



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 Georreferenciada 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.



**Atribución-CompartirIgual 4.0
Internacional (CC BY-SA 4.0)**

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.

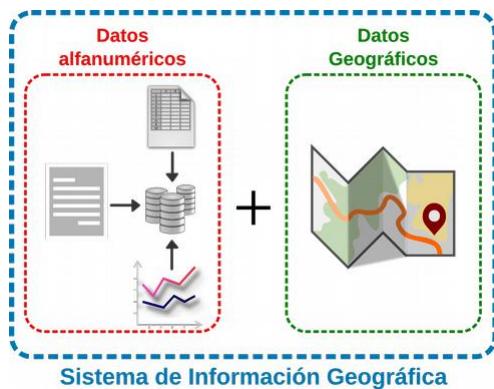


Figura 1.1: Sistema de Información Geográfica. Imágenes de Open Clip Art Library.

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:

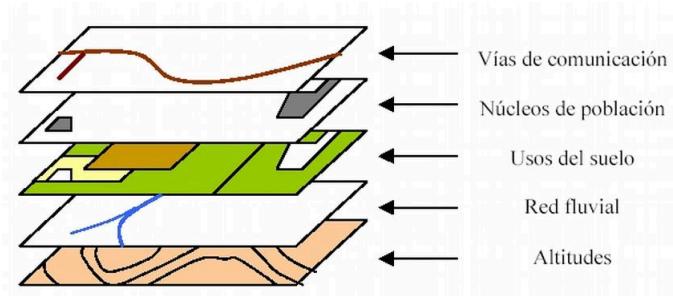


Figura 1.3: Esquema de capas de información en un SIG. Imágenes de Wikipedia.

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:

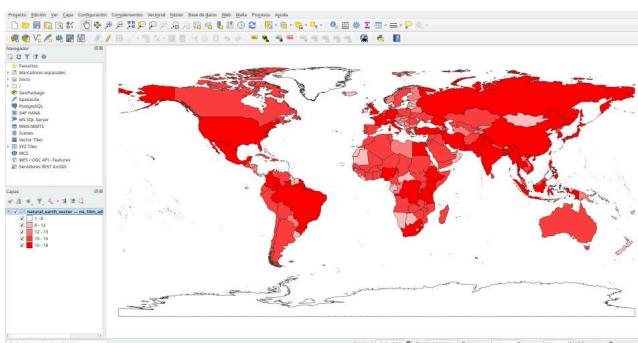


Figura 1.4: QGIS 3.34.0-Prizren con datos de Natural Earth.

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)

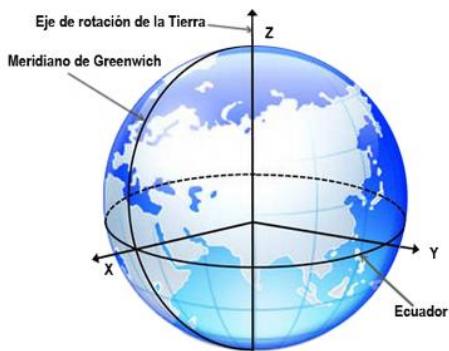


Figura 2.1: Sistema de coordenadas geográficas. Imagen del IGN Argentina.

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 achataada) 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:

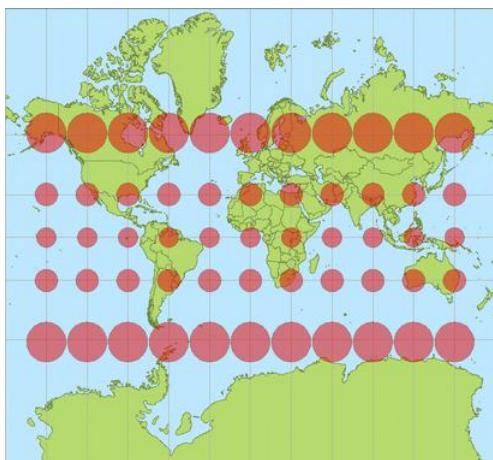


Figura 2.2: En la proyección de Mercator los círculos rojos son índices de distorsión. Imagen de Wikipedia.

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:

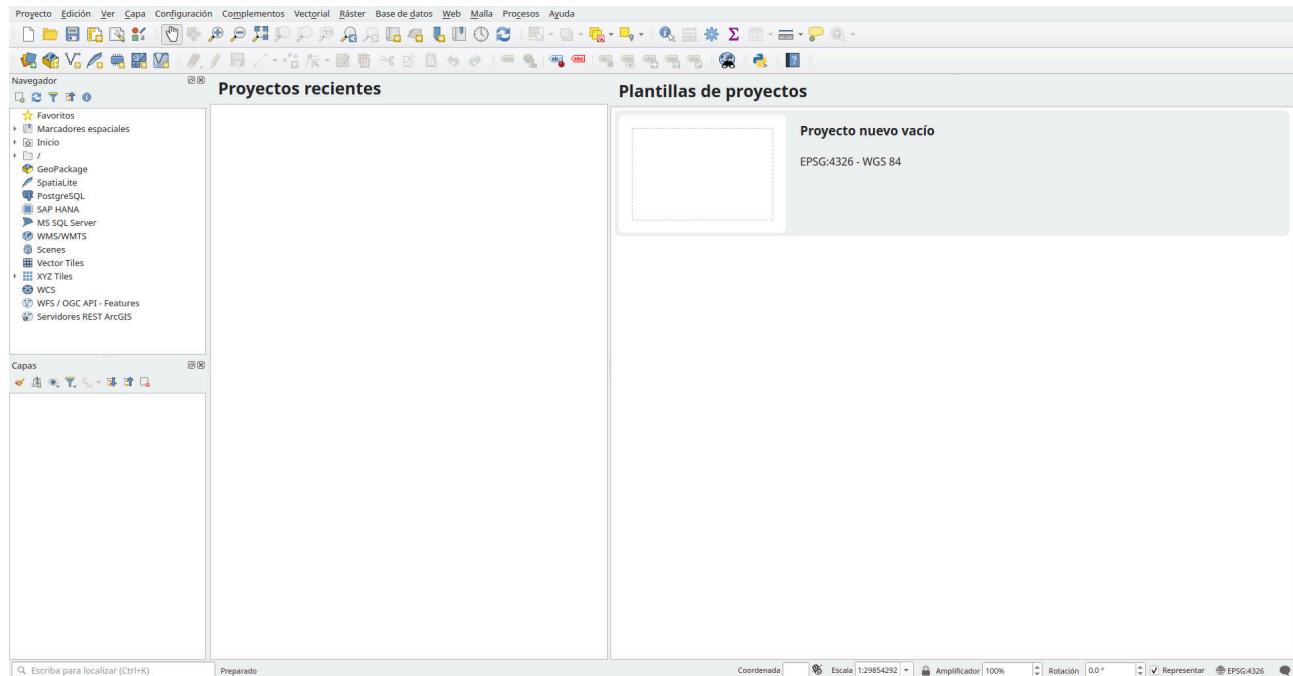


Figura 2.3: QGIS 3.34.0-Prizren, pantalla inicial.

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.

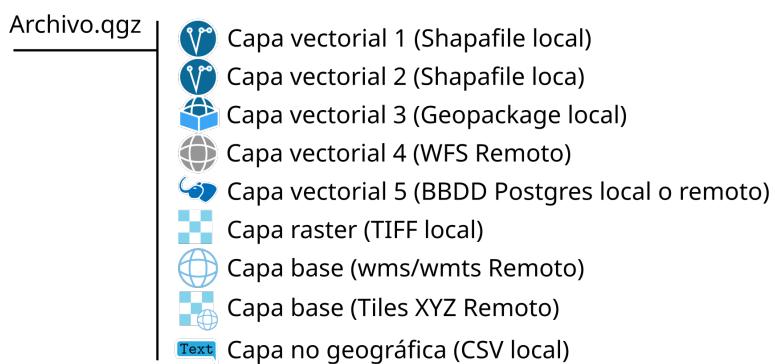


Figura 2.4: Posible esquema de un archivo qgz. Contiene las direcciones locales o remotas de las capas de información. Íconos tomados de github.

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).

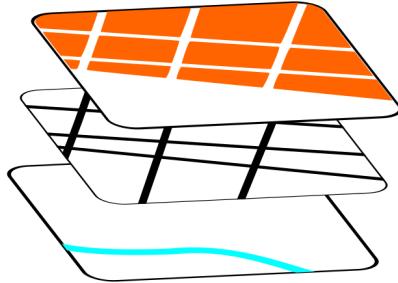


Figura 2.5: Un modelo de capas de datos de una ciudad, donde hay ríos, calles y manzanas separados en distintas capas.

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:

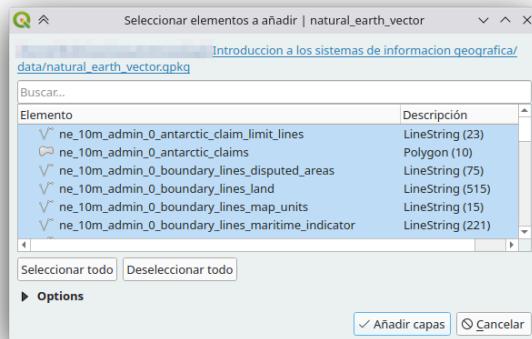


Figura 2.6: Cuadro de diálogo del *GeoPackage*. Como se observa el archivo contiene muchas capas vectoriales de distinta geometría: *Point* (puntos), *LineString* (líneas) y *Polygon* (Polígonos).

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.

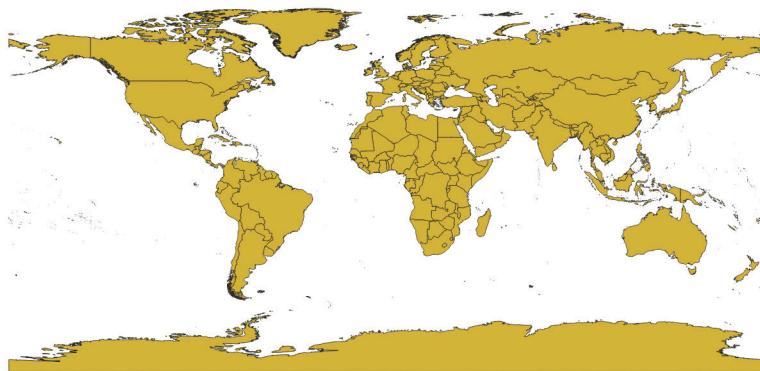


Figura 2.7: Límites Administrativos con resolución de 10m.

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».

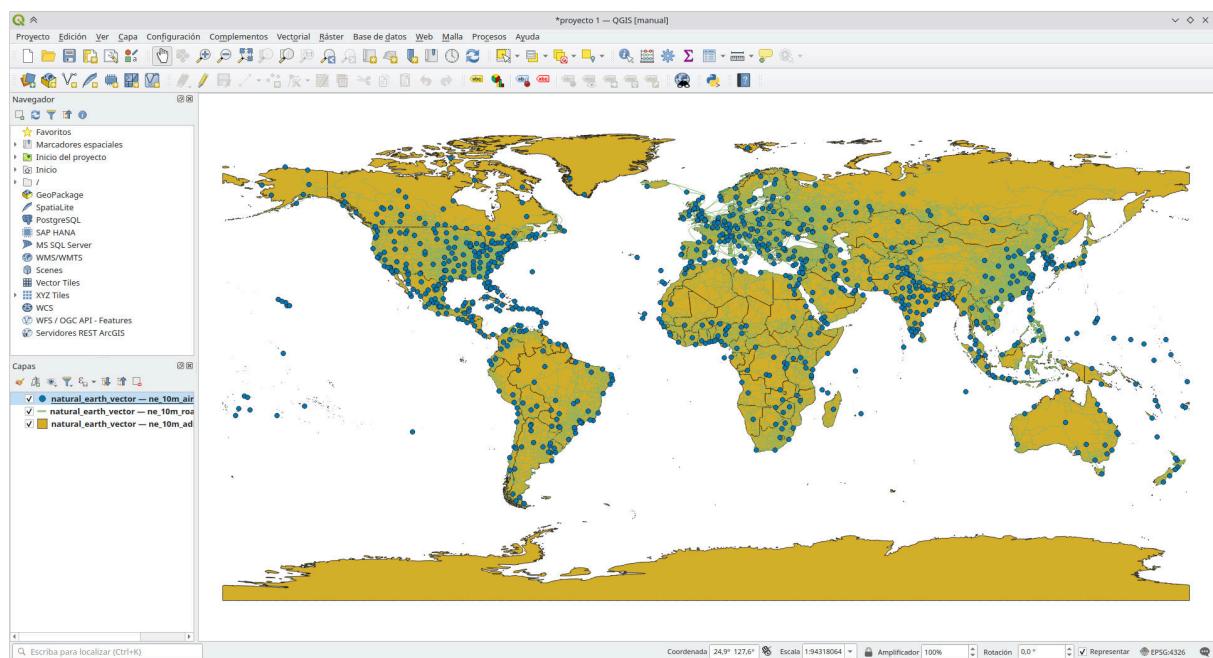


Figura 2.8: Aeropuertos, rutas y países (los colores pueden variar).

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...	Aeropórtu de...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	2	Q7555807	Solapur Airp...	NULL	NULL	aéroport de S...	NULL	NULL	NULL	مطار سولابور	NULL	NULL
3	3	Q598231	Birsa Munda ...	NULL	Aeropuerto B...	aéroport de ...	Aeroporto In...	Аэропорт и...	বিরসা মুন্দা বিমা...	NULL	NULL	NULL
4	4	Q622296	Ahvaz Intern...	Flughafen Ah...	Aeropuerto I...	aéroport d'A...	NULL	NULL	阿瓦士机场	مطار الأحواز الدو...	NULL	NULL
5	5	Q2247561	Gwalior Airp...	NULL	NULL	aéroport de ...	NULL	NULL	辛迪亚航空站	सिंदिया एयरपोर्ट	NULL	NULL
6	6	Q2584014	Hodeida Intern...	NULL	Aeropuerto I...	HOD	NULL	NULL	荷台达国际机场	مطار الحديدة الد...	NULL	NULL
7	7	Q1658243	Devi Ahilyaba...	Flughafen In...	Aeropuerto D...	aéroport d'In...	NULL	Ахилья Бай	霍克尔机场	NULL	ఎంబీ అశల్యా వా...	NULL
8	8	Q3274459	Gandhinagar...	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	مطار عاندیباغار	NULL	NULL	NULL
9	9	Q1835533	Chandigarh ...	Flughafen Ch...	Aeropuerto d...	aéroport de ...	NULL	NULL	昌迪加尔国际...	చందిగార్ ఆయార్కె...	NULL	NULL
10	10	Q2903059	Aurangabad ...	Flughafen Au...	NULL	aéroport d'A...	NULL	NULL	奥郎加巴德机场	مطار أورانجاباد	NULL	NULL
11	11	Q31580	Faisalabad In...	NULL	Aeropuerto I...	aéroport int...	NULL	Фейсалабад	费萨拉巴德国...	ఫేసలాబాద్ ఆయా...	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 I...	aéroport de ...	Aeroporto In...	Толмачево	托尔马切沃机场	టాల్మాచెవో ఆయా...	NULL	NULL
14	14	Q1432786	Zaporizhzhia ...	Flughafen Sa...	Aeropuerto I...	aéroport inte...	NULL	Запорожье	扎波罗热国际...	పొర్చుస్టాడ్ ఆయా...	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 I...	aérodrome d...	NULL	Рота	罗塔国际机场	NULL	NULL	NULL
17	17	Q1432943	Surgut Intern...	Flughafen Su...	Aeropuerto I...	aéroport de S...	NULL	Сургут	苏尔古特机场	NULL	NULL	NULL
18	18	Q56935	Tiruchirappalli ...	Flughafen Tir...	Aeropuerto I...	aéroport inte...	NULL	திருச்சிராப்பளி...	泰鲁吉拉帕利...	చிருச்சிராப்ளி...	NULL	NULL
19	19	Q2633549	Turbat Intern...	NULL	Aeropuerto I...	aéroport inte...	NULL	Турбат	土库特国际...	టూర్బాత ఆయా...	NULL	NULL
20	20	Q31581	Quetta Inter...	NULL	Aeropuerto I...	aéroport inte...	NULL	奎etta	奎达国际机场	奎达国际机场	奎达国际机场	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».

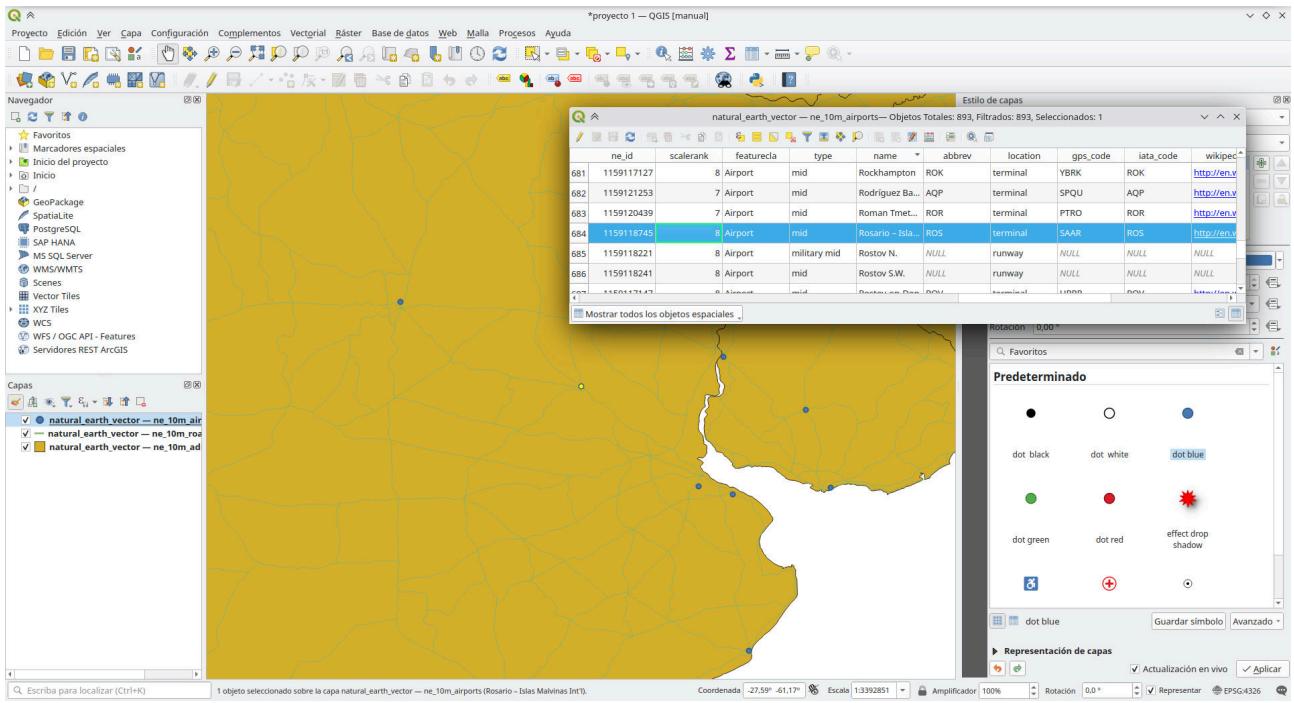


Figura 2.10: Selección y zoom a un objeto desde la tabla de atributos. Nótese que en la parte superior de la ventana de la tabla es posible distinguir la cantidad total de objetos (893) y la cantidad de objetos seleccionados (1).

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.

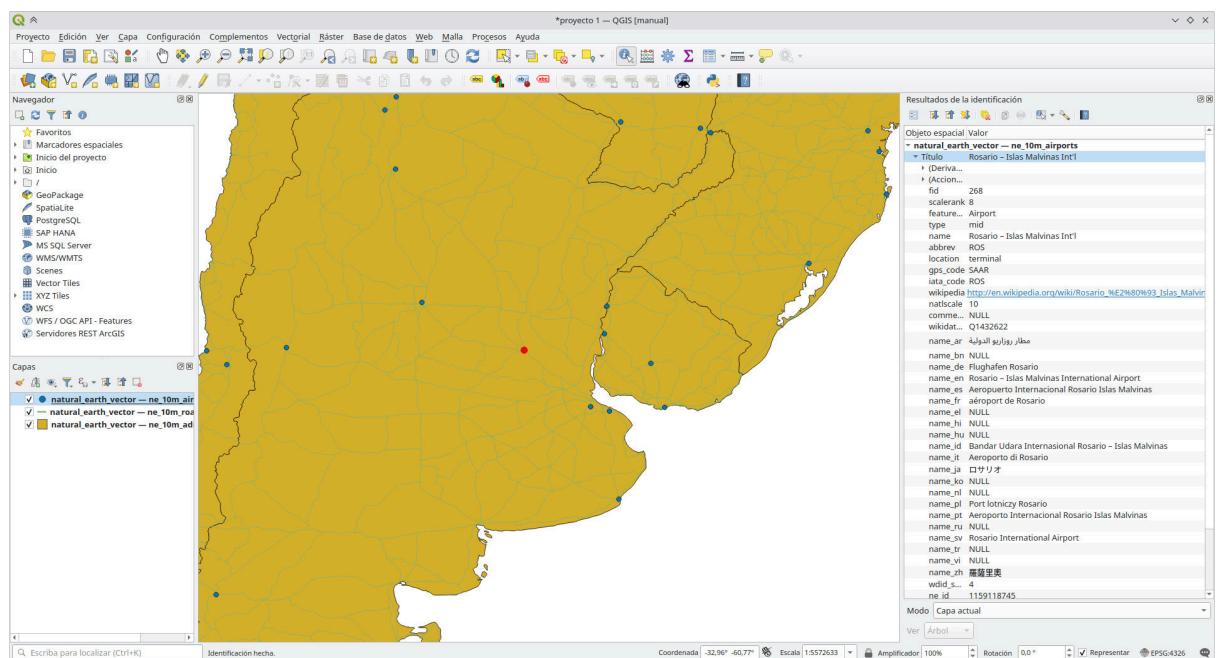


Figura 2.11: Identificación de objeto espacial. Los datos de la consulta se observan en el panel derecho, pero en este caso los nombres de los campos se encuentran transpuestos, es decir en filas.

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.

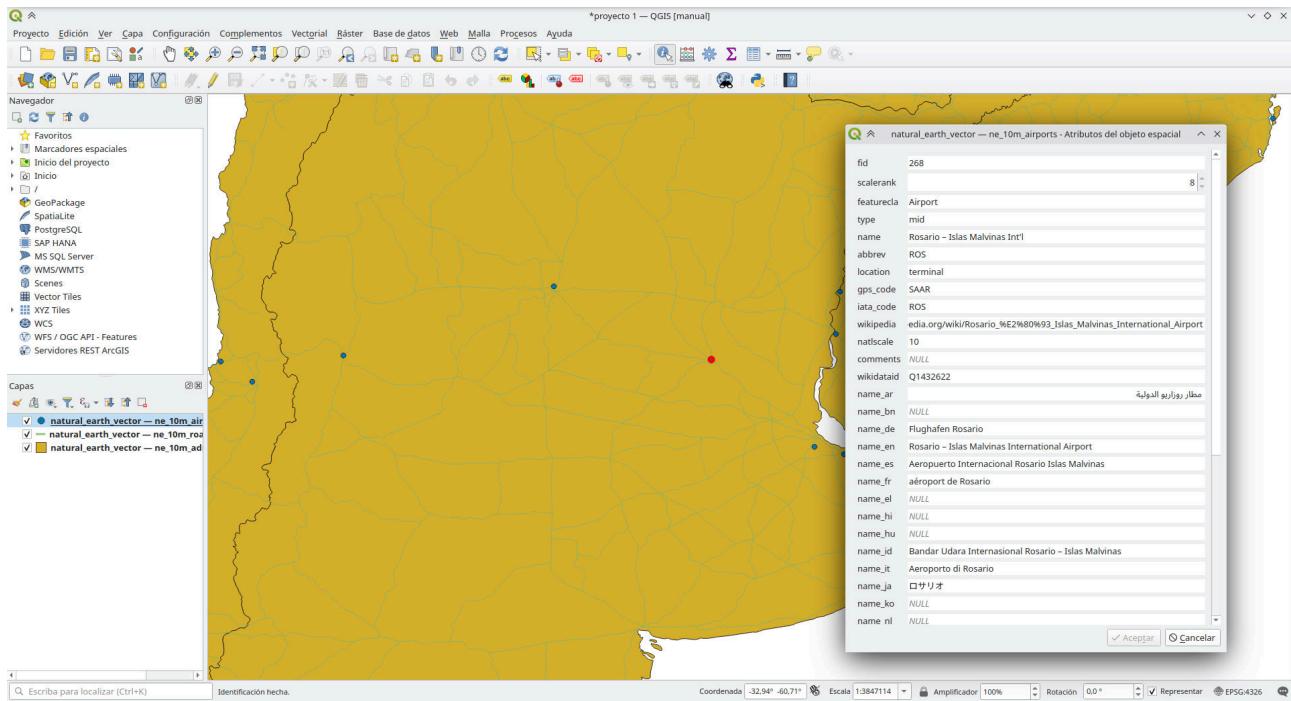


Figura 2.12: Identificación simple de un objeto, más fácil de interpretar.

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:

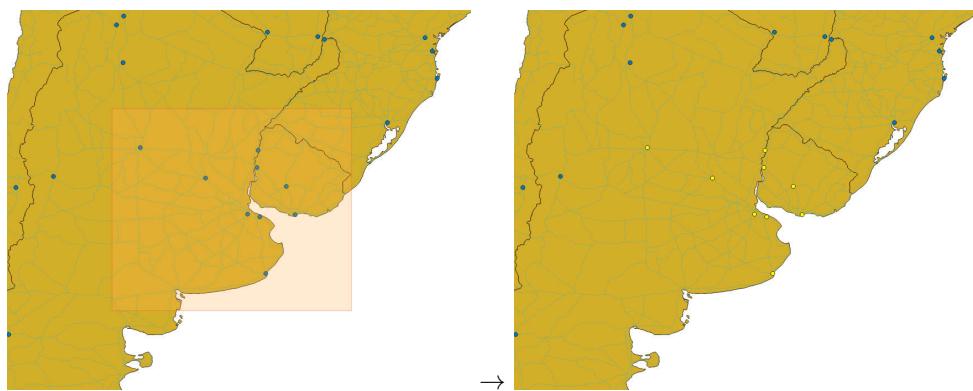


Figura 2.13: Selección por rectángulo. Obsérvese que la capa activa es la de aeropuertos.

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).

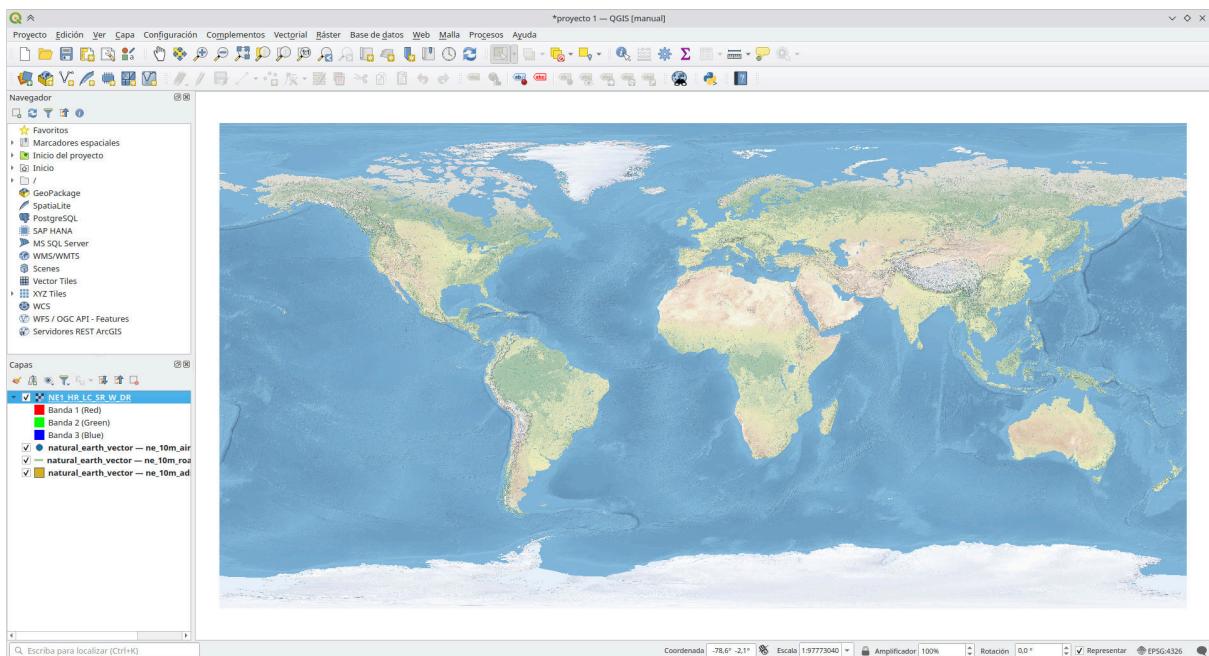


Figura 2.14: Ráster descargado desde la web de Natural Earth. Se observa que la capa contiene tres bandas, una por cada color RGB (rojo, verde y azul), que combinadas producen los colores que se observan en pantalla.

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 elevación3.6.2.3) 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.

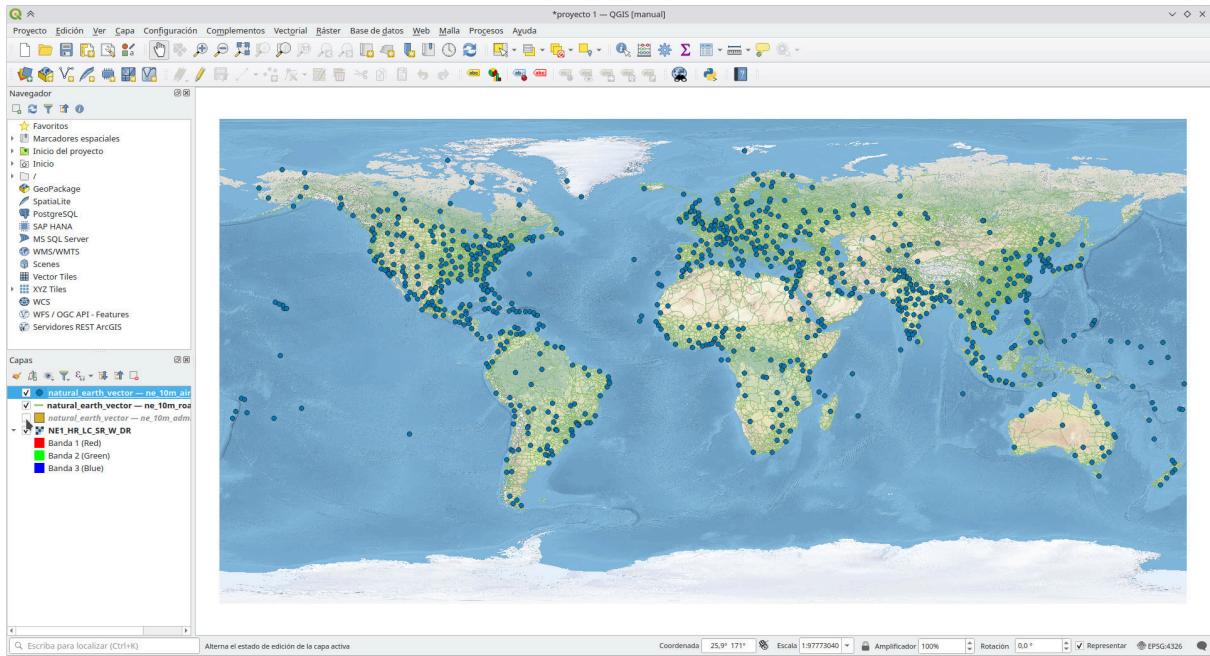


Figura 2.17: Al apagar la capa de países se puede ver nuevamente el color de los continentes de la capa ráster.

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.

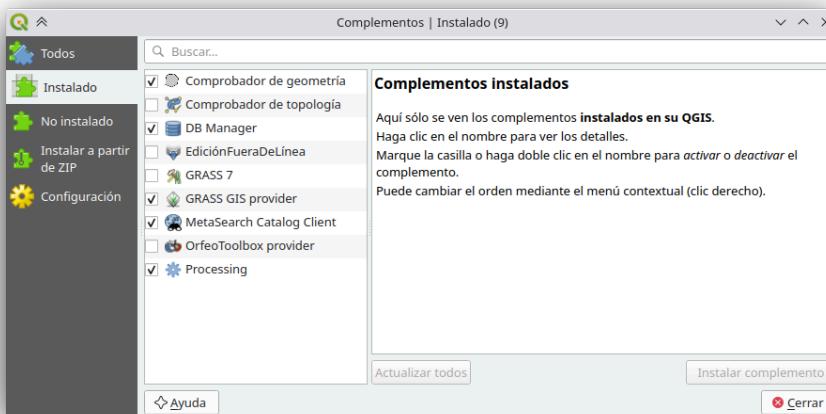


Figura 2.18: Gestor de complementos. Algunos de ellos ya vienen preinstalados y/o activados por defecto.

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.

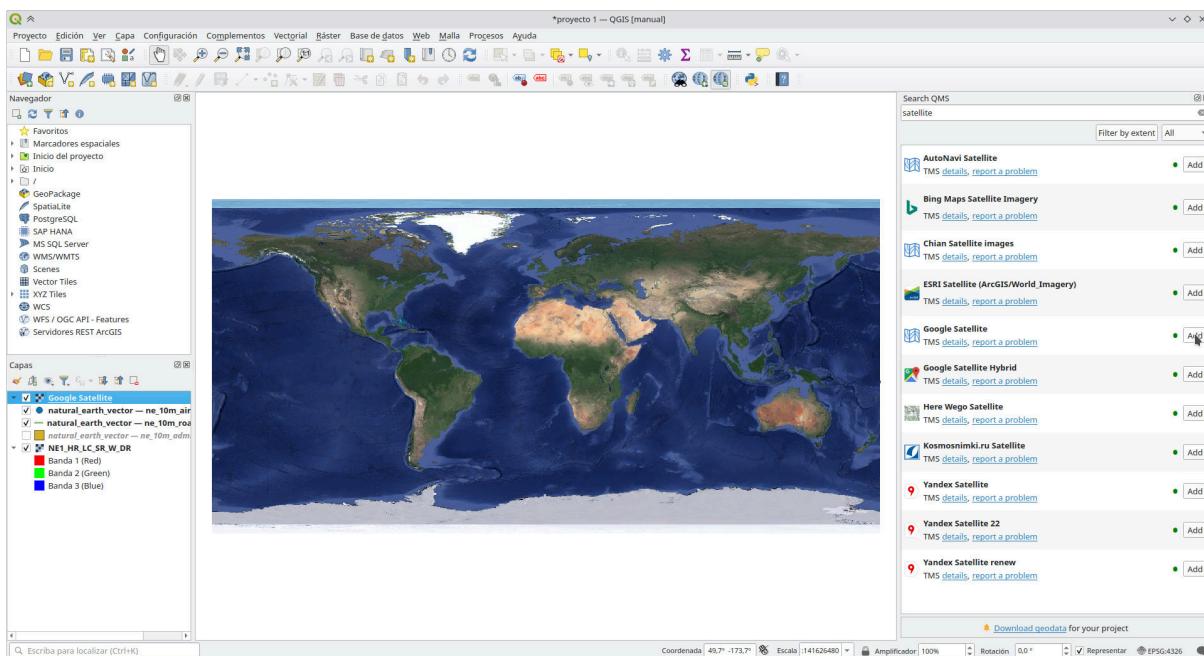


Figura 2.19: Búsqueda de la palabra «satellite» (en inglés) en el complemento *QMS*. La capa se carga en el proyecto mediante el botón «Add».

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»:

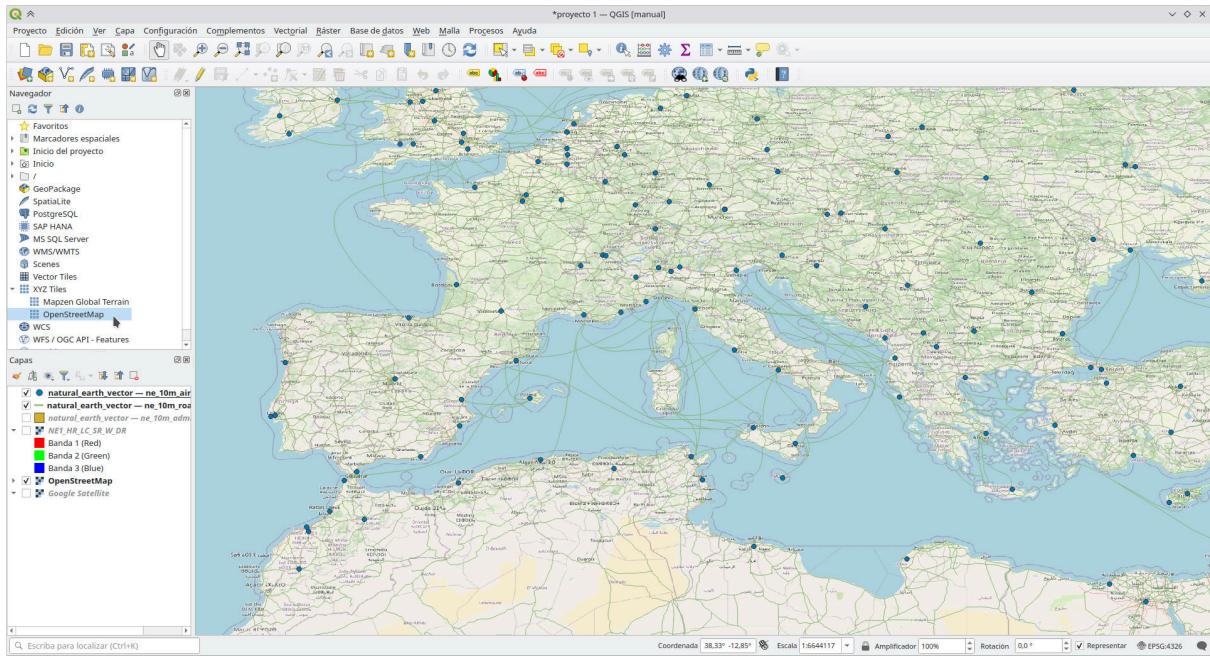


Figura 2.20: Mapa base de *OpenStreetMap* mediante tesela *XYZ*.

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
```

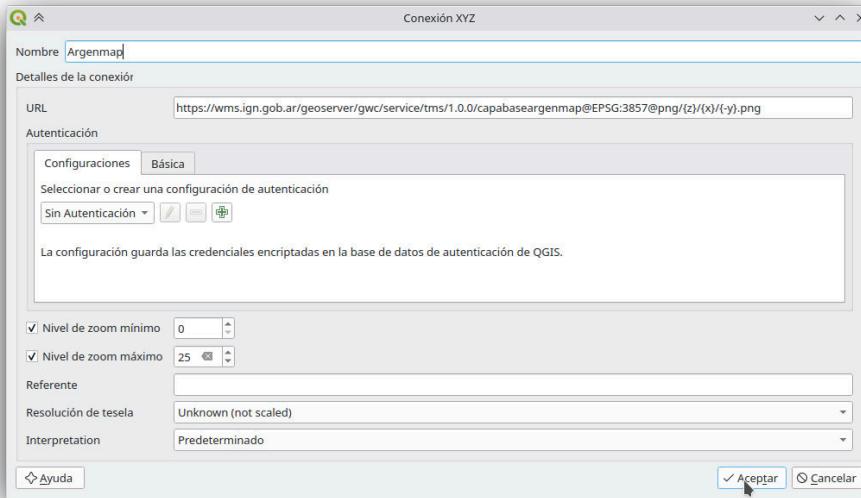


Figura 2.21: Agregado del mapa base «Argenmap», elaborado por el *Instituto Geográfico Nacional Argentino*.

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:

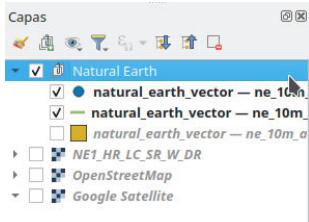


Figura 2.22: Capas agrupadas: ciudades, rutas y países.

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.

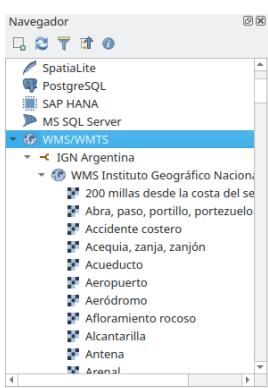


Figura 2.23: Servicio *WMS* del *IGN Argentina*.

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».

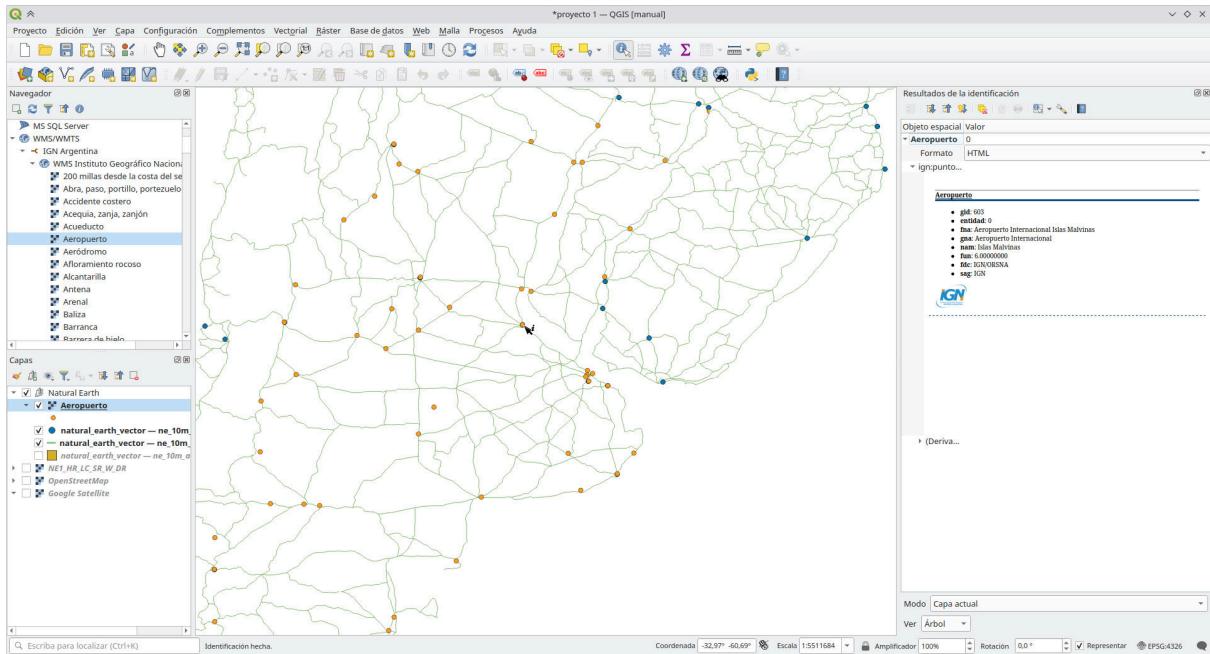


Figura 2.24: Capa de *Aeropuertos* ofrecido por el servicio WMS del *IGN Argentina*. A la derecha se observa la consulta puntual sobre el *Aeropuerto Internacional Islas Malvinas*.

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.

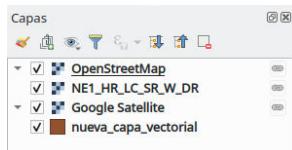


Figura 2.25: Capas empotradas

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.

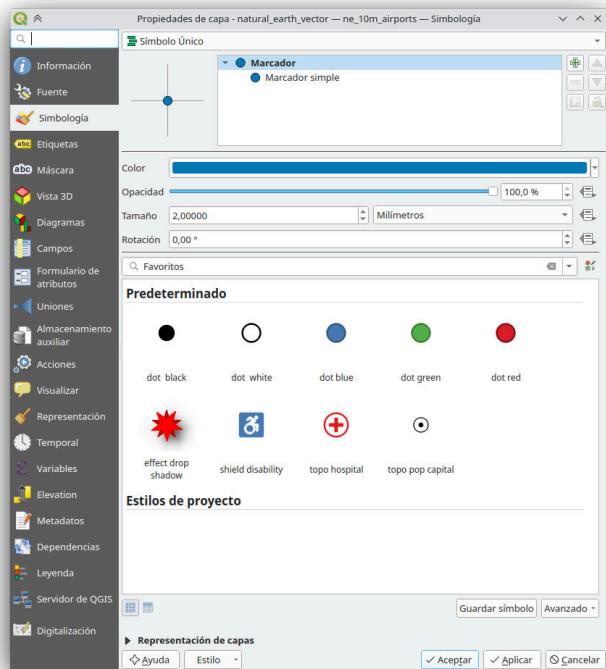


Figura 2.26: Propiedades de la capa, a la izquierda las pestañas.

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:

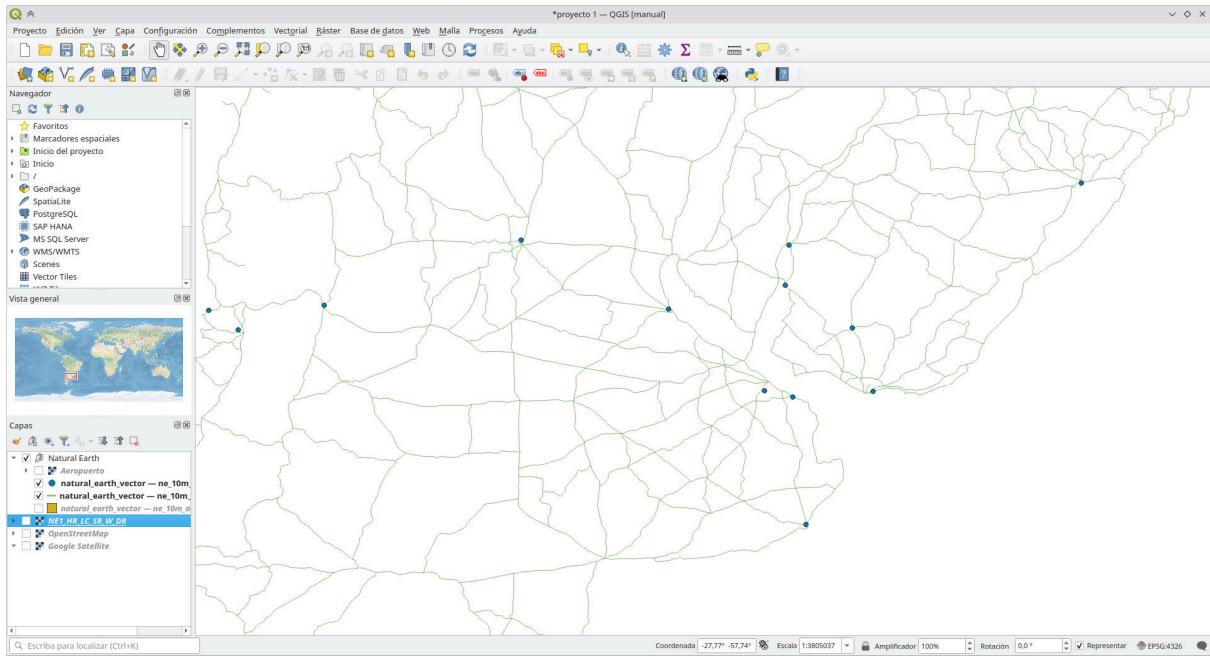


Figura 2.27: Se observa que la capa no tiene que estar necesariamente encendida para que se muestre en la *Vista general*.

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.

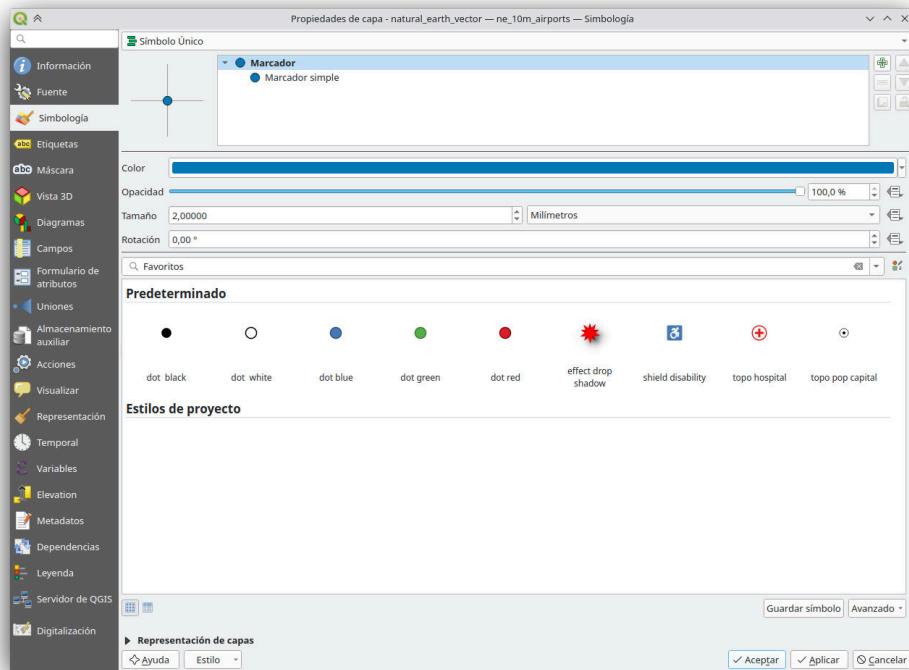


Figura 2.28: Simbología por defecto para la capa de puntos de aeropuertos.

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».

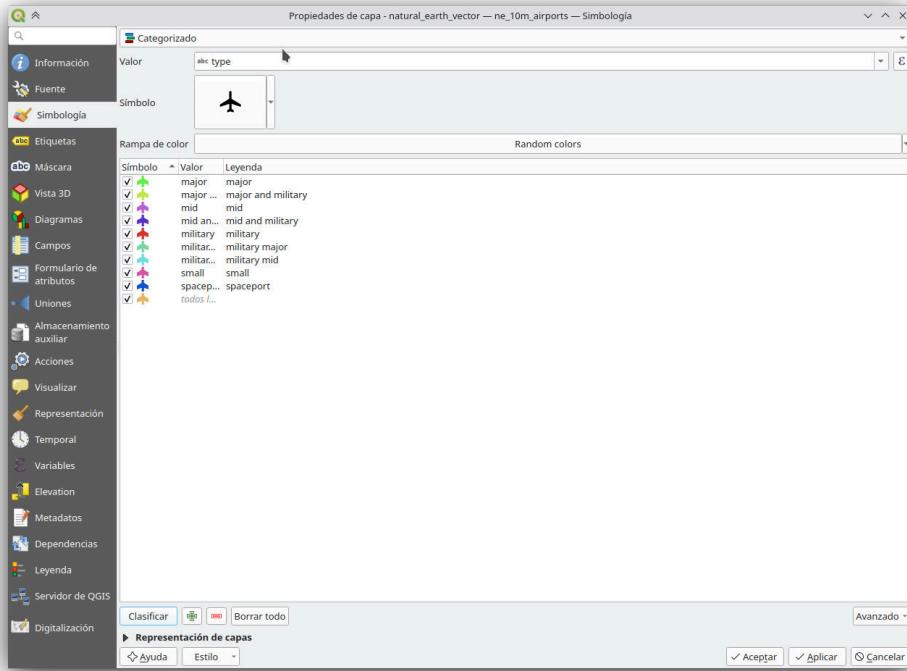


Figura 2.30: Clasificación de aeropuertos por tipo (*Categorizado*, «type»).

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.

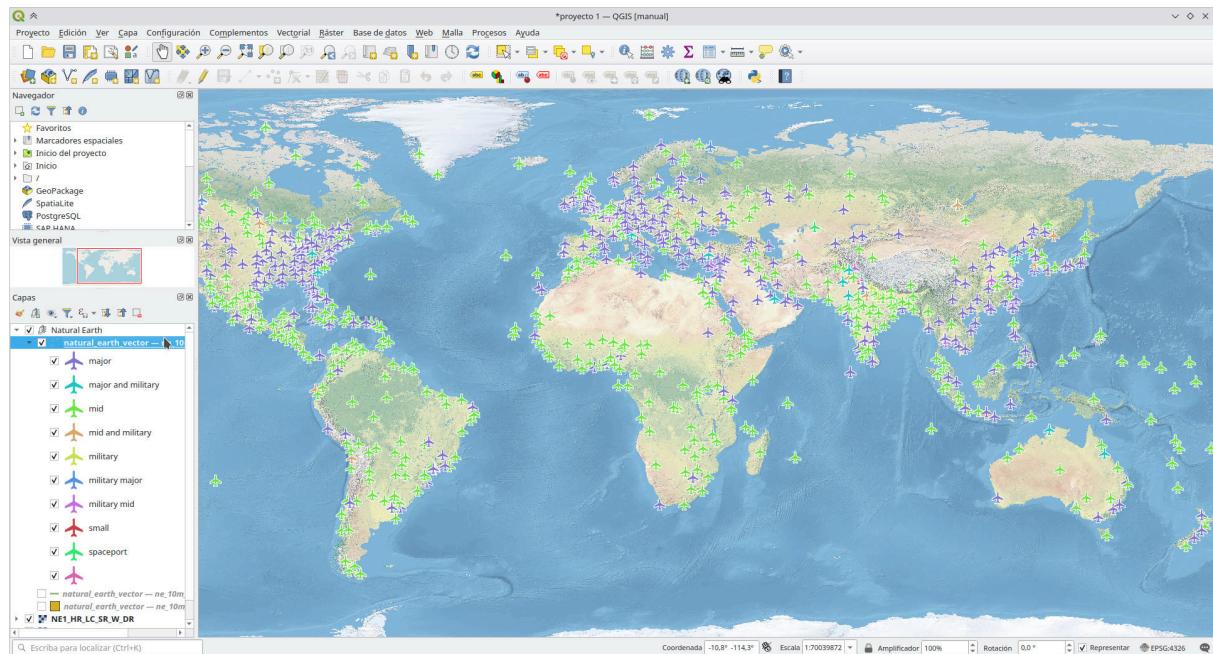


Figura 2.31: Aeropuertos clasificados automáticamente por tipo. Cada color representa un tipo de aeropuerto.

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.

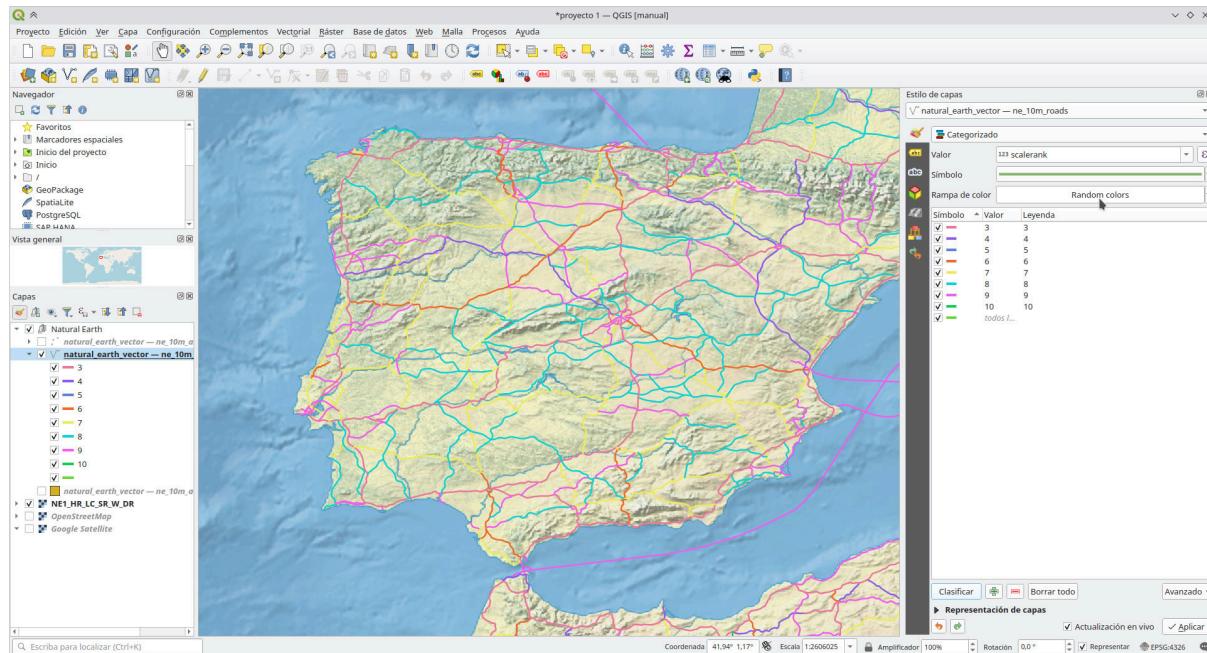


Figura 2.32: Ejemplo de rutas y caminos («roads») categorizados por rampa de color aleatoria («Random colors»). También se podría haber utilizado una rampa de color gradual de forma que la variación coincida con el valor ascendente de la clasificación. Además el grosor de línea se modificó a 0.66 para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

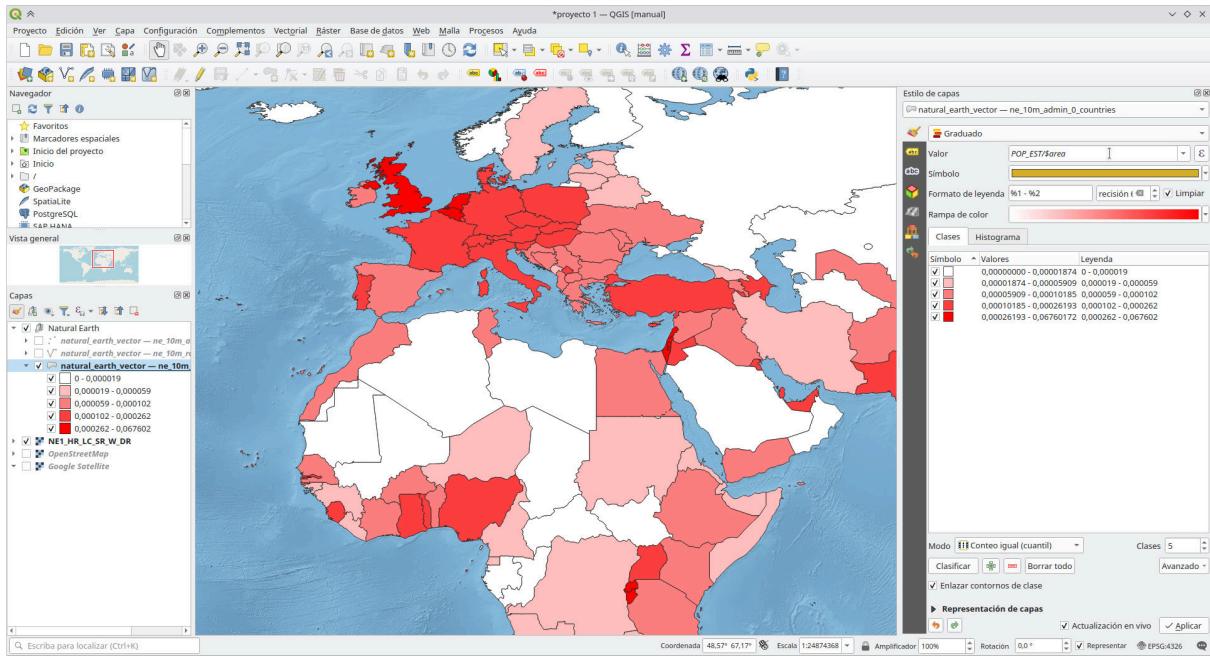


Figura 2.33: Mapa temático que representa la densidad poblacional de cada país.

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.

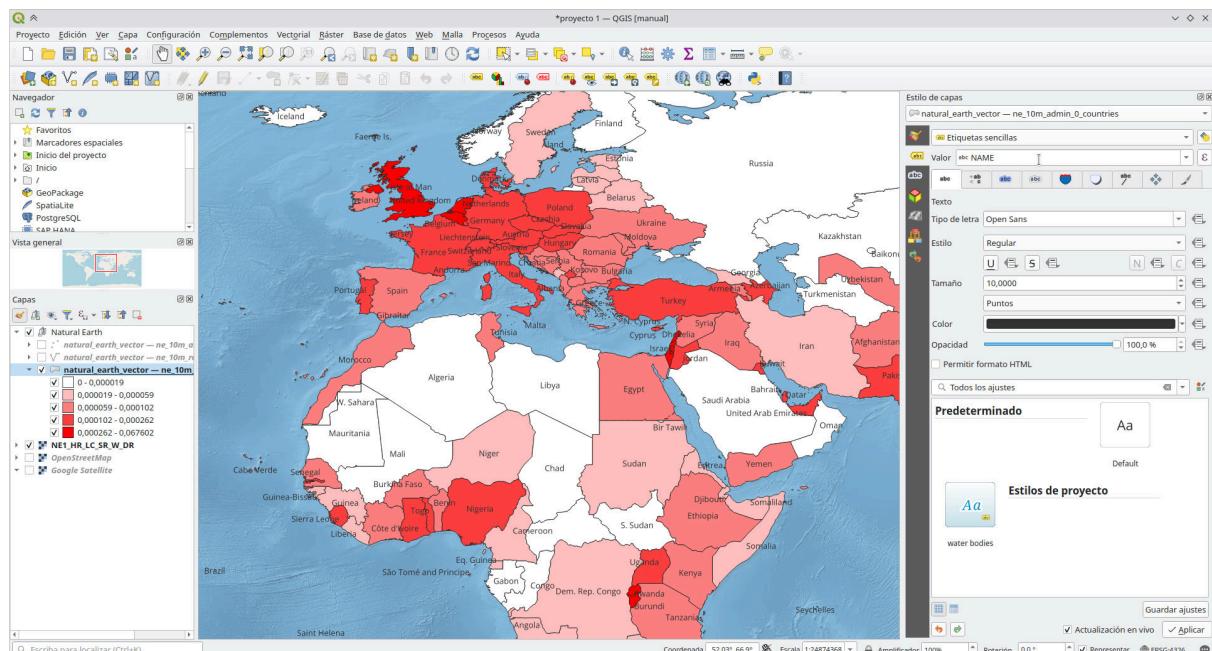


Figura 2.35: Etiquetado básico por defecto.

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 *Formateo*: 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*).

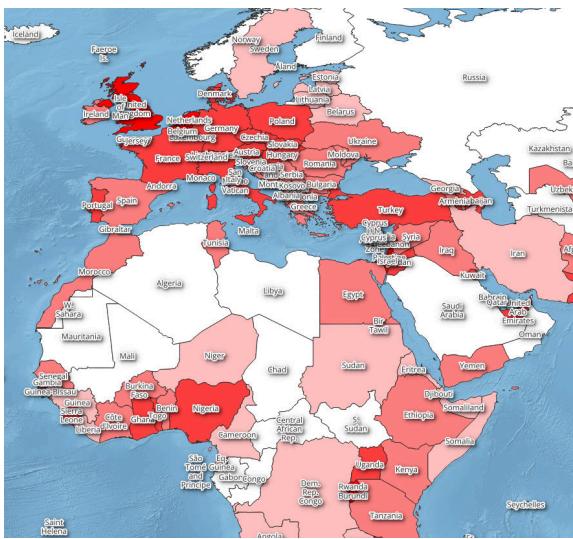


Figura 2.36: Etiquetado avanzado. Se muestran todas las etiquetas divididas en reglones por espacio en blanco, centradas y se les aplica efectos de buffer y sombras para visualizar mejor -por contraste- cada nombre.

2.20.4. Simbología ráster

En este apartado aprenderemos a aplicar estilos básicos a capas ráster. Comenzaremos incorporando al proyecto la capa Mapzen Gobal 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.

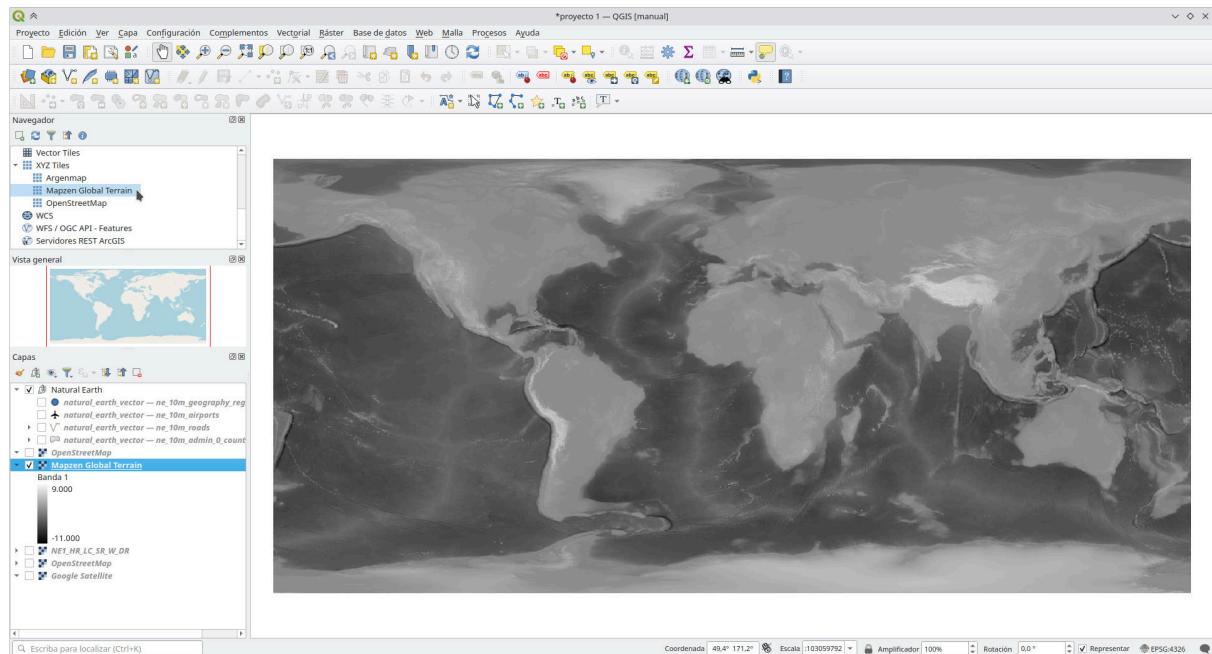


Figura 2.37: *Mapzen Global Terrain*, como servicio XYZ, almacenado en *Amazon Web Services*.

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».

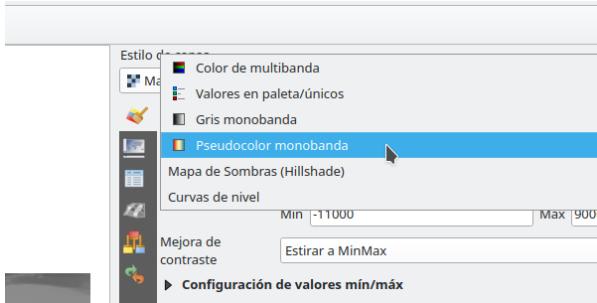


Figura 2.38: El panel de «Estilo de capa» cambia sus opciones cuando seleccionamos una capa ráster.

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:

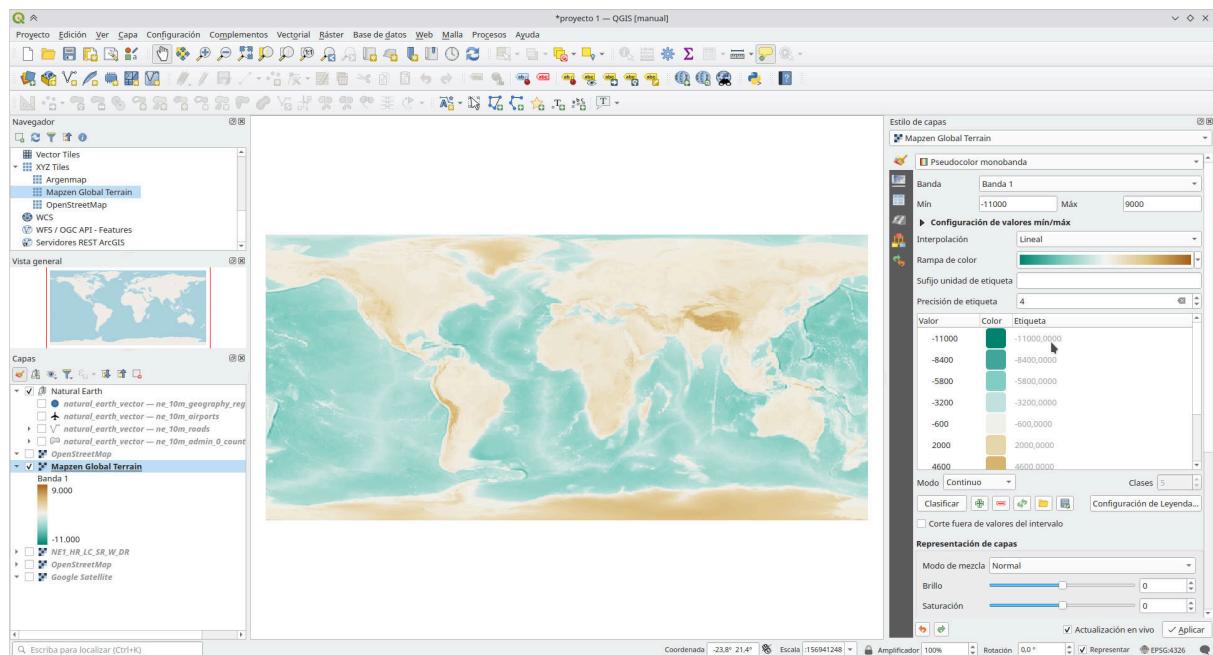


Figura 2.39: La representación muestra en tonos celestes el océano, en blanco el océano poco profundo y costas, y en tonos marrones lo continental.

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:

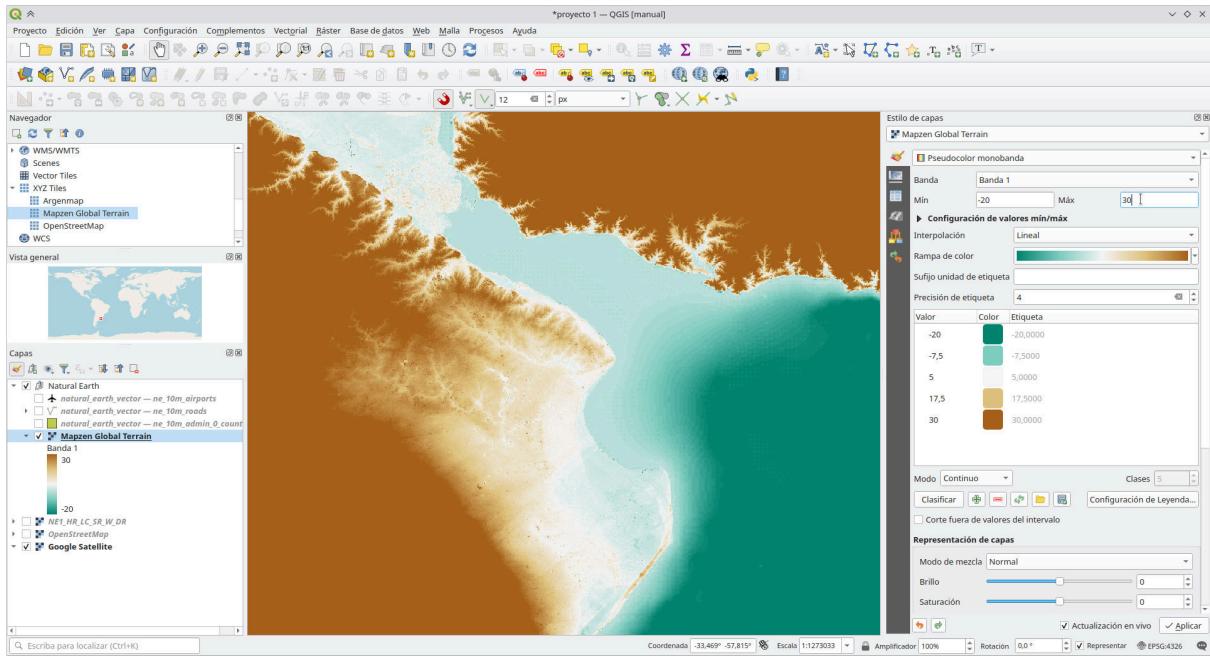


Figura 2.40: Desembocadura del *Río de la Plata*, entre *Argentina* y *Uruguay*. El rango de representación de elevaciones se configuró de -20 a 30, lo que permite visualizar mejor los contornos continentales y la pendiente de sedimentos del Río de la Plata.

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

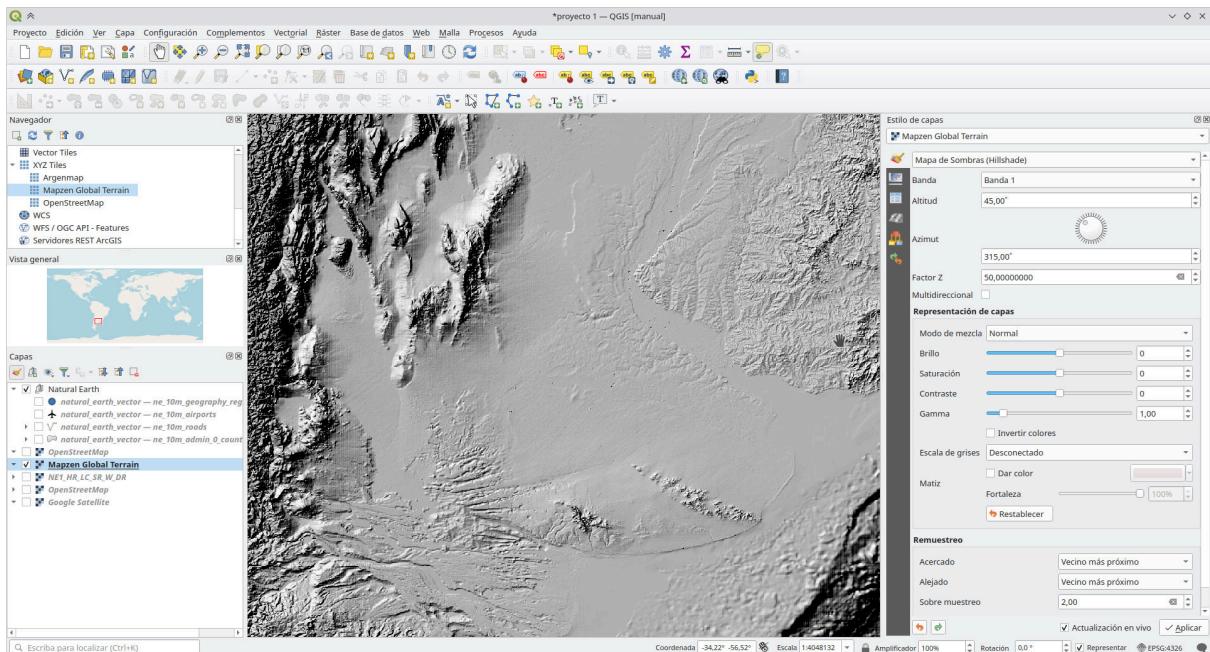


Figura 2.41: *Hillshade* a 315° y factor z en 50.

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».

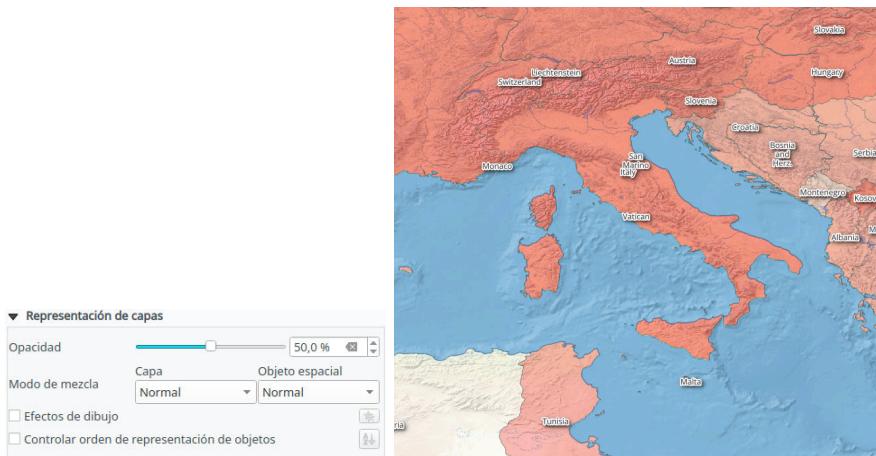


Figura 2.42: Configuración de transparencia de capa. Al aplicar 50 % de opacidad se puede observar una mezcla entre la capa de países y el mapa base ráster de Natural Earth.

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.

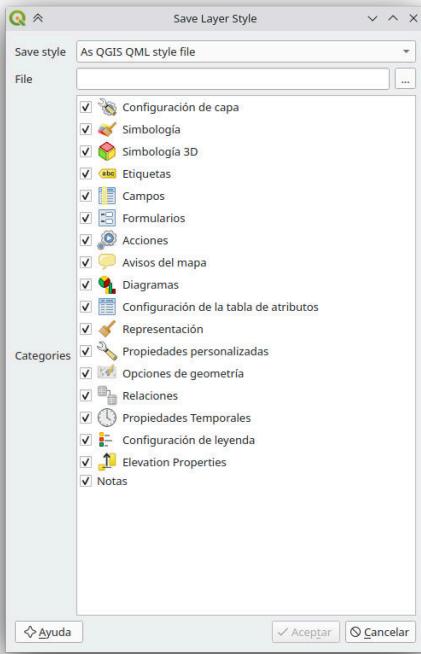


Figura 2.43: Guardado de estilo actual de capa. Se pueden elegir cuáles categorías guardar.

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.

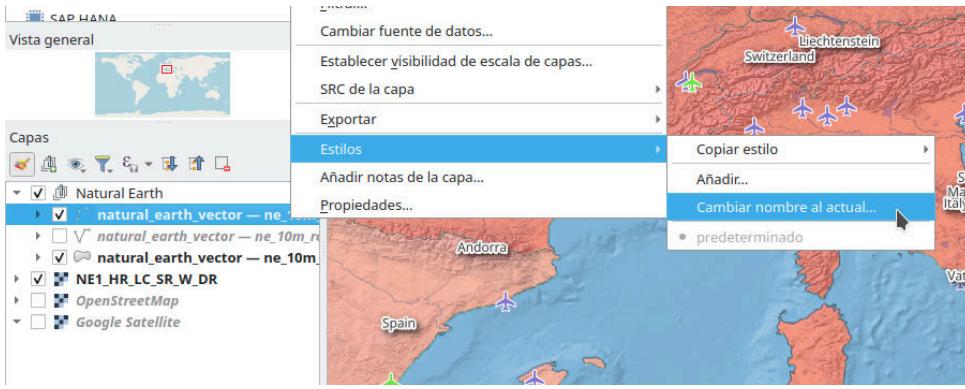


Figura 2.44: Cambio de nombre del estilo actual.

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».

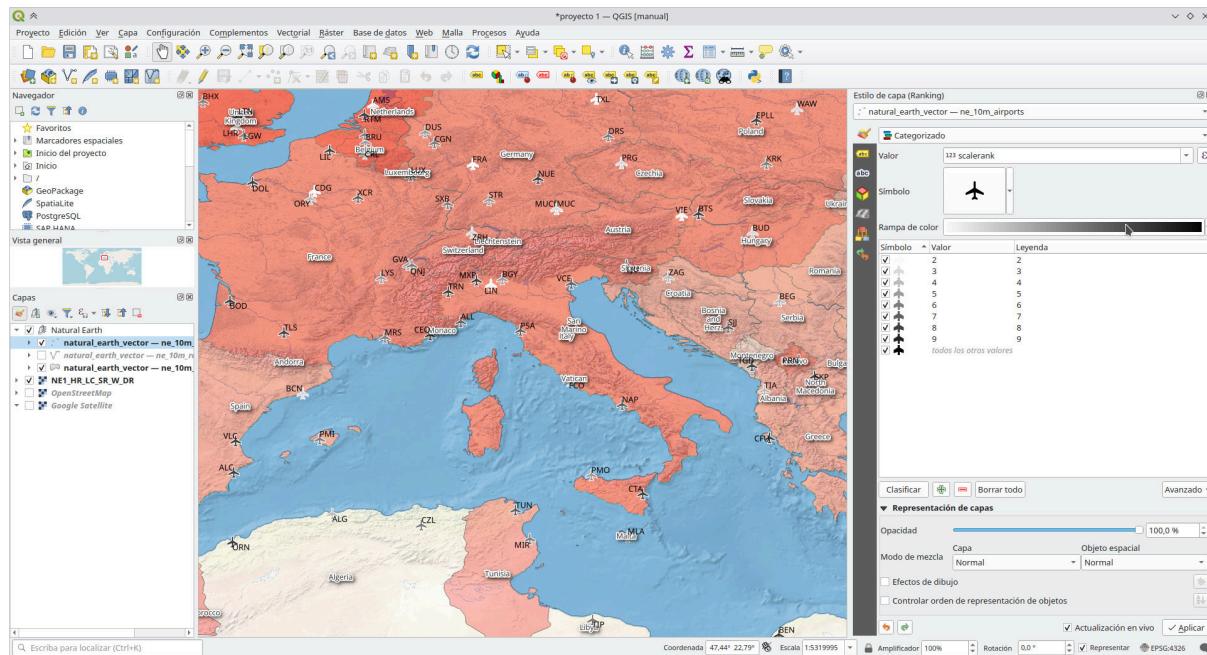


Figura 2.45: Guardado de un nuevo estilo en escala de grises según atributo «Ranking».

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).

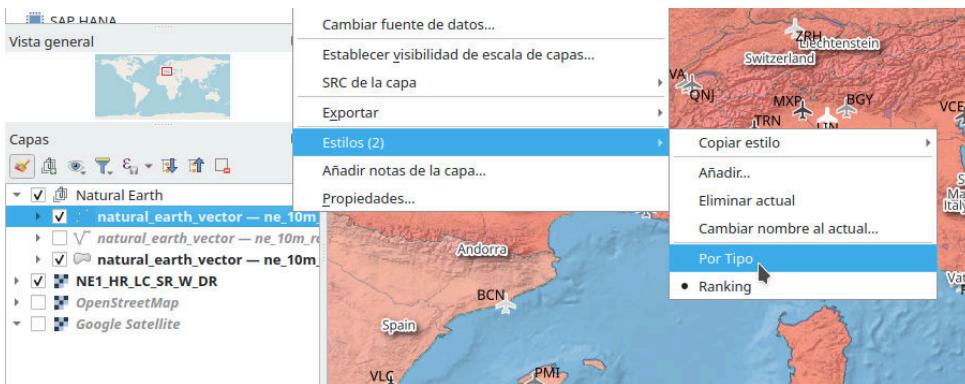


Figura 2.46: Selección de estilos. QGIS indica entre paréntesis cuántos estilos hay guardados en el proyecto para esa capa.

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 (

- 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 ...	NU
17	Solapur Airp...	NULL	String(254)	NULL	NULL	NU
	Birsa Munda ...	NULL	Aeropuerto B...	aéroport de ...	Aeroporto In...	Aej
	Ahvaz Intern...	Flughafen Ah...	Aeropuerto I...	aéroport d'A...	NULL	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	natlyscale		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).

fid	wikidataid	name_en	name_de	name_es	name_fr	name_pt	name_ru	name_zh	name...
300	Q1124023	Zürcher Flughafen	Flughafen Zürich	Aeropuerto de Zürich	Zürcher Flughafen	Aeroporto de Zürich	Zürcher Flughafen	苏黎世机场	...

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.

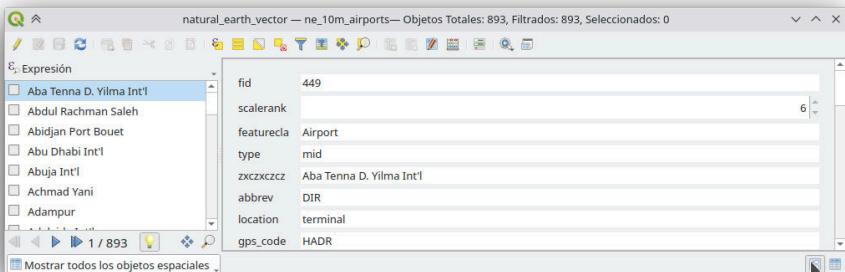


Figura 2.51: Vista tipo formulario. Permite filtrados rápidos y una vista más centrada en el objeto.

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...»:

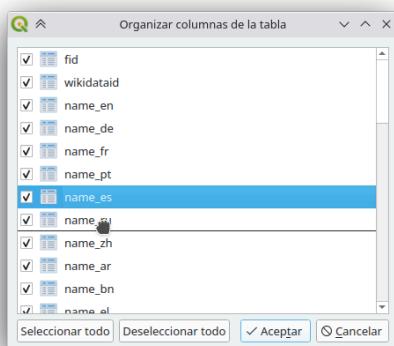


Figura 2.52: Se pueden desactivar y activar capas, arrastrarlas y ordenarlas para que se visualicen de la forma que más convenga.

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» (MOVE_UP), 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.

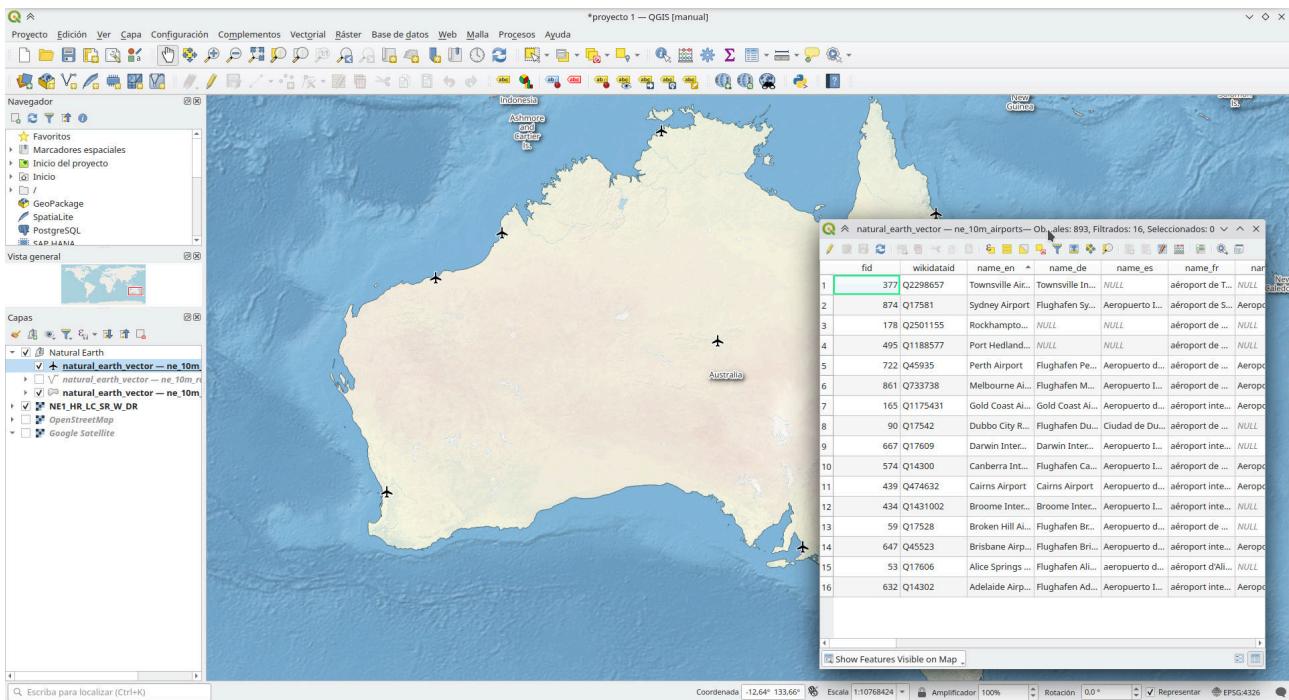


Figura 2.53: Filtrado de tabla para los aeropuertos visibles sobre la vista de mapa (Australia). Nótese que en la parte superior de la ventana de la tabla se puede observar también la cantidad de objetos filtrados (16).

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.

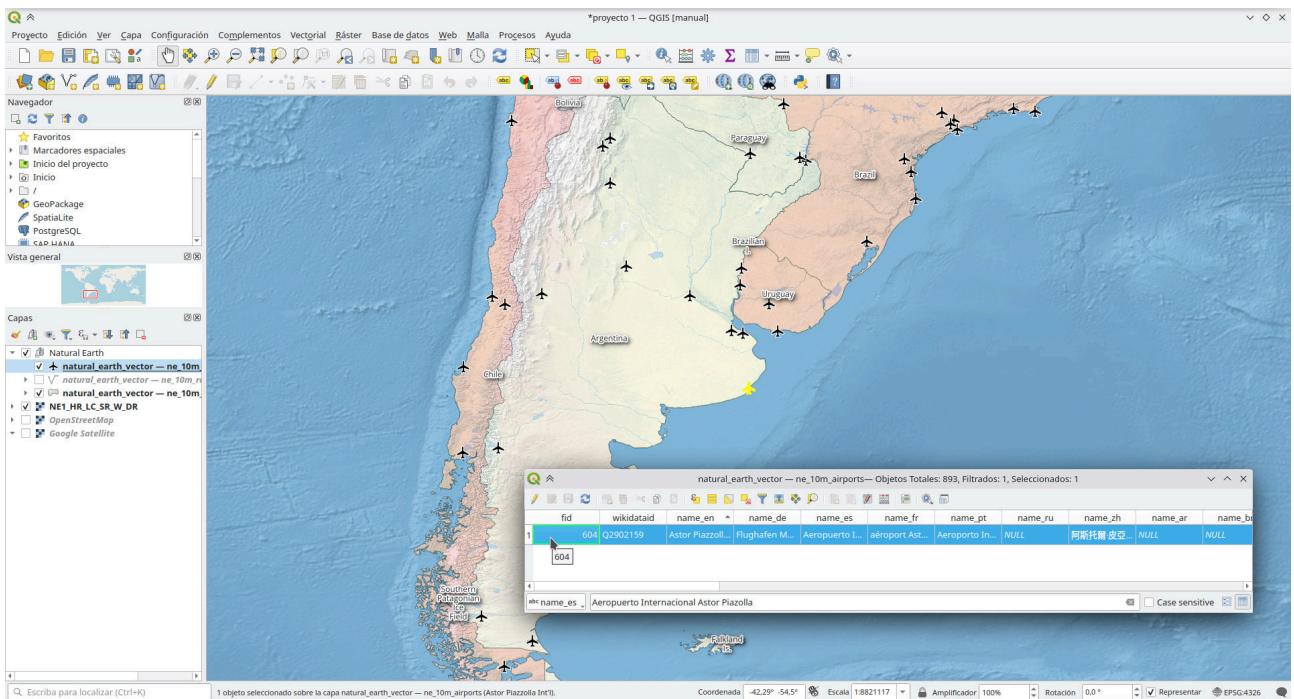


Figura 2.54: Filtrado de aeropuertos por campo «name_es»: *Astor Piazzolla*. Luego del filtrado se utilizó el botón que permite acercar el mapa a las filas seleccionadas.

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'
```

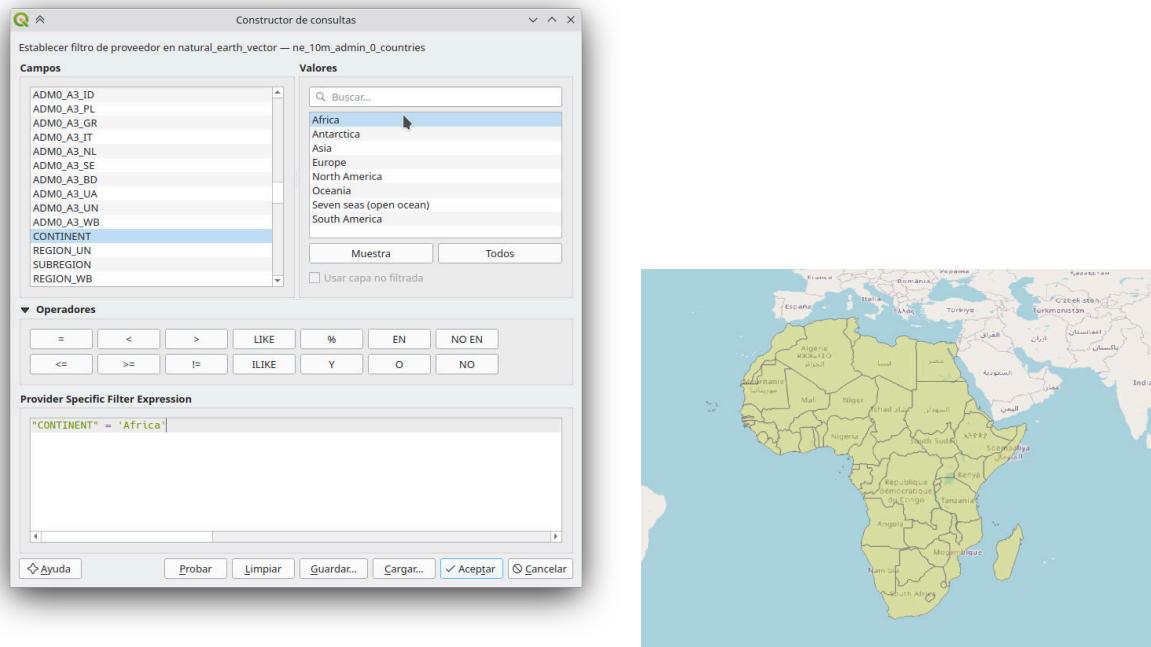


Figura 2.55: El filtro permite traer al proyecto solo un subconjunto de datos, en este caso los países de África.

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.

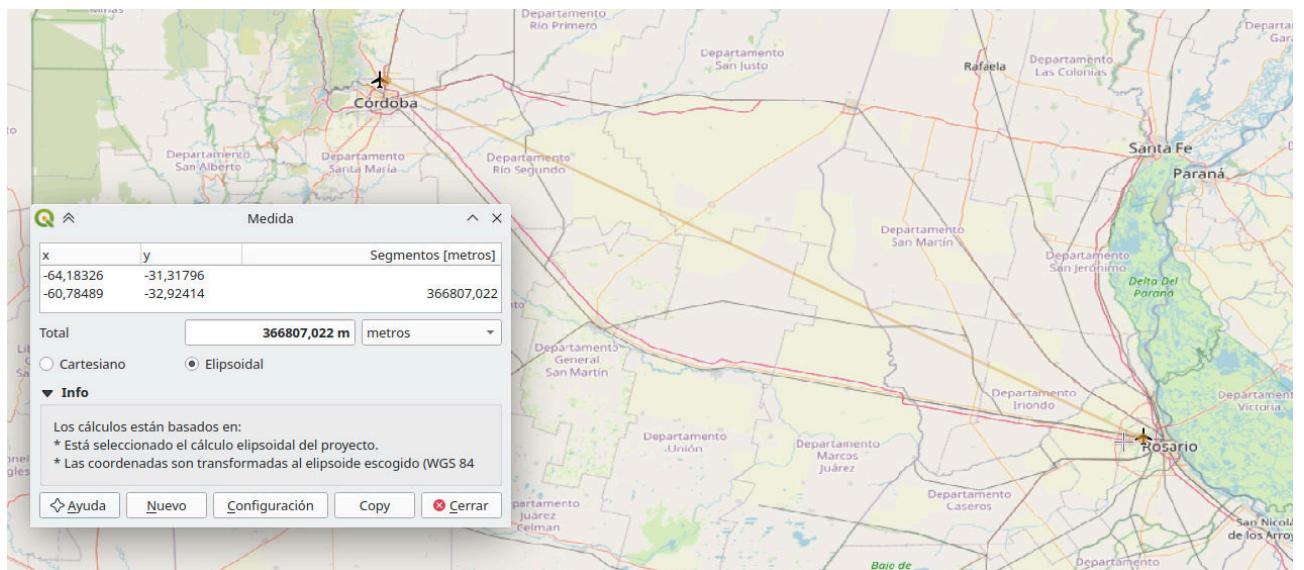


Figura 2.56: Distancia lineal en metros entre los aeropuertos de la ciudad de Rosario y Córdoba (Argentina), si elegimos «Kilómetros» nos da 366,807.

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).

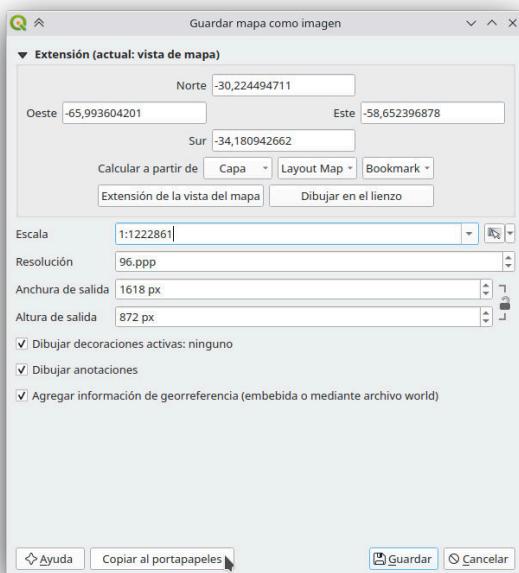


Figura 2.57: Exportar vista gráfica imagen.

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.

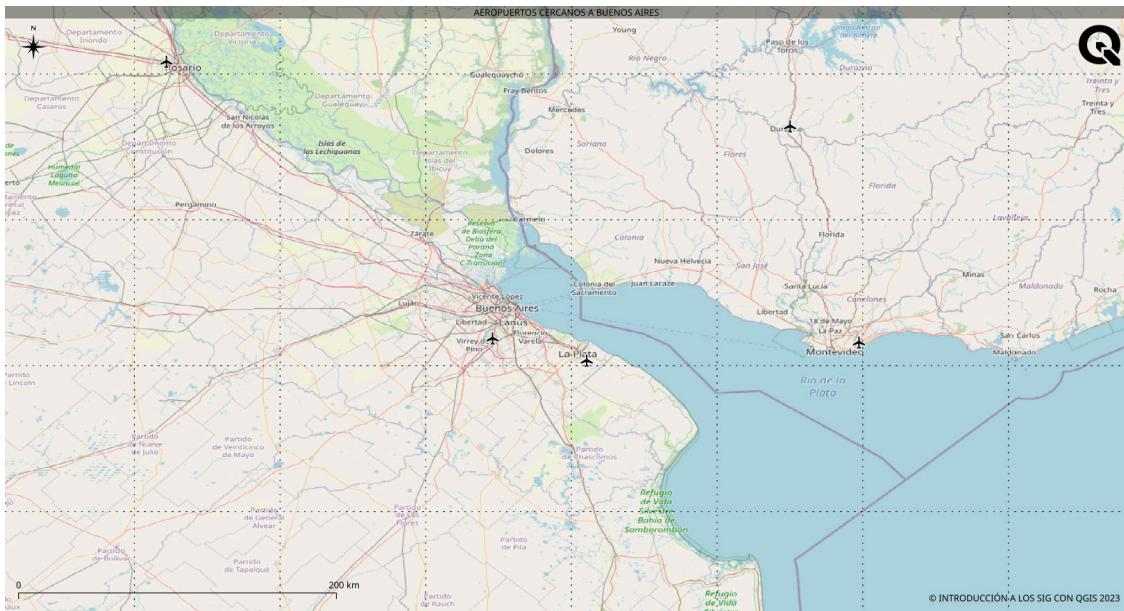


Figura 2.58: Salida de exportación de los aeropuertos cercanos a la *Ciudad de Buenos Aires*. La exportación contiene título en la parte superior central, flecha de norte en su esquina superior izquierda, imagen (logo QGIS) del lado derecho, escala (0-200km) en la esquina inferior izquierda, etiqueta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

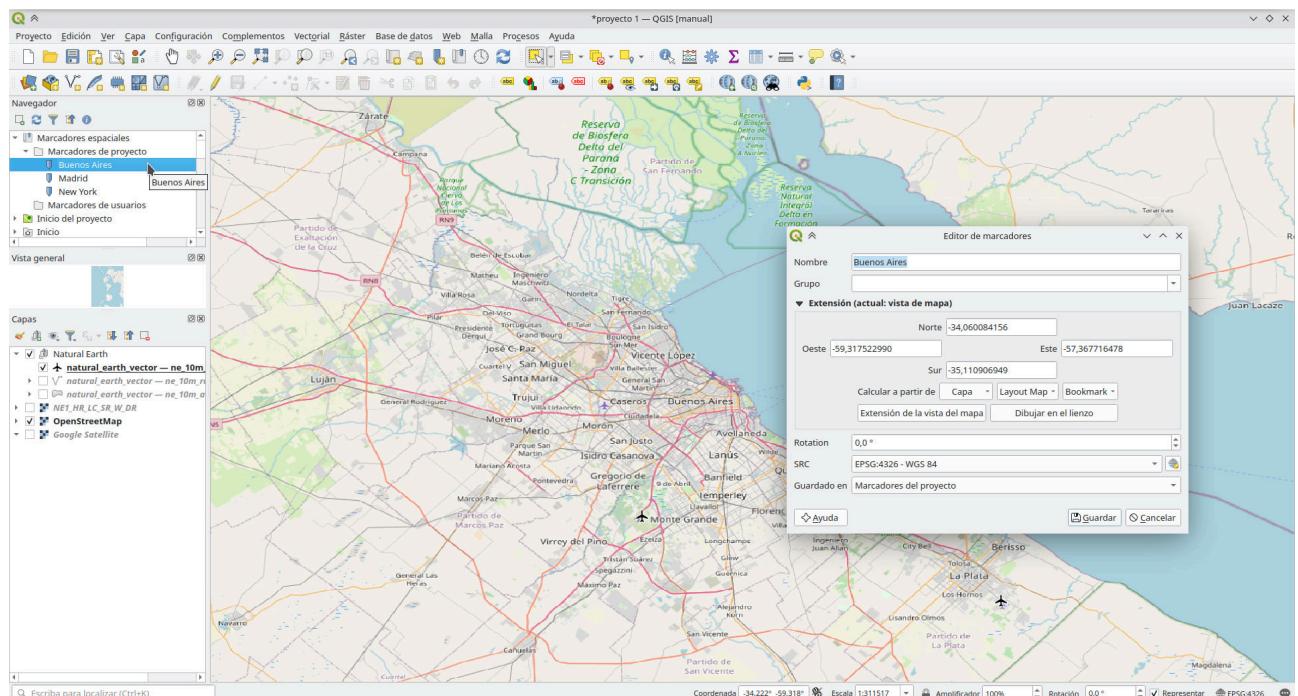


Figura 2.59: Al añadir un marcador se abre una ventana que permite configurar la extensión de la vista entre otros parámetros.

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.

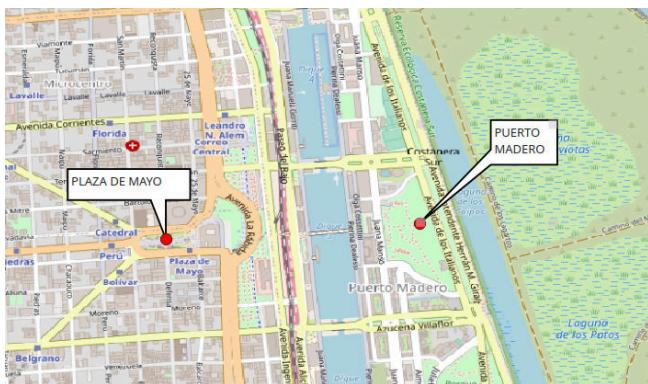


Figura 2.60: Anotaciones. El contenido y tamaño de los globos puede editarse una vez creado mediante clic derecho → «Editar».

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).

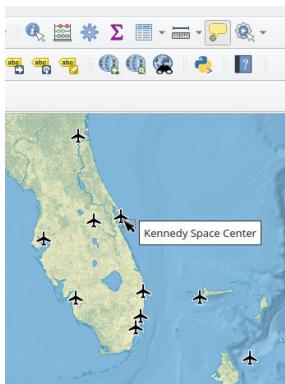


Figura 2.61: Avisos de mapa. Al pasar el ratón por el punto *Kennedy Space Center* se activa la etiqueta emergente.

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.

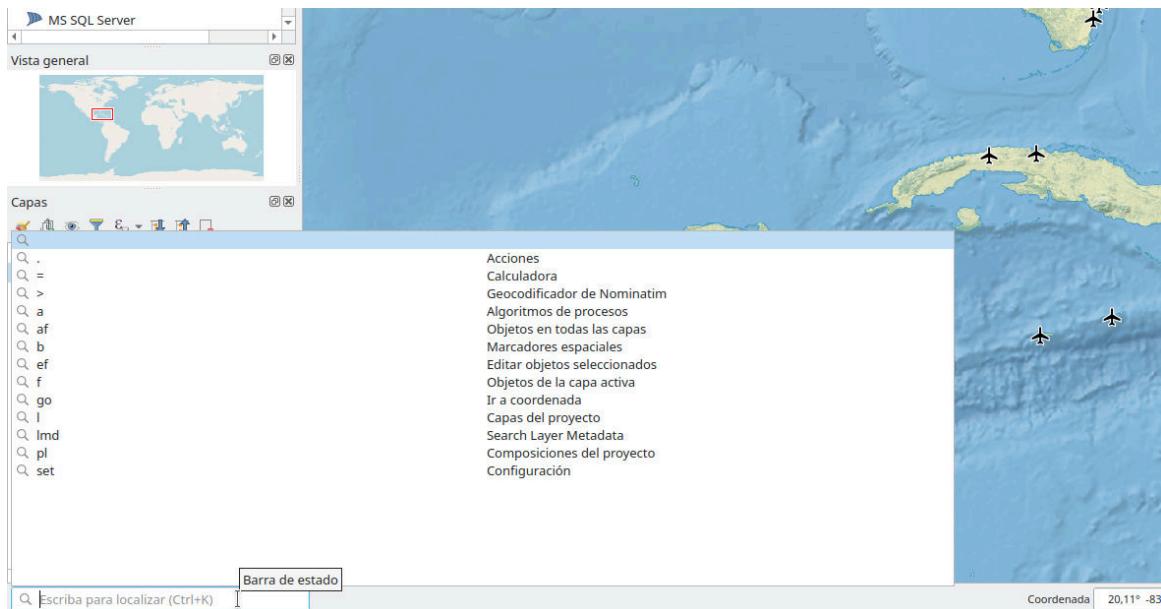


Figura 2.62: Localizador emergente en la esquina inferior izquierda de la ventana de QGIS.

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.

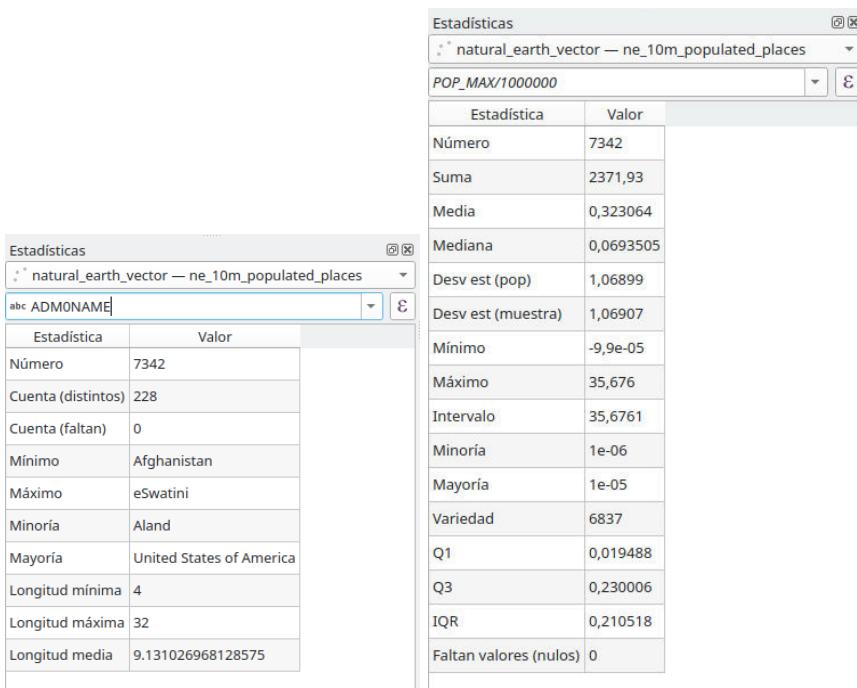


Figura 2.63: Estadísticas descriptivas básicas sobre la capa de ciudades («populated_places»). A la izquierda el panel muestra estadísticas sobre el campo de texto de los países a los que pertenecen, «ADM0NAME», mostrando por ejemplo que cuenta 228 valores distintos de 7342 elementos. A la derecha se 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*):

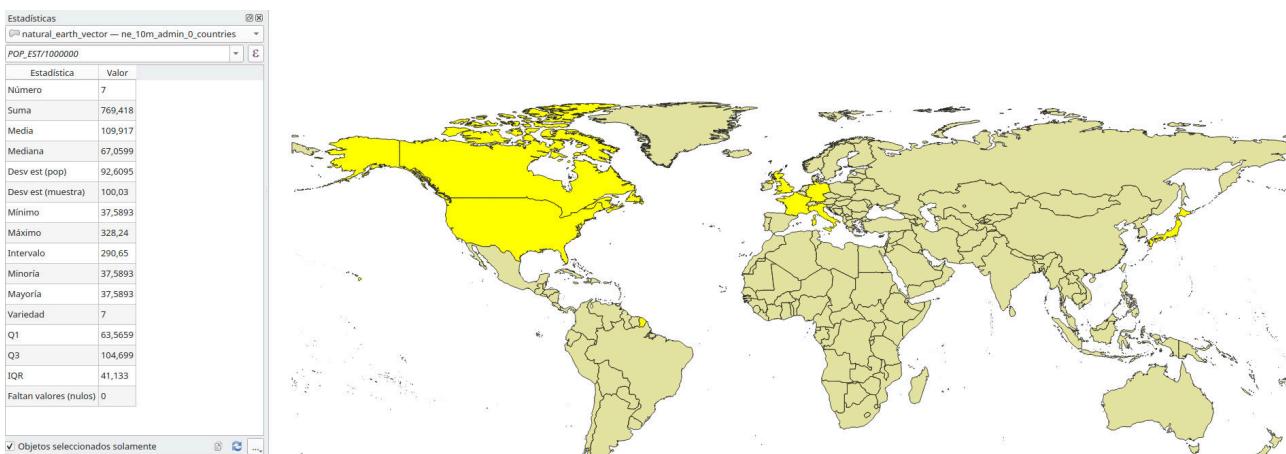


Figura 2.64: Para una lectura más intuitiva se calculó el resumen en millones de habitantes.

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
1	309	Q1124922	Zvartnots Int...	Flughafen Jer...	Aeropuerto I...	aéroport intern...	Aeroporto In...	Զվարդոց...	茲瓦爾特諾茨...	جواردنز

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.

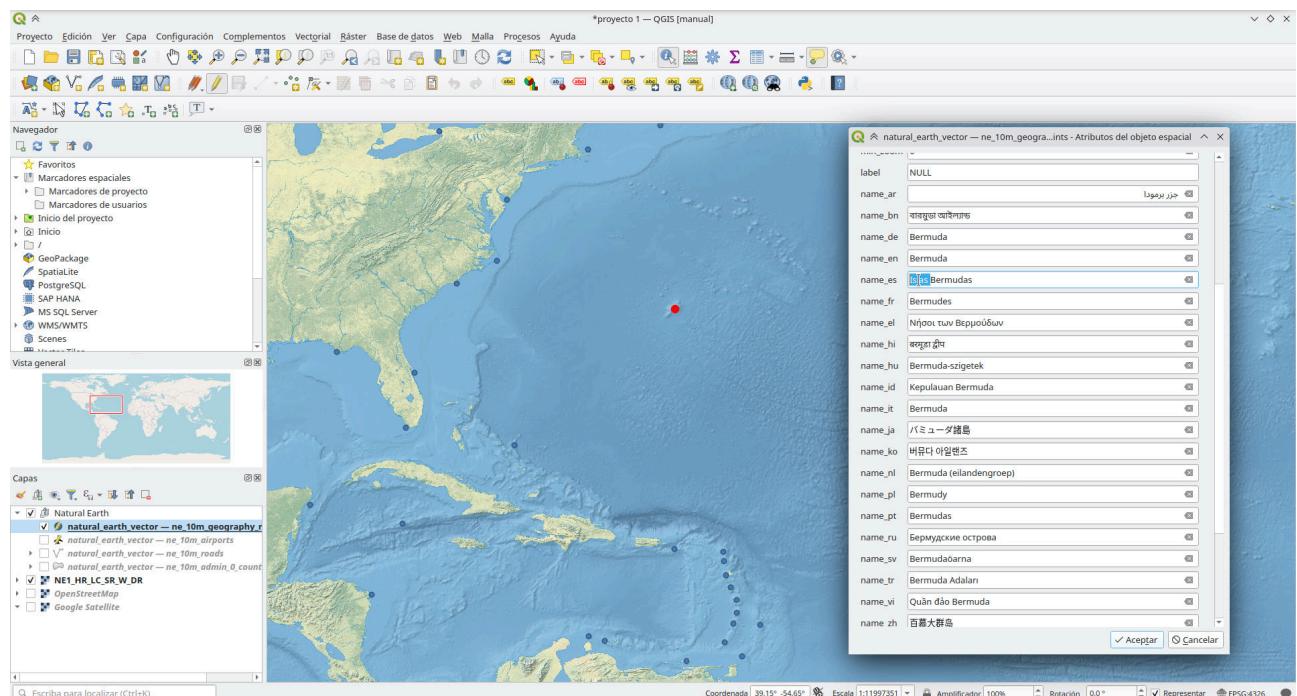


Figura 3.2: Edición del atributo «name_es», Bermudas.

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
175	Punta Negra	Punta Negra	Mũi Negra	1159105045	4	cape	Punta Negra	NULL	NULL	-5,948875	-81,108252	South America	NULL	پونتا نیگرا
176	Ibíóí	Punta Lavapié	Mũi Lavapié	1159105047	4	cape	Punta Lavapié	NULL	NULL	-37,626267	-73,606377	South America	NULL	پونتا لاوپای
177	Kap Horn	Horn Burnu	Cape Horn	1159105049	3	cape	Cabo de Hor...	NULL	Cape Horn	-55,862824	-67,169425	South America	NULL	دمانه هورن
178	Angelfallen	Angel Šelalesi	Thác nước Á...	1159105051	2	waterfall	Salto Angel	NULL	Angel Falls	5,686836	-62,061848	South America	NULL	آنجلار آبلج
179	Ig... Iguazú	Iguazú Šelalesi	Thác Iguazu	1159105053	2	waterfall	Iguazu Falls	Cataratas del iguazú, Misiones, Argentina	NULL	-25,568265	-54,582842	South America	NULL	شار ایگوازو
180	pe... Clipperton	Clipperton A...	Clipper...	1159105055	7	island	Clipper... Isl...	NULL	NULL	10,309933	-109,213284	Seven seas (o...	North Pacific ...	برهہ کلپرٹن
181	n... Amsterdám	Íle Amsterdam	Dão Amsterd...	1159105057	7	island	Íle Amsterdam	NULL	NULL	-19,702241	66,54263	Seven seas (o...	South Indian ...	برہہ اسٹرڈام
182	n... Amsterdám	Íle Amsterdam	Dão Amsterd...	1159105061	7	island	Íle Amsterdam	NULL	NULL	-19,702241	66,54263	Seven seas (o...	South Indian ...	برہہ اسٹرڈام
183	Europa	Íle Europa	Dão Europa	1159105063	7	island	Íle Europa	NULL	NULL	-22,837936	40,192423	Africa	NULL	جزیرہ اوروا
184	Annobón	Annobón	Annobón	1159105065	7	island	Annobón	NULL	NULL	-1,429572	5,621149	Africa	NULL	سان انبوون
185	leb... Ascension	Ascension Ad...	Dão Ascension	1159105067	7	island	Ascension	NULL	NULL	-7,925105	-14,362648	Seven seas (o...	Southern Atl...	اسنسن

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:

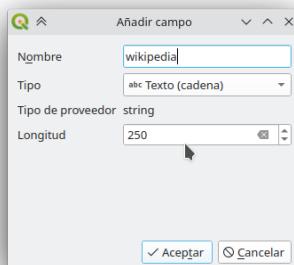


Figura 3.4: Añadir campo nuevo. El tipo de dato a cargar corresponde a «Texto o cadena» y tiene como longitud máxima 250 de caracteres.

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

natural_earth_vector — ne_10m_geography_regions_points— Objetos Totales: 235, Filtrados: 235, Seleccionados: 0												
123 fid	comment	name_alt	lat_y	long_x	region	subregion	name_fa	name_he	name_uk	name_ur	name_zht	wikipedia
178	NULL	Angel Falls	5,68636	-62,061848	South America	NULL	أنجل فالس	אנגקל אַפָּלָס	Анхель	انجل آشـار	安赫尔瀑布	NULL
179	Cataratas del iguazú, Misiones, Argentina	NULL	-25,568265	-54,582842	South America	NULL	آتشار ایگوازو	ימוניאק	Водоспад Игуасу	آیگوارا آنسار	伊瓜苏瀑布	dia.org/wiki/Cataratas_del_Iguazu%C3%A9
180	NULL	NULL	10,309933	-109,213284	Seven seas (o... North Pacific ...	South Indian	پرتویل	Кліппертон	جزیره کلپرتون	جزیره کلپرتون	克利珀頓島	NULL
181	NULL	NULL	-19,702241	66,54263	Seven seas (o...	South Indian	جزیره آمستردام	האי אמסטרדם	Амстердам	جزیره آمستردام	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»

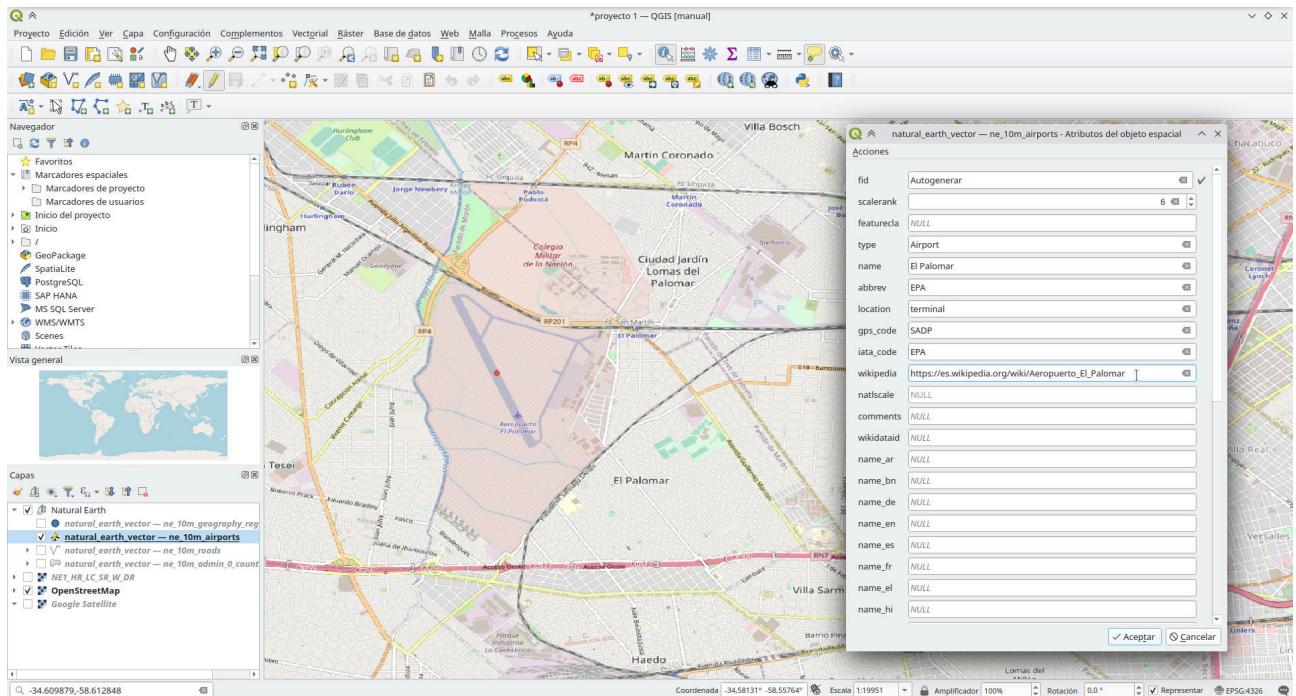


Figura 3.6: Aeropuerto «El Palomar», Argentina. Algunos datos fueron obtenidos de Wikipedia.

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 (☒) 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 si, 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.

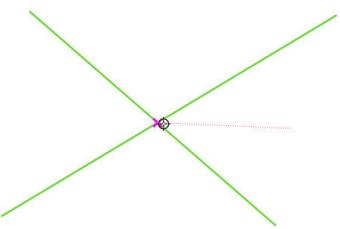


Figura 3.15: Las dos líneas verdes se intersecan pero no tienen un nodo en común.

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.

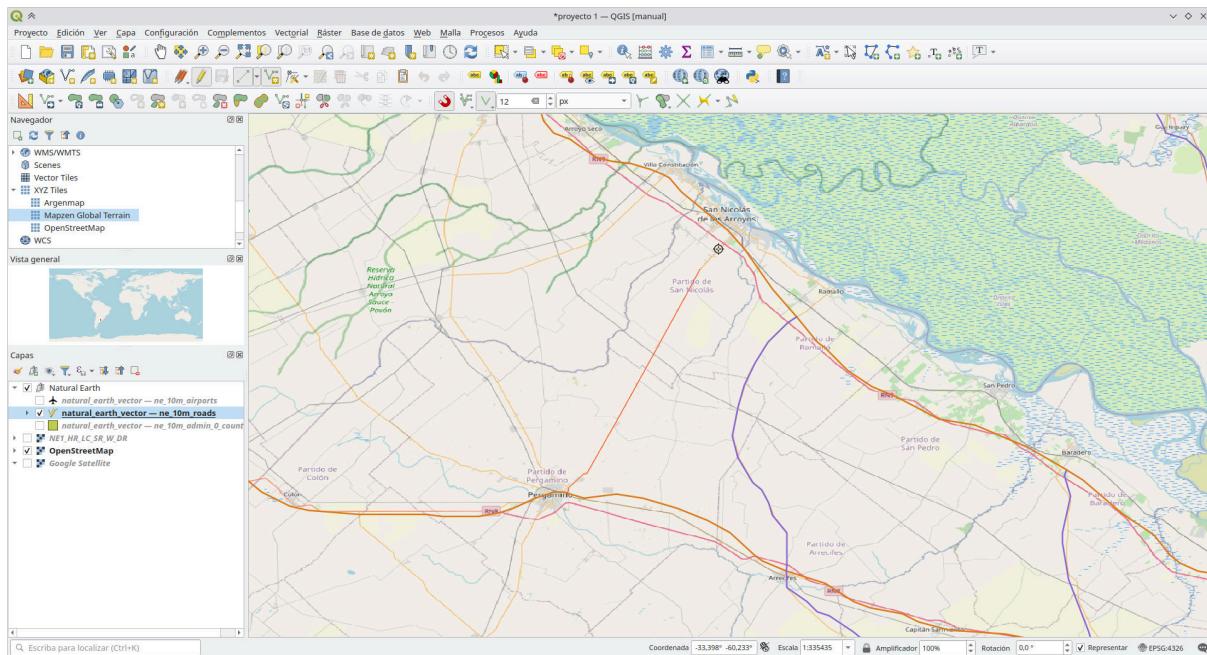


Figura 3.17: Agregado de ruta con base *OpenStreetMap* y snap activado (-33.68910,-60.40344).

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.

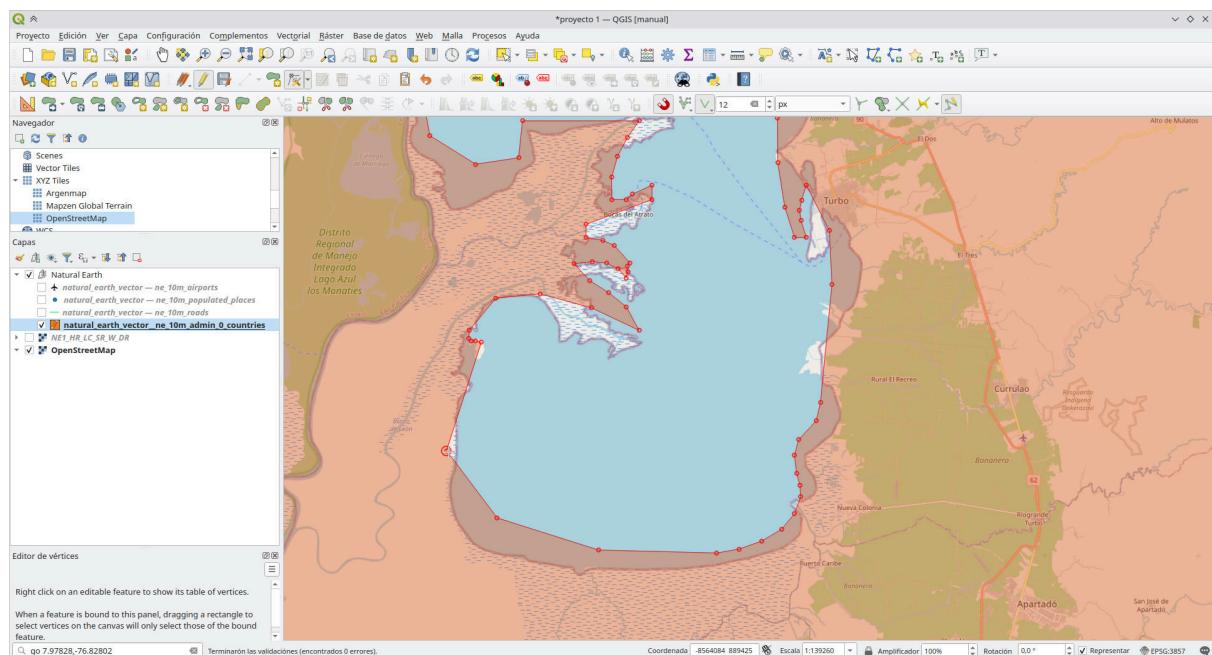


Figura 3.18: Edición de polígonos, costa al noroeste de *Colombia* (7.97828,-76.82802). Los nodos se ajustan uno a uno con la imagen de base *OpenStreetMap*.

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.

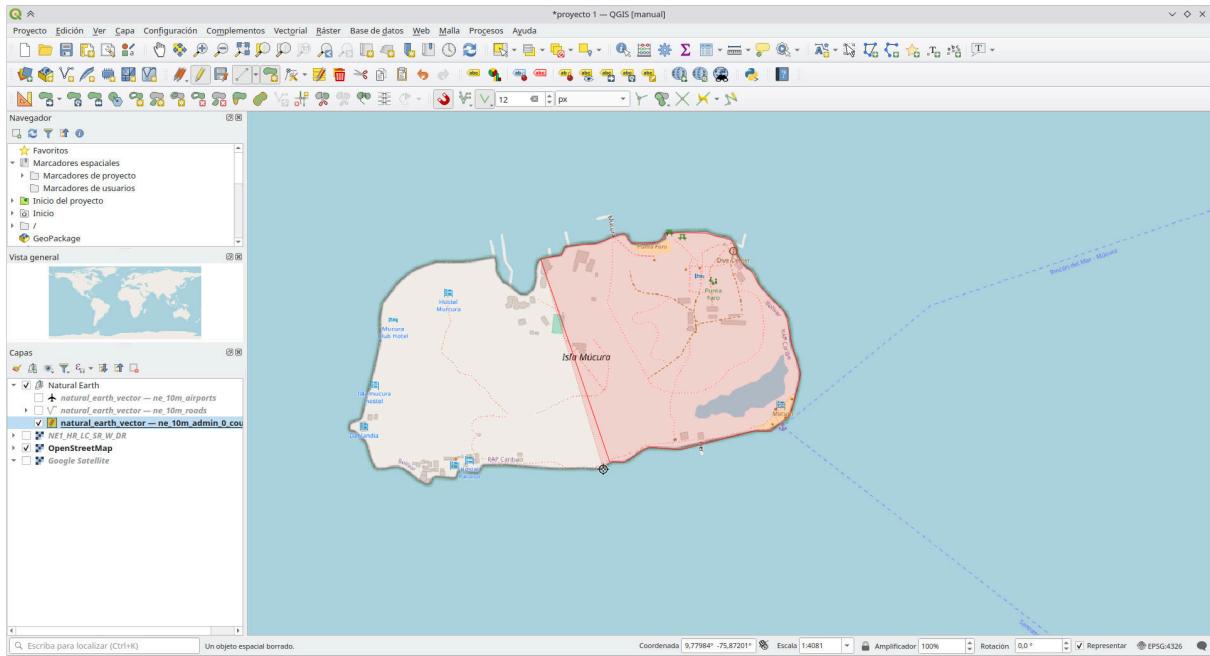


Figura 3.19: Agregado de la «Isla Múcura», al norte de Colombia (9.781816,-75.872011).

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 3.1.5. 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.

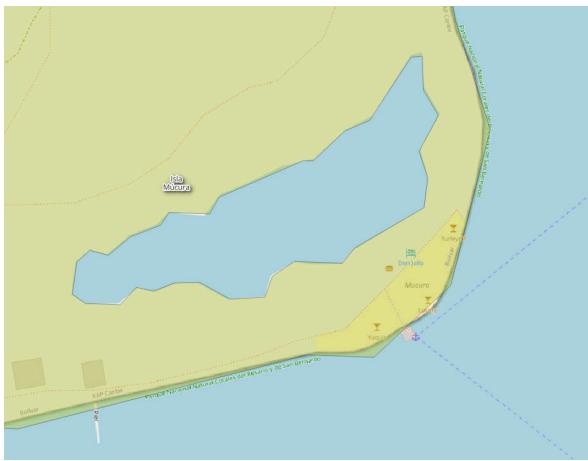


Figura 3.21: Agregado de un lago en la isla *Múcura* (9.7810452,-75.8692384).

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.

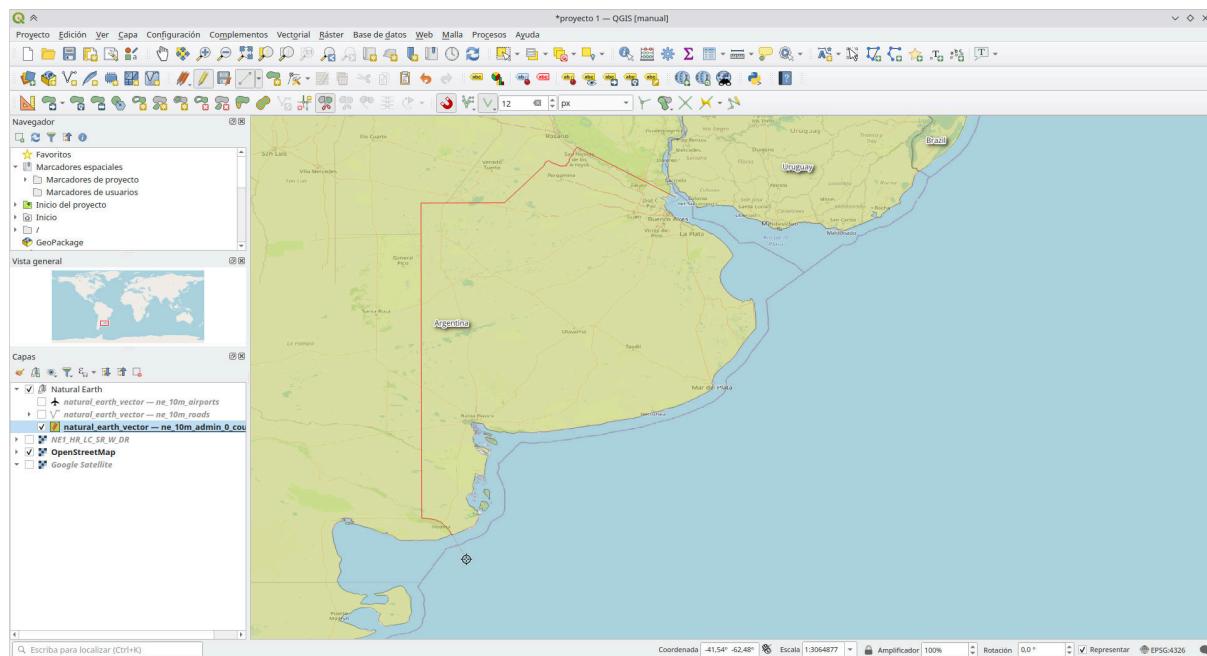


Figura 3.22: Recortando silueta de la provincia de *Buenos Aires*, Argentina (-36.597,-60.312).

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»:

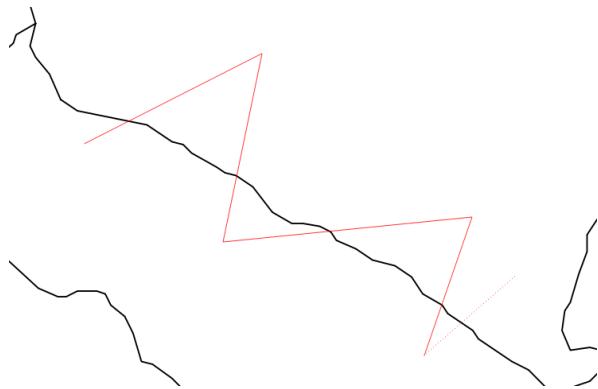


Figura 3.23: Dividiendo una línea en segmentos mediante la herramienta de recorte con técnica de «zig-zag».

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:

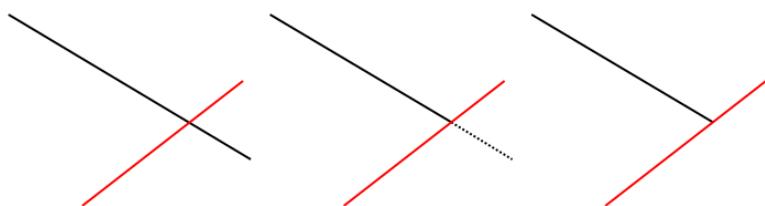


Figura 3.25: En la secuencia, la linea negra es recortada por la roja.

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

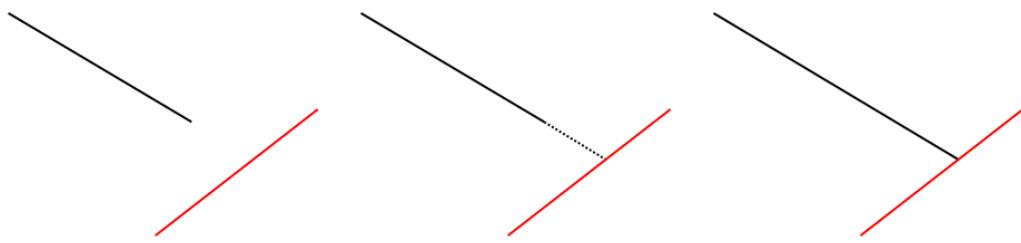


Figura 3.26: La linea negra se extiende hasta la roja.

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

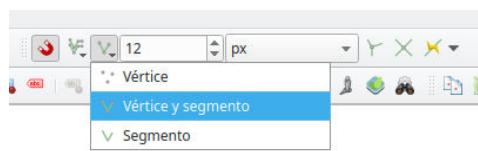


Figura 3.27: Activado de la opción «Vértice y segmento» o «Segmento».

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.

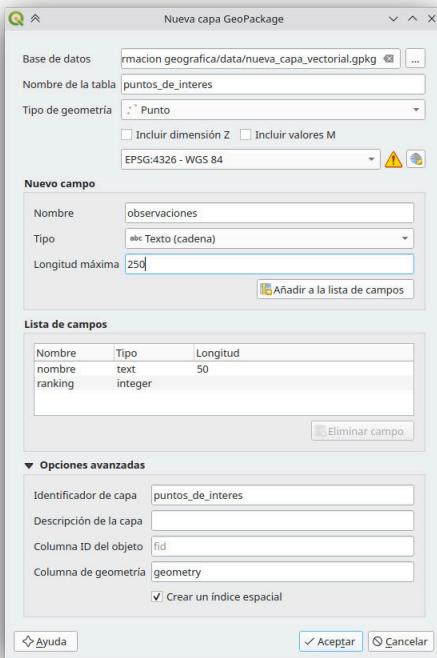


Figura 3.28: Nueva capa *GeoPackage* de puntos: «*puntos_de_interes*». A modo de ejemplo, se configuraron algunos campos.

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.

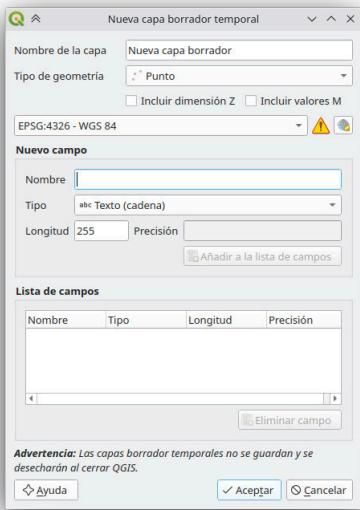


Figura 3.29: Capa «borrador temporal». Es la forma más rápida de crear una capa vectorial.

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.

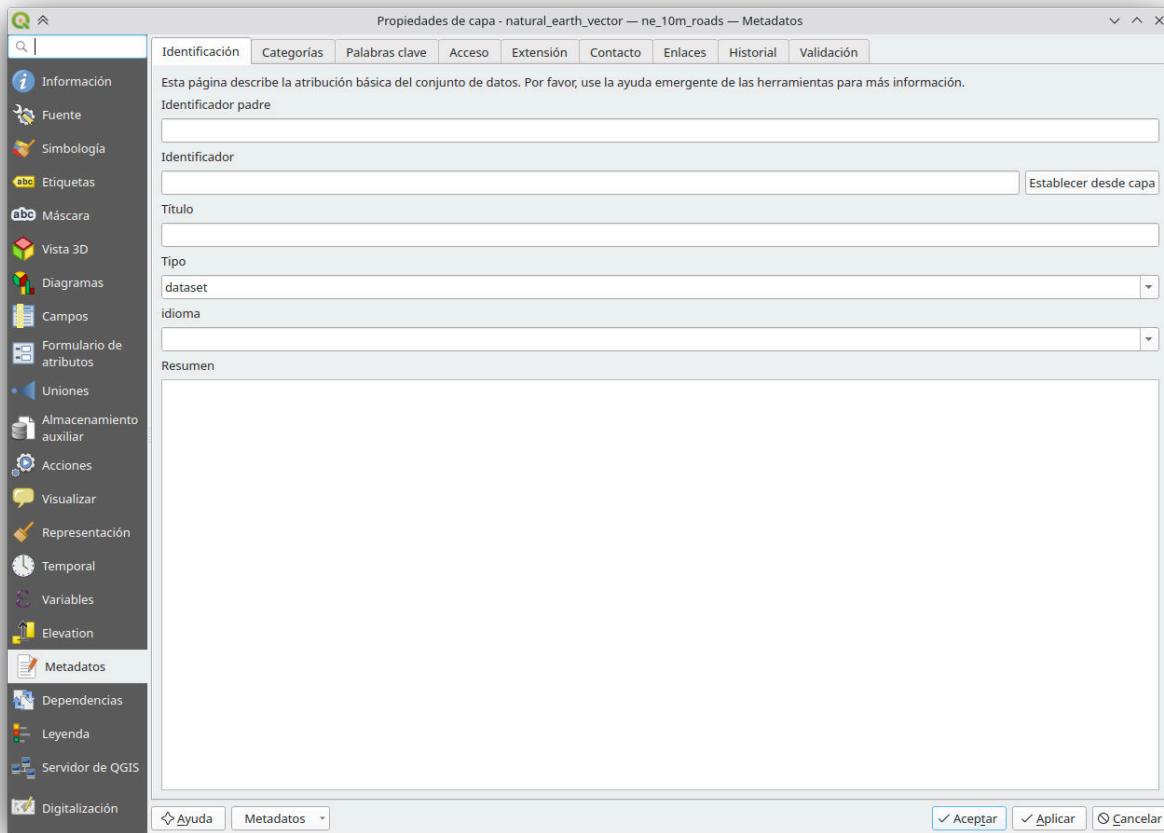


Figura 3.30: Los metadatos se configuran en las propiedades de capa. La información se carga pestaña a pestaña.

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).

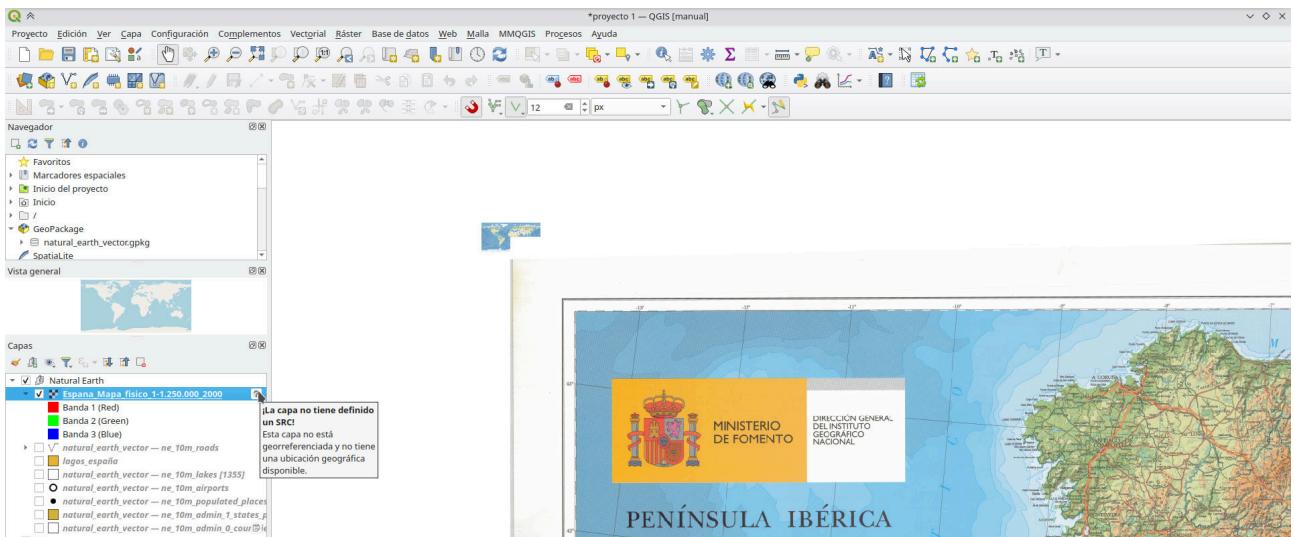


Figura 3.33: Se observa que la imagen cargada en el proyecto esta totalmente fuera de escala y lugar respecto al resto de las capas.

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.

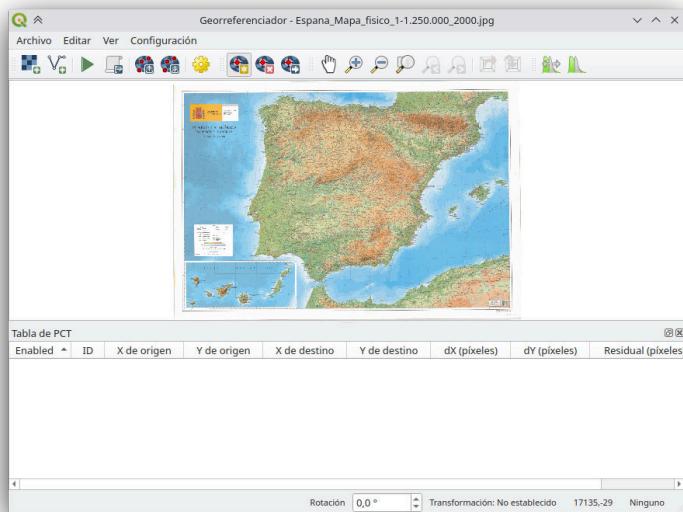


Figura 3.34: Imagen cargada en el georreferenciador.

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.

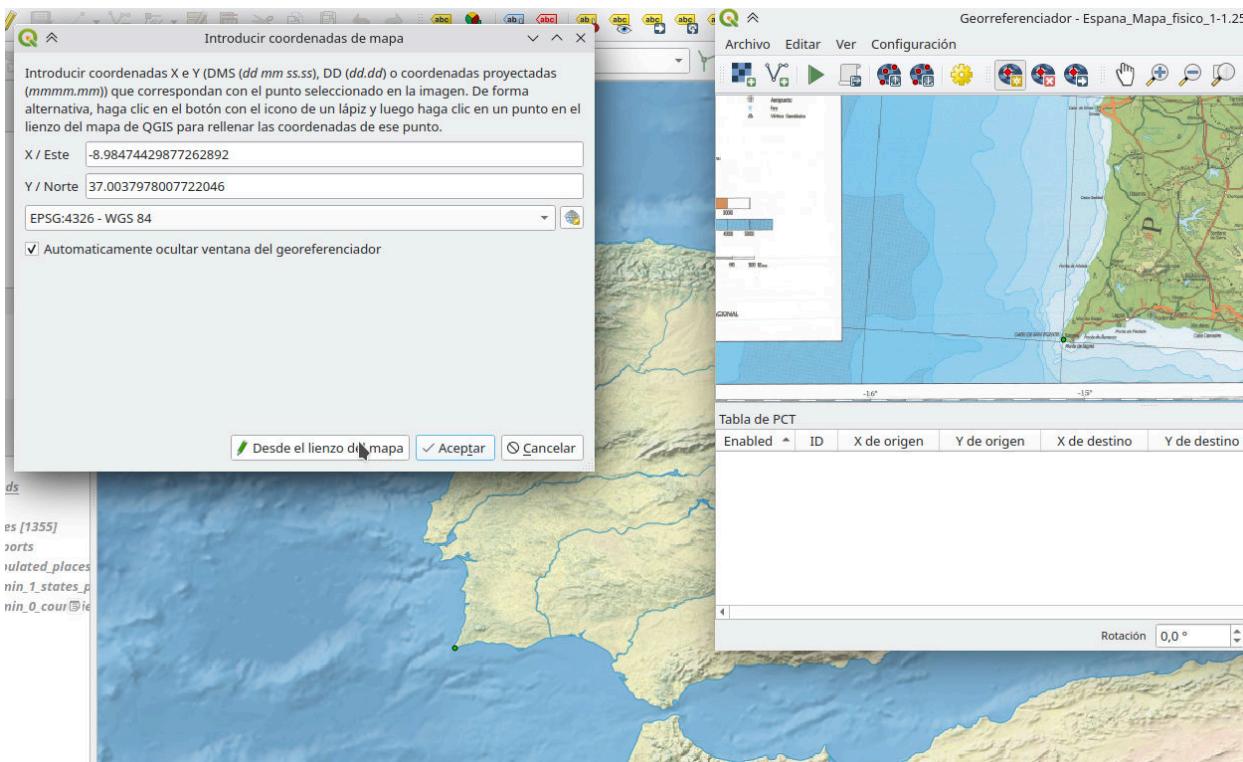


Figura 3.35: El primer punto añadido en la georreferenciación es el «Cabo San Vicente». En la edición los puntos son verdes, y luego de aceptados se muestran rojos.

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

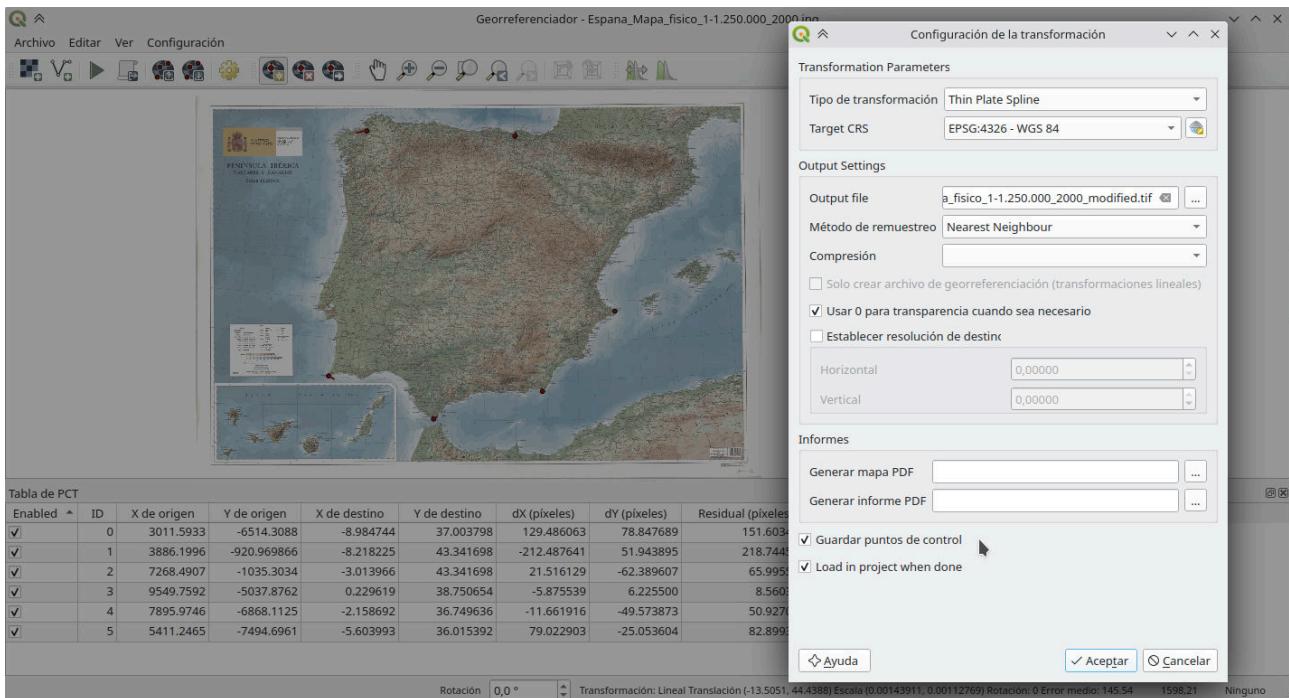


Figura 3.36: Para este caso se utilizó el mismo SRC que el proyecto (EPSG:4326), tipo de transformación «Thin Plate Spline», transparencia para el valor 0 y guardado de puntos de control. En general se recomienda utilizar SRC locales, aunque en este ejemplo demostrativo no cambia lo que se pretende enseñar.

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:

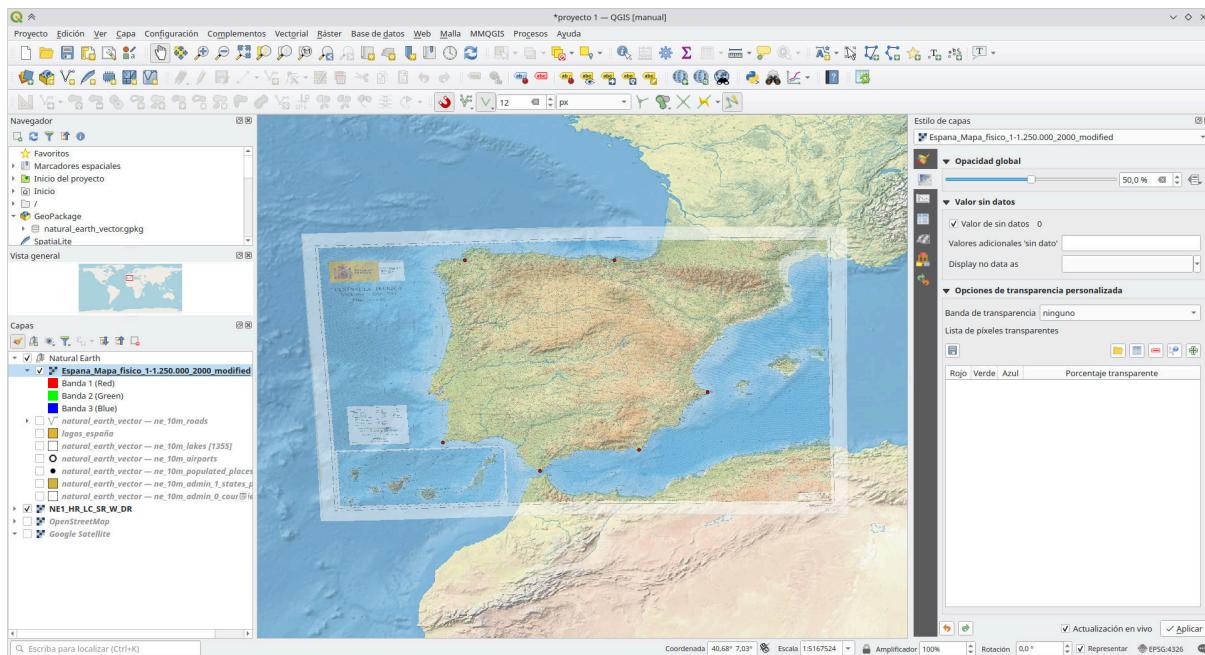


Figura 3.37: Se observa cómo la transformación curva la imagen original sobre el mapa debido al SRC configurado en el proyecto. Asimismo, para observar mejor la coincidencia entre la imagen y el mapa se ha establecido una transparencia de 50 %.

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:

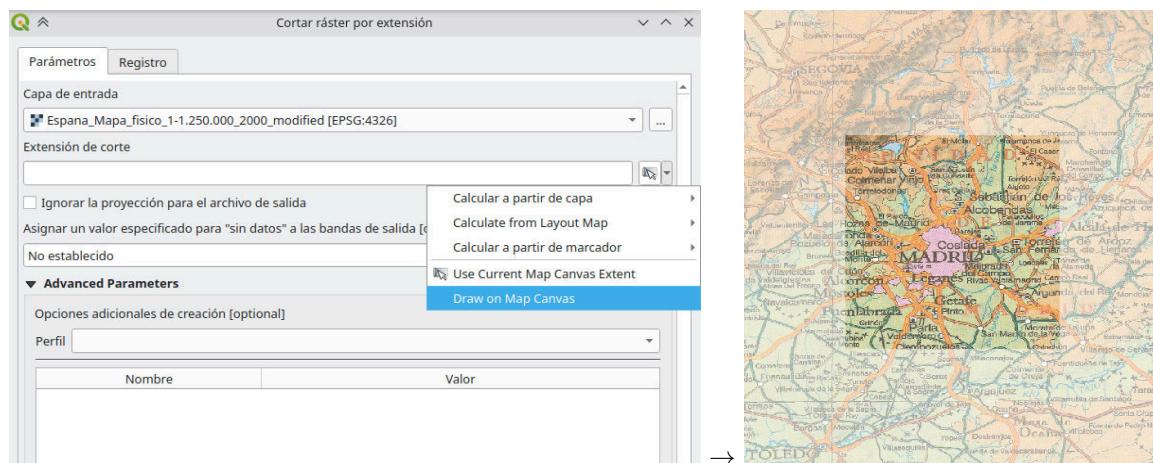


Figura 3.39: La opción «Draw on Map Canvas» permite dibujar en el mapa el recuadro delimitador para realizar el corte. En la imagen de la derecha se observa el recorte realizado.

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.

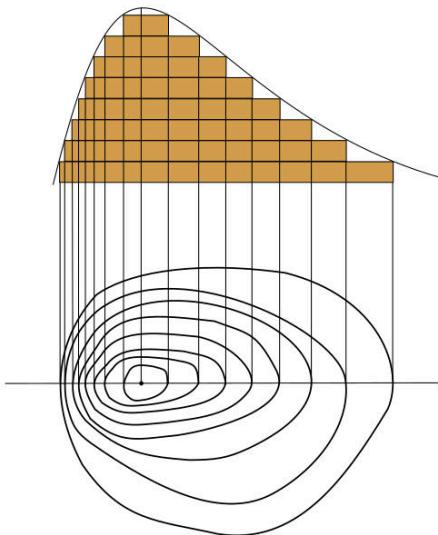


Figura 3.40: En la parte superior de la imagen se observa el corte o perfil de una elevación. En la parte inferior el mapa de isolíneas que conectan iguales altitudes da una idea de cómo es la pendiente. La imagen fue tomada de Wikipedia CC 3.0 BY-SA.

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.

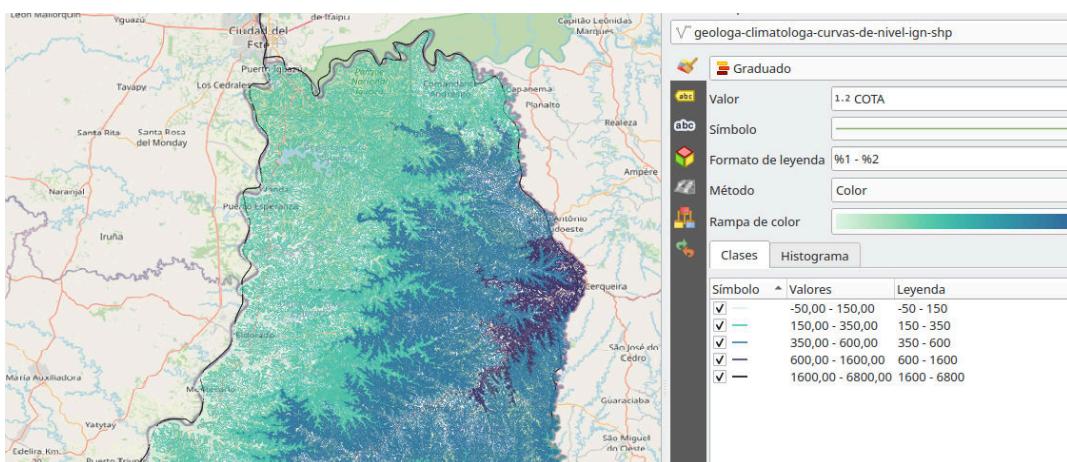


Figura 3.41: Curvas de nivel de la provincia de *Misiones, Argentina*. Se utilizó un estilo graduado para mostrar la pendiente del terreno. Dataset del *IGN Argentina* provisto por el repositorio de datos abiertos.

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:

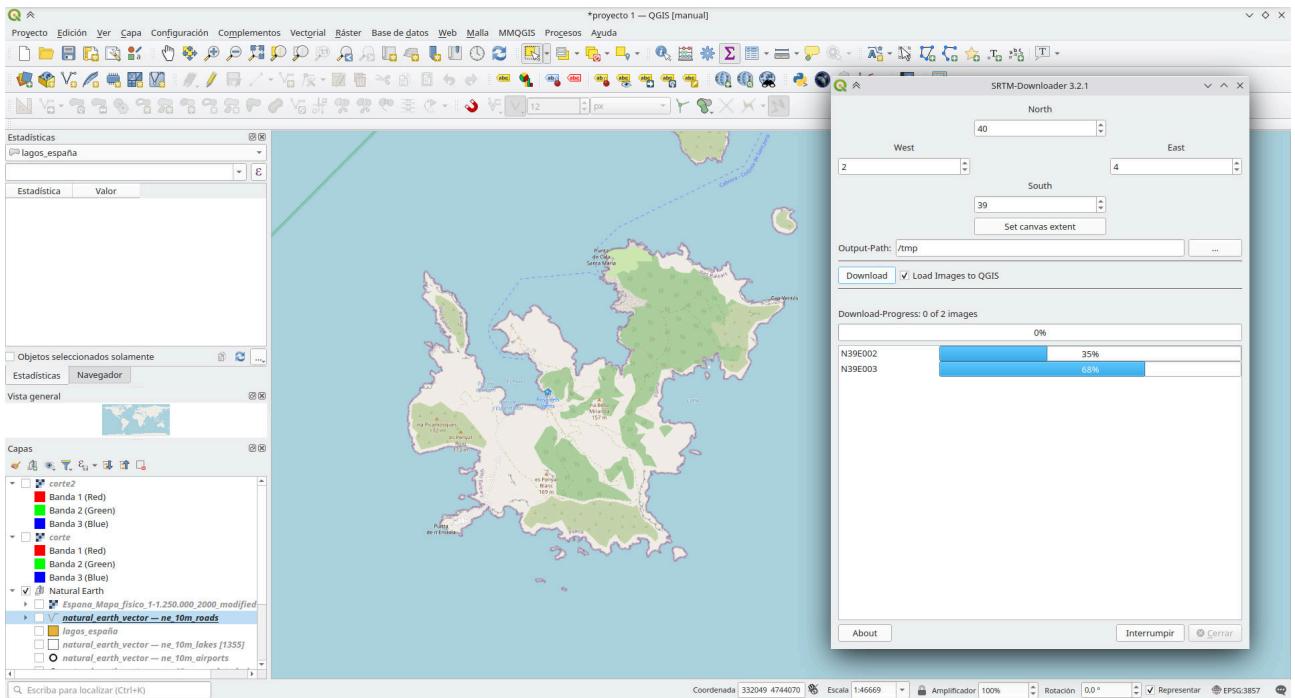


Figura 3.42: Zoom sobre la *Isla de Cabrera*. Al activar el proceso de descarga nos pedirá las credenciales que configuraremos en la web de *Earthdata* de la *NASA*. Una vez descargadas las imágenes las veremos en el panel de capas.

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:

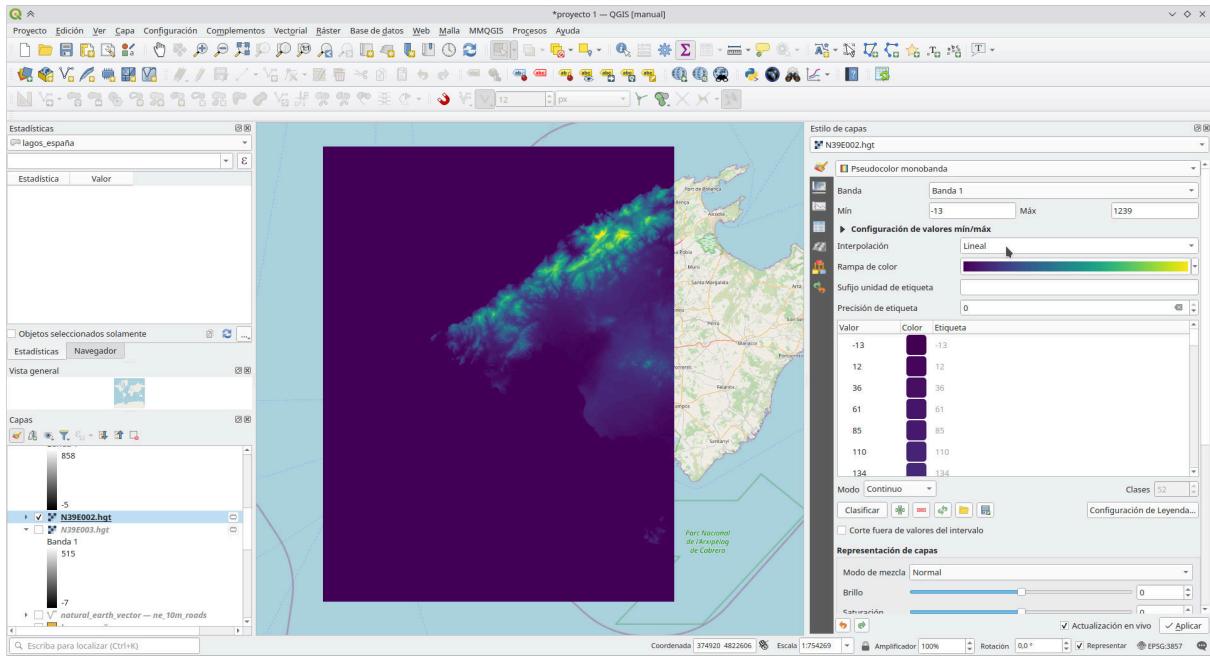


Figura 3.43: Zoom completo de la imagen DEM. Se ha utilizado un estilo de pseudocolor monobanda para poder comparar mejor la forma del relieve.

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».

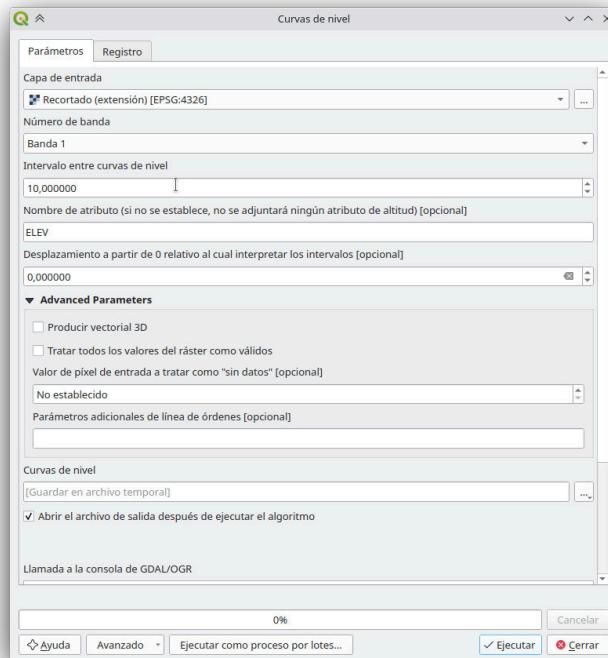


Figura 3.44: Las curva se calcula sobre el archivo ráster recortado. Se ha configurado que la distancia entre líneas sea de 10 metros (por defecto).

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

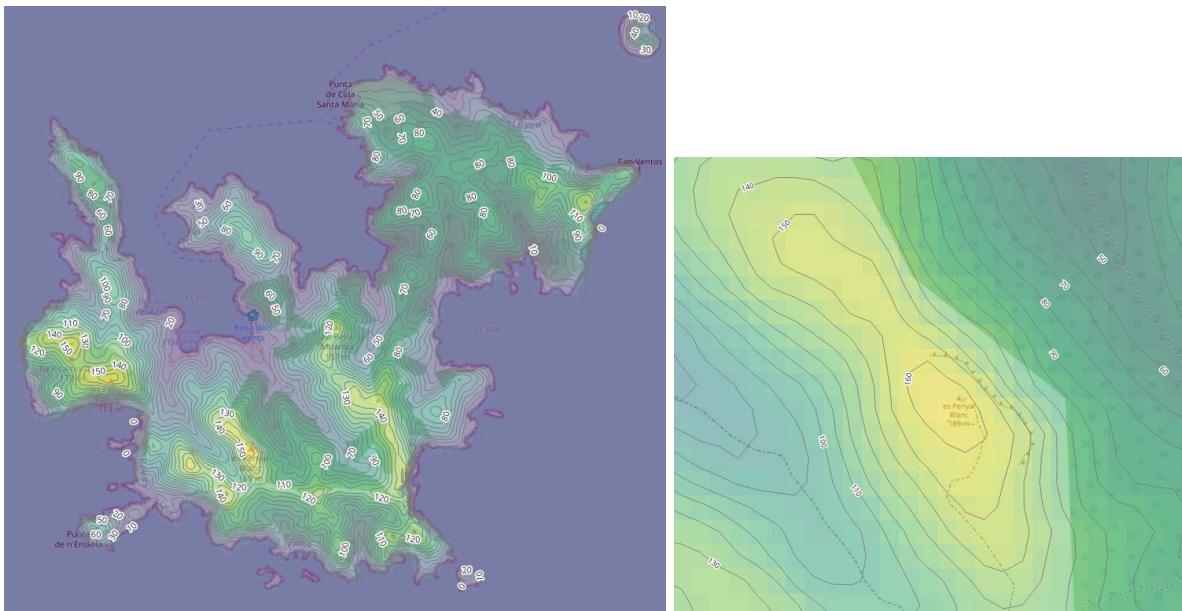


Figura 3.45: Se superpone la imagen ráster sobre la capa de *OpenStreetMap*, y sobre ellas las curvas de nivel. En la imagen de la derecha se hizo zoom sobre el pico «Penyal Blanc», y se observa que las curvas se aproximan a su valor máximo (169m).

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*.

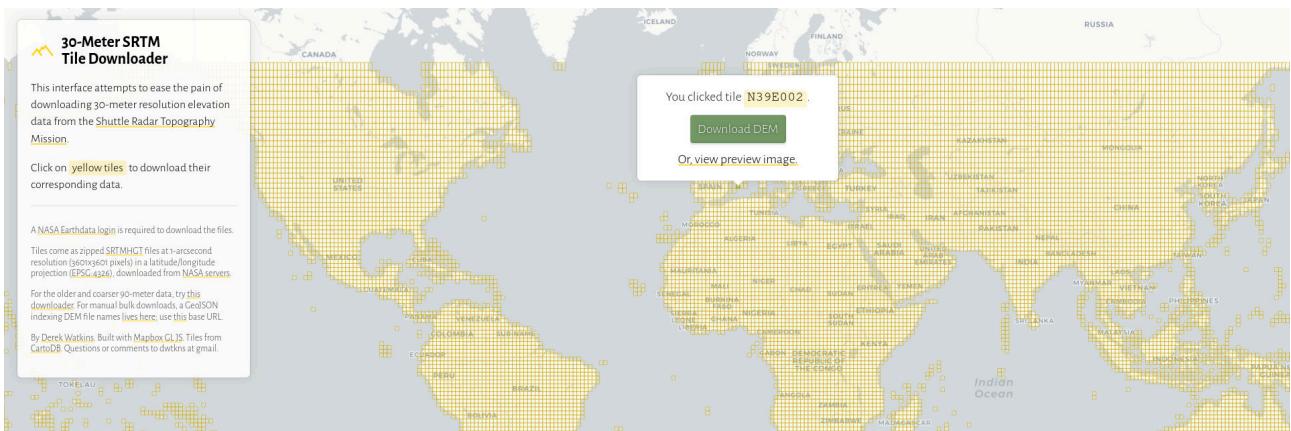


Figura 3.46: Sitio desarrollado por *Derek Watkins*. Construido con *Mapbox GL JS* con teselas de *CartoDB*.

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:

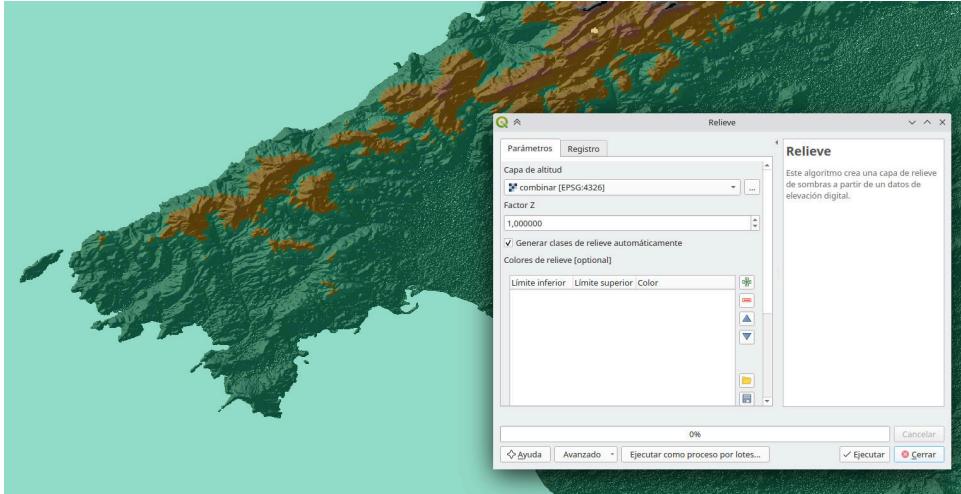


Figura 3.47: Relieve de la capa DEM «combinar», las clases de relieve se generaron automáticamente.

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.

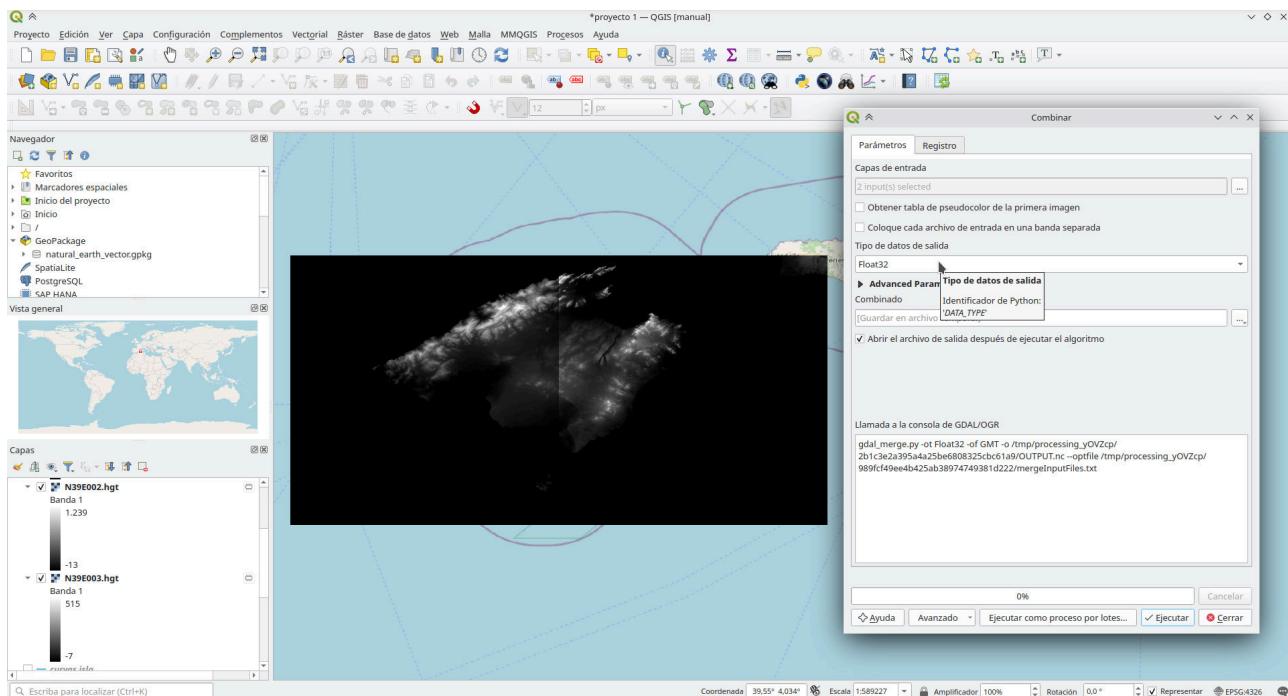


Figura 3.48: En la imagen se ve la linea de separación entre las dos imágenes.

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

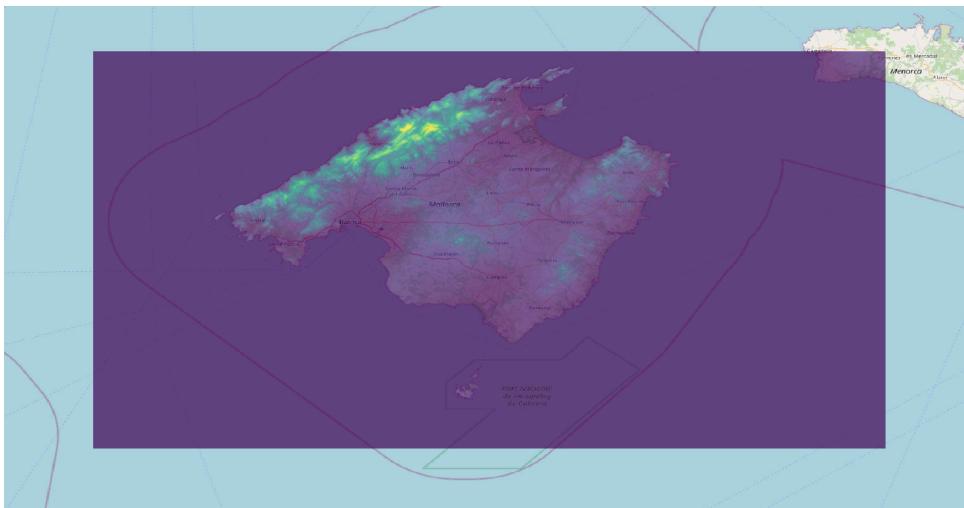


Figura 3.49: Se aplicó un estilo de pseudocolor monobanda (rampa *viridis*) con transparencia al 50 % a la imagen combinada sobre la *Isla de Mallorca*.

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:

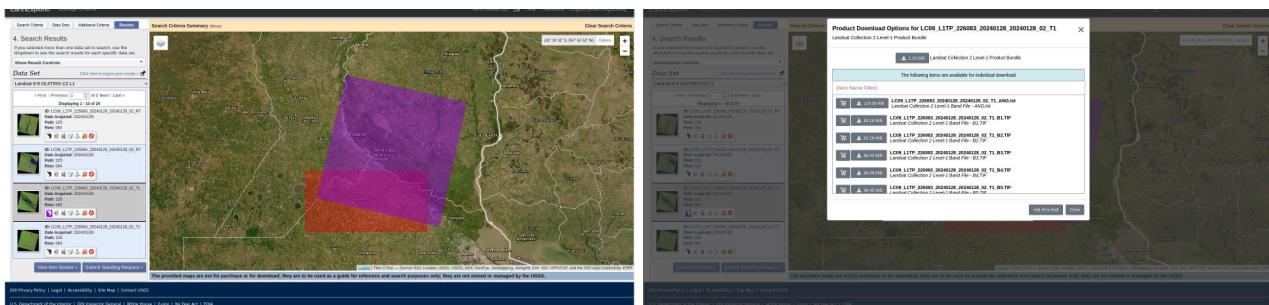


Figura 3.50: Búsqueda y descarga de imágenes satelitales Landsat en el sitio de EarthExplorer. Aquí en particular se ha seleccionado la imagen *LC09_L1TP_226083_20240128_20240128_02_T1*.

Posteriormente se hizo una combinación de bandas en ese orden:

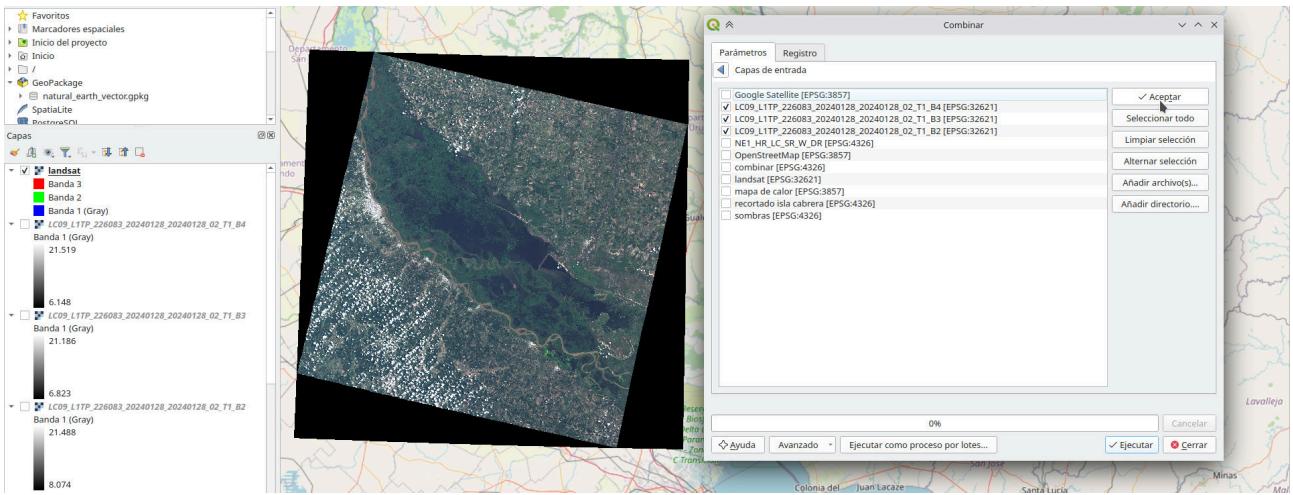


Figura 3.51: Se cargaron en el proyecto solo las bandas 4, 3 y 2 que corresponden a los colores rojo, verde y azul. Al combinarlos en ese orden QGIS se asigna a cada banda el color correspondiente. Asimismo se ha modificado una corrección del valor gamma de forma que se puedan reconocer mejor los colores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

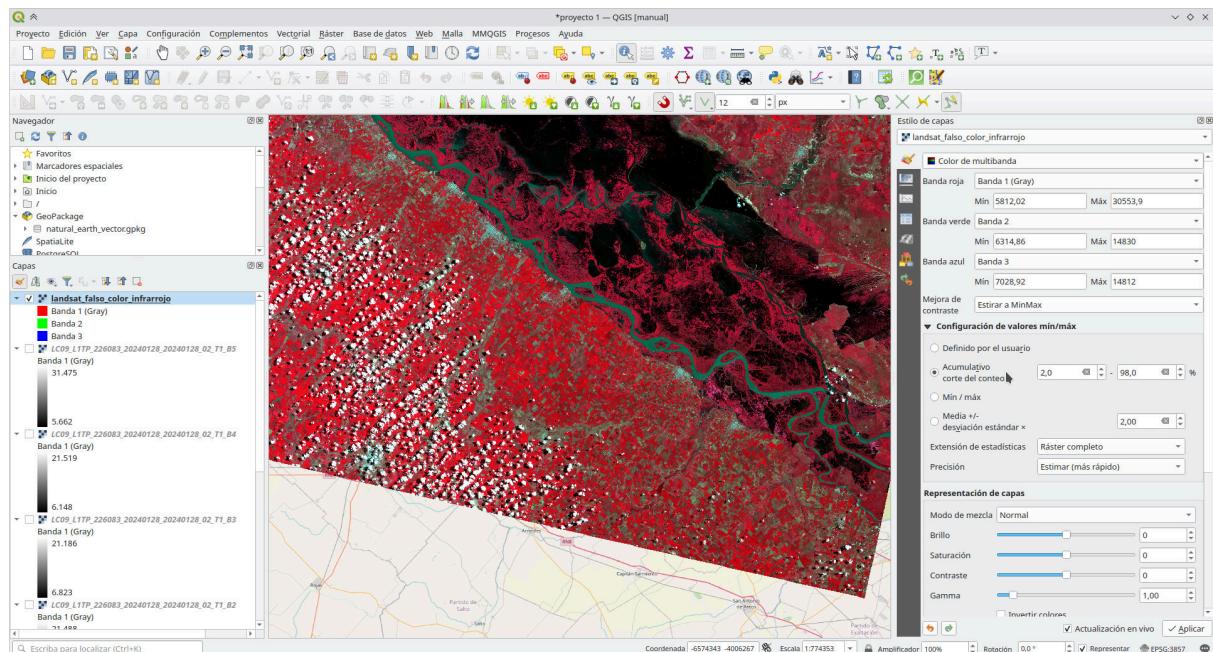


Figura 3.52: Vegetación sana en rojo. Las ciudades y el suelo expuesto son de color grisáceo, y el agua aparece azul o negra. Para mejorar la visualización se ha calculado previamente el histograma ráster (tercer pestaña en estilo) y se ha definido la «Configuración de valores mín/máx» como «Acumulativo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

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»:

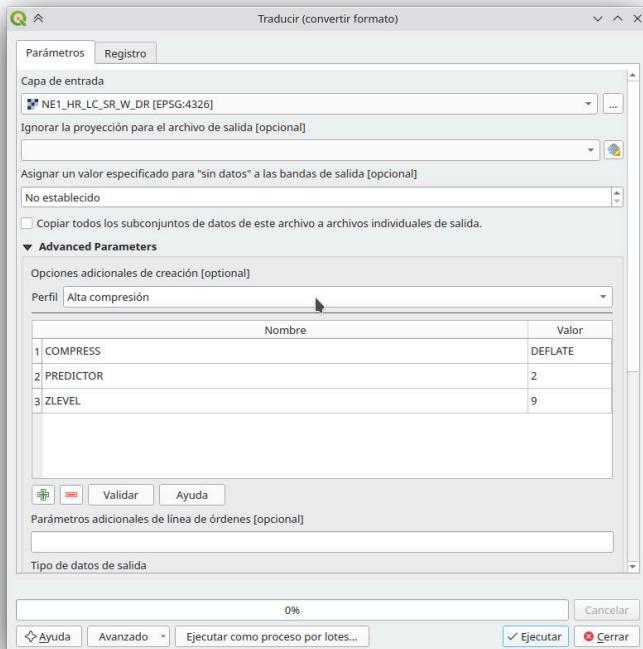


Figura 3.53: En el ejemplo se tomó la imagen ráster de *Natural Earth* que usamos como base y se le aplicó una compresión alta de forma que el archivo de salida sea de menor tamaño. El formato del ráster de salida se elige en la sección «Convertido». En particular la imagen original *TIF* tenía 667.5Mb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

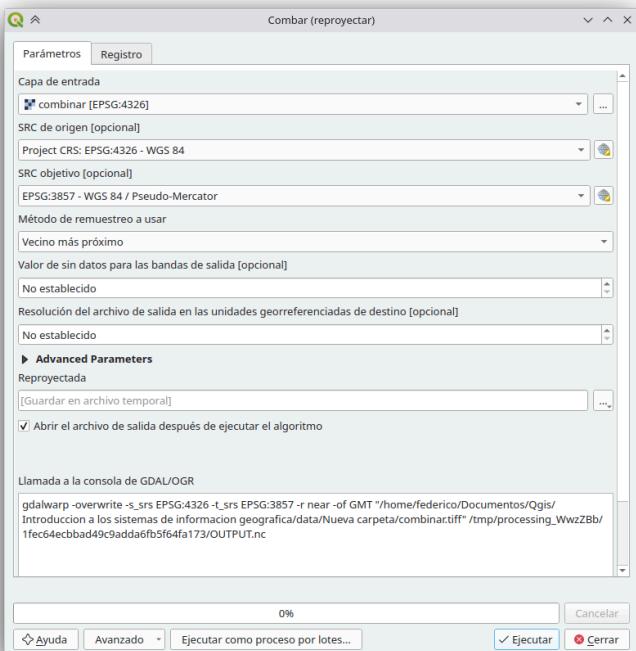


Figura 3.54: Reproyección de capa ráster, de EPSG:4326 a EPSG:3857.

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:

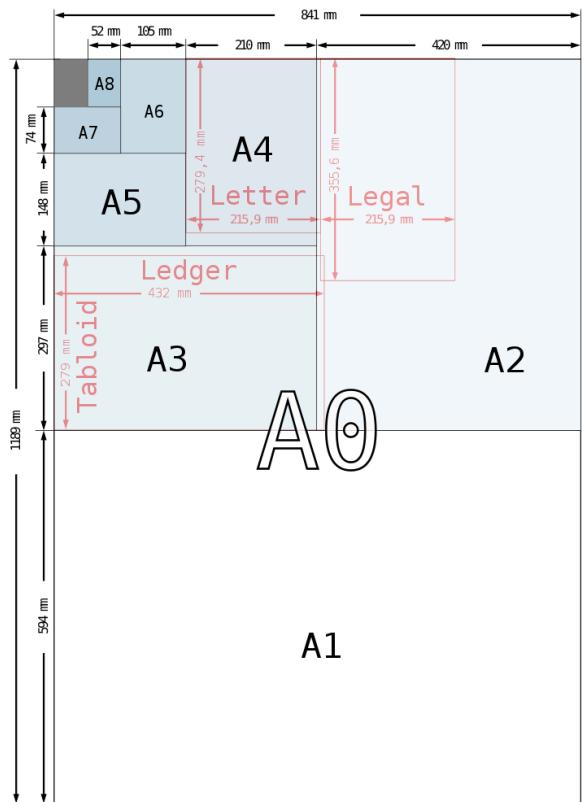


Figura 4.1: Familia de formatos de hoja serie A. En rojo se superponen algunas hojas de otro formato, el US-Letter anglosajón, a modo de comparativa. Imagen de *Wikipedia*.

- *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:

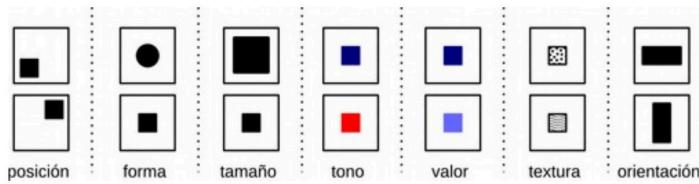


Figura 4.6: Variables que pueden distinguirse visualmente.

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.

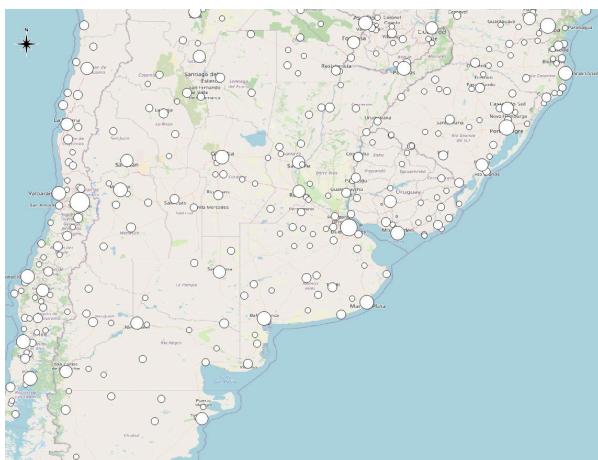


Figura 4.7: Centros urbanos categorizados por cantidad de habitantes. Aunque no hay referencias es posible discriminar por tamaño entre grandes y pequeñas urbes.

- 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.

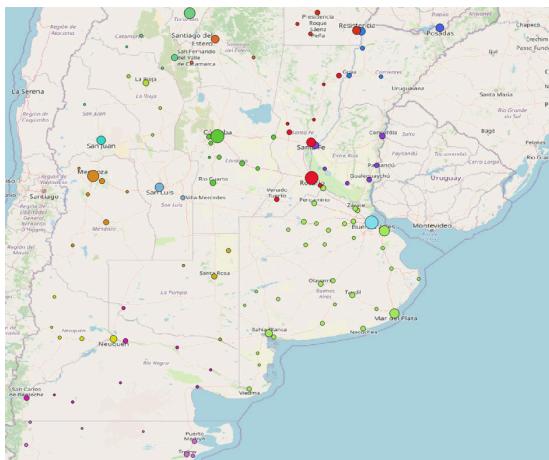


Figura 4.8: Localidades («populated_places») por población y coloreados según la provincia a la que pertenecen.

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.

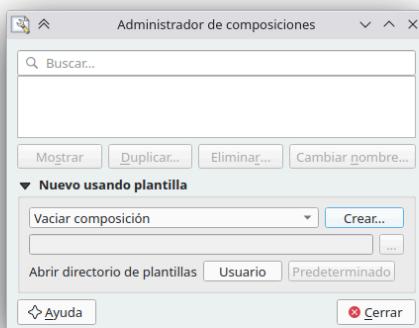


Figura 4.9: Administrador de composiciones.

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.

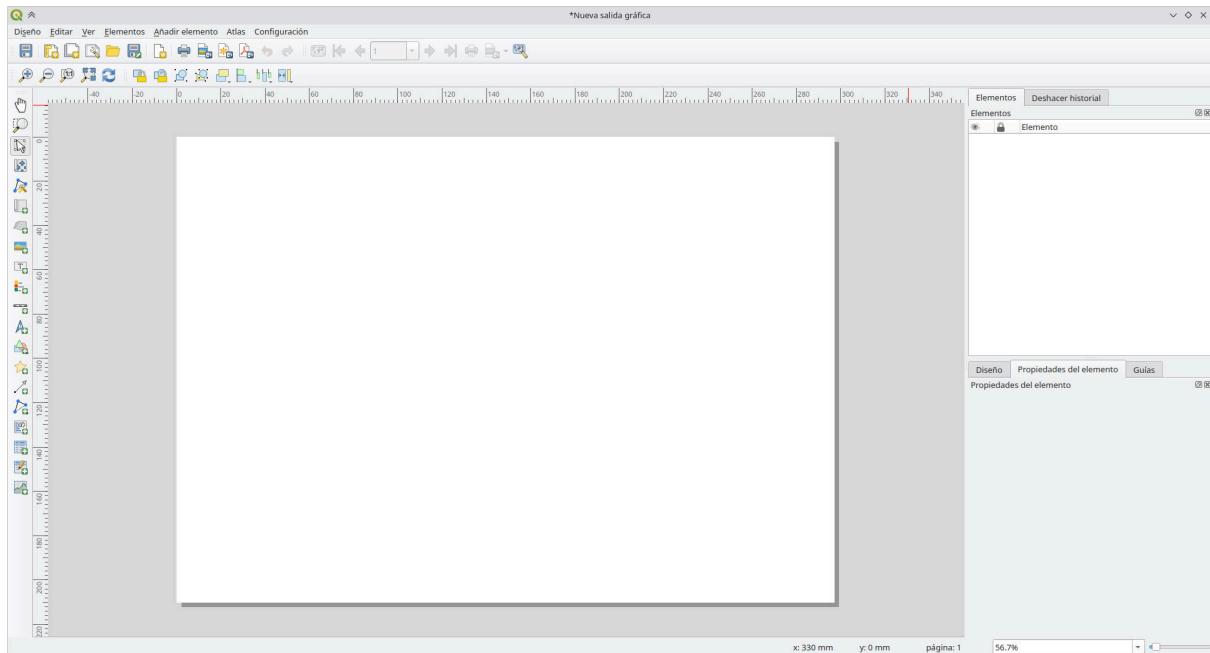


Figura 4.10: Nueva composición vacía.

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:

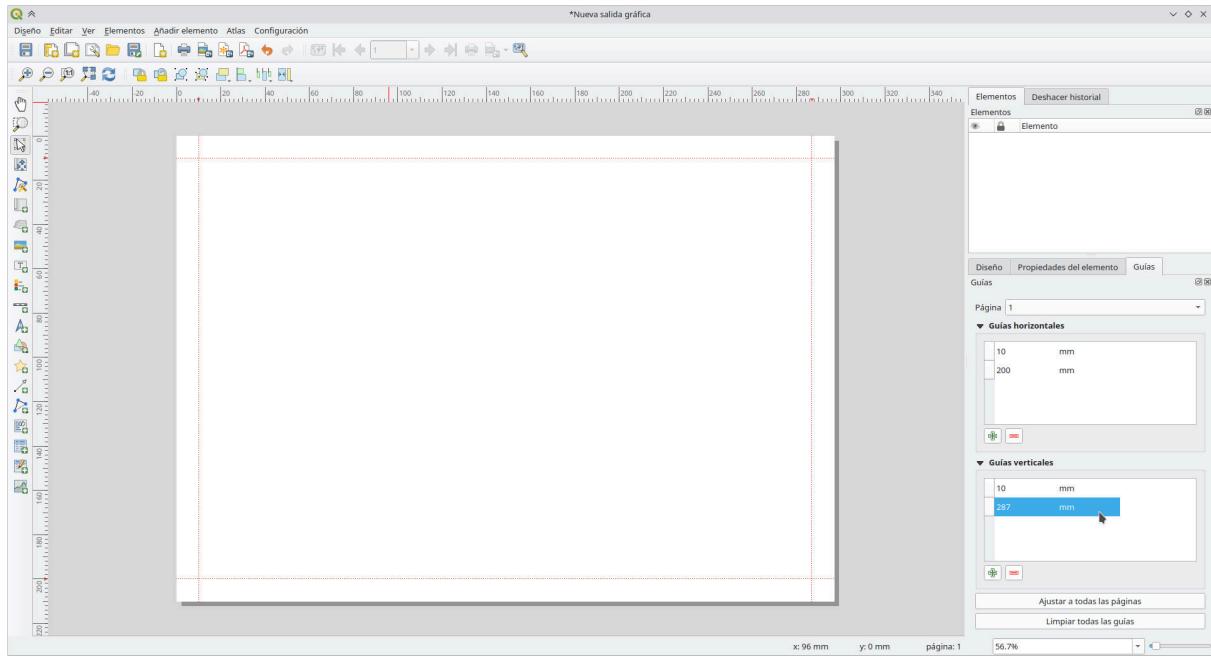


Figura 4.13: Guías en una hoja A4, márgenes a 10cm.

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.

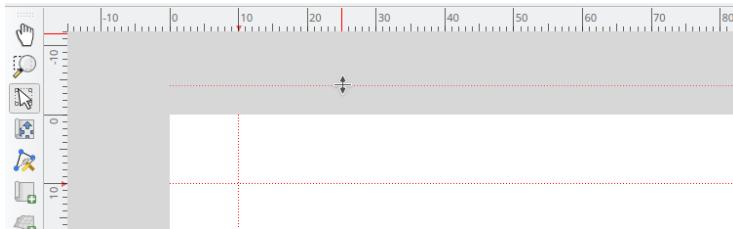


Figura 4.14: Guía horizontal por arrastre desde la regla superior.

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».

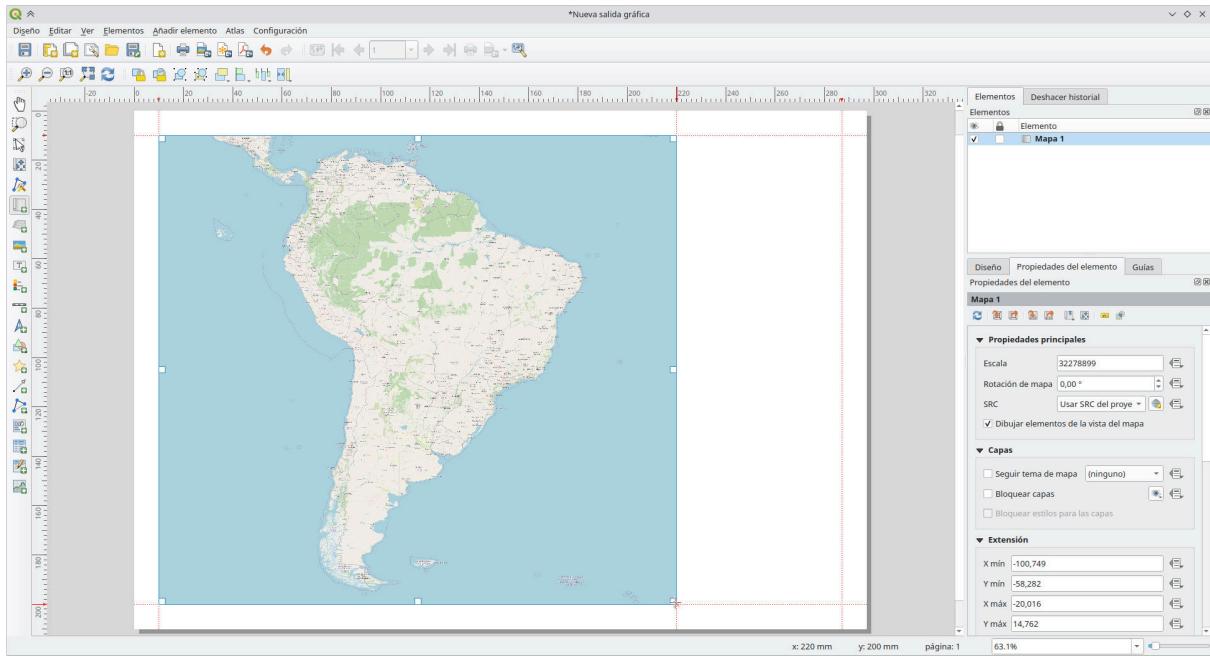


Figura 4.15: Añadimos un mapa a la hoja utilizando las guías. Se observa que el panel «Elementos» lo muestra como «Mapa 1»

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:

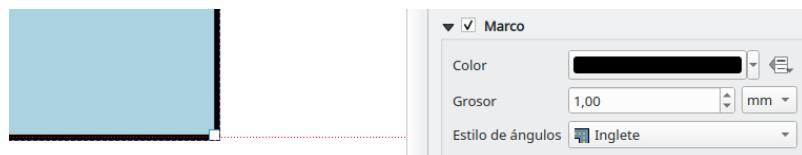


Figura 4.16: Configuración de marco de mapa.

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.

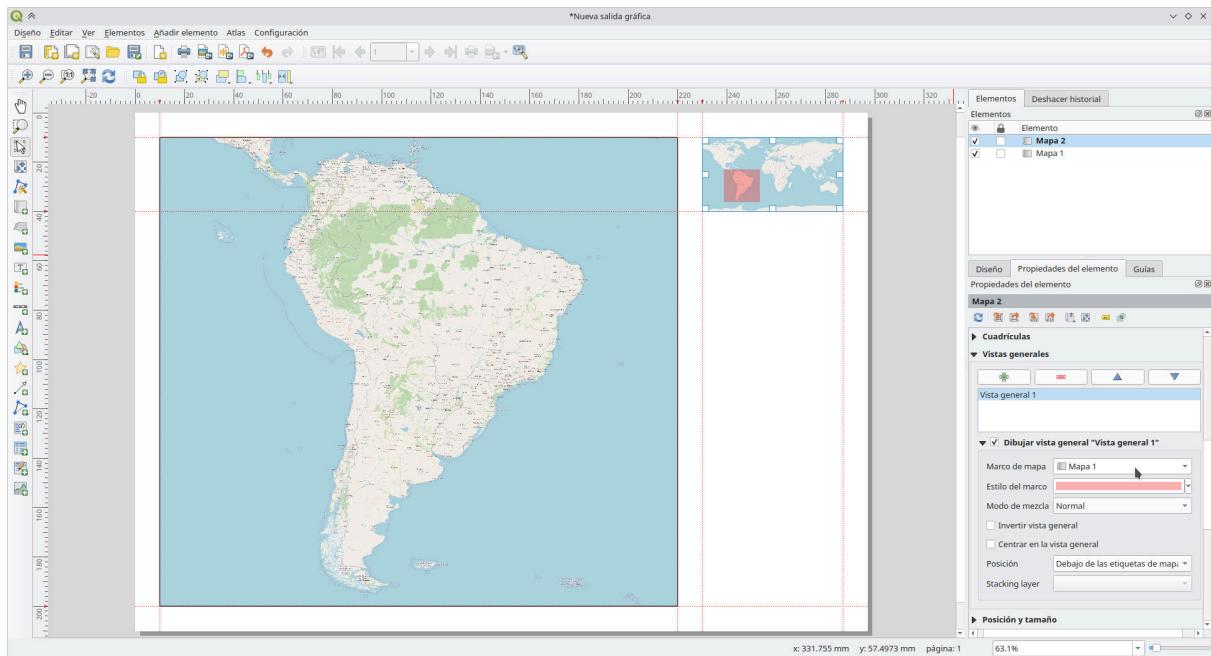


Figura 4.17: El «Mapa 2» funciona como *Vista general* del «Mapa 1».

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.

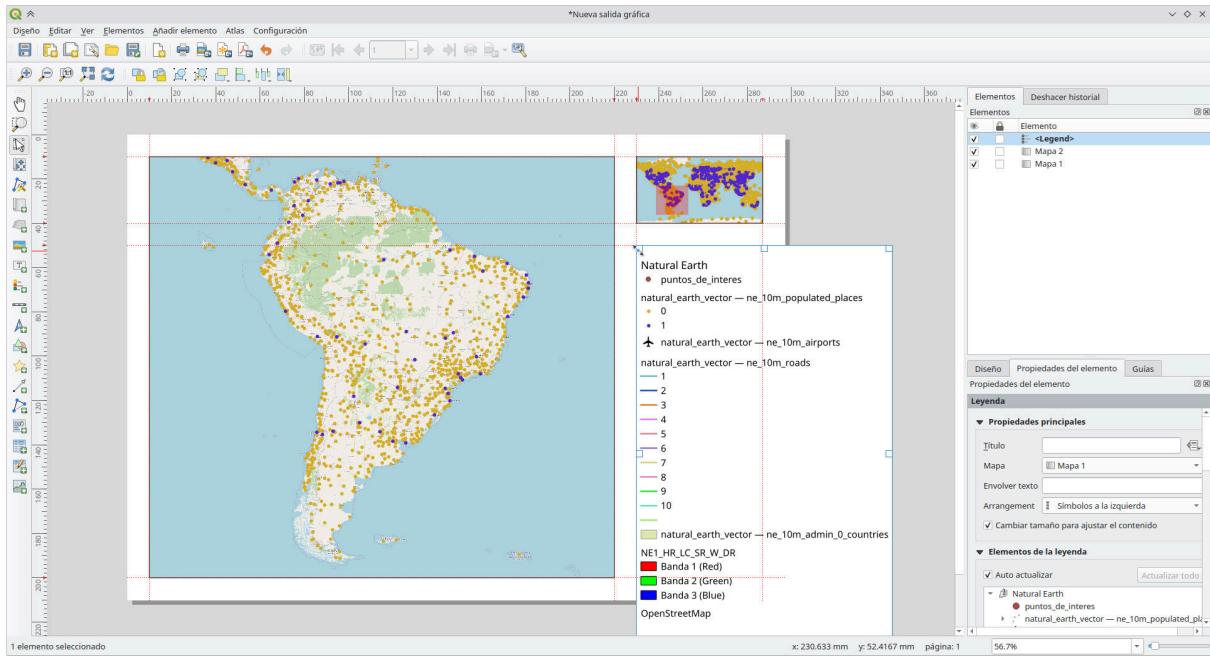


Figura 4.18: Añadido de leyenda. Se muestran todas las leyendas de capas que tiene el proyecto.

Por defecto QGIS muestra las leyendas de todas las capas. Para dejar solo las que nos interesa, desildamos 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».

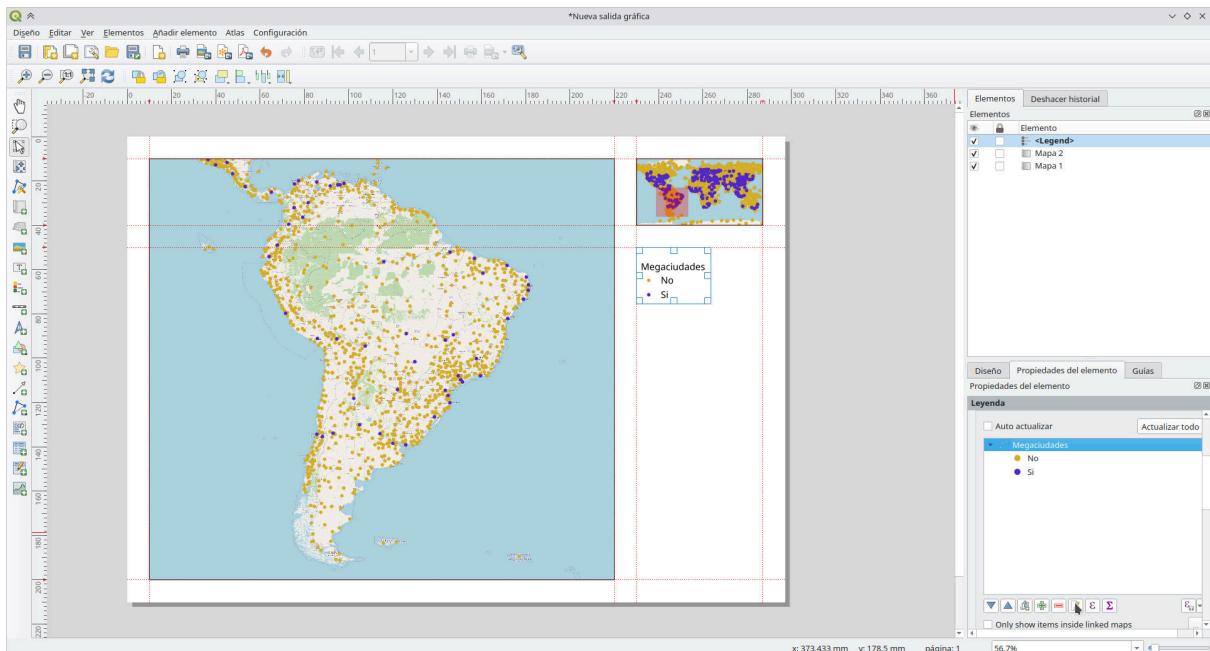


Figura 4.19: Se muestra solo la leyenda «Megaciudades», que antes estaba nombrada como «populated_places». Las demás leyendas se borraron de la composición.

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

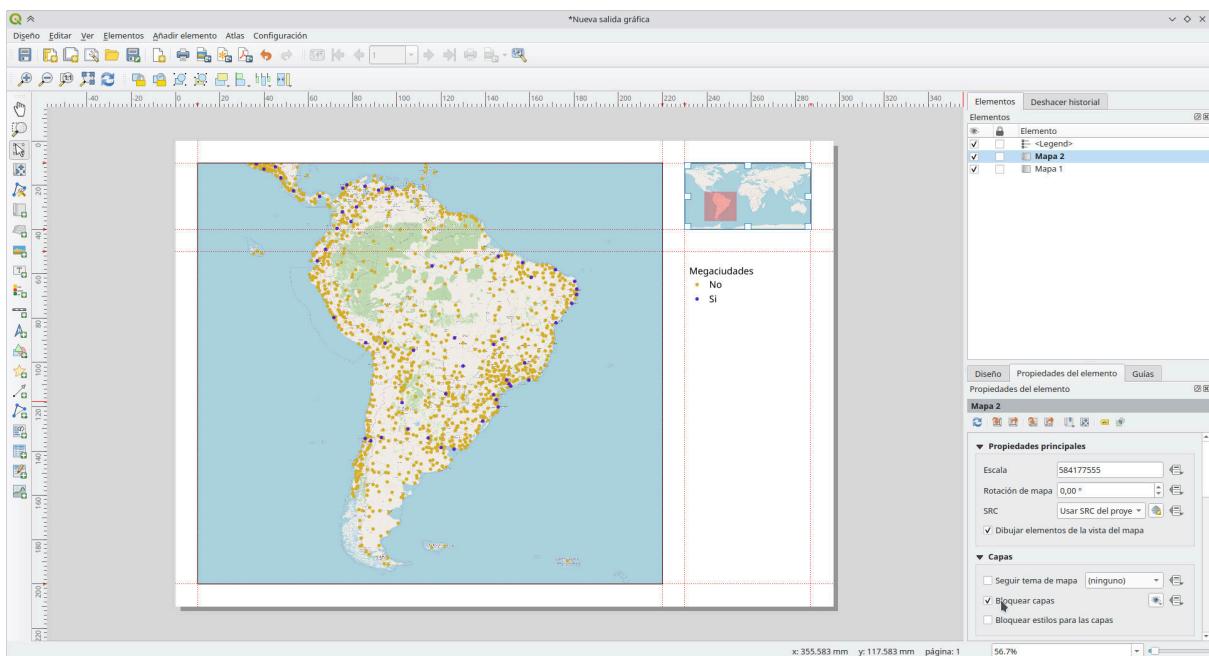


Figura 4.20: Las ciudades se muestran solo en el mapa principal. El mapa de referencia solo contiene un rectángulo que muestra la extensión del mapa principal.

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 ().