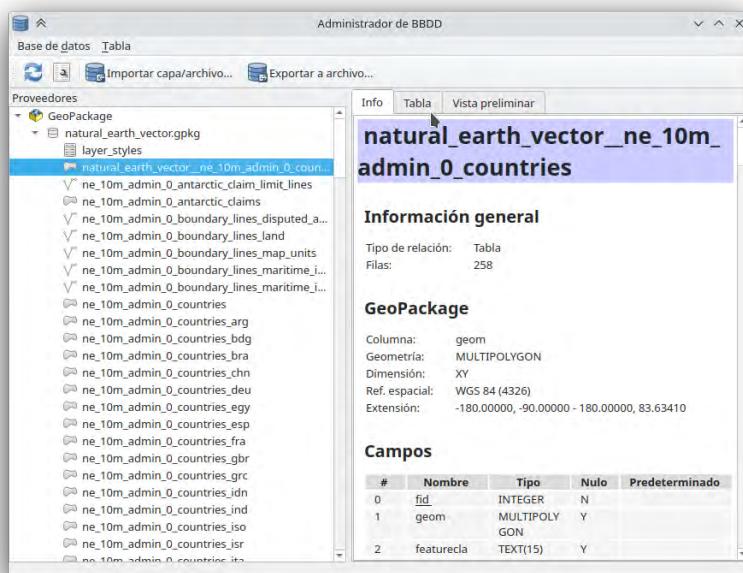


Figura 6.77: *GeoPackage* de *Natural Earth* en el administrador de *BBDD*. Al seleccionar cada capa se accede a un resumen de información en la pestaña «Info», la «Tabla» de atributos y una «Vista preliminar».

Cada capa puede ser cargada al proyecto con solo arrastrar y soltar, haciendo doble clic sobre ella o con clic derecho → «Añadir al lienzo».

Con los botones de «Importar capa/archivo...» () y «Exportar a archivo...» () se puede importar/guardar una capa que tengamos en el proyecto adentro de la base de datos o exportar/guardar una capa de la base de datos a un archivo externo, respectivamente. El botón  actualiza las capas disponibles en el administrador.

El gestor también tiene un completo constructor de *consultas SQL* () que se pueden cargar en el proyecto como capas virtuales:

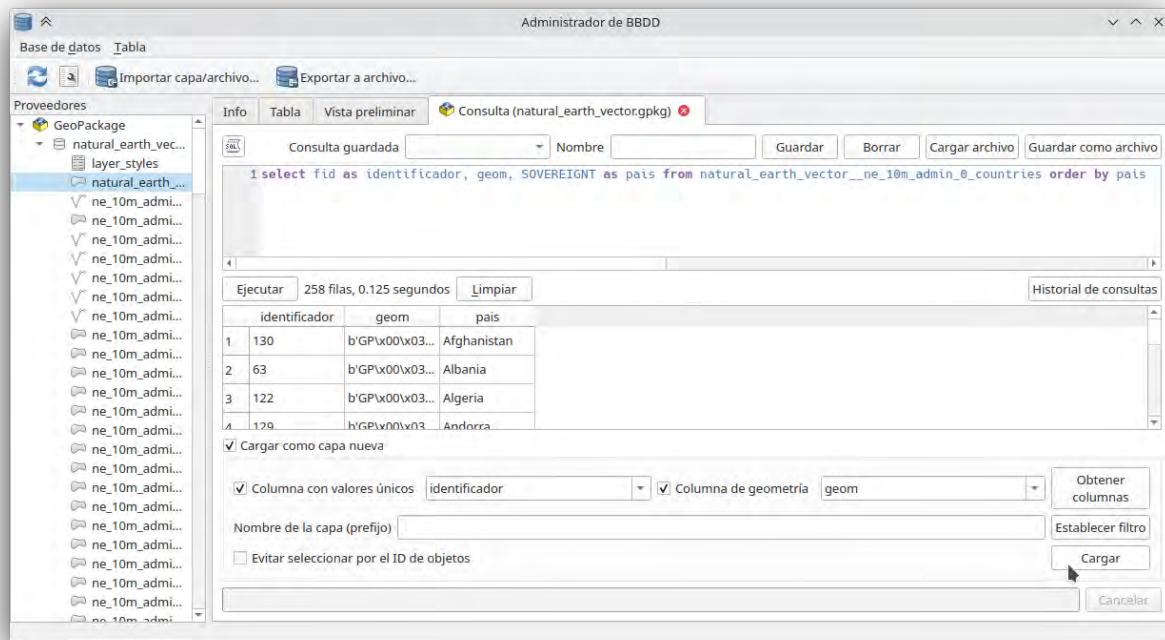


Figura 6.78: Esta *consulta SQL* trae solo tres campos y los carga en el proyecto.

Nota: El campo «geom» (a veces se llamado «geometry») que se observa en la consulta luego no se muestra en la tabla de atributos de la capa porque es el que almacena la geometría de cada objeto. Si no se consultara este campo la consulta igualmente sería válida pero solo tendríamos una tabla sin datos espaciales cargada en el proyecto.

La consulta puede realizarse manualmente, como en el ejemplo anterior, o bien mediante el *asistente constructor de consultas* ():

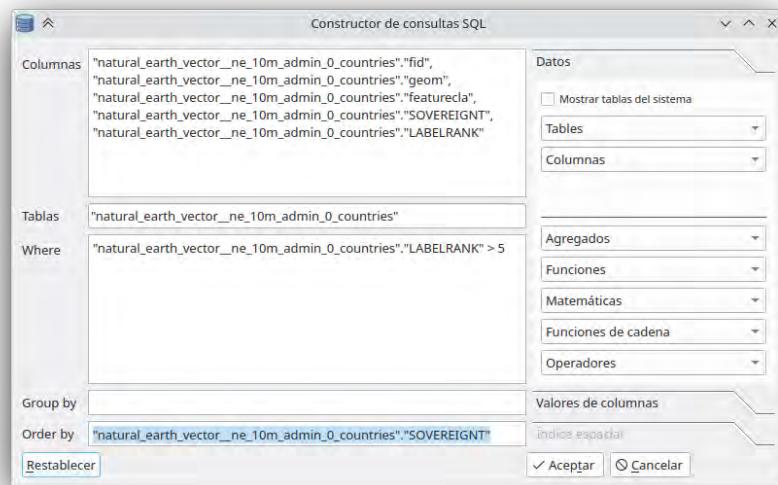


Figura 6.79: El asistente permite traer tablas, columnas y operadores varios de forma gráfica, evitando errores de escritura.

Luego se puede cargar en el mapa:

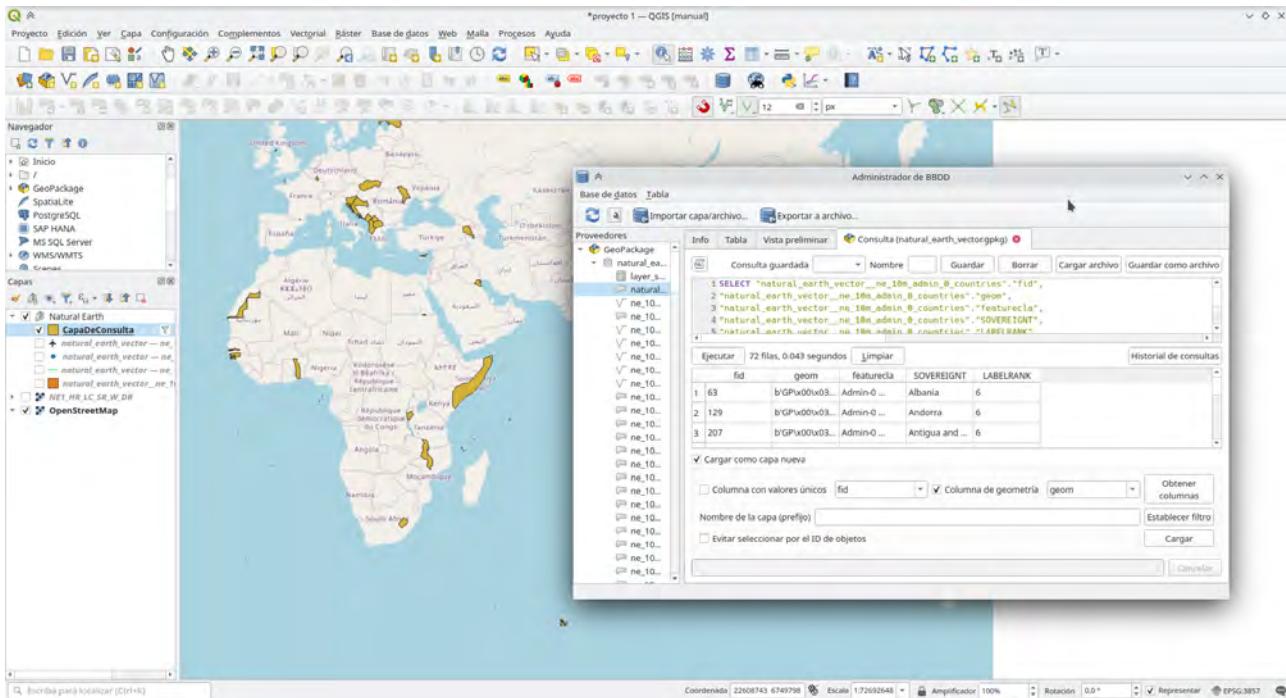


Figura 6.80: Se observan los países cuyo «LABELRANK» es mayor a 5.

El administrador de bases de datos puede trabajar con todas las capas y tablas que estén cargadas en el proyecto, por lo que si por ejemplo se tiene una capa de servicio *WFS* cargada en el proyecto, entonces podremos hacer consultas con ella.

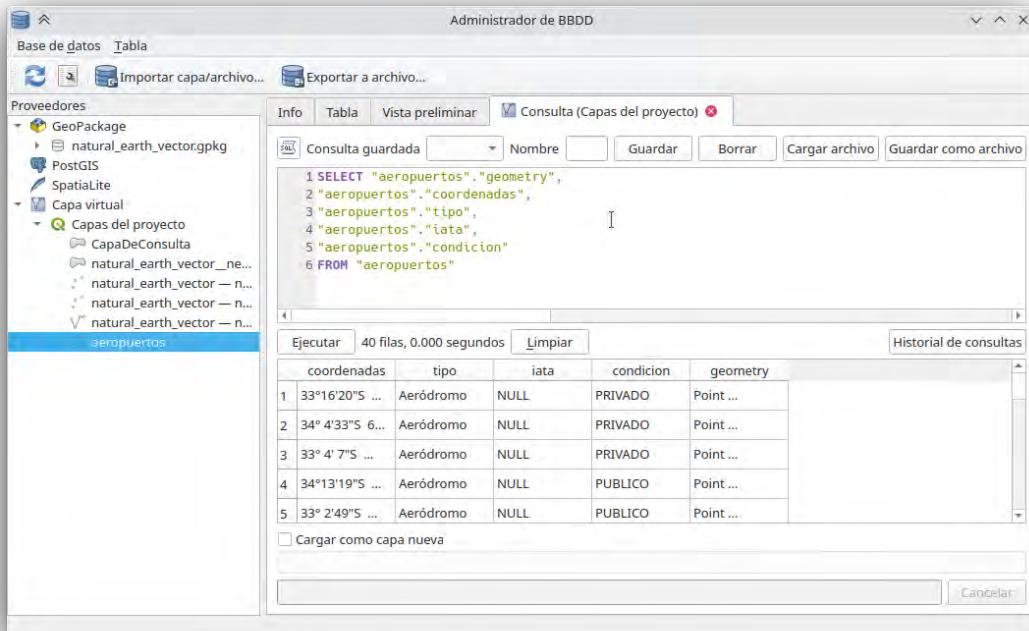


Figura 6.81: La capa de aeropuertos ha sido cargada al proyecto mediante un servicio *WFS*, y puede usarse en el constructor de *consultas SQL*.

Las consultas pueden guardarse en QGIS o bien de forma externa con extensión *sql* para ser utilizadas posteriormente. También se tiene un práctico botón de «Historial de consultas» a la derecha de la ventana por

si tenemos que reutilizar alguna consulta ya realizada.

Nota: Es importante resaltar que desde el *Administrador de bases de datos* se pueden borrar capas o cambiarles el nombre, por lo que hay que ser prudentes al utilizarlo. Recomendamos siempre hacer copias de respaldo de las capas para evitar pérdidas de datos.

6.5.3. Perfiles de usuario

Esta opción, disponible desde el menú «Configuración» permite generar perfiles de usuario donde se configuran las formas y ubicaciones de los paneles y barras de herramientas, atajos del teclado, tamaño de tipografías, complementos, etc. del usuario. Es muy útil para cuando:

- necesitamos pasar configuraciones de una instalación de QGIS a otra computadora,
- dos personas trabajan sobre una misma computadora pero tienen personalizaciones de trabajo diferentes,
- un mismo usuario tiene dos o más personalizaciones de trabajo por distintos tipos de tareas que realiza, o
- ha surgido un inconveniente con algún plugin y no se muestran algunos procesos...

Si se quiere utilizar un perfil creado en otra instalación de QGIS, se lo deberá copiar en la carpeta correspondiente, dentro de la carpeta «profiles» de QGIS (dentro de la carpeta del programa).

6.5.4. Vistas de mapa

De forma similar a las vistas generales 2.19 analizadas en el Capítulo 2 (2), también se pueden incorporar a la interfaz gráfica del programa vistas de mapa adicionales, que por defecto se acoplan al panel lateral derecho pero pueden desacoplarse a gusto.

En general estas vistas son del tipo referencial, de forma que pueden ajustarse para mostrar ciertos sectores y capas del mapa, siguiendo «Temas de mapa». Asimismo es posible configurar para que muestren el recuadro delimitador del mapa principal o que centren su posición en la selección, entre otras características.

Para añadir estas vistas se accede desde el menú «Ver» → «Nueva vista de mapa».

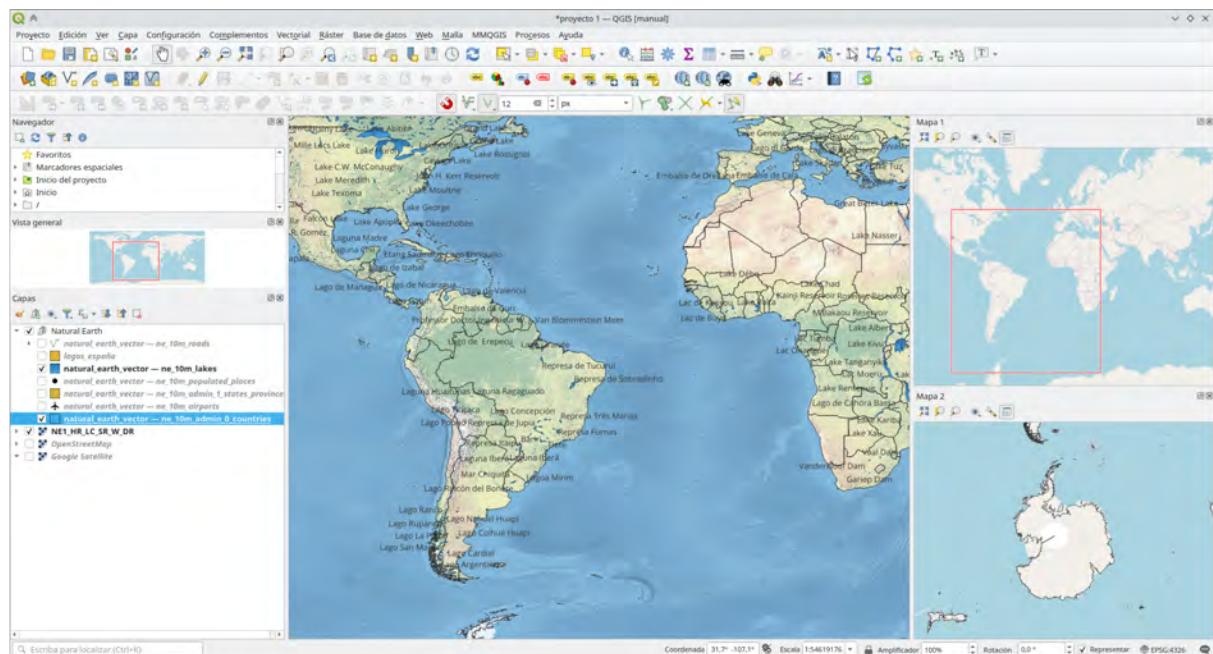


Figura 6.82: Ventana de QGIS con dos vistas de mapa anclados al panel derecho. Nótese que el «Mapa 1» solo muestra el mapa base de *OpenStreetMap* porque se ha configurado un tema previamente solo con esa capa. Asimismo el «Mapa 2» tiene otro tema con base de *OpenStreetMap* y el contorno de países con una proyección específica para la Antártida (EPSG:3031) y rotación de 60 grados.

6.5.5. Nueva vista de mapa 3D

QGIS ha incorporado esta interesante vista de mapa que permite visualizar datos en tres dimensiones dentro de la propia interfaz del programa, pudiendo exportar la a vista como salidas gráfica en formato imagen. En la siguiente imagen se configuró la capa «NE1_HR_LC_SR_W_DR» como base, terreno «En linea» y escala vertical «x10»:

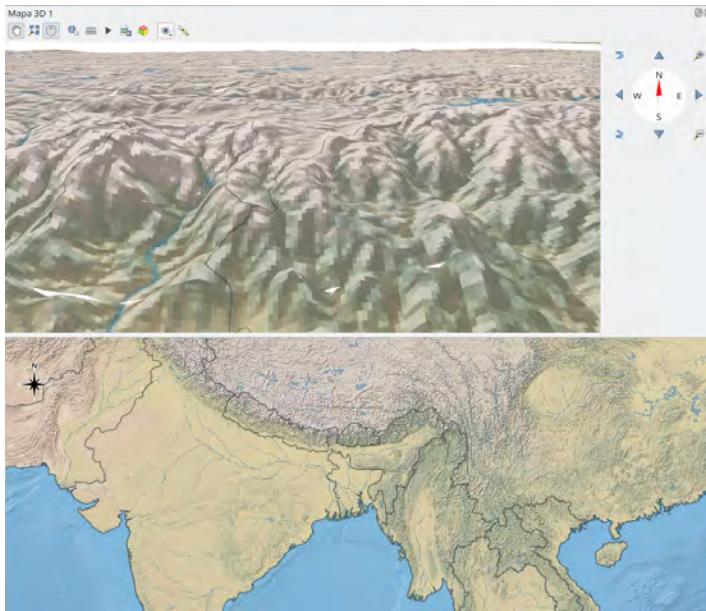


Figura 6.83: Vista de mapa en 3D.

Las vistas en tres dimensiones hacen uso del hardware gráfico de la computadora, por lo que si se posee una placa de video moderada o superior se pueden armar vistas con mayor resolución de tesela, y por lo tanto con más calidad de salida:

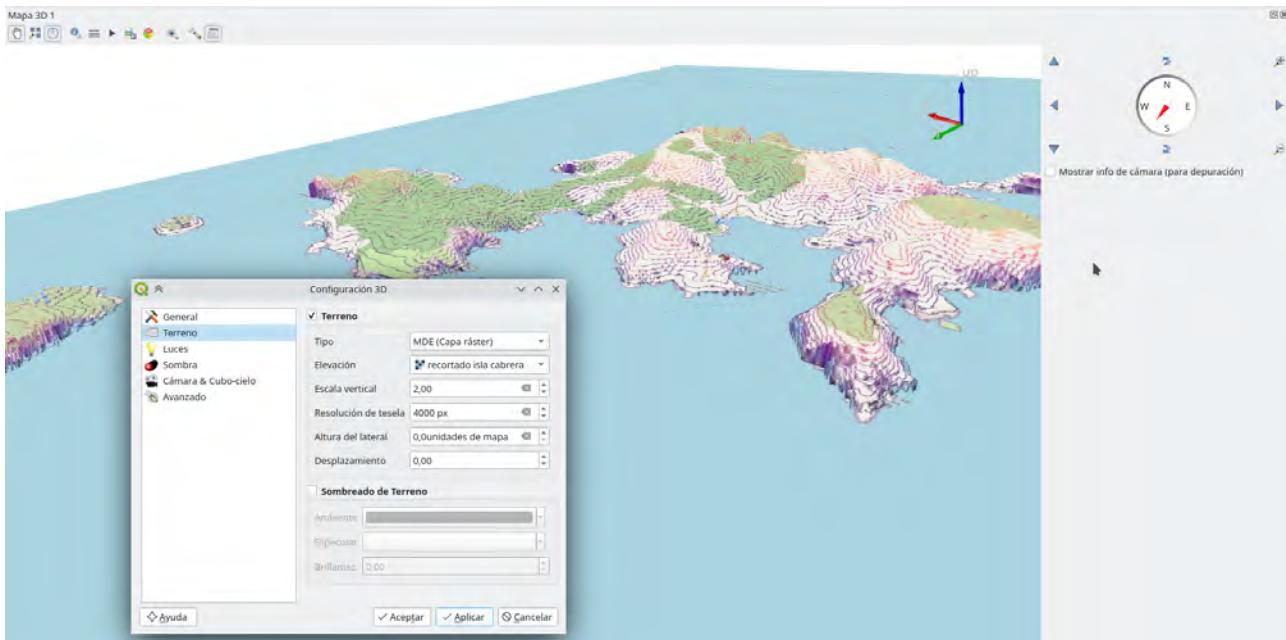


Figura 6.84: Esta salida gráfica el DEM de la *Isla de Cabrera* como base de elevación, donde además se ha configurado una «Escala vertical» de 2 y «Resolución de tesela» en 4000px. En la pestaña «Avanzado» la «Resolución del tesela de mapa» también se ha configurado en 4000px.

Nota: Sin entrar en mayores detalles, también hay que destacar que el visor 3D incorpora un panel de animaciones que permite exportar fotogramas con la configuración de cámaras que se haya configurado.

6.5.6. Formularios personalizados

En QGIS es posible crear vistas de formularios personalizados que se adapten mejor al trabajo rutinario, como por ejemplo formularios donde los campos de atributos estén ordenados en pestañas o columnas. Además es posible generar campos que se auto-completan o que no permitan otro tipo de respuesta más que las que pre-configuremos en las propiedades de la capa.

6.5.6.1. Diseñador de formularios

Para generar estos formularios deberemos acceder a las «Propiedades» de la capa y luego en la pestaña «Formulario de atributos». En la parte superior se debe cambiar la opción por defecto «Autogenerar» por «Diseñador de arrastrar y soltar»:

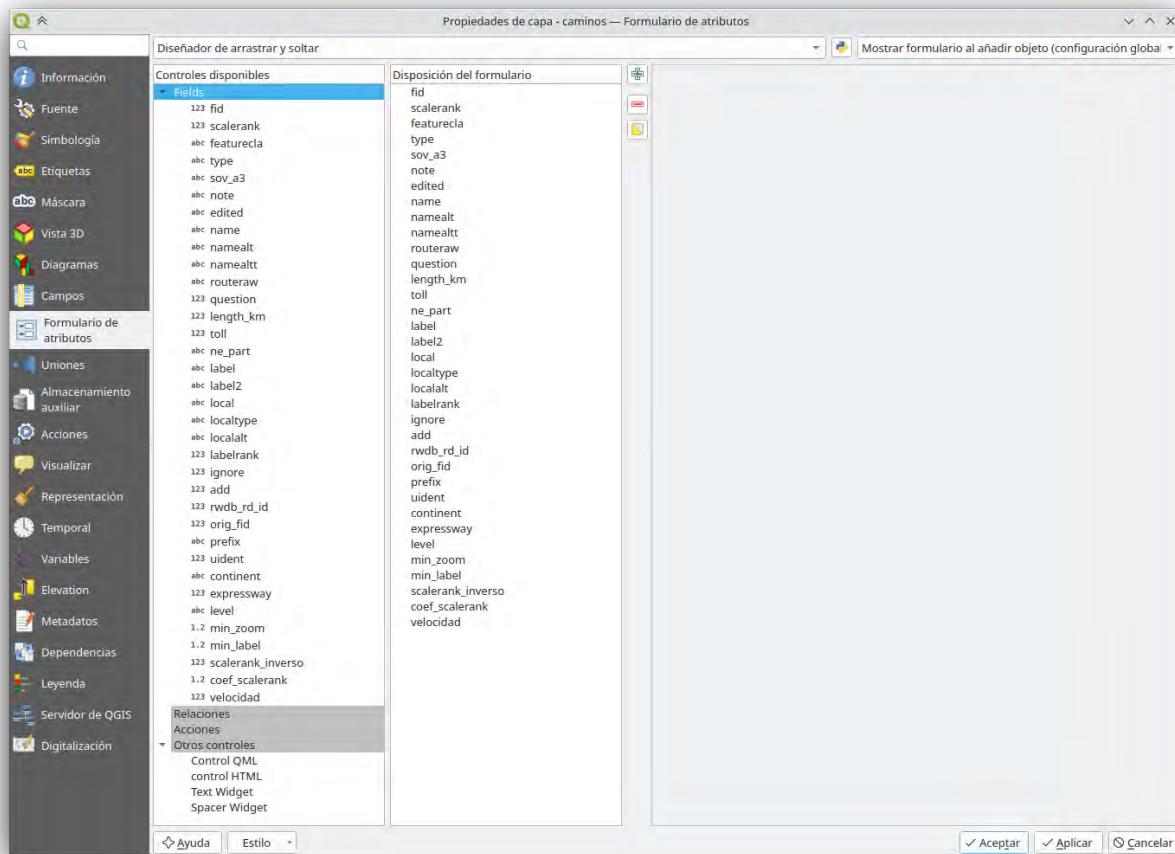


Figura 6.85: Formulario de atributos en las propiedades de la capa.

Lo siguiente que haremos es crear algunas pestañas desde el botón «+», y luego iremos arrastrando y soltando los atributos que queremos que estén en esa pestaña. De forma similar crearemos otras pestañas a fines de poder mostrar cómo podemos ordenar todos los atributos en un formulario personalizado:

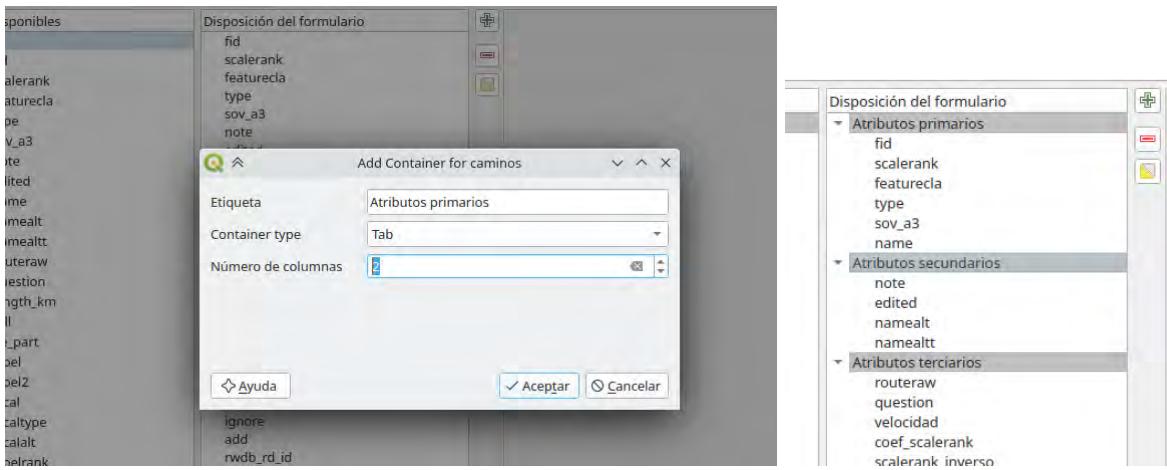


Figura 6.86: En la imagen de la izquierda se observa la ventana emergente luego de hacer clic en el botón «+». Allí se pueden configurar tres tipos de organizadores: «Tab», «Group Box» y «Row». Además se pueden seleccionar la cantidad de columnas en las que queremos organizar los atributos. En la imagen de la derecha se muestra cómo hemos organizado algunos de los atributos en cada pestaña (tres pestañas en nuestro caso de ejemplo).

Al aceptar y guardar veremos cómo queda nuestro formulario organizado en tres pestañas con diferente número de columnas en cada una:

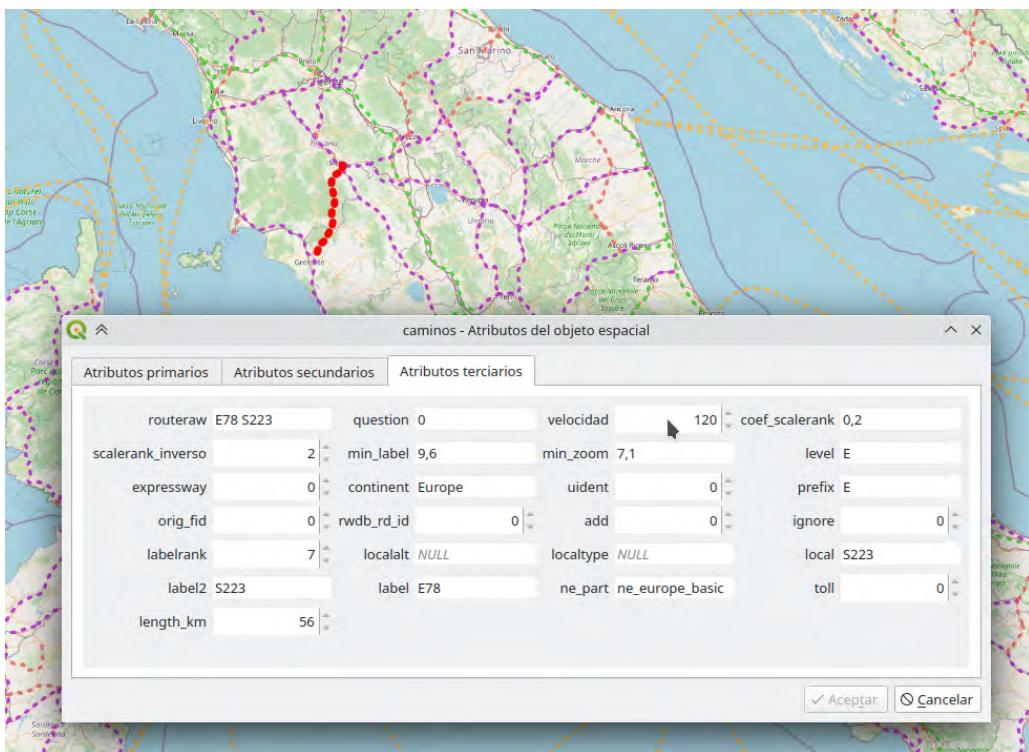


Figura 6.87: La última pestaña, «Atributos terciarios» tiene configurado los atributos dispuestos en cuatro columnas.

La conveniencia de cómo queremos organizar cada pestaña tendrá que ver con la comodidad en la carga de esos atributos. Asimismo, QGIS permite mayor grado de personalización, anidando organizadores:

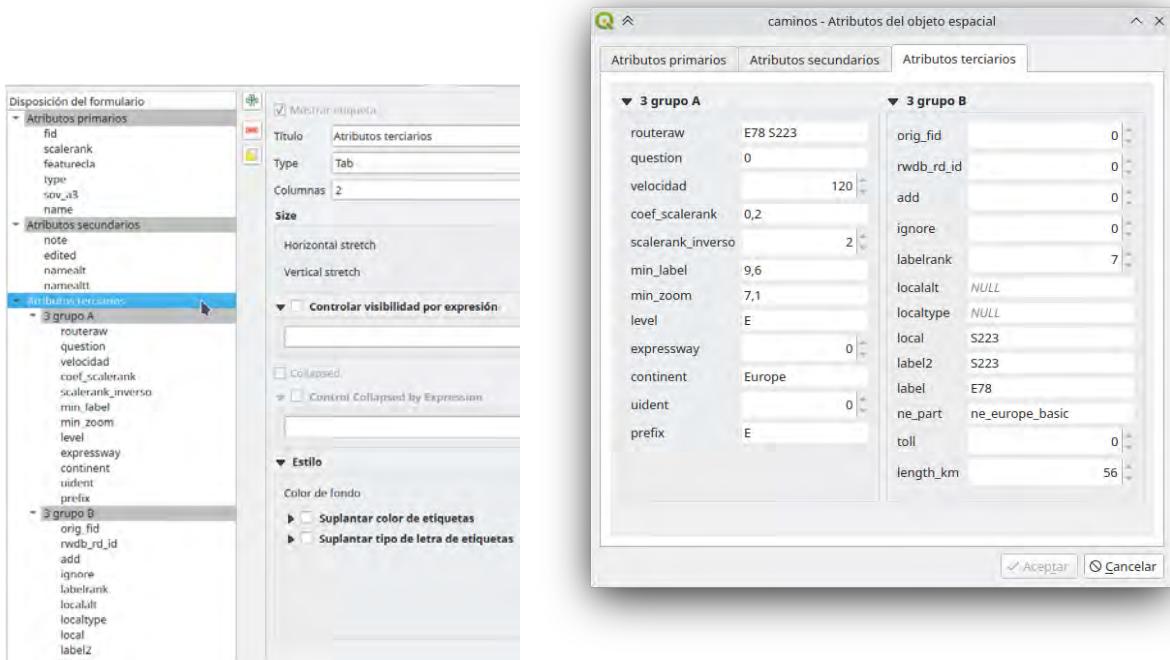


Figura 6.88: El la tercera pestaña se configuraron dos grupos («Group box»), uno en cada columna.

También se pueden cambiar colores de pestañas y tipografía utilizada, haciendo que sea más fácil de distinguir cada sección del formulario:

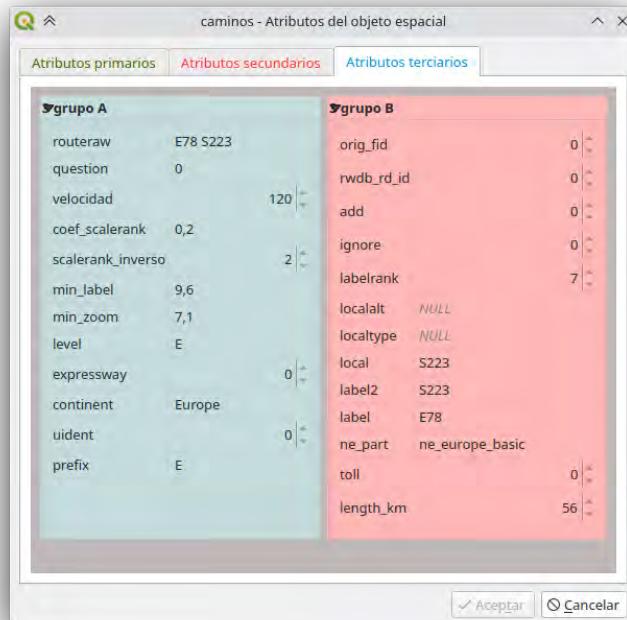


Figura 6.89: Este formulario tiene colores diferentes para cada grupo de caja.

6.5.6.2. Alias

Los «Alias» permiten cambiar el nombre de un campo por otro más amigable. Para asignar un alias simplemente debe escribirse en la parte superior de las propiedades del atributo dentro del «Formulario de atributos».

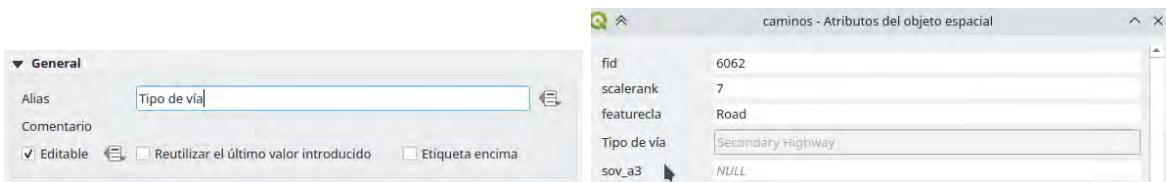


Figura 6.90: En la imagen de la izquierda se ha configurado el alias «Tipo de vía» para el atributo «type». En la imagen de la derecha se observa que el formulario muestra el «Alias» en lugar del nombre original del atributo.

Esta configuración puede ser especialmente útil cuando los nombres de campos están en otro idioma, son siglas o abreviaturas. Al colocar un alias se mejora la lectura del formulario, haciéndolo más entendible, al mismo tiempo que los nombres originales de los campos se conservan.

6.5.6.3. Tipo de control

Llamamos dominio a los conjuntos predefinidos de valores que se pueden asignar a un campo o atributo. Permiten restringir los valores que los usuarios pueden ingresar en ese campo a un conjunto predefinido. Por ejemplo, si tenemos un campo llamado «suelo», se pueden definir valores como «arcilla», «arena», «limo», «otros» como elegibles dentro de las opciones de campo. Así, al editar atributos en el formulario para ese campo *solo* se podrán seleccionar esos valores y ningún otro.

La ventaja de trabajar con dominios de valores en los formularios es que minimiza el error de carga, muy común cuando se ingresan muchos datos manualmente.

En QGIS tenemos varias formas de trabajar con dominios en formularios. Una forma es configurando dominios estáticos o fijos mediante la selección «Mapa de valor» dentro de «Tipo de control». Aquí podemos cargar una tabla predefinida de valores con sus respectivas descripciones:

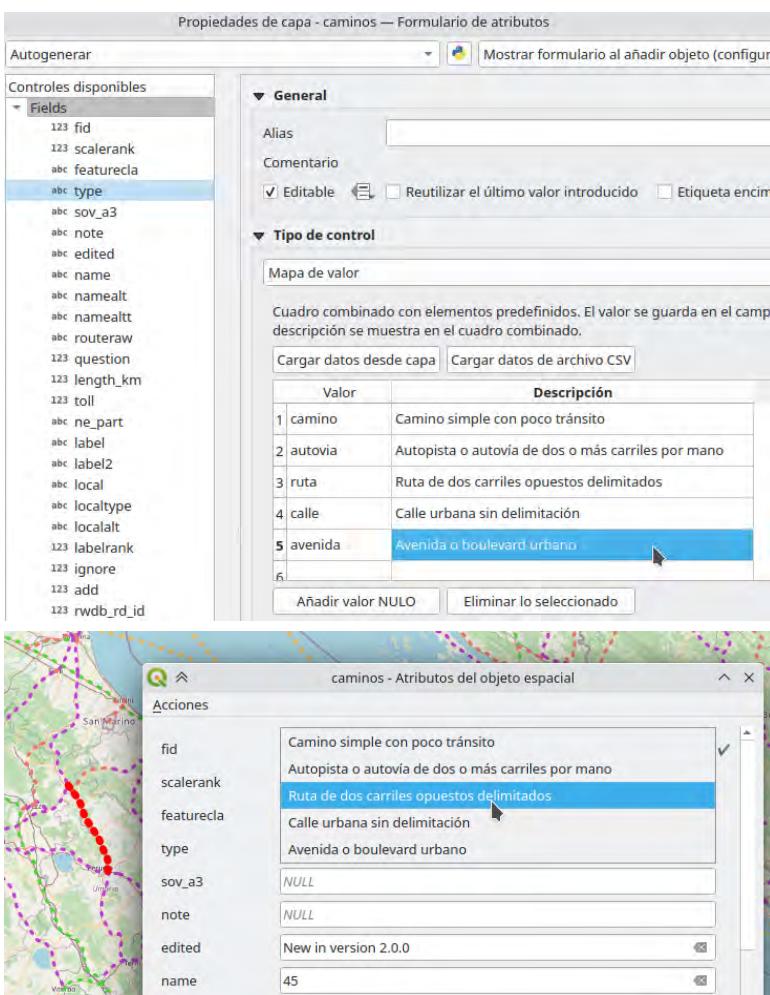


Figura 6.91: Mapa de valores definidos para el atributo «type» de la capa de caminos (imagen superior). Para cada valor se tiene su descripción, que es la que se muestra en el formulario (imagen inferior).

Los valores pueden cargarse desde una capa, un archivo CSV o manualmente desde la tabla (como en el ejemplo).

Si se configura el «Tipo de control» como «Valores únicos», entonces la selección de las opciones de dominio estará limitado a lo que ya esté escrito en dicho campo:

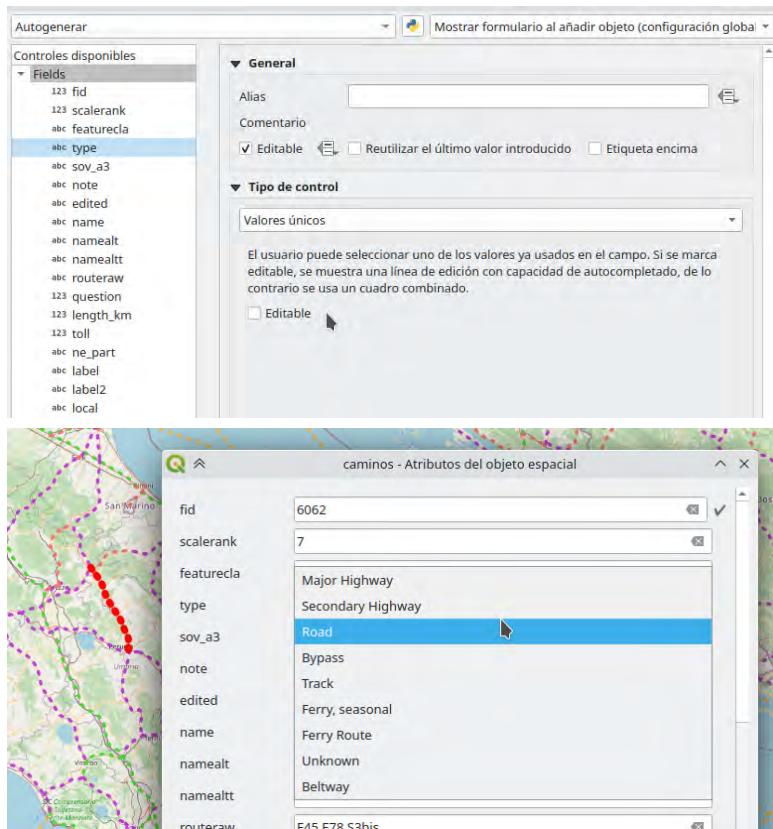


Figura 6.92: Los valores únicos permiten elegir entre valores ya cargados en el atributo, son valores que se repiten entre objetos de la misma capa. La imagen de inferior muestra valores que se repiten en la capa caminos («roads»).

Esta forma de controlar el dominio es muy útil si tenemos que agregar objetos a una capa existente donde los valores de campo se repiten entre en los objetos o al menos figuran una vez.

Si se activa el casillero «Editable» en las propiedades de la capa, se permitirá que se ingresen nuevos valores al campo a la vez que irá sugiriendo en formato de autocompletado con los valores existentes en ese campo:

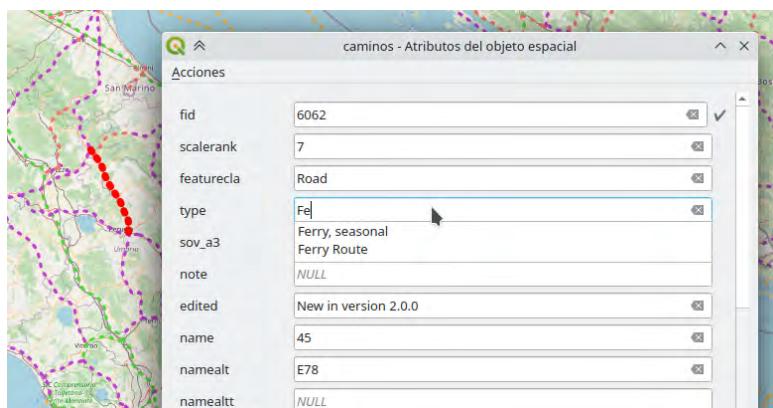


Figura 6.93: Se ha configurado el «Tipo de Control» como «Valores únicos» para campo «Type», y se ha marcado la casilla «Editable». De esta forma al comenzar a escribir el valor de campo se van mostrando las opciones existentes que comienzan con esas letras.

A esta forma de ingresar nuevos valores de dominio, a demanda, la llamamos dominio dinámico, y es práctico cuando no se sabe de antemano qué valores de atributos se cargarán en ese campo, permitiendo a la vez ir

agregando nuevos valores. Luego de avanzada la edición se podrá quitar la opción «Editable» cuando entendemos que no habrán valores de dominio nuevos.

Otra forma muy interesante de seleccionar valores dentro de un dominio es el tipo de control «Clasificación», que funciona mostrando en el casillero del formulario la clasificación realizada en el estilo de la capa. Por ejemplo, si en el estilo se configuró una clasificación por el campo «type», entonces el casillero mostrará esas opciones solamente:

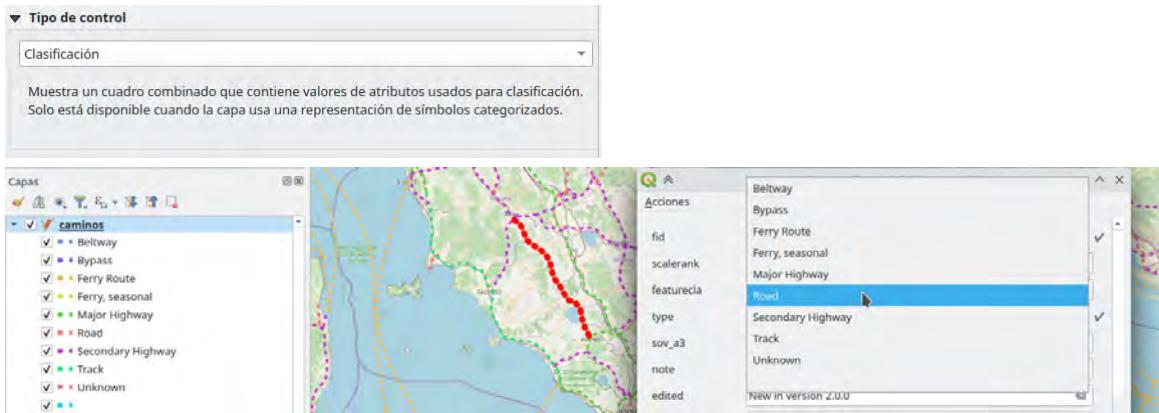


Figura 6.94: Este tipo de control es muy práctico ya que la clasificación del estilo se hace automáticamente (ver 2.20.1).

Los tipos de control vistos anteriormente son útiles para campos alfanuméricicos, pero si se tienen campos numéricos o de fecha se puede configurar para que usen restricciones que los limiten o muestren con un formato predeterminado:

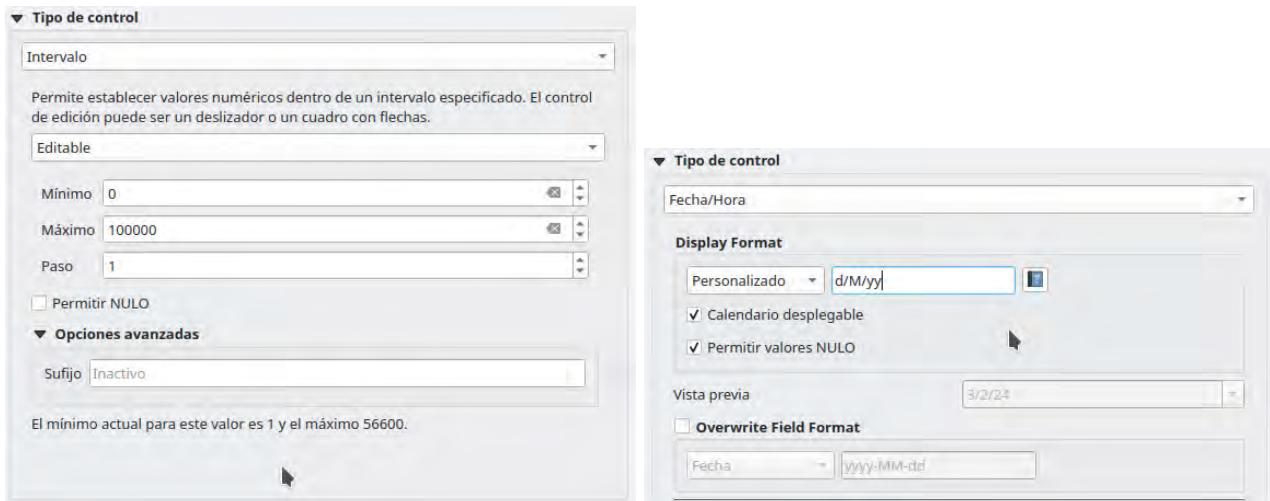


Figura 6.95: A la izquierda se configuró un campo numérico con un intervalo de 0 a 100000 de paso 1, es decir entero. Si el campo fuera decimal se podría configurar un paso de valor decimal como 0.1 (ver precisión en las opciones avanzadas).

A la derecha se observa la configuración de un campo en formato fecha/hora, que permite configurar un práctico calendario desplegable en el formulario.

Otra opción que QGIS nos ofrece para campos donde las opciones son binarias, es decir «si» y «no» o «Verdadero» y «Falso», es el tipo de control «Casilla de verificación». Al activar esta opción el formulario mostrará un pequeño casillero de control que se puede activar con solo hacer clic:



Figura 6.96: Se ha configurado el valor «1» para cuando la casilla está activa (marcada) y «0» para cuando está desactivada. La opción «Desplegar Configuraciones» permite mostrar esos valores en la tabla de atributo tal como se cargaron o como «Verdadero/Falso».

Por último mostraremos cómo se pueden lograr dominios y subtipos en un formulario, es decir veremos cómo hacer que elegidos ciertos valores para un campo se condicionen qué valores pueden elegirse en otro campo.

En nuestro caso crearemos una nueva capa vectorial con geometría de puntos con el nombre de «puntos_de_interes», que por ejemplo para nosotros será una capa que nos permita mostrar en el mapa los destinos y origen de viajeros de distintas partes del mundo.

A su vez contendrá los siguientes campos de texto: «nombre_poi», «pais» y «jurisdiccion». La idea es lograr que al marcar un punto de interés en el mapa podamos elegir el país desde una lista de países y una jurisdicción (estado, departamento o provincia) de una lista acotada perteneciente al país elegido.

Debemos asegurarnos también de tener la capa de países («countries») y la de jurisdicciones («states_provinces») cargados en el mapa, porque de allí sacaremos los listados necesarios con los nombres y claves. Para entender esto diremos que en la capa de países existe un campo con el código del país llamado «ISO_A2» y otro llamado «NAME» con el nombre del país (por ejemplo «AR» para «Argentina») y como también existe el campo de códigos de países en la capa de jurisdicciones lo usaremos como filtro para los subtipos, es decir que al elegir el país «Argentina» se filtren automáticamente solo las jurisdicciones (provincias) argentinas.

En las propiedades de la capa «puntos_de_interes» recién creada configuraremos el campo «país» con el tipo de control «Relación de valores» de la siguiente manera:

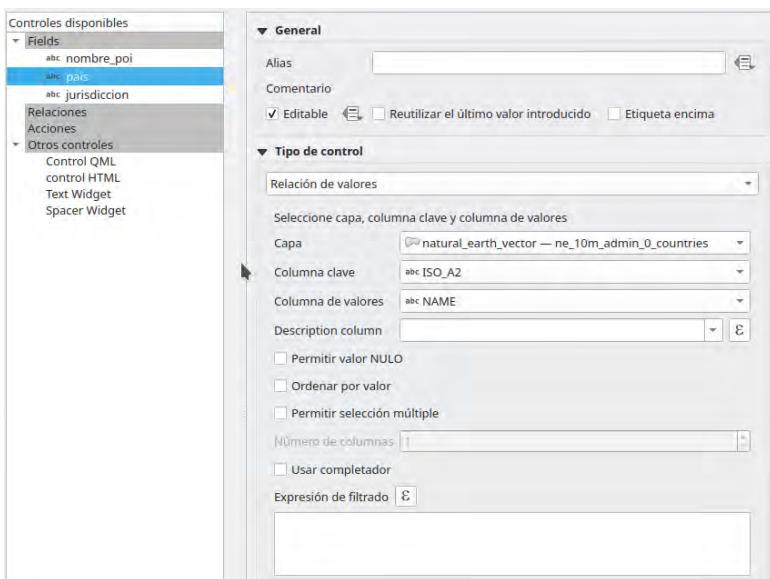


Figura 6.97: En capa se eligió la capa de países («countries»), en clave «ISO_A2» y en valores «NAME».

A continuación configuraremos el campo «jurisdiccion» de esta forma:

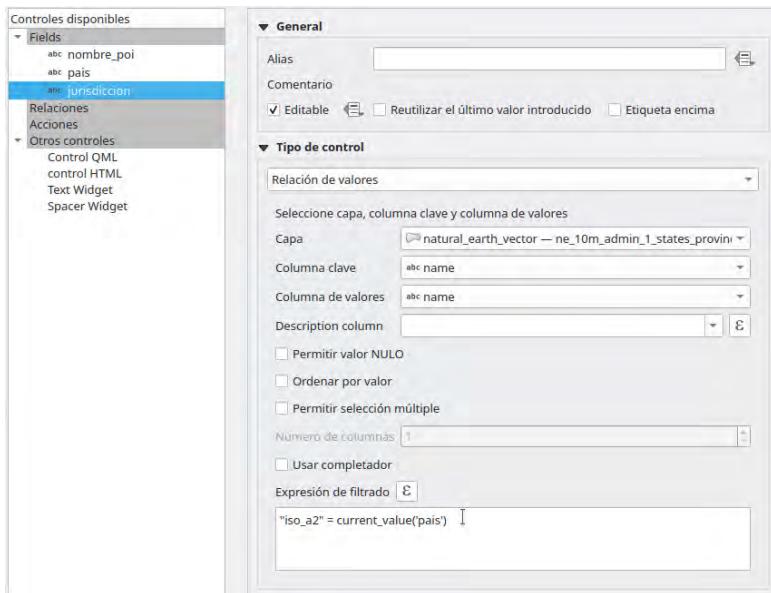


Figura 6.98: El tipo de control también es «Relación de valores», pero en este caso repetimos clave y valores como «`name`», para que despliegue los nombres de las jurisdicciones. En la parte de expresión de filtrado ingresamos «`\"iso_a2\" = current_value('pais')`» para que QGIS evalúe y filtre solo aquellos nombres en donde coincide con el valor del país previamente elegido.

Una vez configurados los dos campos editamos la nueva capa y agregamos un nuevo punto de interés, supongamos que marcamos un punto en *Uruguay* (o cualquier parte del mundo, ya que no influye en la relación). Sabemos que ese punto es el destino de un grupo de turistas argentinos oriundos de la provincia de *Santa Fe, Argentina*:

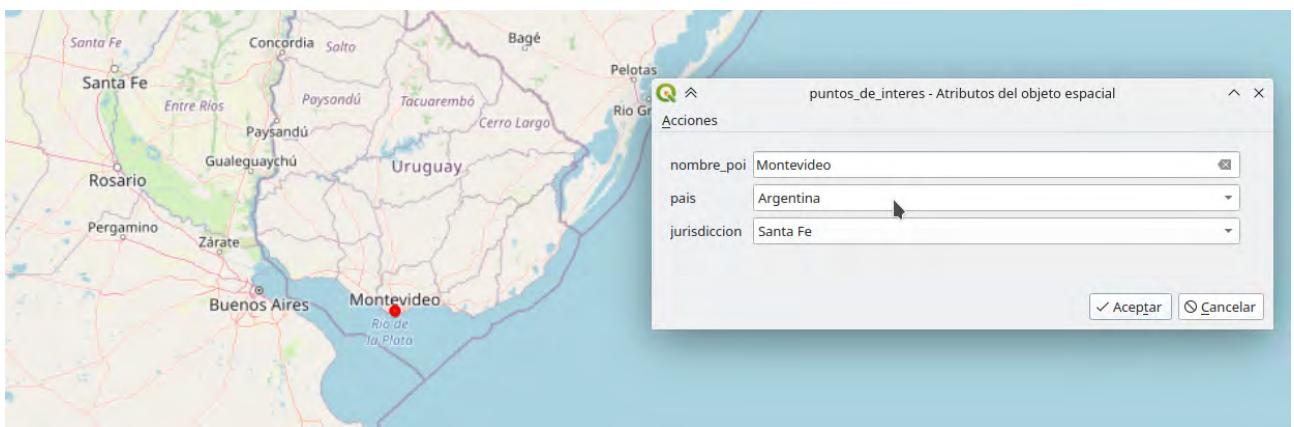


Figura 6.99: Al elegir «Argentina» en el campo «pais» automáticamente se filtran el campo «jurisdiccion» con las provincias *Argentinas*. Este filtrado de subtipos es muy práctico porque acota las opciones disponibles a un listado relacionado.

6.5.6.4. Restricciones

Para mejorar la calidad de carga de datos podemos sumar restricciones a nuestros campos, de forma que si no se cumple una condición dada el programa nos muestre una advertencia o no nos permita avanzar hasta que se resuelva:

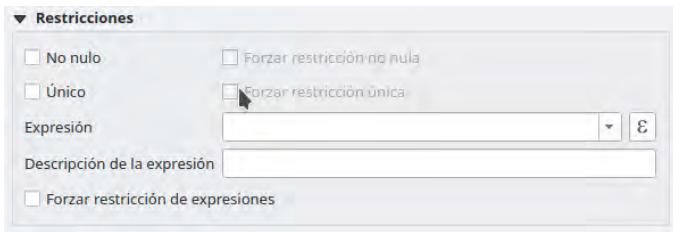


Figura 6.100: Las «Restricciones» se encuentran justo por debajo de las opciones «Tipo de control». Permiten elegir condiciones que acotan el contenido del valor de campo.

Si se activa el casillero «No nulo», entonces indicaremos al usuario que complete con algún valor el atributo (por defecto NULL). Otra opción posible es solicitar que ese valor sea único, y en tal caso QGIS mostrará una advertencia cambiando el color del campo al cargar un valor duplicado.

También podemos usar expresiones para acotar valores o condicionales:

Figura 6.101: La condición es que el valor «type» sea menor que 100. Si no se cumple se mostrará la advertencia como en la imagen de la derecha.

Si activamos las casillas de «Forzar...» obligaremos al usuario a cargar el dato tal como se pide o sino no podrá realizar cambios o agregar objetos nuevos.

6.5.6.5. Valores predeterminados

Siguiendo con las configuraciones que pueden hacerse sobre los valores de atributos en los formularios se tiene la sección «Predeterminados», que básicamente configura una expresión estática o calculada con un valor por defecto que se insertará en el atributo para nuevos objetos.

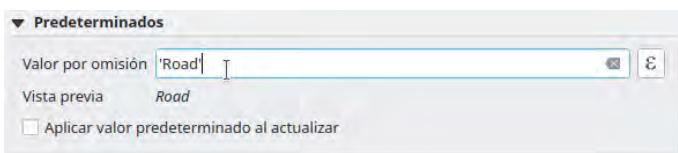


Figura 6.102: En este caso se configuró el valor «'Road'» para que todo objeto nuevo que se digitalice lo tenga por defecto.

De esta forma se evita escribir o seleccionar un valor que probablemente sea el más utilizado para nuevos caminos que se digitalicen.

Si se activa la casilla «Aplicar valor predeterminado al actualizar» se forzará el valor del atributo al predeterminado ante cualquier actualización del objeto, ya sea que se modifica el valor de otro atributo, cambios en la geometría o localización del objeto en el mapa. Es decir que cualquier actualización del objeto activará el valor predeterminado.

Por ejemplo, si en el campo «length_km» de la capa de caminos ingresamos la siguiente fórmula simple y activamos «Aplicar valor predeterminado al actualizar» forzaremos a que se actualice el valor de la longitud del camino si modificamos el valor de cualquiera de sus atributos o ubicación de nodos:

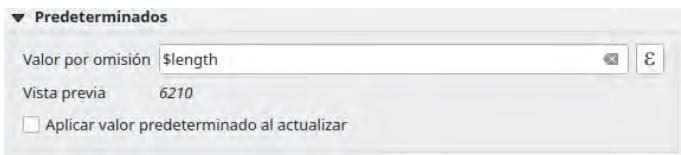


Figura 6.103: La vista previa muestra el valor de uno cualquiera de sus objetos solo a efectos de que se puedan ver cómo se verá el valor calculado.

6.5.7. Acciones

Las acciones son una especie de *macros*⁶ para QGIS que permiten incrementar funcionalidades como por ejemplo mostrar una foto asociada a un atributo de una capa, abrir un enlace web, ejecutar un código en *Python*⁷, abrir una aplicación, etc.

A modo de ejemplo haremos que al aplicar una acción sobre un objeto de la capa de ciudades, automáticamente se abra un navegador web que redirija hacia la página correspondiente del elemento en Wikidata.

Lo primero a tener en cuenta es que en la capa de ciudades («populated_places») hay un campo llamado «wikidataid», que contiene el identificador correspondiente de cada objeto en la página de *Wikidata*. Para configurar la acción entramos en las propiedades de la capa de ciudades, en la pestaña «Acciones» y añadimos una nueva acción con el signo «más»:

[https://www.wikidata.org/entity/\[%WIKIDATAID%\]](https://www.wikidata.org/entity/[%WIKIDATAID%])

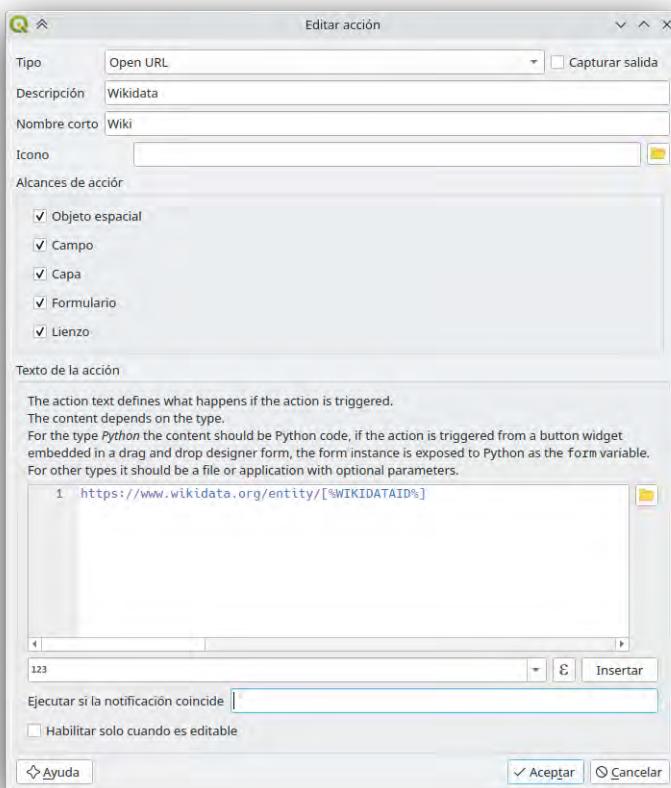


Figura 6.104: La acción «Open URL» ejecutará en el navegador web predeterminado del sistema operativo la dirección que figure en el recuadro «Texto de la acción».

Una vez configurada esta ventana aplicamos y aceptamos, luego hacemos clic en el desplegable del ícono de la barra de herramientas, seleccionamos la acción correspondiente y por último hacemos clic sobre alguna

⁶Las *macros* o *macroinstrucciones* son una serie de instrucciones que siguen una secuencia programada con el objetivo de lograr algo más complejo. Ver macro.

⁷Python es un poderoso y versátil lenguaje de programación en el que se basa gran parte del código de QGIS. Está integrado en QGIS mediante la librería *PyQGIS*. Asimismo, junto con el lenguaje «R» es muy utilizado en Ciencia de Datos.

ciudad en el mapa. Acto seguido se abrirá un navegador web (o si ya está abierto se desplegará una nueva pestaña) donde se mostrará la información del objeto en *Wikidata*.

The screenshot shows the Wikidata item page for Bredasdorp (Q1640898). The main content includes:

- Basic Information:** 'town in the Western Cape, South Africa'
- Language Labels:** A table showing labels in various languages:

Language	Label	Description	Also known as
English	Bredasdorp	town in the Western Cape, South Africa	
Spanish	Bredasdorp	No description defined	
Welsh	Tref Lloell (Cymreig)	No description defined	
Guarani	Sac' Ubel (Guarani)	No description defined	
- Statements:** An instance of 'town' with 0 references.
- Image:** A photograph of Bredasdorp, labeled 'Bredasdorp/Bredasdorp.jpg' (3,264 x 2,448; 2.52 MB).
- External Links:** Wikipedia (22 entries), Wikibooks (0 entries), and Wikinews (0 entries).

Figura 6.105: Página de *Wikidata* en internet del objeto Q1640898, *Bredasdorp, Sudáfrica*.

Otra forma de acceder a la acción es haciendo clic derecho sobre el objeto con la herramienta «Identificar objetos espaciales» (ⓘ) activada:

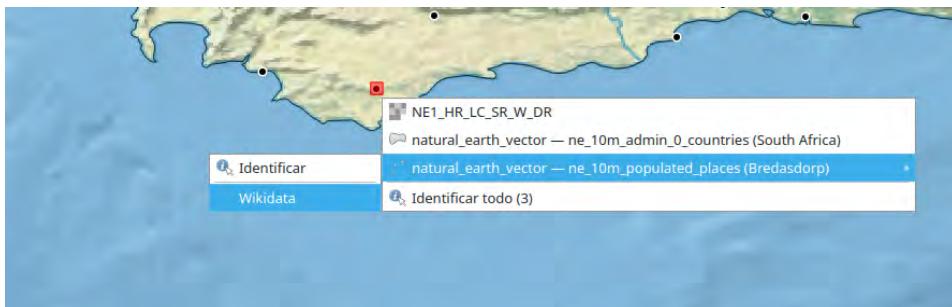


Figura 6.106: Todas las acciones se listarán en ese sub-menú.

Conclusiones

Espero que los contenidos de este libro sean de utilidad para quienes trabajan cotidianamente con SIG como también para los que recién se inician en este maravilloso mundo, incluso para quienes se mudan hacia QGIS desde otros programas similares. Intenté cubrir la mayoría de las herramientas y procesos que QGIS ofrece, al menos los más relevantes según mi experiencia en mi trabajo cotidiano.

Proponerme la escritura de un libro técnico como éste fue un gran desafío pero que devuelve una gran recompensa de gratitud de parte de la comunidad geoinquieta, de quienes obtengo el feedback para mejorar los textos que son parte de este documento. Me da mucha satisfacción saber que se dictan cursos en institutos y universidades con este libro, y que incluso los han adaptado y mejorado de forma regionalizada.

Nuevamente, gracias a ustedes los lectores, por haber llegado hasta aquí. Si les ha gustado el contenido de este libro, compártanlo en redes sociales con quienes crean que pueda ser de utilidad.

Gracias a los compañeros anónimos de «Geoinquietos Argentina» por las sugerencias realizadas.

... y especialmente doy las gracias a los desarrolladores de QGIS por este software maravillo, pujante, abierto, libre y gratuito.

Por último, si les gusta lo que escribo pueden apoyarme invitándome un cafecito en *cafecito.app*, así puedo continuar escribiendo la próxima versión de este libro.