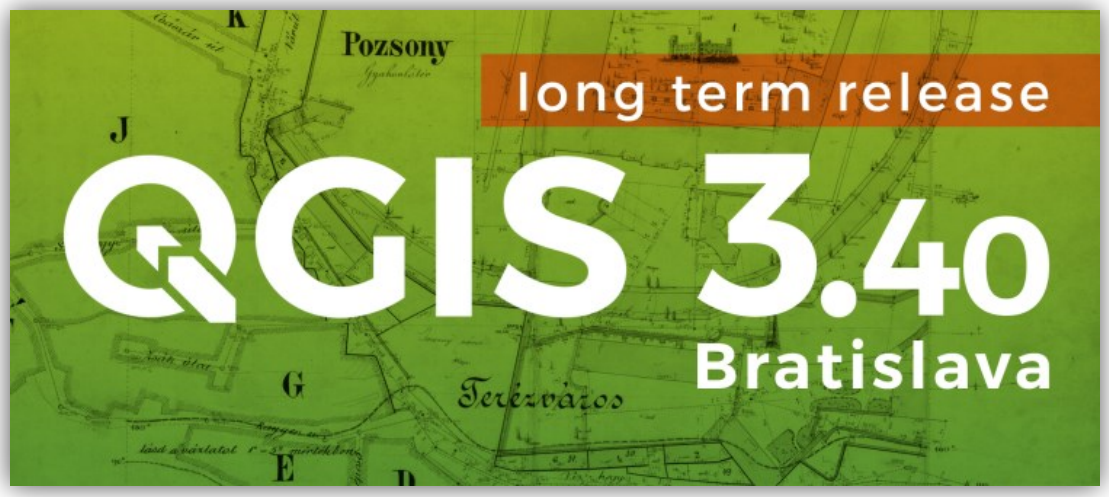
Tutorial Quantum GIS 3.40 LTR

versión “Bratislava”



8/26/2025
PR Innovation and Technology Service
Iván Santiago
isantiago@prits.pr.gov

Contenido

1.Introducción....8
Instalación....10
Interfaz gráfica (GUI)....11
Importar y visualizar geodatos en QGIS....12
Geopackage layers....13
1A: Abrir un proyecto QGIS existente para probar algunas funciones geoespaciales básicas....14
1B: Navegar en el visor usando Spatial Bookmarks....17
Dependencia de escala:....20
La tabla de atributos del geodato....20
1C. Inspeccionar atributos por elemento gráfico....22
1D: Seleccionar municipios usando SQL....24
1E: Guardar selecciones como nuevo layer Geopackage....27
1F: Selección geográfica y por atributos....31
Selección geográfica....31
1G: Sub-selección por atributos....34
Opciones de navegación....39
1H: Escala gráfica....40
1i: Atributos: ¿Cómo se codifican y guardan los datos?....42
Preguntas....43
2.Sistemas de referencia espacial....44
Tareas/Objetivos:....45
Proyecciones cartográficas....46
Algunos términos importantes....47
Construcción de proyecciones cartográficas....48
2A: Aplicación local: reproyección instantánea....51
Tareas/Objetivos....51
Descarga de datos para el ejercicio....53
2B: Reproyección permanente....58
Preguntas....62
Referencias....64
3.Entrada de datos en QGIS....65

Tareas/Objetivos: 66
3A: Descargar los geodatos 67
3B: Establecer el sistema de coordenadas por defecto para los proyectos QGIS 68
3C: Añadir los geodatos para el ejercicio 69
Cambiar la transparencia del layer 72
Añadir layer de área de interés 73
3D: Generar un nuevo geodato en formato GeoPackage 74
Objetivos/Tareas 74
Definir el nuevo geodato en formato GeoPackage 74
Suprimir la aparición del formulario de entrada de datos 76
3E: Establecer snapping environment (ambiente de enganche) 76
Snapping toolbar 77
3F: Trazar líneas del geodato de límites de unidades geológicas 78
Digitizing toolbar: 79
3G: Generar los polígonos a partir de líneas usando la herramienta Polygonize 88
3H: Importar el geodato temporal dentro del banco de datos GeoPackage 90
3i: Añadir campos a la tabla de atributos del nuevo geodato de polígonos 92
Cambiar la opacidad del layer de unidades geológicas y hacer que aparezcan etiquetas al entrar los datos 95
3J: Aplicar simbología predefinida al geodato de unidades geológicas 100
3K: Usar Field Calculator toolbar para calcular área en cuerdas 102
Preguntas 104
4-I: Unir datos censales con un geodato y producir mapas estadísticos 105
Tema: La brecha salarial entre varones y mujeres de 25 años en adelante con nivel educativo universitario de bachillerato 106
4A: Identificar la fuente de información 107
4B: Abrir el archivo csv en Excel y exportarlo a formato xlsx para lectura en QGIS 111
Eliminar columnas innecesarias 113
Modificar la columna para obtener identificadores 113
Applied steps: Enmendar algún paso 115
Añadir columnas calculadas en Power Query 115
Carga de datos a Excel desde Power Query 117
Explorar datos en Excel (gráficas) 118
Hacer un diagrama de dispersión *scattergram* en Excel 119

Gráficas boxplot 126
4-II. Unir datos censales con un geodato y producir mapas estadísticos 133
Entrelazar tablas (JOIN) con identificadores en común 134
Traer tabla Excel con los datos 136
4A: Unir las tablas (join tables) 136
4B: Hacer el mapa coroplético 138
Representar datos mediante método Graduated 139
Ver el histograma de la distribución de valores 141
Añadir conteo de observaciones en cada clase de la leyenda 142
4C: Definir los límites de las clases. 143
4D: Añadir etiquetas con valores 148
4E: Añadir etiquetas compuestas 150
4F: Crear regla para añadir etiquetas con valor 0 151
Añadir efectos visuales al mapa 153
4G: Opcional: Hacer una animación cartográfica con datos anuales 2010-2021 155
Hacer relación one-to-many entre tablas 157
Habilitar el geodato para uso en la interfaz Temporal Controller 160
Importar la leyenda para todos los años 160
Añadir texto para indicar fuentes de datos 165
Añadir una leyenda fija 167
Realizar animación en el Panel Temporal Controller 171
Generar un gif animado usando GIMP 173
Preguntas 178
Referencias 179
5A Geoprocesamiento en QGIS 180
Consideraciones antes de comenzar geoprocesamiento 182
Descargar los datos para esta parte 182
Modelo *Simple Features* del Open Geospatial Consortium 183
Dimensión de las geometrías 184
Interior, contorno y exterior de las geometrías 184
Predicados para las relaciones topológicas 184
5A-1: Proximidad, área de influencia (buffer zone) 185
Hacer conexión a la base de datos SpatiaLite 186

Hacer conexión al servidor de geodatos de la Oficina de Gerencia y Presupuesto: Transmisión de datos usando protocolo Web Feature Service (WFS) 187
Usar el panel Processing Toolbox: Select within a distance 191
5A-2: Intersección geométrica usando algoritmos de GRASS-GIS y el plugin Group Stats .. 194
Traer geodato de barrios del municipio de Arroyo 196
Traer geodato de uso de suelos, 1977 197
v.overlay (GRASS-GIS): ejecutar intersección geométrica 198
Añadir una columna para registrar el área en cuerdas que ocupan los usos de suelo 201
Hacer cómputo de área en cuerdas en la nueva columna 203
Resumir área de uso de suelos por barrio (Pivot Table) 203
5A-3: Dissolve: Agregar áreas contiguas con datos iguales: Diferencias entre modelos OGC y topología en GRASS 207
Función Aggregate para generalizar datos 208
Exportar el geodato temporal a la base de datos GeoPackage 215
Asignar una definición de colores (simbología) a partir una tabla de simbología GeoPackage 217
5A-4: Geoprocesamiento vectorial con GRASS 219
Preparar directorios Location y MAPSET desde GRASS 221
Importar el layer de geología 228
Importar el layer de pendientes mayores o iguales a 50% 231
Cambiar la transparencia del layer 236
Unión geométrica en GRASS 237
Importar el layer de cubierta de terrenos usando WHERE condition SQL 239
Intersección geométrica 242
Exportar el layer GRASS a un layer GeoPackage 244
5A-5: Aplicación en biología: genética poblacional (Opcional) 247
Uso de geoalgoritmo Points layer from a table 249
Exportar las coordenadas como un shapefile con otro sistema de coordenadas (reproyección) 251
5B. Procesamiento ráster usando GRASS: Análisis del terreno y aritmética de rásters 254
5B-1: Análisis de terreno (geomorfometría) 256
5B-2: Importar el MDT en GRASS 258
5B-3: Determinar los parámetros de la región ráster 262
5B-4: Derivar ráster de inclinación (pendientes) en por ciento a partir del MDT 264

5B-5: Derivar el ráster de orientación de las pendientes (aspect) 267
5B-6: Reclasificar rásters para el modelo 269
Generar el componente de pendientes 271
Asignar paleta de color al ráster reclasificado 273
Mostrar leyenda del ráster 274
Parámetro topográfico morfométrico 276
Parámetro de exposición 279
5B-7: Integrar el layer de embalses al modelo 282
Convertir el layer vectorial a ráster 283
Cambiar valores NULL en un layer ráster 285
5B-8: Aplicar el cómputo de rásters (map algebra) 286
Herramienta r.mapcalc 286
5B-9: Reducir amplitud de valores del ráster de riesgos (recode) 289
Asignar descripciones a las categorías generadas por r.recode 292
5B-10: Aplicar una máscara al ráster IM reclasificado 295
Importar el layer de barrios del Municipio de Villalba 295
5B-11: Cuantificar cobertura de zonas de riesgo por barrio dentro del área municipal 299
Convertir el layer vectorial de barrios a formato ráster 299
Aplicar módulo r.report para calcular áreas ocupadas 301
5B-12: Visualizar geodatos en 3D 304
La interfaz 3D Map View de QGIS 306
Preguntas 309
6. Producción de mapas para imprimir 310
Principios gráficos: C R A P 311
Print Layout 312
6A: Definir una nueva composición: Print Layout 313
6B: Herramientas de la interfaz Layout 313
6C: Cambiar el tamaño de página 314
6D: Añadir líneas guía a la página 316
Añadir líneas guía verticales 317
Añadir líneas guía horizontales 319
6E: Insertar el mapa en la página 319
6E: Añadir título al mapa 323

6F: Añadir la leyenda 325
Cambiar el tipo de letra (typeface) a las descripciones de la leyenda 327
6G: Añadir escala gráfica 329
6H: Añadir orientación al mapa 332
6i: Añadir fuente de datos 335
6j: Guardar el mapa 337
6K: Exportar la composición (mapa) a formato png 337
Preguntas 339

1.Introducción

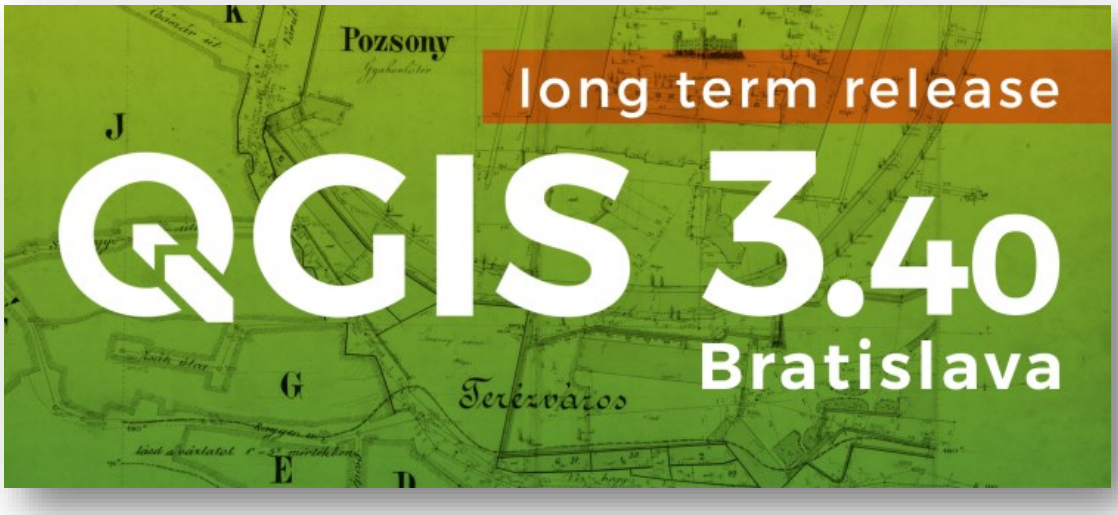
Tópicos de esta sección:

1.Introducción....8
Instalación....10
Interfaz gráfica (GUI)....11
Importar y visualizar geodatos en QGIS....12
Geopackage layers....13
1A: Abrir un proyecto QGIS existente para probar algunas funciones geoespaciales básicas....14
1B: Navegar en el visor usando Spatial Bookmarks....17
Dependencia de escala:....20
La tabla de atributos del geodato....20
1C. Inspeccionar atributos por elemento gráfico....22
1D: Seleccionar municipios usando SQL....24
1E: Guardar selecciones como nuevo layer Geopackage....27
1F: Selección geográfica y por atributos....31
Selección geográfica....31
1G: Sub-selección por atributos....34
Opciones de navegación....39
1H: Escala gráfica....40
1i: Atributos: ¿Cómo se codifican y guardan los datos?....42
Preguntas....43

Quantum GIS

QGIS (Quantum GIS) es un programa de **código abierto y gratuito** que sirve para visualizar y procesar datos geográficos.

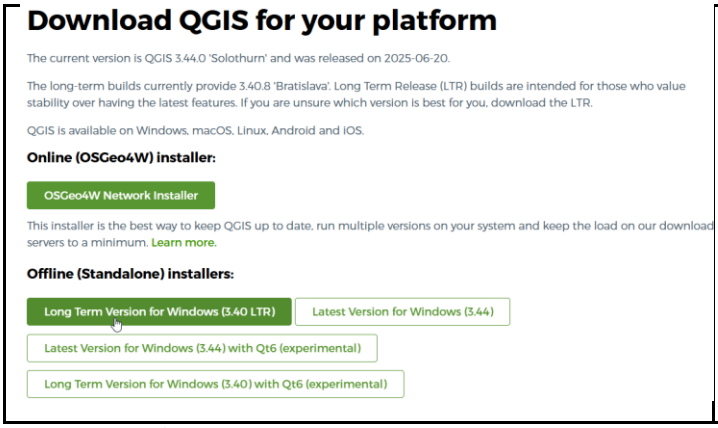
QGIS funciona en diferentes sistemas operativos, tales como Windows, Linux y Mac.



Este programa les proveerá herramientas básicas para poder hacer las labores de visualización, recopilación de información geográfica, y análisis de geodatos (información geográfica), además de impresión de mapas. El tutorial incluye el uso del plugin del SIG open source de más larga trayectoria: GRASS.

Instalación

Windows: Utilizarán los ejecutables para Windows. Deberá ir a la página de descargas de Quantum GIS para Windows: http://qgis.org/en/site/forusers/download.html



Escoja la versión "**Long Term Version**". Esta es preferida por las organizaciones porque ofrece mayor estabilidad, aunque no tiene los últimos desarrollos.

La instalación incluye, el programa GRASS. Este tiene cientos de funciones de geoprocesamiento y manejo de geodatos. Este es otro software de GIS, el cual lleva muchos años desarrollándose, pero su aprendizaje toma más tiempo que QGIS. Incluiremos su uso en la sección de geoprocesos y procesamiento de rásters.

GRASS GIS
The world's leading Free GIS software

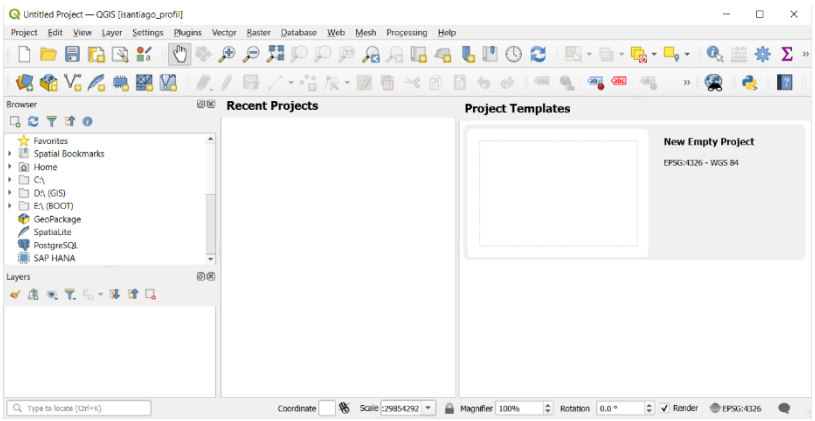
No daremos más detalles sobre la instalación. Esto puede variar según la versión de Windows que esté utilizando, así como los privilegios de instalación que le haya asignado su administración de sistemas de información.

Aquellos que deseen usar Linux, pueden ir a la sección de descargas para Linux en sus diferentes "distros".

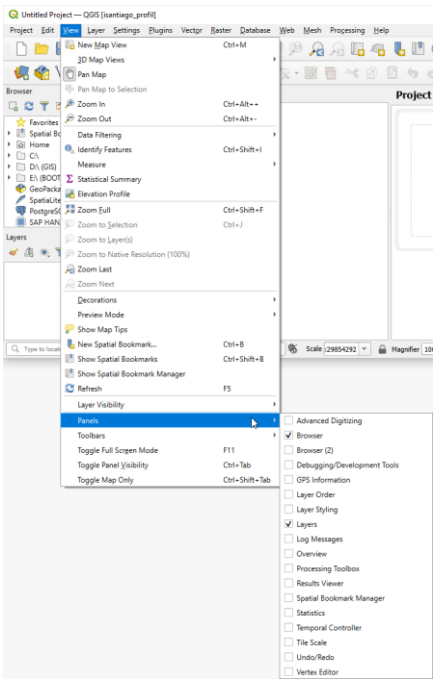
Además, es buena idea ir al depósito de plugins de QGIS para tener una idea de todas las contribuciones de usuarios/programadores para resolver distintas situaciones.

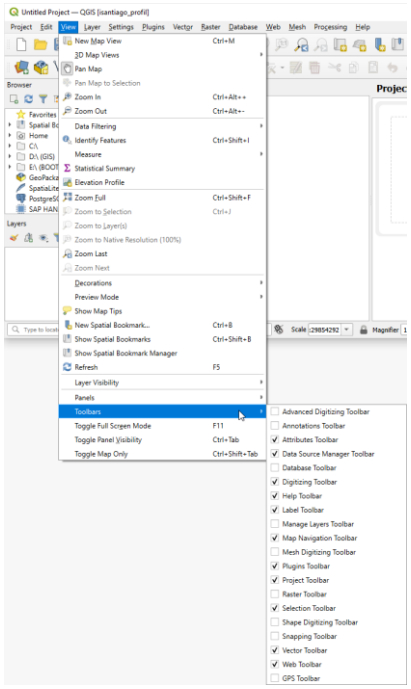
Interfaz gráfica (GUI)

QGIS es un programa intuitivo. Por tal razón, ha sido uno de los programas de código libre favoritos para aprender sobre los programas de procesamiento de datos geográficos (GIS).



Las diferentes barras de herramientas y paneles (TOC/Browser) pueden ser activadas o desactivadas de la interfaz desde el menú principal: **View > Toolbars** y **View > Panels**.





Importar y visualizar geodatos en QGIS

Antes de traer geodatos a cualesquiera de estos programas de procesamiento (GIS), es importante mencionar cómo abstraemos la realidad percibida para modelar el ambiente dentro de estos programas.

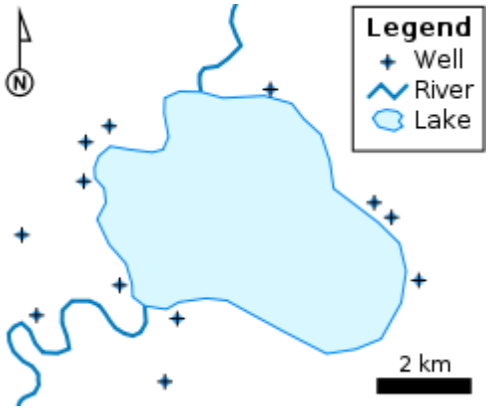
Entre las maneras de ***codificar o representar la geografía*** (reducir la realidad percibida de los elementos geográficos a cierto nivel de abstracción) están el **modelo vectorial** y el **modelo ráster (imágenes)**. Del modelo ráster, hablaremos más adelante. Por su parte, el modelo vectorial sirve para codificar los elementos geográficos en el terreno y los reduce a **tres niveles geométricos**:

- **Punto o multipunto**
- **Línea** o multilínea (***polyline***)
- **Área** (llamado también **polígono** o **multipolígono**)

La geometría **puntual** puede usarse para definir elementos separados y de relativa pocas dimensiones para los propósitos del mapa. Un aeropuerto, pozo, escuela, etc. pueden ser *representados* por un punto o multipunto.

Las **líneas** (*polylines*) se usan para representar objetos generalmente alargados tales como ríos y carreteras.

Los **polígonos** (**áreas**) son usados para representar áreas o superficies, por ejemplo, parcelas, huellas de edificios, la reglamentación de uso de un territorio, el área de un municipio, barrio, sector censal, etc.



Tres niveles geométricos. Tomado de http://en.wikipedia.org/wiki/Shapefile (julio 16, 2025).

Modelo ráster (uso de imágenes):
El ejemplo más común del uso de ráster para representar geografía es la **fotografía aérea**. Una vez digitalizada, la imagen está compuesta de celdas que tienen un valor, en el caso de rásters simples de una sola banda o múltiples valores por celda, en rásters multibandas como lo son las fotos aéreas.



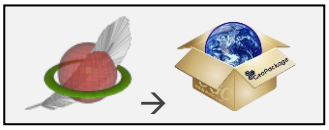
Ejemplo de fotografía aérea (ortofotografía) de 2017, antes del paso del huracán María, provista por la Junta de Planificación de Puerto Rico. Tomado del servicio web mapping: https://sige.pr.gov/server/rest/services/foto_pr_2017/MapServer?f=jsapi. La vista es del entorno del Viejo San Juan.

Los rásters pueden servir también para hacer mapas tanto de puntos, líneas o áreas. En el caso de puntos, las celdas están desconectadas. En el caso de líneas, las celdas se encadenan haciendo líneas y para las áreas, las celdas se agrupan formando "manchas" regulares o irregulares.

Geopackage layers

Quantum GIS ofrece varias maneras de allegar geodatos al programa. Entre la variedad que hay estaremos dando preferencia a los siguientes formatos o protocolos:

- **Formato Geopackage basado en SQLite.**
- Protocolo abierto Web Feature Service



Geopackage es una *extensión espacial* de SQLite, con extensión *gpkg*, el cual permite guardar datos geográficos. Está **basado en el programa SQLite**, el cual es un programa de **gestión de bases de datos relacionales** escrito en lenguaje C y de dominio público. En su versión 3, SQLite permite **bancos de datos hasta de 2 Terabytes**, además de permitir incluir campos binarios BLOB (para **guardar geometrías e imágenes**). Puede tener en su interior **múltiples geodatos vectoriales y ráster**, además de **tablas de atributos** y tablas con **metadatos** y **simbología**.

Estaremos dando preferencia a este formato para datos vectoriales, ya que los shapefiles tienen ciertas limitaciones, tales como la longitud del nombre de campos (hasta 10 caracteres), así como funciones para gestionar los datos usando lenguaje SQL. El formato

Geopackage/SQLite puede leerse tanto en QGIS como en ArcGIS. Además, es independiente del sistema operativo, ya sea MS Windows o Linux en sus diferentes variedades.

1A: Abrir un proyecto QGIS existente para probar algunas funciones geoespaciales básicas

---

☐ Para comenzar, **descargue el siguiente archivo**: Ejercicio_1.

☐ **Guárdelo** en el directorio/folder **C:\Tutorial_QGIS**.

☐ **Descomprima** el archivo, haciendo **right click encima** y escoja la opción **Extract All…**

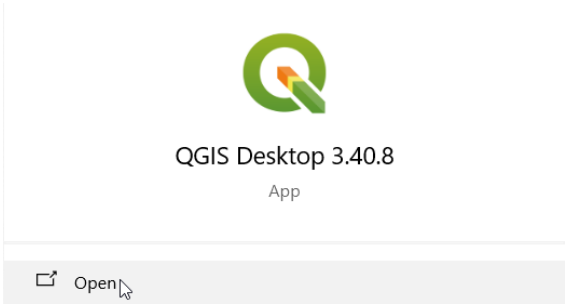
☐ **Extraiga/descomprima** en el directorio que aparecerá **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_1**

☐ **Abra una sesión de QGIS**, si está usando **Windows 10**, vaya a la esquina inferior izquierda de su pantalla y **localice la caja de texto** al lado derecho del **botón Windows**

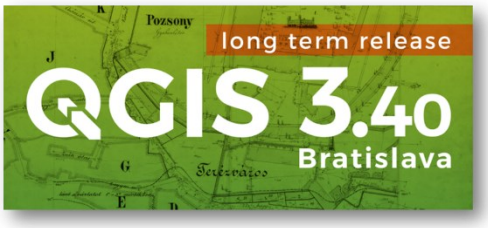
☐ Escriba **qg** como aparece aquí:



☐ Cuando vea el icono de QGIS Desktop, haga **click** en el botón **Open**.

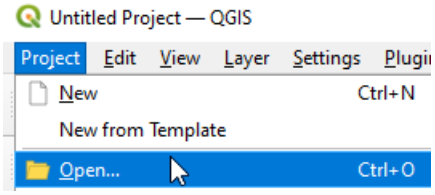


☐ **Espere** que termine el proceso en el *splashscreen* para que aparezca el programa QGIS.

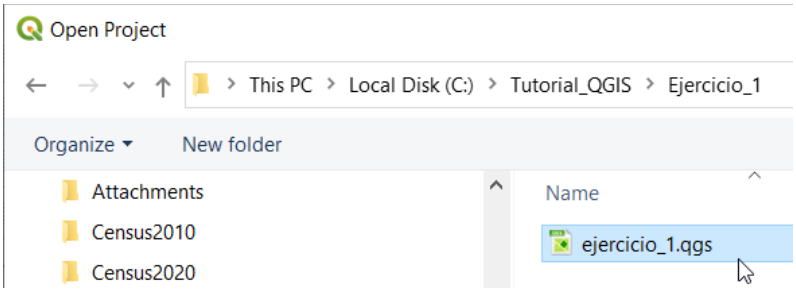


☐ Presione **OK** en la forma **QGIS Tips, si aparece.**

☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Project > Open**



☐ **Entre** en el directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_1** y **escoja** el archivo **Ejercicio_1.qgs**



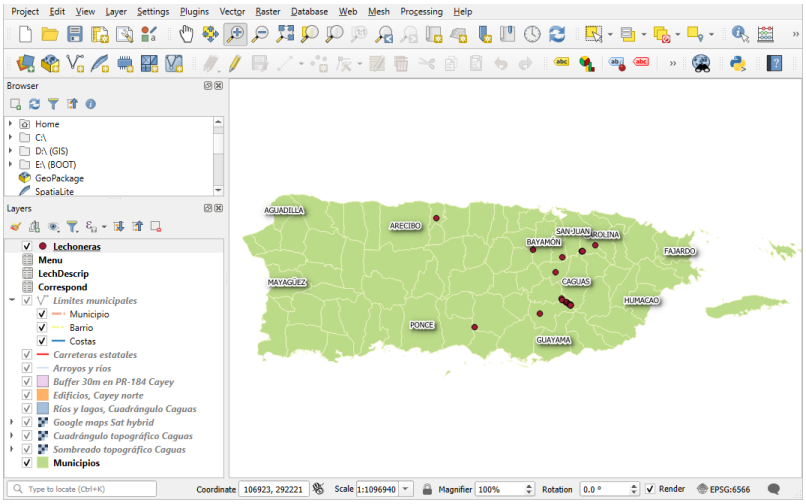
☐ Haga **click** en el botón **Open**.

☐ Espere que QGIS termine de traer los datos al proyecto.

Un archivo "***qgs***" contiene referencias a las localizaciones de los datos en el disco, además de otras preferencias, simbología, etcétera. Un archivo ***qgs*** es uno de texto guardado en formato HTML. Por su parte, un archivo "***qgz***" es el mismo tipo de archivo, pero comprimido.



Así deberá aparecer el **QGIS Project File *ejercicio_1.qgs*** en pantalla:

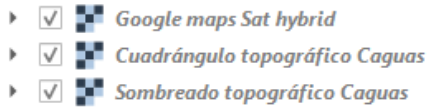


Note la lista de layers y tablas que aparecen a la izquierda y el visor a la derecha, el cual muestra los geodatos.

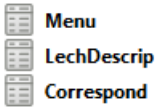
El proyecto está compuesto por diferentes layers: tanto vectoriales (puntos, líneas, polígonos, etc.)



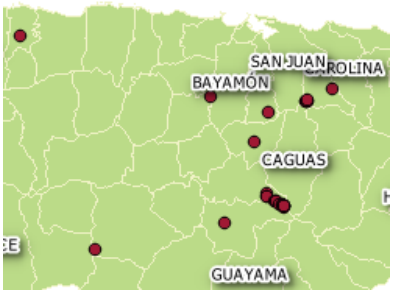
Como rásters…



Además de tablas de atributos:



Los puntos que se ven encima del mapa de municipios representan las **localizaciones de algunos** de los **establecimientos** para el consumo de carne de cerdo y comida criolla llamadas ***lechoneras***. Algunos les pueden llamar ***chinchorros***.



1B: Navegar en el visor usando Spatial Bookmarks

Haremos una navegación dirigida mediante el uso de marcadores espaciales (Bookmarks) que nos servirán para mostrar algunos lugares de interés.

Estos **dos botones**:



Se usan para crear y manejar **Geospatial Bookmarks** (marcadores). Estos guardan la extensión territorial del visor para usos posteriores

Si no le aparecen estos botones, es posible que estén escondidos bajo el siguiente botón **>>**:



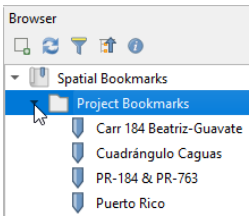
a la extrema derecha de las barras de botones.

☐ Haga **click** en el botón **Show Bookmarks**

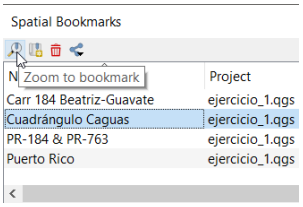


Aparecerá el nodo **Spatial Bookmarks** dentro del panel **Browser**.

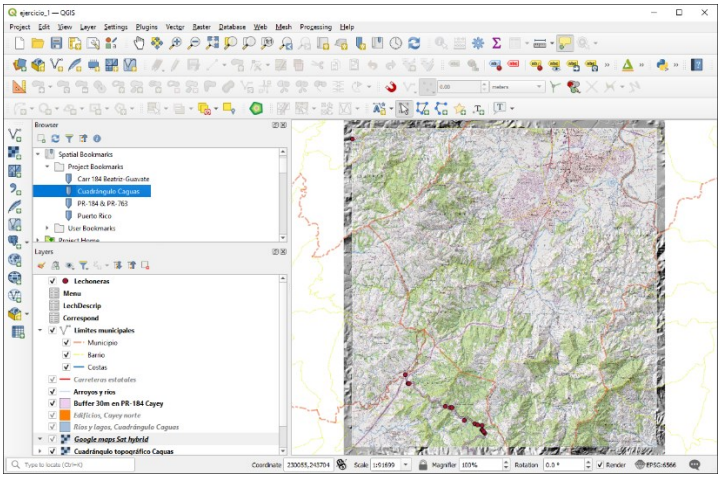
☐ **Expanda el nodo "Project Bookmarks",** haciendo **click** en el **nodo** o triángulo al lado izquierdo de la carpeta Project Bookmarks.



☐ Haga **doble click encima** del bookmark llamado **Cuadrángulo Caguas**.

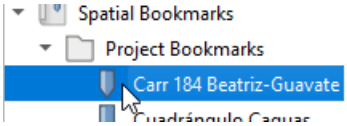


El mapa cambiará su extensión territorial acomodándose a los límites del cuadrángulo topográfico de Caguas, PR.

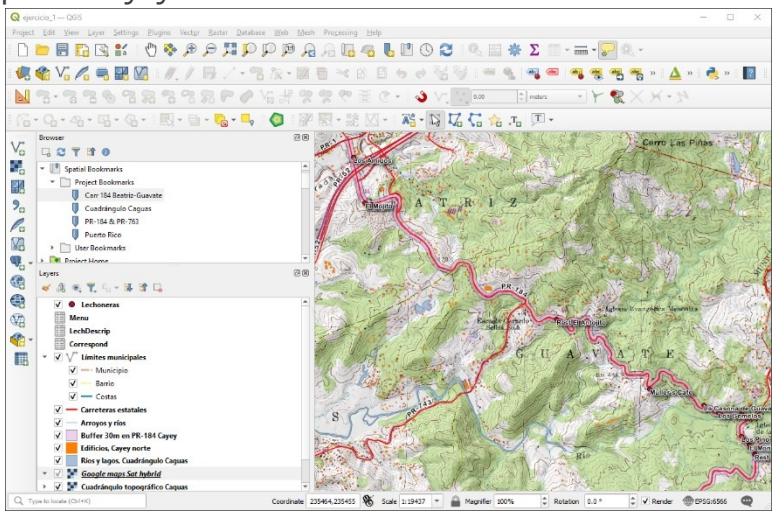


Note que ahora aparecen algunos *layers* (geodatos, capas de información, niveles) de la lista que no se veían antes en el visor. Estos son el sombreado topográfico y el mapa del cuadrángulo topográfico de Caguas.

☐ Vuelva al panel **Browser**, bajo **Spatial Bookmarks** > **Project Bookmarks** y **haga doble click** en el bookmark **Carr-184 Beatriz-Guavate**.

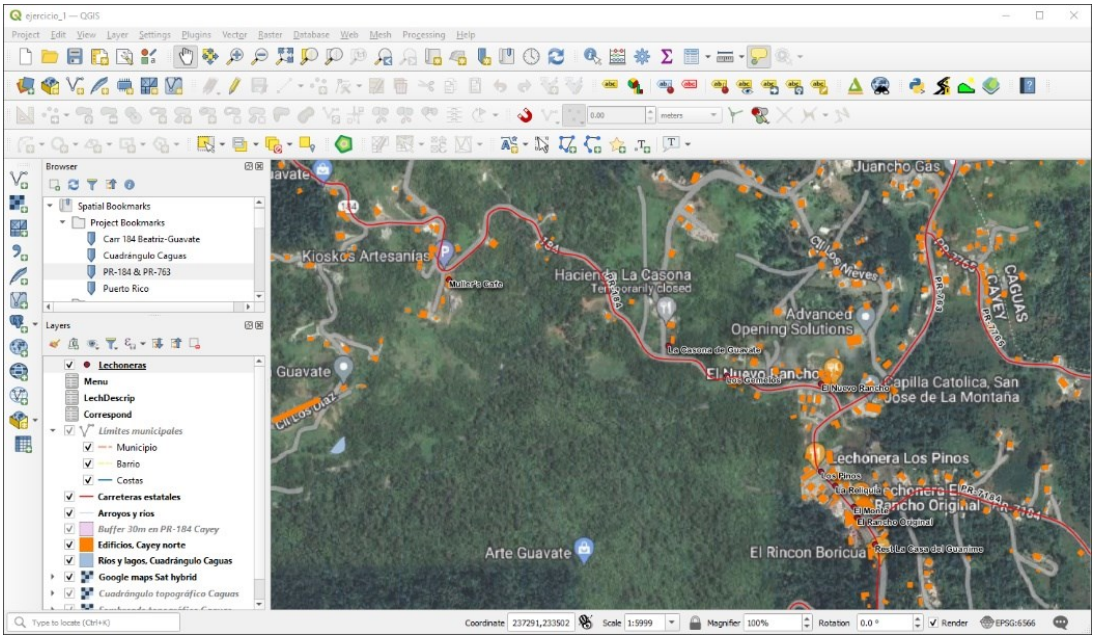


Notará que ahora aparecerán otros layers diferentes con más detalles.
También aparecerán etiquetas con los nombres de las lechoneras en la carretera PR-184 en el Municipio de Cayey:



☐ Vuelva a **Project Bookmarks** y **haga doble click** en el bookmark **PR-184 & PR-763**.

El despliegue de los datos tardará un poco para traer la **imagen satelital de Google Maps**. Esto dependerá de la conexión a Internet y del tiempo de respuesta del servidor:

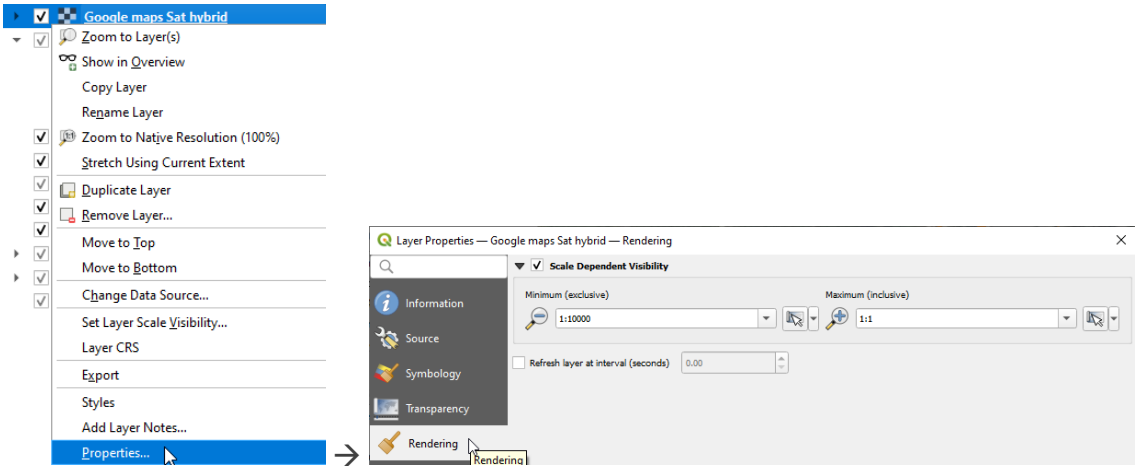

Browser
Spatial Bookmarks
Project Bookmarks
Carr 184 Beatriz-Guavate
Cuadrángulo Caguas
PR-184 & PR-763
Puerto Rico
Layers
Lechoneras
Menu
LechDescrip
Correspond
Límites municipales
Municipio
Barrio
Costas
Carreteras estatales
Arroyos y ríos
Buffer 30m en PR-184 Cayey
Edificios, Cayey norte
Ríos y lagos, Cuadrángulo Caguas
Google maps Sat hybrid
Cuadrángulo topográfico Caguas
Kioskos Artesanías
Hacienda La Casona
Temporarily closed
Advanced Opening Solutions
El Nuevo Rancho
Capilla Catolica, San Jose de La Montaña
Lechonera Los Pinos
Pancho Original
Arte Guavate
El Rincon Boricua
Juancho Gas
CAGUAS CAYEY
Coordinate
Scale
Magnifier
Rotation
Render

Dependencia de escala:

Los layers de la lista están dispuestos de manera que aparecerán en el visor según el nivel de acercamiento o alejamiento (zoom, escala). **La dependencia de escala** nos sirve para poder establecer que algunos de los layers más detallados y pesados puedan ser vistos *de cerca* y *apagarse* cuando nos alejemos. Dicho de otro modo, los layers serán visibles o no, dependiendo del nivel de acercamiento (escala).

La **dependencia de escala** se establece accediendo a las propiedades de cada layer y hacer que el despliegue dependa de los niveles de acercamiento.

☐ Para ver las propiedades del layer **Google maps Sat hybrid**, haga **right click > Layer Properties > Rendering**



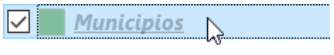
Esto quiere decir que la **imagen satelital Google** solo podrá ser vista entre las escalas 1:1 hasta 1:10,000.

☐ **Cierre** la forma **Layer Properties**.

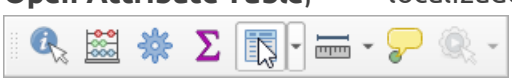
La tabla de atributos del geodato

Un geodato sin descripciones es solamente un dibujo con extensión, forma y posición. Si le añadimos descripciones (atributos) podemos inferir información sobre los datos que contenga **la tabla de atributos**. Más adelante haremos otro ejercicio en el cual podrá *enlazar/relacionar* otras tablas de atributos.

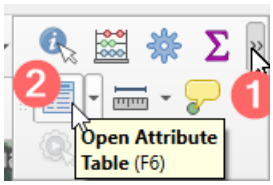
☐ Vaya al panel **Layers** y haga **click** en el layer **Municipios**.



☐ Para **ver y poder interactuar con la tabla** de atributos de este geodato, **use** el botón **Open Attribute Table**,  localizado en el área de las barras de herramientas



Si no aparece el botón para abrir la tabla, busque el botón para extender botones adicionales:

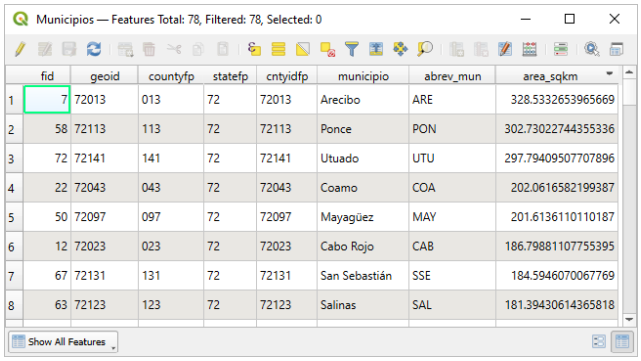


Note además que puede usar el botón **F6** para abrir la tabla.

Esta **tabla descriptiva** de municipios contiene muy poca información. Solamente tiene el **nombre** del municipio, **identificadores** censales y la **abreviatura** para identificar municipios. El campo **geoid** está compuesto del código censal de Puerto Rico (72) y los códigos censales de cada municipio.

El campo **geoid** se usará más adelante en otro ejercicio para **unir** una tabla con datos censales al geodato de municipios. Los códigos de los campos **geoid** y **cntyidfp** están compuestos de:

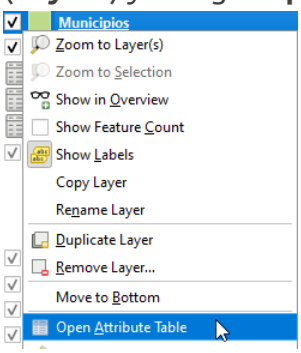
- **número identificador** de Puerto Rico "72"
- **código censal municipal** de tres dígitos en orden alfabético: "001" para Adjuntas hasta "153" para Yauco.



	fid	geoid	countyfp	statefp	cntyidfp	municipio	abrev_mun	area_sqkm
1	7	72013	013	72	72013	Arecibo	ARE	328.5332653965669
2	58	72113	113	72	72113	Ponce	PON	302.73022744355336
3	72	72141	141	72	72141	Utuado	UTU	297.79409507707896
4	22	72043	043	72	72043	Coamo	COA	202.0616582199387
5	50	72097	097	72	72097	Mayagüez	MAY	201.6136110110187
6	12	72023	023	72	72023	Cabo Rojo	CAB	186.79881107755395
7	67	72131	131	72	72131	San Sebastián	SSE	184.5946070067769
8	63	72123	123	72	72123	Salinas	SAL	181.39430614365818

Note que estos campos **geoid** y **cntyidfp** **no son numéricos** **sino de texto**, generalmente de 5 espacios.

☐ También puede usar **right-click encima del nombre del geodato** en el panel de capas (**Layers**) y escoger **Open Attribute Table**.:



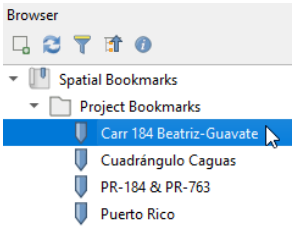
Áreas o superficie de los municipios.

- ☐ Si quiere saber el área, solo **haga click** en la **cabecera** de la columna **area_sqkm**: (está registrada en kilómetros cuadrados)
  area_sqkm (orden de mayor a menor, descendente)
- ☐ ¿Cuál es el municipio de **mayor área**? _____
- ☐ ¿Cuál es el de menor área? _____ (**haga click** otra vez para orden de menor a mayor, ascendente)
- ☐ **Cierre** la tabla de municipios.

1C. Inspeccionar atributos por elemento gráfico

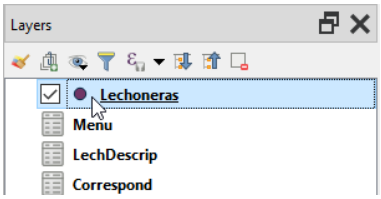
Puede ver los atributos (descripciones) de cada elemento del layer.

- ☐ Haga **click** en el botón **Show Bookmarks** para abrir el nodo **Spatial Bookmarks Panel**. Proceda ahora a **hacer doble click en** el bookmark **Carr 184 Beatriz-Guavate**.

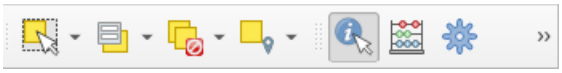


Deberá ver el *cuadrángulo topográfico de Caguas* en el fondo, así como los geodatos/layers de carreteras, lechoneras, hidrografía y límites administrativos.

- ☐ En el panel **Layers**, haga **click** en el layer **Lechoneras**.
  Veremos los atributos (descripciones) de este layer.



- ☐ Así entonces podrá hacer **click** el botón **Identify features** para este layer.

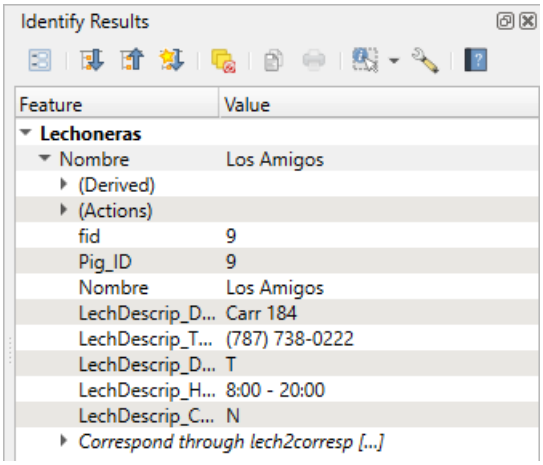


Aparecerá el Panel **Identify Results** al lado derecho de la intefaz gráfica de QGIS.

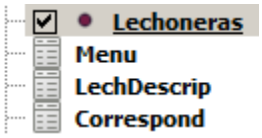
☐ Usando esta herramienta, vaya a la parte superior izquierda del canvas (espacio donde vemos los geodatos) haga **click** en el punto llamado **Los Amigos**.



☐ Aparecerán los siguientes datos en el Panel **Identify Results**:

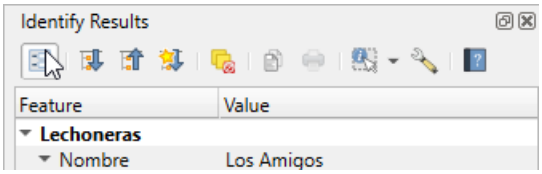


Este layer de ***Lechoneras*** tiene otras ***tablas relacionadas*** que nos dan datos sobre el **menú** disponible en los establecimientos. Estas tablas (Menú, Correspond, etc.) no son parte del layer. Éstas se mantienen como tablas separadas.



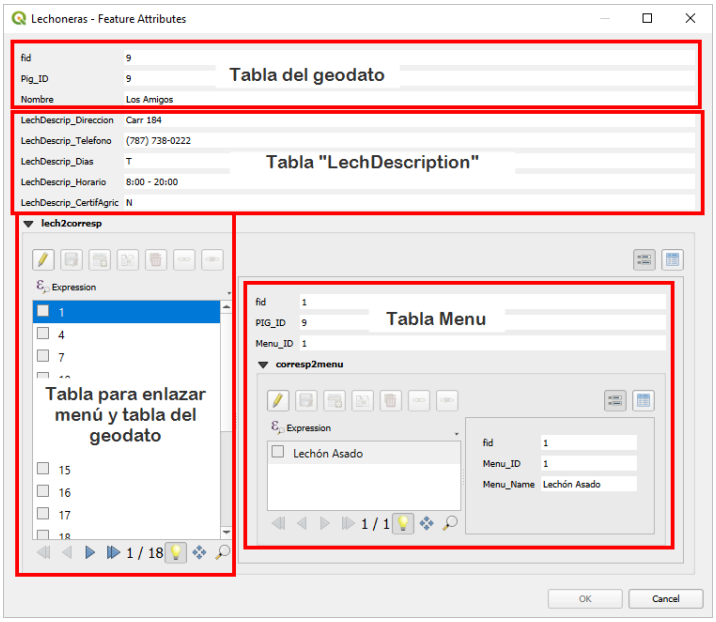
Vamos a ver un ejemplo de cómo se ven estas tablas relacionadas. Para el punto escogido "Los Amigos", QGIS nos mostrará dos tablas relacionadas, una de ellas, mostrará cada ítem del menú *imaginario* que está en la tabla Menu.

☐ Vaya al panel **Identify Results** y haga **click** en el botón View Feature Form:



En las propiedades de este proyecto QGIS se puede establecer la relación entre estas tablas y poder desplegar coordinadamente los récords relacionados a cada establecimiento.

En esta pantalla podemos ver las filas de tablas que están relacionadas a la fila fid#9, "Los Amigos". Arriba está la tabla del geodato, unida con la tabla LechDescript con información adicional. En la parte inferior, en la parte izquierda está la tabla de correspondencia usada para ***enlazar*** la tabla del geodato *indirectamente* con la tabla Menú.



☐ Haga **click** en otros **ID numéricos** de la **tabla** "**lech2corresp**", podremos ver cómo **cambian** los ítems del **menú** para este establecimiento.

☐ Cierre esta forma.

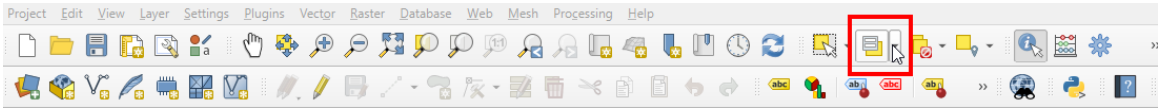
1D: Seleccionar municipios usando SQL

Ahora vamos a utilizar parte del lenguaje orientado a bases de datos *Structured Query Language* (SQL). Usaremos el botón **Select features using an expression para hacer consultas a la tabla de atributos**.

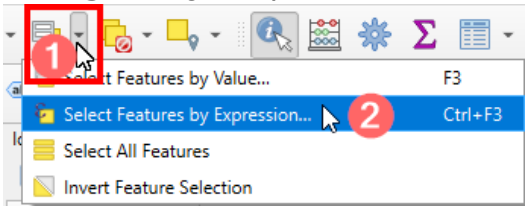
☐ Vaya al **panel Layers** y haga **click** en el layer **Municipios**.



☐ **1:** Vaya la parte superior de la interfaz gráfica de QGIS . Localice el botón **Select Features by Values**. Lo puede activar **también** pulsando **F3**.
Haga **click** en el triángulo del botón de selecciones interactivas para activar la lista de opciones



☐ **2:** Luego **escoja** la opción **Select Features by Expression**. (ctrl+f3)

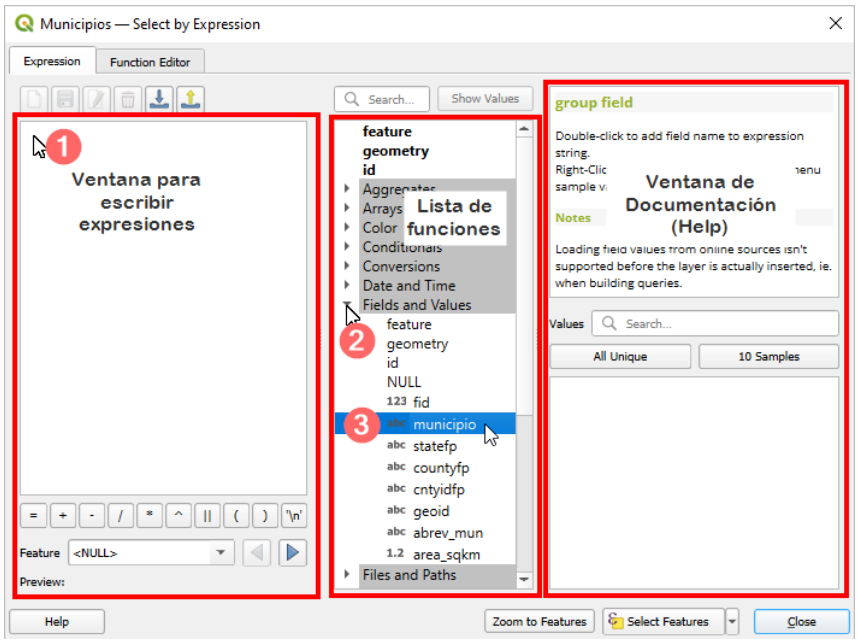


Aparecerá la forma **Select by Expression** con el layer/geodato de **Municipios**.

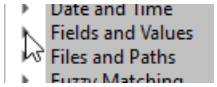


☐ Para escoger el municipio de **Isabela**, vaya lado izquierdo de la forma **Select by Expression** y haga **click** en el cuadro para escribir expresiones.

☐ Vaya a la **lista de funciones** de esta forma **Select by Expression**

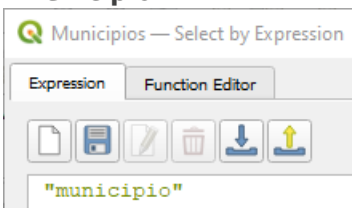


☐ En la lista de funciones, **expanda** el nodo "**Fields and Values**" haciendo **click encima** de la **triángulo o nodo**.

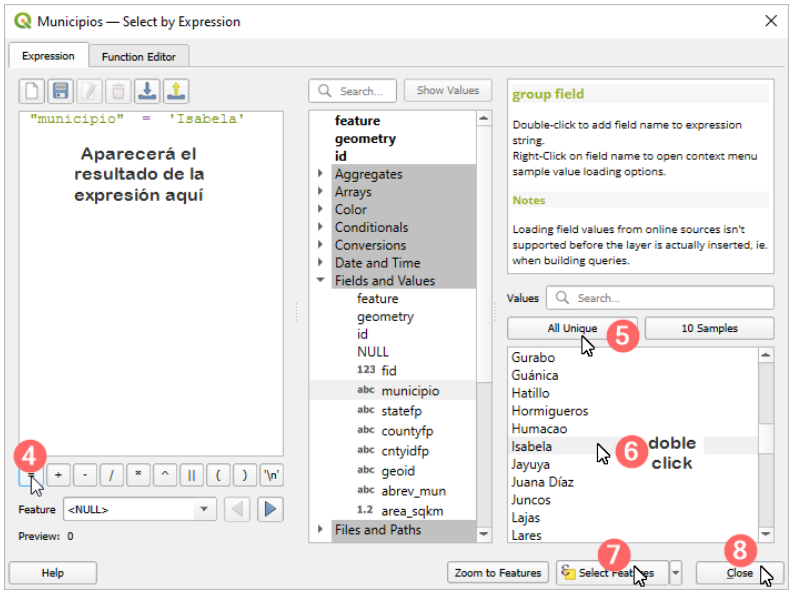


☐ Haga **doble click** en el campo **municipio**.

En la caja de texto del *tab* ***Expression***, aparecerá entre comillas dobles la palabra **"municipio"**.



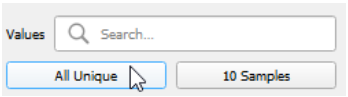
☐ Siga la siguiente secuencia de pasos:



☐ Vaya abajo en esta forma y haga **click** en el operador de igualdad **=**



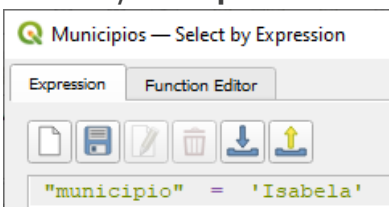
☐ En la sección **Values**, haga **click** en el botón **All Unique**.



Esto hará que aparezca la lista completa y así entonces podrá escoger los municipios.

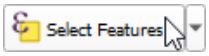
☐ Busque en la lista **Field Values**, el valor **'Isabela'** y haga **doble click encima** de este valor.

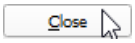
La caja de texto/tab **Expression** deberá verse así:



“municipio” = 'Isabela'

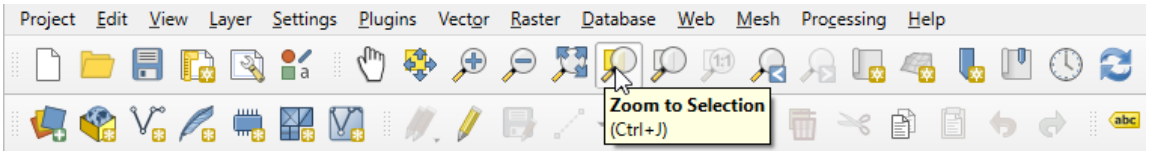
☐ **Presione** el botón **Select features** para ejecutar la selección.



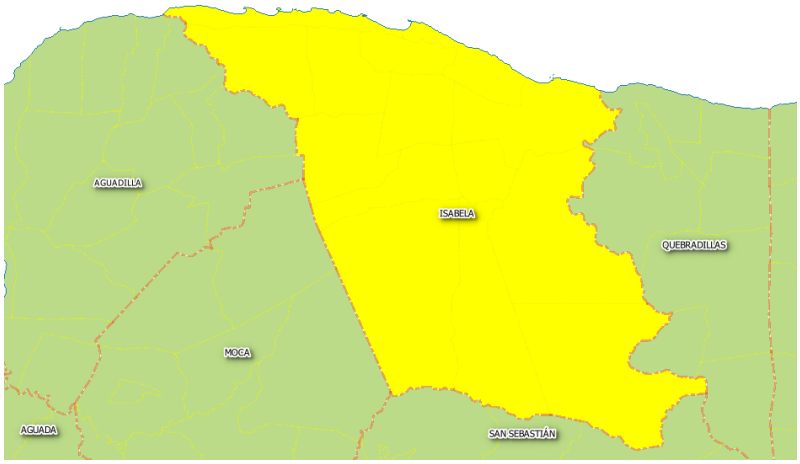
☐ **Cierre** esta forma usando el botón **Close**. 

Aparecerá seleccionado el **Municipio de Isabela**.

☐ Para ver su selección, haga **click** el botón **Zoom map to selection**: 



Notará que aparecerá el Municipio de Isabela en amarillo:

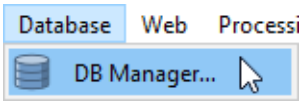


1E: Guardar selecciones como nuevo layer Geopackage

Puede seleccionar uno o más municipios y guardarlos como un layer o tabla Geopackage.

Teniendo **seleccionado** al **Municipio de Isabela**…

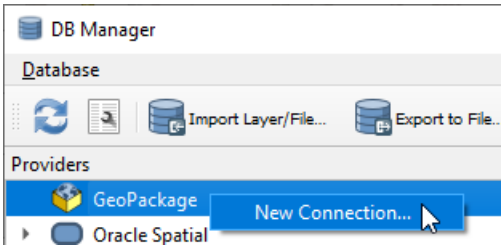
- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Database > DB Manager**



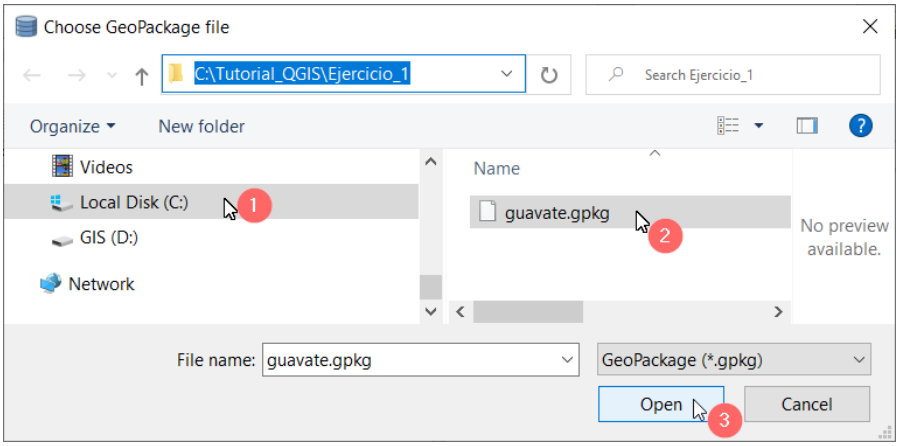
- ☐ Aparecerá la forma **DB Manager**

Es posible que tengamos que conectarnos al banco de datos "guavate.gpkg".
Si no existe la conexión, hay que hacerla.

- ☐ En las opciones bajo ***Providers***, haga **right-click** en la opción de **GeoPackage**
  Haga **click** en **New Connection…**

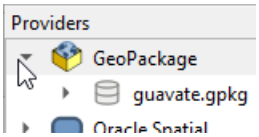


☐ Busque el archivo **guavate.gpkg** localizado en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_1**

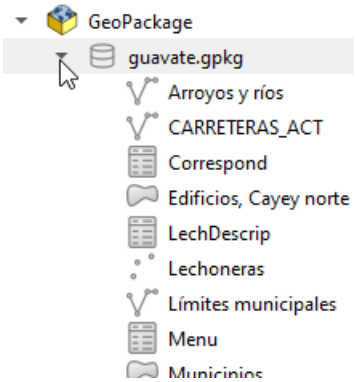


☐ Haga **click** en este archivo y haga **click** en el botón **Open** para hacer la conexión.

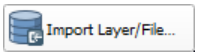
☐ En el apartado **Providers**, **expanda** el nodo **GeoPackage**



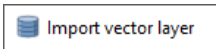
☐ **Expanda** el **nodo** del archivo **guavate.gpkg**



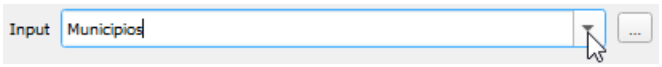
☐ Para guardar la selección del Municipio de Isabela como una tabla nueva o geodato, haga **click** en el botón **Import layer / file**.



☐ Aparecerá la forma **Import vector layer**.



☐ En el apartado **Input**, escoja el layer **Municipios** el cual aparece **al final de la lista** de layers.

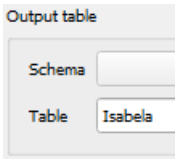


El botón ... (elipsis) sirve para traer geodatos o tablas externas e integrarlas al banco de datos GeoPackage.

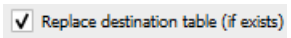
☐ Haga **check** en la opción **Import only selected features**. Solamente convertiremos la selección de Isabela a una tabla/layer aparte dentro del archivo **guavate.gpkg** existente.



☐ En la sección **Output table**, aparece primero el nombre *'Municipios'*. **Cambie** este nombre a: **Isabela**.



☐ Haga **check** en la opción **Replace destination table (if exists)**.

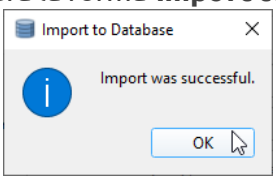


☐ Haga **check** en la opción **Create spatial index**.



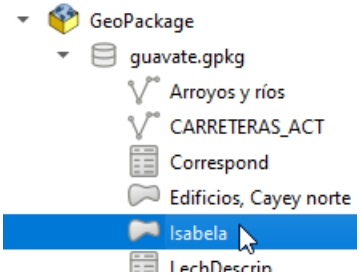
☐ Presione el botón **OK**

Aparecerá la forma **Import to Database**, informando que el proceso fue exitoso.

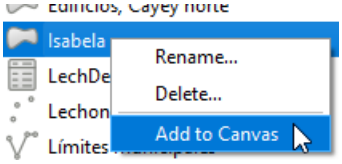


☐ Presione el botón **OK** para cerrar esta forma.

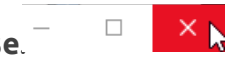
Notará que ahora aparece la tabla **Isabela** en la lista:



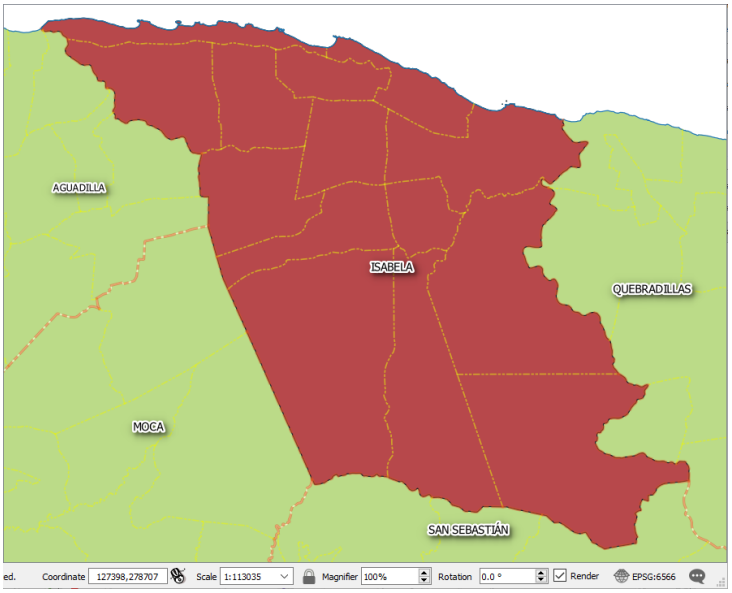
☐ Haga **right click** encima de esta tabla/layer **Isabela** y escoja la opción **Add to Canvas** para verla en **QGIS**:



☐ **Cierre** la forma **DB Manager**, haciendo click en el botón **Close**.



El nuevo geodato en formato *GeoPackage* (del Municipio de Isabela) aparecerá en el visor



Note que la simbología en su caso puede variar.

Ya produjo su primer geodato.

☐ **Apague** el layer de **Isabela** haciendo **uncheck** al lado de la caja



☐ **Quite la selección** que hizo de Isabela en el layer de municipios usando el botón **Deselect features from all layers**:



Pasemos a la próxima sección.

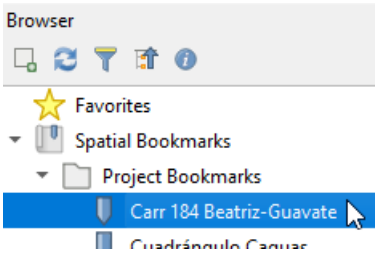
1F: Selección geográfica y por atributos

En esta parte utilizará las funciones geográficas de búsqueda para:

1. *Seleccionar las lechoneras que estén a 30 metros a cada lado de la carretera PR-184.*
2. *Hacer una sub-selección para determinar cuáles de estos establecimientos están certificados por el Departamento de Agricultura como consumidores de cerdo local.*

Para **comenzar**, debemos ubicarnos en el área de la PR-184 en Cayey. Para esto, podemos usar uno de los bookmarks que usamos anteriormente.

- ☐ Vaya al panel **Browser**
  - ☐ Expanda el nodo **Spatial Bookmarks/Project Bookmarks**.
- ☐ **Haga doble click** en el bookmark **Carr 184 Beatriz-Guavate.**

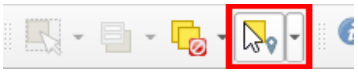


Selección geográfica

En esta parte, usaremos la herramienta de selección geográfica llamada ***Select by Location*** que **nos permite hacer búsquedas usando aspectos geográficos tales como distancia, intersección, continencia, adyacencia**, etc. Estos serán explicados más adelante en el capítulo de Geoprocesamiento, descritos en la **tabla 3**.

Objetivo: Buscar **establecimientos (lechoneras) que estén dentro de la zona buffer de 30 metros a ambos lados de la carretera PR-184 en** los **barrios Beatriz y Guavate del Municipio de Cayey**.

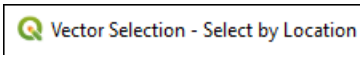
- ☐ Haga **click** en el botón **Select by Location**, localizado en el Selection toolbar en la parte superior de la interfaz gráfica de QGIS.



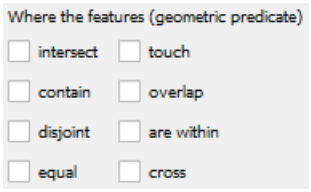
También puede conseguir esta herramienta en el **menú principal** bajo **Vector** > **Research Tools| Select by Location**



Aparecerá la forma **Vector Selection - Select by Location.**

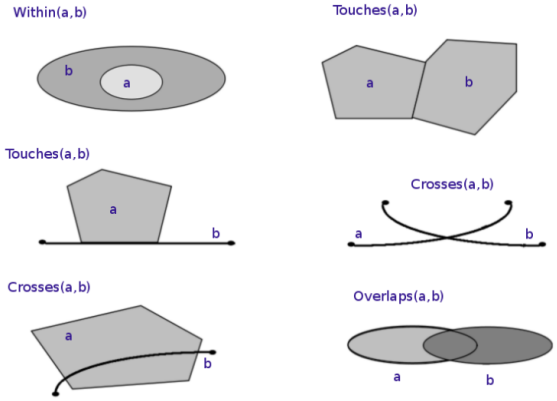


Esta **función** se usa **para** las **selecciones geográficas** usando **predicados geométricos** (***Geometric predicates***) tales como ***solape***, ***toque***, ***continencia***, ***entrecruzamiento*** entre layers.



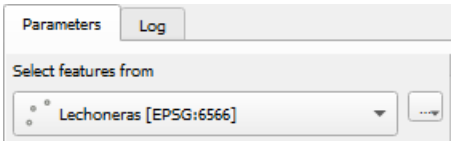
La aplicación de los distintos predicados puede variar según el propósito de búsqueda y la *dimensión* de las geometrías a comparar (dimensión: puntos=0, líneas=1 o áreas/polígonos=2).

Estos predicados están definidos por el [Open Geospatial Consortium,]

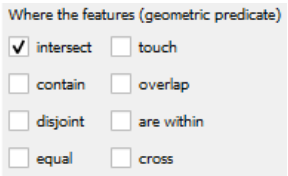


Una explicación más extensa de estos predicados está disponible el [Tutorial de PostGIS], en las explicaciones de los **apéndices A-1** y **A-2** y en español.

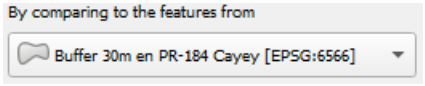
- ☐ Bajo el tab **Parameters**, en el apartado **Select features from**, escoja de la lista el layer **Lechoneras**:



- ☐ En la sección **Where the features (geometric predicate)**, escoja o mantenga la opción **intersect**.



☐ En la sección **By comparing to the features from**, escoja el layer **Buffer 30m en PR-184 Cayey**.



Este layer representa al área que cubre una **zona de proximidad de un radio 30 metros** a **cada lado de la carretera PR-184**. Este geodato "buffer" fue preparado previamente para el uso de este ejercicio.

☐ Mantenga la opción **creating new selection** en la sección **Modify current selection by**



☐ Presione el botón **Run** para hacer la selección.

Notará que los puntos seleccionados aparecerán en color amarillo brillante:



Verá también que cerca de la esquina inferior izquierda de la interfaz gráfica de QGIS aparecerá el número de puntos seleccionados.



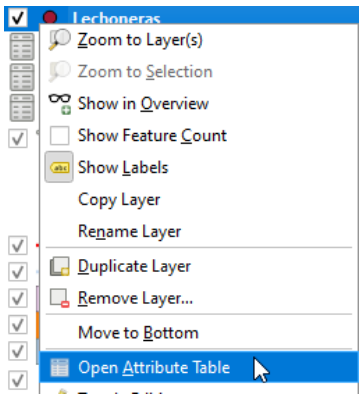
Recordemos que tenemos 15 puntos seleccionados. Ahora pasaremos ha hacer una sub-selección, en la cual vamos a escoger puntos que cumplan una condición adicional dentro de este grupo de 15 previamente seleccionados.

1G: Sub-selección por atributos

En esta parte, usaremos el conjunto de establecimientos seleccionados anteriormente para escoger de **entre los 15 puntos seleccionados**, **cuáles son las lechoneras que están certificadas por el Departamento de Agricultura** como consumidoras de **cerdo local**.

Para esto, abriremos la tabla de atributos del layer Lechoneras.

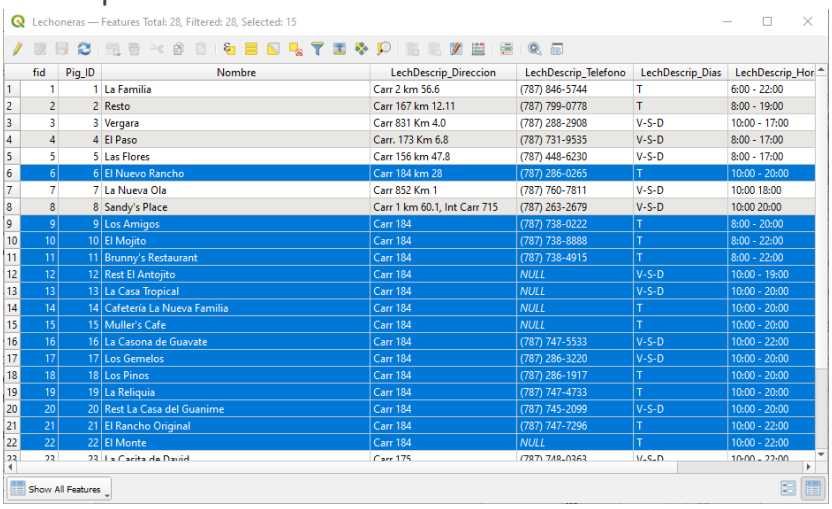
☐ Haga **right click encima** del **layer** **Lechoneras** y escoja la opción **Open Attribute Table**





También puede usar el botón  **siempre y cuando el layer esté activado.**

Cuando aparezca la tabla, podrá ver los 15 récords seleccionados en color **azul oscuro**.
El resto de los puntos están fuera del límite de 30 metros a los lados de la carretera PR-184.

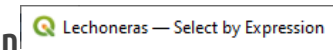


	fid	Pig_ID	Nombre	LechDescrip_Direccion	LechDescrip_Telefono	LechDescrip_Dias	LechDescrip_Hor
1	1	1	La Familia	Carr 2 km 56.6	(787) 846-5744	T	6:00 - 22:00
2	2	2	Resto	Carr 167 km 12.11	(787) 799-0778	T	8:00 - 19:00
3	3	3	Vergara	Carr 831 Km 4.0	(787) 288-2908	V-S-D	10:00 - 17:00
4	4	4	El Paso	Carr. 173 Km 6.8	(787) 731-9535	V-S-D	8:00 - 17:00
5	5	5	Las Flores	Carr 156 km 47.8	(787) 448-6230	V-S-D	8:00 - 17:00
6	6	6	El Nuevo Rancho	Carr 184 km 28	(787) 286-0265	T	10:00 - 20:00
7	7	7	La Nueva Ola	Carr 852 Km 1	(787) 760-7811	V-S-D	10:00 18:00
8	8	8	Sandy's Place	Carr 1 km 60.1, Int Carr 715	(787) 263-2679	V-S-D	10:00 20:00
9	9	9	Los Amigos	Carr 184	(787) 738-0222	T	8:00 - 20:00
10	10	10	El Mojito	Carr 184	(787) 738-8888	T	8:00 - 22:00
11	11	11	Brunny's Restaurant	Carr 184	(787) 738-4915	T	8:00 - 22:00
12	12	12	Rest El Antojito	Carr 184	NULL	V-S-D	10:00 - 19:00
13	13	13	La Casa Tropical	Carr 184	NULL	V-S-D	10:00 - 20:00
14	14	14	Cafetería La Nueva Familia	Carr 184	NULL	T	10:00 - 20:00
15	15	15	Muller's Cafe	Carr 184	NULL	T	10:00 - 20:00
16	16	16	La Casona de Guavate	Carr 184	(787) 747-5533	V-S-D	10:00 - 22:00
17	17	17	Los Gemelos	Carr 184	(787) 286-3220	V-S-D	10:00 - 20:00
18	18	18	Los Pinos	Carr 184	(787) 286-1917	T	10:00 - 20:00
19	19	19	La Reliquia	Carr 184	(787) 747-4733	T	10:00 - 20:00
20	20	20	Rest La Casa del Guanime	Carr 184	(787) 745-2099	V-S-D	10:00 - 20:00
21	21	21	El Rancho Original	Carr 184	(787) 747-7296	T	10:00 - 22:00
22	22	22	El Monte	Carr 184	NULL	T	10:00 - 22:00
23	23	23	La Carita de David	Carr 175	(787) 748-0363	V-S-D	10:00 - 22:00

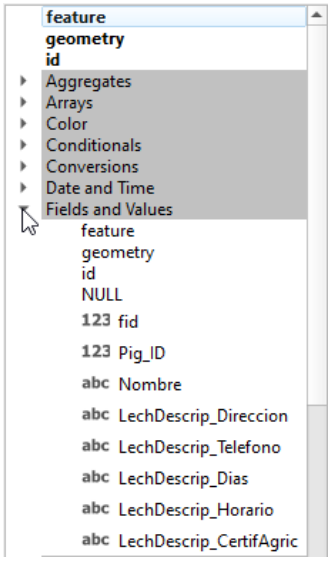
☐ Localice el botón  **Select Features Using an Expression** en barra de botones que está en parte superior de esta tabla.

☐ Para una escoger cuál(es) de estas lechoneras están certificadas, haremos la ***sub-selección*** haciendo **click** en el botón  **Select Features Using an Expression**

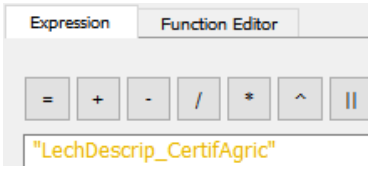
Aparecerá la forma **Select by Expression**



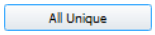
- ☐ En la lista de funciones y campos, **expanda** el nodo **Fields and Values**:



- ☐ Haga **doble click** en el campo **LechDescrip_CertifAgric**. Aparecerá este en la caja de texto **Expression**:

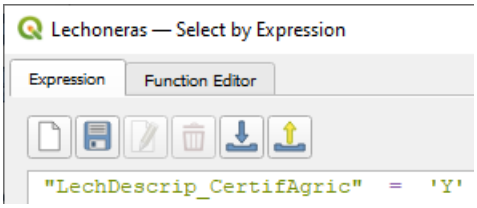


- ☐ Haga **click** ahora en el botón de igualdad 

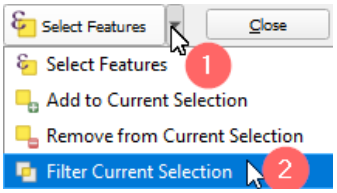
- ☐ Haga **click** en el botón **All Unique** 

- ☐ Haga **doble click** en la opción **'Y'** 

- ☐ En la caja de texto **Expression**, la expresión debe verse así:



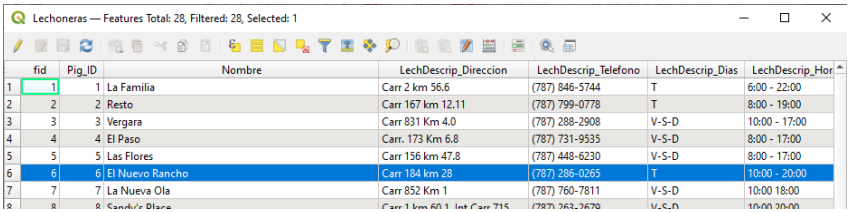
☐ En el botón **Select**, haga **click** en el **triángulo** para activar el combo box y escoja la opción **Filter current selection**.



☐ **Cierre** la forma **Select by Expression**.

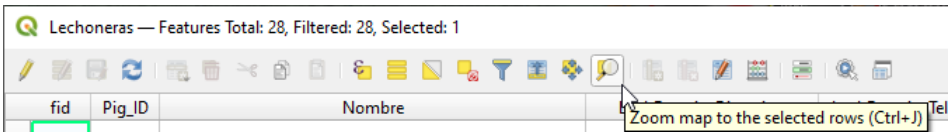
Regrese a la tabla de atributos. **Notará que hay solamente un récord**. Este es el único récord que cumple con los **criterios** de:

- **proximidad a la carretera 184** en Bo. Guavate, Cayey (30 metros a ambos lados del centro de la carretera, previamente hecho)
- **estar certificado por el Departamento de Agricultura** como consumidor de cerdo local.



	fid	Pig_ID	Nombre	LechDescrip_Direccion	LechDescrip_Telefono	LechDescrip_Dias	LechDescrip_Hor
1	1	1	La Familia	Carr 2 km 56.6	(787) 846-5744	T	6:00 - 22:00
2	2	2	Resto	Carr 167 km 12.11	(787) 799-0778	T	8:00 - 19:00
3	3	3	Vergara	Carr 831 Km 4.0	(787) 288-2908	V-S-D	10:00 - 17:00
4	4	4	El Paso	Carr. 173 Km 6.8	(787) 731-9535	V-S-D	8:00 - 17:00
5	5	5	Las Flores	Carr 156 km 47.8	(787) 448-6230	V-S-D	8:00 - 17:00
6	6	6	El Nuevo Rancho	Carr 184 km 28	(787) 286-0265	T	10:00 - 20:00
7	7	7	La Nueva Ola	Carr 852 Km 1	(787) 760-7811	V-S-D	10:00 18:00

☐ En la tabla de atributos, **haga click** en el botón **Zoom map to the selected rows (Ctrl+J)**.



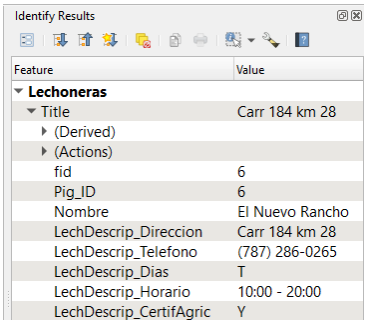
Esta acción pondrá el punto seleccionado en el centro del visor

☐ **Cierre** la tabla de atributos.

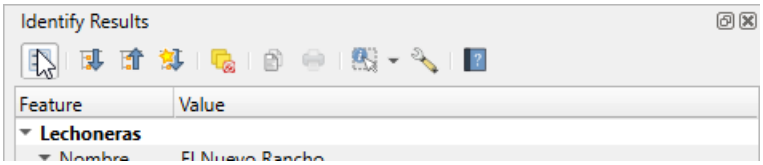
Al volver al visor (canvas), notará el punto seleccionado en amarillo ("El Nuevo Rancho"), cerca de la intersección de las carreteras PR-184 ya la PR-763.
Espere que aparezca la imagen satelital de Google maps. Esto puede tardar, dependiendo de la capacidad de ancho de banda donde usted esté radicado y la disponibilidad del servidor de mapas.



☐ Utilice el botón **Identify**  para ver la descripción de este establecimiento.



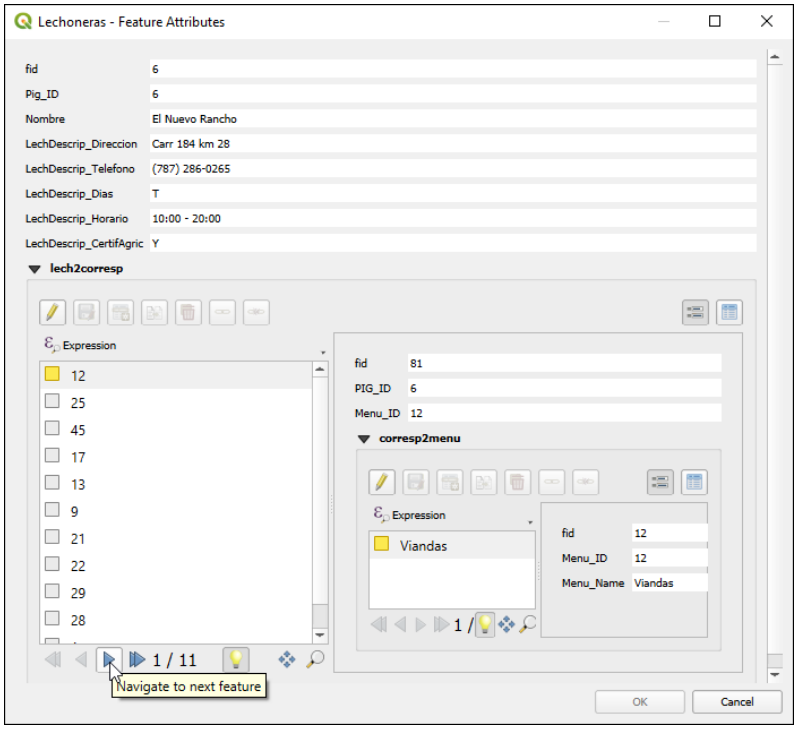
☐ Bajo el título **Identify Results**, haga **click** en el botón **View feature form**  para que pueda ver parte del menú.



☐ Use los botones de navegación que aparecen debajo de la lista **lech2corresp**



debajo de la lista **Expression**



Mediante los botones de navegación, podrá ver los ítems del menú de este establecimiento. Los ítems de la lista son ficticios, aunque son los que típicamente son servidos en estos lugares.

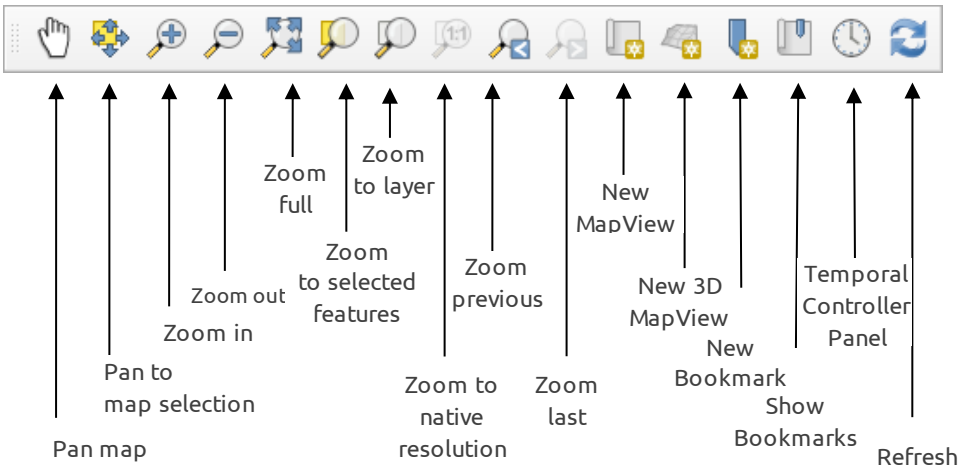
☐ **Cierre** la forma **Feature Attributes**.

☐ **Cierre** la forma **Identify Results**.

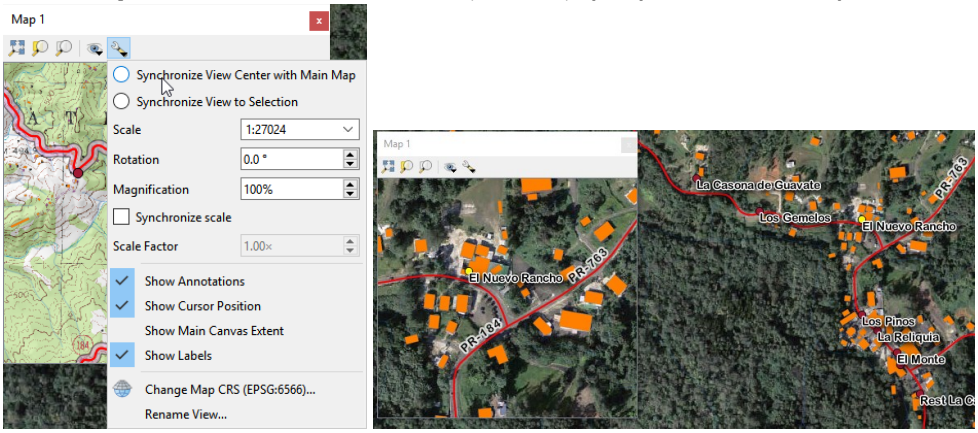


Opciones de navegación

La barra de botones **Navigation toolbar**, tiene una decena de opciones para moverse dentro del visor:



Pan map: sirve para arrastrar el contenido del visor, sin afectar la escala (acercamiento)
Pan map to selection: mantiene fijo el nivel de acercamiento y arrastra mediante la extensión territorial de los elementos que estén seleccionados, sin acercar o alejar.
Zoom in: Para acercar, haciendo una caja, arrastrando y soltando o mediante un **click**.
Zoom out: Para alejar usando el mismo método
Zoom to native pixel resolution: Aplica a datos en *formato ráster* (imágenes), acercando al nivel de resolución de la celda que compone dicho ráster.
Zoom full: Permite visualizar la extensión de todos los geodatos que están en la lista (TOC)
Zoom to selection: Permite visualizar todos los elementos seleccionados.
Zoom to layer: Muestra la extensión territorial de un geodato (layer) activado en particular
Zoom last: Nos deja volver a la extensión y nivel de acercamiento anterior.
New mapView: Abre otra ventana (canvas) que puede ser independiente del canvas principal.



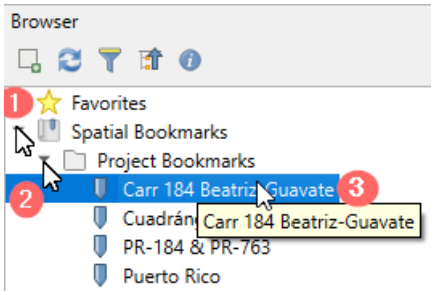
New mapView: Prepara una ventana para ver datos en pseudo 3D. Se debe disponer de datos d elevación para visualizar los datos en pseudo 3D.
New Spatial bookmark: Para añadir spatial bookmarks (marcadores geoespaciales)
Show Bookmark: Mostrar el nodo Spatial Bookmarks en el Browser Panel.

Temporal Controller Panel: Abrirá un panel para preparar animaciones basadas en datos temporales.
Refresh: Redibuja el visor.

1H: Escala gráfica

La escala gráfica es una *relación* entre la distancia real en el terreno y la distancia *representada* en el mapa, en este caso, en el visor de QGIS. Para ver la **escala gráfica**, solo necesitamos activarla de la siguiente forma:

- ☐ Vaya al panel **Browser** y expanda el nodo **Spatial Bookmarks**.

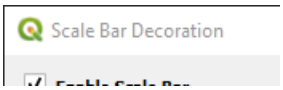


- ☐ **Expanda** el **nodo Project Bookmarks**
- ☐ Haga **doble click** en el bookmark llamado **Carr 184 Beatriz-Guavate**.

- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **View > *Decorations* > Scale bar**



- ☐ Aparecerá la forma **Scale Bar Decoration**:



- ☐ Haga **check** en la opción **Enable scale bar**



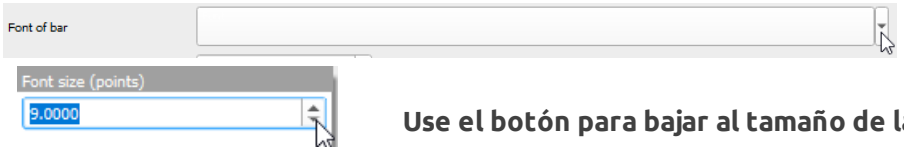
- ☐ En **Scale bar style**, escoja la opción **Bar**:



- ☐ En la sección **Color of bar**, mantenga color **Negro** para **Fill** y **Blanco** para **Outline**… deberían aparecer por defecto.

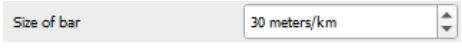


- ☐ En **Font of bar**, haga **click** en el ***triángulo***

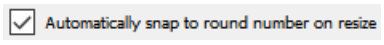


Use el botón para bajar al tamaño de la letra a 9 puntos.

- ☐ En la sección **Size of bar**, mantenga **30 meters/km**.



- ☐ **Mantenga** la opción cotejada (**check**) **en Automatically snap round numbers on resize**.



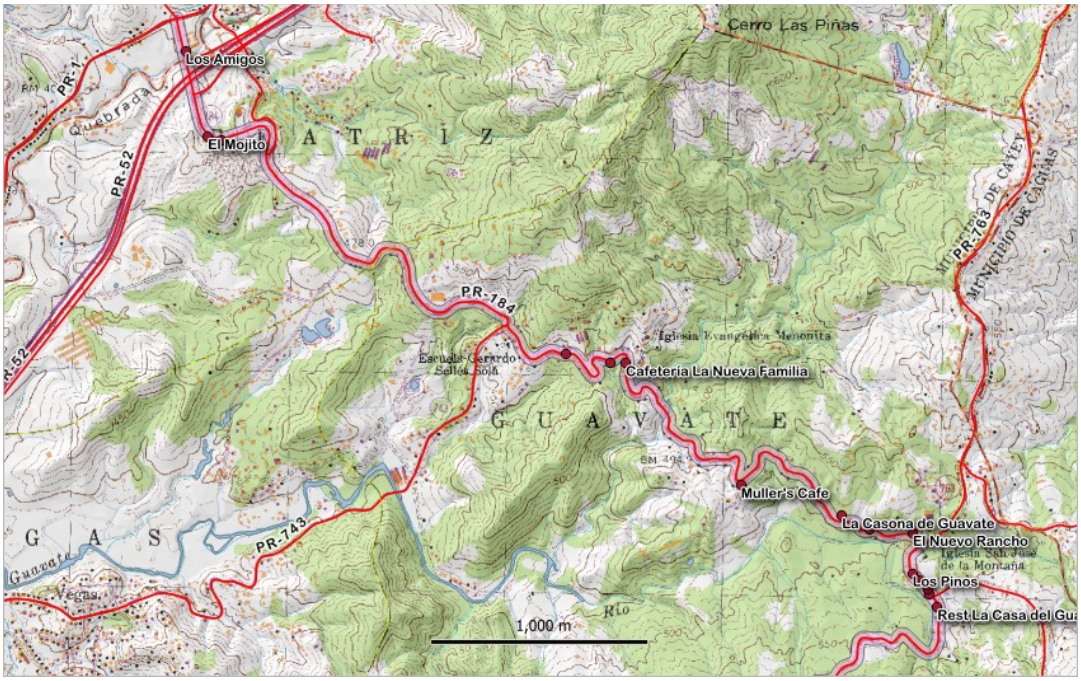
- ☐ En la sección **Placement**, escoja la opción **Bottom Center**.



- ☐ En **Margin from edge** *(separación del borde del visor)*, mantenga **0** en **Horizontal** y **5** en **Vertical**.

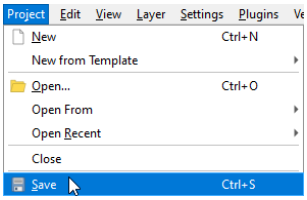


- ☐ Presione **OK** para que aparezca la escala gráfica en el visor.

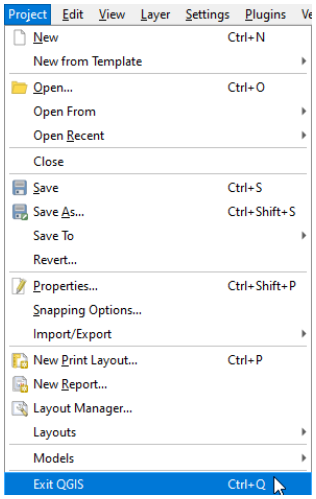


Para finalizar esta primera práctica, guarde su proyecto. Debe tener el nombre **ejercicio_1.qgs**.

- ☐ Para hacerlo, vaya al **menú principal** y escoja **Project > Save**.



- ☐ **Cierre** esta sesión de QGIS. Vaya al **menú principal** en **Project** > **Exit QGIS.**



También puede **hacer click** en el **botón** **Save Project**.

Esto concluye este ejercicio.

1i: Atributos: ¿Cómo se codifican y guardan los datos?

La tabla de atributos se compone principalmente de tres tipos de dato, dos de ellos son los más comunes:

- **Texto** (*character, string.*): letras, palabras, frases, oraciones, códigos **alfanuméricos**, identificadores.
  No se usan para operaciones matemáticas. Generalmente se manipulan con funciones de texto como concatenaciones, extracción, etc. Puede usarse ordenamiento (sorting).
- **Cifras**, **números** enteros, decimales, binarios, fechas.
  En estos es común el ordenamiento y operaciones matemáticas.
- **Objetos,** (datos en formato que solo puede interpretar la computadora mediante instrucciones)
  Ciertas bases de datos pueden guardar las coordenadas de un punto, línea, área, celda(s) en un campo de una tabla. Usualmente se usa el tipo de dato numérico "**binario**" para guardarlos.

Sea prudente al momento de escoger un tipo de representación numérica.

- **Evite** usar números con **decimales** cuando sepa de antemano que todos los números del conjunto de datos son **números enteros**.
- **Use el menor espacio posible** para los atributos tipo **texto**. Si va a guardar un código que no pasa de tres espacios, no use el espacio por defecto de algunos programas (¡255 espacios!).

Al hacer esto se economiza espacio en disco y el rendimiento del programa no deberá afectarse tanto.

Preguntas

Representación/codificación de los datos geográficos

1. Mencione **los tipos de representación de datos geográficos (geometrías)**. (p 12)

_____

2. ¿Cuáles son los **niveles geométricos básicos** que se usan para **representar** la **información geográfica** en el **modelo vectorial**? (pág 12)

_____

3. ¿Cómo se representa la información geográfica en formato ***ráster***? (pág 13) Mencione un ejemplo.

_____

Archivos geográficos digitales:

4. Describa brevemente qué es un archivo *GeoPackage* (p 13)

_____

_____

_____

5. ¿Para qué se usa la herramienta **Select by Expression** de QGIS? (p 24)

_____

6. ¿Para qué se usa la herramienta **Select by Location** de QGIS? (p 31-32)

_____

7. ¿Qué es y para qué se usa una **escala gráfica**? (p 40)

_____

8. Mencione dos **tipos de dato** para las tablas de atributos. (p 42)

_____

2.Sistemas de referencia espacial

Tópicos de esta sección:

2.Sistemas de referencia espacial 44
Tareas/Objetivos: 45
Proyecciones cartográficas 46
Algunos términos importantes 47
Construcción de proyecciones cartográficas 48
2A: Aplicación local: reproyección instantánea 51
Tareas/Objetivos 51
Descarga de datos para el ejercicio 53
2B: Reproyección permanente 58
Preguntas 62
Referencias 64

Tareas/Objetivos:

1. Conocer la importancia de los conceptos sistemas de referencia espacial, proyección cartográfica, datum, reproyección cartográfica instantánea y permanente, transformación de datums.
2. Aplicar estos conceptos mediante un ejemplo local. Reproyectar un geodato de manera instantánea y de manera permanente.
3. Mostrar las propiedades de un geodato para conocer detalles tales como el sistema de referencia espacial utilizado, geometría, formato, etcétera.

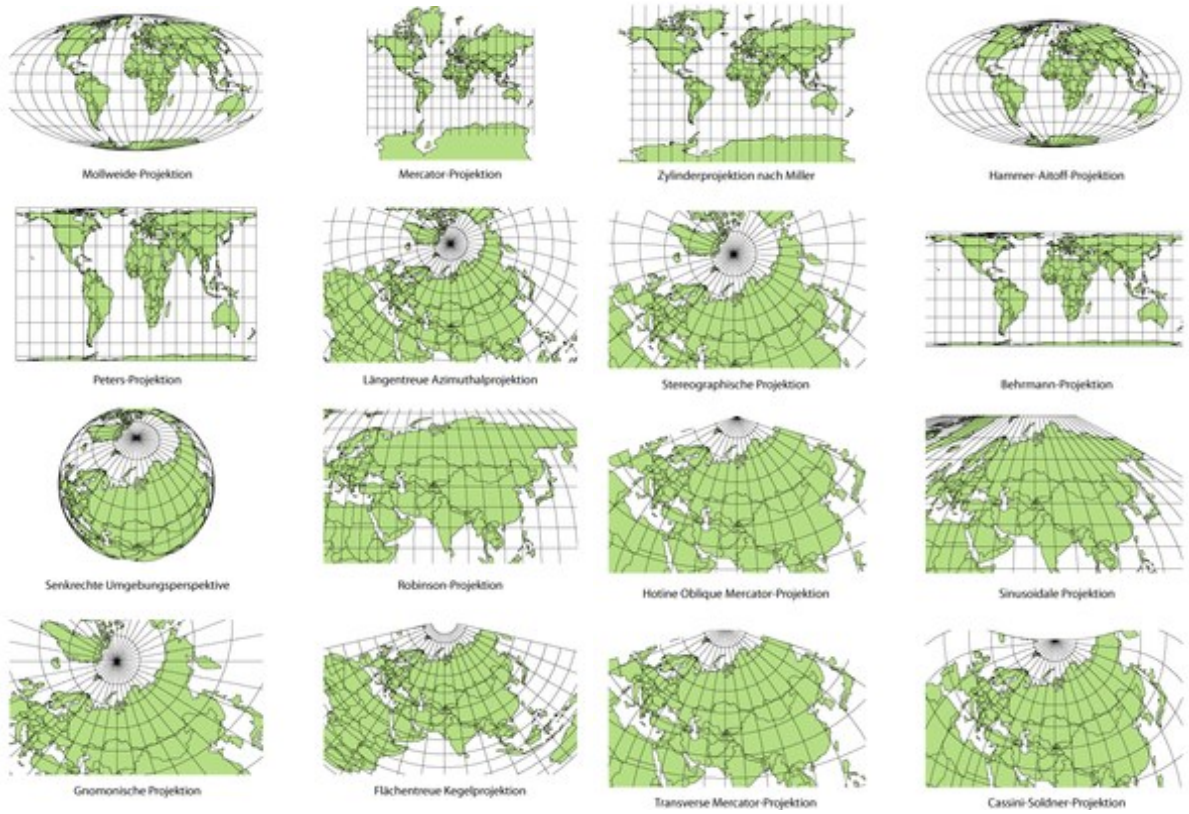
¿Qué importancia tienen las proyecciones cartográficas y los sistemas de referencia espacial? Los sistemas de información geográfica registran posiciones, longitudes y áreas, generalmente sobre la superficie de la tierra. En teoría se puede "cartografiar" cualquier espacio, ya sea por encima, o debajo de la tierra. Este espacio es finito, pero puede ser desde tamaños subatómicos hasta tamaños cósmicos…

¿Por qué usar proyecciones cartográficas? La utilidad de las proyecciones cartográficas es poder representar la forma de la tierra en una superficie plana. Originalmente, el medio para presentar mapas era el papel o algún medio físico. Ahora se usan computadoras y programas de cartografía o sistemas de información geográfica para intercambiar proyecciones y transformaciones de coordenadas.

¿Cómo estas proyecciones afectan el trabajo de personas que usan SIG? En estos días lo normal es usar geodatos que estén dentro de un marco de coordenadas de referencia estandarizado, llamado **sistema de referencia espacial**. Estos marcos de referencia están **basados en proyecciones cartográficas, datums, unidades de medida**. En algunos casos, los ámbitos de trabajo son a nivel planetario y en otras a nivel local: un país, un estado/provincia, municipio, barrio, cuenca de drenaje, etcétera…
Una **aplicación** más práctica para el técnico/analista de SIG es la **superposición de geodatos** (**geoprocesamiento**). Los geodatos que no estén georreferenciados correctamente pueden devolver resultados erróneos.

Proyecciones cartográficas

Las proyecciones cartográficas se utilizan para modelar la superficie de la tierra (más o menos esférica) a un plano. **Es matemáticamente imposible modelar la superficie a un plano sin algún grado de distorsión**. Las proyecciones se escogen según la necesidad y propósitos al hacer un mapa.



Diferentes proyecciones cartográficas.
Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Proyección_cartográfica.

Referencia espacial:
Un programa de manejo de datos geográficos (SIG) se sirve de **un sistema de referencia espacial** para localizar las coordenadas que definen los objetos. Esto quiere decir que las coordenadas utilizadas se refieren a un sistema de coordenadas que puede ser traducido a **coordenadas geográficas angulares latitud y longitud** en cualquier parte de la tierra. Por ejemplo, un lugar en el planeta puede representarse con una coordenada en unidades planas (metros, pies…) y esta localización en unidades planas, si se basa en un sistema estandarizado, puede ser transformada en coordenadas angulares (lat/long).

Como se mencionó antes, **las proyecciones cartográficas conllevan ciertas distorsiones** que pueden afectar tanto área, forma o ángulos y distancias. Ninguna proyección corrige todas estas distorsiones a la vez. Se opta entonces por utilizar una que sirva los propósitos para la preparación del mapa. Para representar la superficie esférica del planeta se pueden usar superficies de otras figuras geométricas como el cilindro, cono u otras.

Algunos términos importantes

Sistema de referencia espacial (CRS/SRS) – Es un sistema de coordenadas, ya sea local, regional o global, el cual se utiliza para localizar entidades en un espacio. La referencia espacial está compuesta de una proyección cartográfica, datum geodésico y unidades de medida. Existe una multitud de sistemas de referencia espacial y a cada una de estas se le asigna un código identificador EPSG, por ejemplo, el **EPSG:4326**, el cual corresponde al SRS con coordenadas geográficas y datum global WGS84.

Geoide – Modelo matemático de la forma de la Tierra relativamente complejo, siendo este basado en mediciones de la fuerza gravitacional, mediciones en el terreno y mediciones en los niveles de la marea. Se utiliza además para determinar altitudes mediante métodos electrónicos como los equipos de posicionamiento global (GPS).

Geodesia – Ciencia matemática que estudia la medición de la Tierra. Se diferencia de la agrimensura en cuanto a que las mediciones geodésicas toman en cuenta la curvatura del planeta.

Esferoide – Modelo matemático más simple que el geoide, el cual se aproxima a la forma de una esfera abultada, achatada en los polos.

Datum geodésico – Sistema de referencia en el cual las posiciones están definidas, tanto en el plano horizontal como en el vertical. El datum geodésico consiste al menos de una representación de la forma del planeta y una serie de mediciones en el terreno. Estas mediciones se hacen de manera muy precisa, utilizando instrumentos geodésicos. Para un datum geodésico vertical se toma en cuenta además las diferencias superficiales regionales en el campo gravitacional, diferencias de elevación en el terreno y mediciones en el nivel de la marea. Estos datums son revisados periódicamente por geodestas en agencias gubernamentales a nivel federal para compensar entre otras cosas, el movimiento de placas tectónicas y errores de medición anteriores.

Proyección cartográfica – Se trata de una representación en un plano de las localizaciones, formas, puntos en la superficie curva del planeta. Toda proyección cartográfica conlleva algún tipo de **distorsión** en cuanto a **área, forma/ángulo y distancia**.

Coordenadas angulares – Coordenadas expresadas generalmente en términos de latitud y longitud. Son angulares porque se miden como desviaciones con respecto un centro en el planeta que es curvo/esférico.

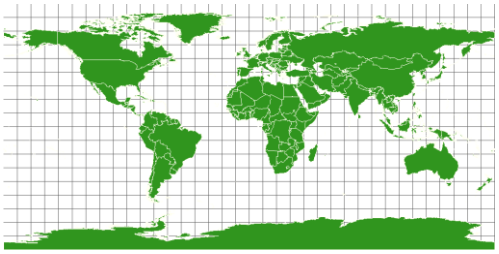
Coordenadas planas – Coordenadas expresadas en unidades de medida/distancia, tales como el metro o el pie.

Transformaciones de datums – Se refiere a la traslación de coordenadas de un datum de referencia a otro. Puede ser una traslación entre datums locales y globales y datums recientes y otros más antiguos.

Construcción de proyecciones cartográficas

Hay muchísimas proyecciones cartográficas. Estas se pueden **clasificarse** por:

1. Primero sin proyección (pero con datum), usando el datum **WGS84**:



Sin proyección

2. **Según el tipo de distorsión** (área, forma, distancia) **que se quiere reducir**:
   - **Equivalentes**: Preservar **área** (superficie)



Proyección Mollweide

   - **Conformes**: preservar las **formas** o los **ángulos**



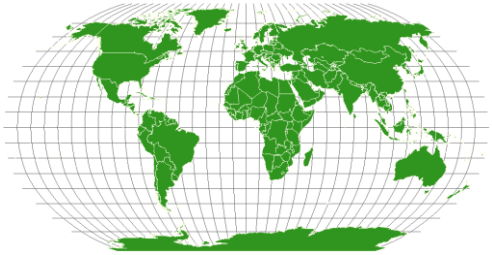
Proyección cónica conforme de Lambert

   - **Equidistante**: preservar **distancias**



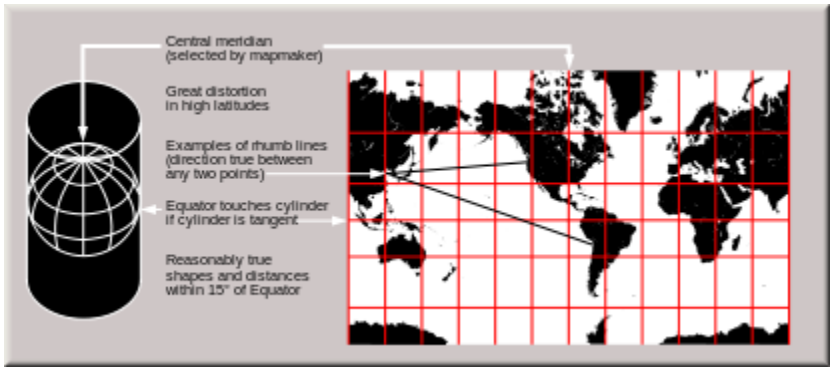
Proyección sinusoidal

   - **Afilácticas**: presentan deformaciones mínimas, pero no las eliminan.

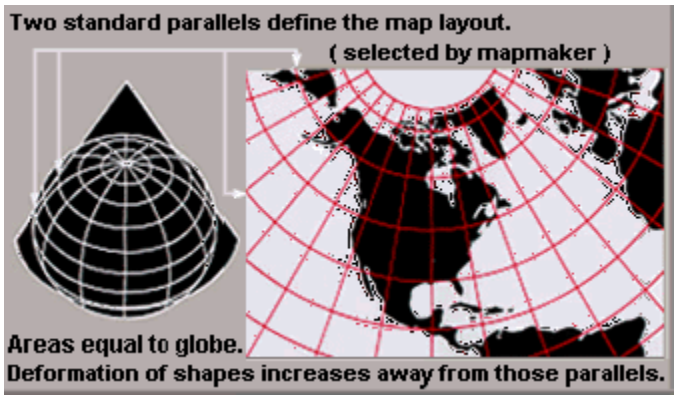


Proyección Robinson

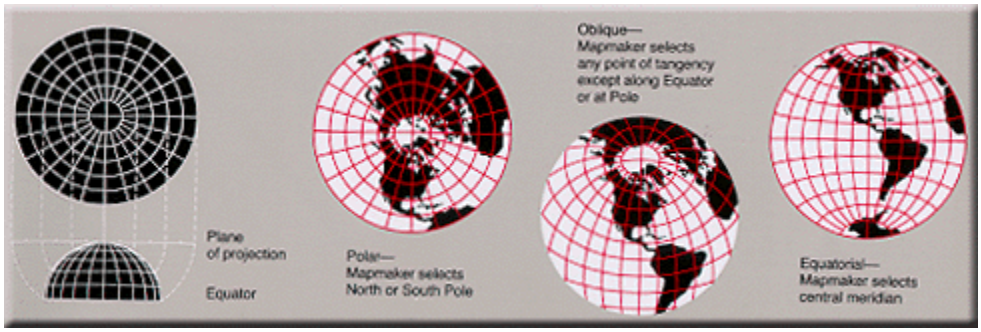
3. **Tipo de construcción o tipo de superficie que se usa para representar la esfera**:
   - **Cilíndricas**, pseudocilíndricas,



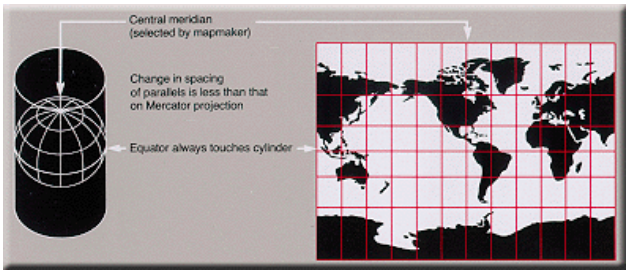
   - **Cónicas**, policónicas, pseudocónicas



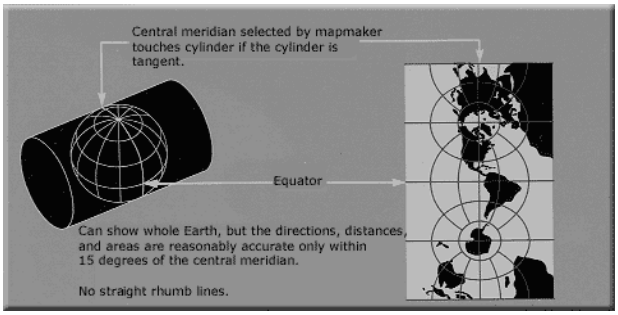
   - **Acimutales**



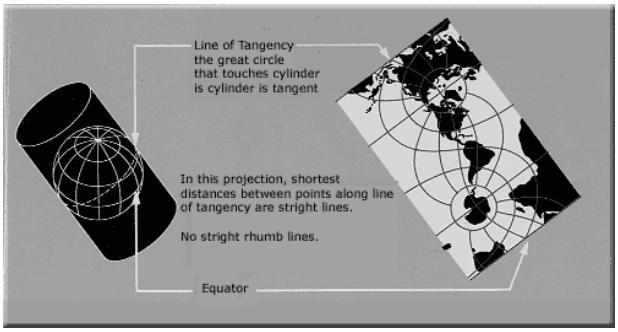
4. **Por aspecto/punto de vista/eje de pivote**:
    a. **Normal o directo**
    Usa los polos y el ecuador como puntos de referencia



    b. **Transversal**



    c. **Oblicuo**



Nota sobre proyecciones conformes y proyecciones equivalentes:
Forma vs tamaño
Mientras más se trate de representar fielmente *la forma* en el mapa, más se perderá la exactitud del *tamaño*. Por lo tanto, **una proyección no puede ser conforme y equivalente *equal area* a la vez**. Si lo que interesa es mantener el área correcta, es mejor usar una proyección equivalente. Si se quiere ser más fiel a la forma de los países, se debe usar una proyección conforme.

El siguiente enlace tiene una tabla con ejemplos de proyecciones cartográficas, ejemplos y usos. *Map Projections: A Working Manual* de John P Snyder del US Geological Survey.

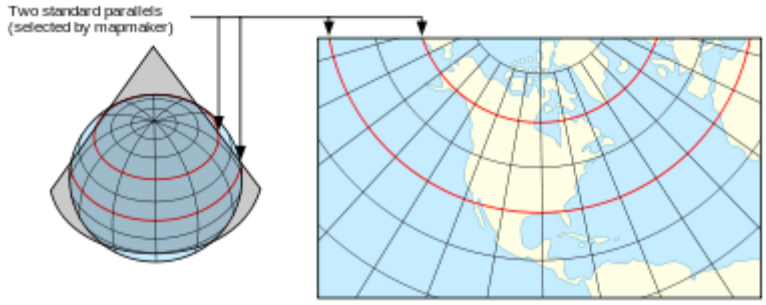
2A: Aplicación local: reproyección instantánea

Tareas/Objetivos

1. **Explicar** sobre la aplicación del **sistema de referencia espacial** de **Puerto Rico**.
2. **Conocer** los conceptos y usos de la **reproyección instantánea** y la **reproyección permanente**.
3. **Aplicar** el conocimiento mediante un **ejemplo local**: reproyectar de manera **instantánea** y reproyectar de forma **permanente**.

En esta parte, demostraremos la utilidad de la capacidad de reproyección de QGIS. Las proyecciones cartográficas se registran en listados públicos con definiciones y parámetros de sistemas de referencia espacial (SRE). Es bien importante que un geodato esté acompañado de un archivo que documente cuál es su SRE o *CRS* en inglés. En ocasiones el geodato tiene la definición de SRS dentro del mismo archivo geográfico.

La **proyección cartográfica** que se usa **en Puerto Rico** por agrimensores y técnicos de SIG en agencias gubernamentales y municipios es la proyección Cónica Conforme de Lambert, la cual usa dos paralelos y un meridiano central. Como regla general, mientras más nos alejemos de estos paralelos y meridianos, mayor será la distorsión.

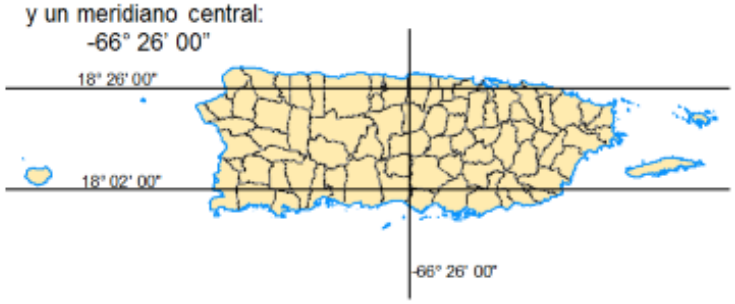


Proyección Cónica Conforme de Lambert.
Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Proyección_conforme_de_Lambert

La siguiente figura muestra los paralelos y meridianos que definen el marco de referencia para la proyección cartográfica que usamos.

Proyección Cónica Conforme de Lambert y el Sistema de coordenadas planas estatales en Puerto Rico.

- Se prefirió el uso de la proyección antes mencionada para el sistema local de coordenadas porque ésta se adapta mejor a la forma de la isla con una distorsión insignificante.
- Esta proyección de tipo secante usa dos paralelos:
  18° 02' 00"
  18° 26' 00"
  y un meridiano central:
  -66° 26' 00"



Parámetros para el uso del sistema estatal de coordenadas planas (State Plane Coordinate System).
Tomado de *Fundamentos de ArcGIS, versión ArcView 9.1*, Sección VII, p. 99, nov 2005.

Por virtud de la Ley 264 de 2002 y ahora sustituida por la Ley 184 de 2014, las agencias del gobierno estatal y municipios adoptarán el uso del **sistema estatal de coordenadas planas** con **proyección cónica conforme de Lambert**, usando **metros** como unidad de medida. El **datum geodésico** adoptado es el norteamericano de 1983 (**NAD83**) o su versión más reciente.

La adopción de este sistema y su reglamentación **no impide** el uso de otros sistemas de coordenadas. Usamos frecuentemente latitud y longitud durante la temporada de huracanes por la simplicidad de sus números, que van de 0 a 180 en longitud (o X) y de cero a 90 en latitud (o Y).

Los instrumentos de posicionamiento (GPS) usan el sistema geodésico de referencia global llamado World Geodetic Survey de 1984 (WGS84). En Norteamérica, este datum es muy similar al NAD83 y para aplicaciones cartográficas pueden intercambiarse dependiendo del grado de exactitud requerida.

En adelante, los datos de los ejercicios estarán utilizando el sistema estatal de coordenadas planas usando el **datum NAD83 y su actualización más reciente NAD83(2011)**, **vigente para esta fecha de julio, 2025**.

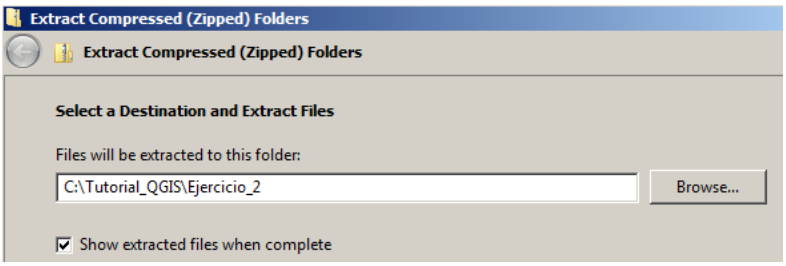
Este Sistema de Referencia Espacial tiene un **número identificador** asignado: EPSG:**6566**, Recuerde ese número porque lo verá frecuentemente cuando utilice geodatos de Puerto Rico. Otros códigos muy usados son **4326** para **WGS84** y el **3857** (**Spherical Mercator** usado por **Google Maps**)

Descarga de datos para el ejercicio

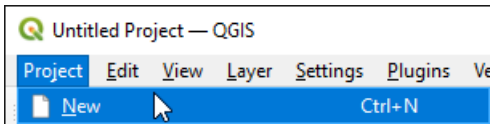
1. Demostraremos la capacidad de reproyección/transformación instantánea dentro de QGIS usando geodatos de Puerto Rico.
2. En la última parte de esta sección, usaremos un geodato de prueba derivado de un equipo GPS para demostrar cómo realizar una reproyección/transformación permanente de un shapefile.

> ☐ **Descargue** los **datos** para utilizarse en este ejercicio desde este enlace.
> Datos para el ejercicio.

☐ Guarde el zip file dentro del folder **Tutorial_QGIS** y **descomprima** el archivo zip **dentro de un nuevo directorio** llamado **Ejercicio_2**, dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS**.



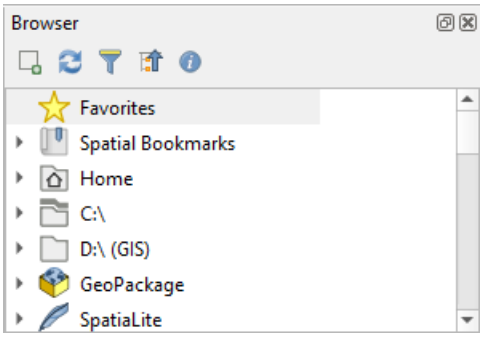
☐ **Abra una nueva sesión de QGIS. Produzca** un **nuevo** proyecto QGIS. En el **menú principal** escoja **Project > New**:



 Puede hacer **click** en el **botón New Project** O pulsar simultáneamente las teclas **ctrl+n**.

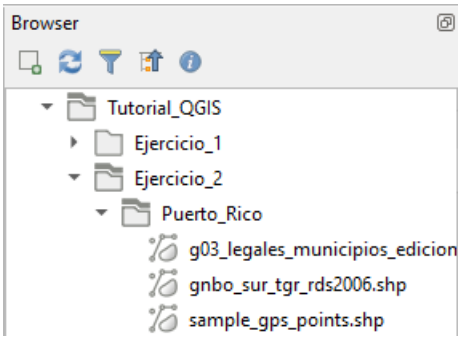
Asegúrese de tener visible y activado el panel **Browser**. Si no le aparece el panel Browser:

☐ Vaya al **menú principal** y haga **click** en **View > Panels > Browser.**

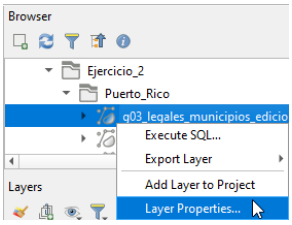


☐ Navegue el panel **Browser** y **expanda el nodo C:** 

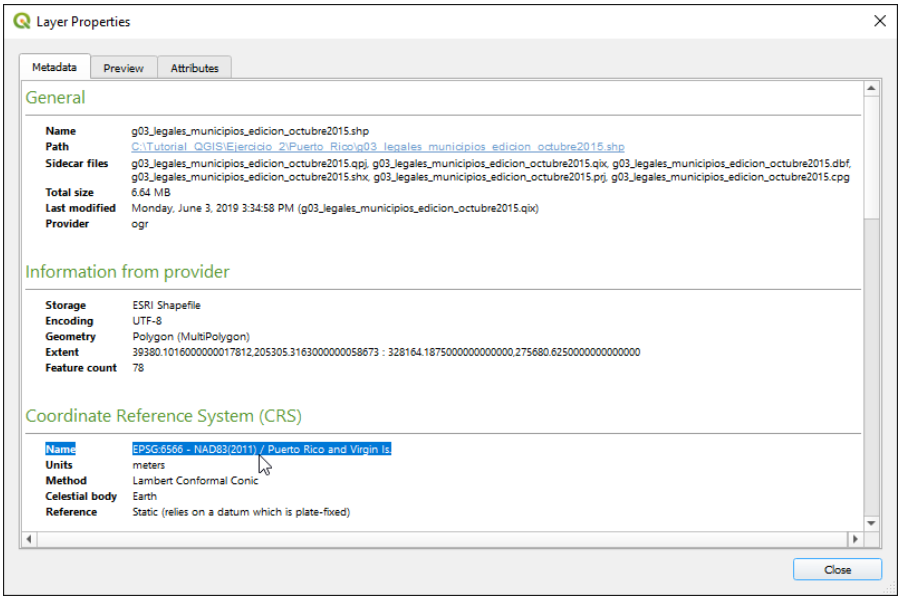
- ☐ Haga **scroll (girar) hacia abajo con la rueda del mouse,** o mover hacia abajo la barra lateral del Browser y expanda el nodo/folder **Tutorial_QGIS\Ejercicio_2\Puerto_Rico**



- ☐ Haga **right-click** en el **geodato g03_legales_municipios_edicion_octubre2015.shp**.
- ☐ **Escoja** la opción **Layer Properties…**



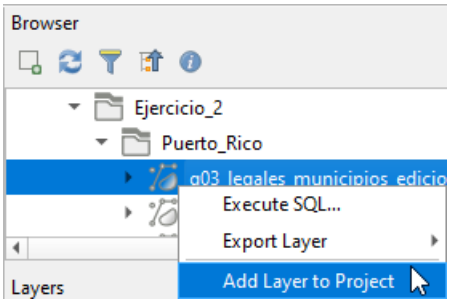
En el tab **Metadata**, podrá ver algunas de las propiedades de este geodato.



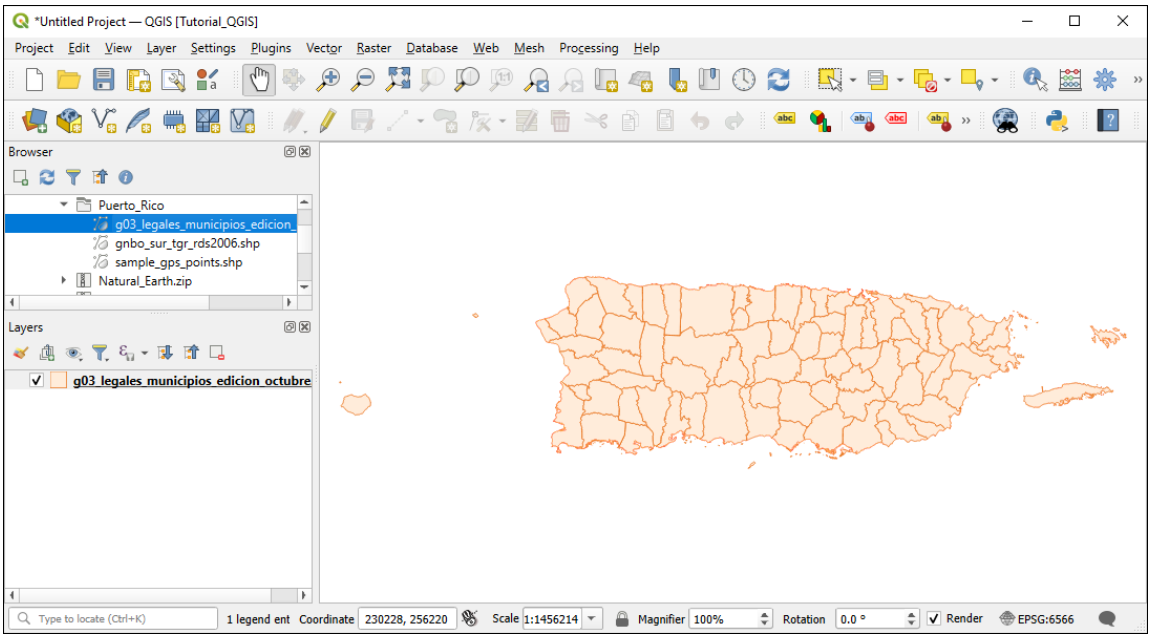
El **Sistema de referencia espacial** (CRS) es **EPSG:6566 –** NAD83(2011) / Puerto Rico and Virgin Is.

- ☐ **Inspeccione** los tabs **Preview** y **Attributes** de este geodato.
- ☐ **Cierre** la forma **Layer Properties**.

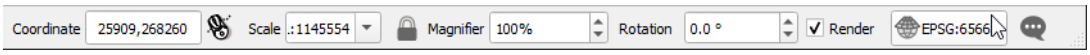
☐ **Haga right-click** en el geodato **g03_legales_municipios_edicion_octubre2015** y escoja la opción **Add Layer to Project**.



El geodato de municipios deberá verse así:

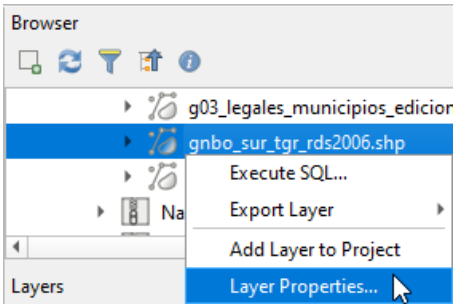


☐ **Fíjese** en la **parte inferior derecha del visor**. Notará que **QGIS adoptó el sistema de coordenadas** de este geodato: **EPSG:6566**.

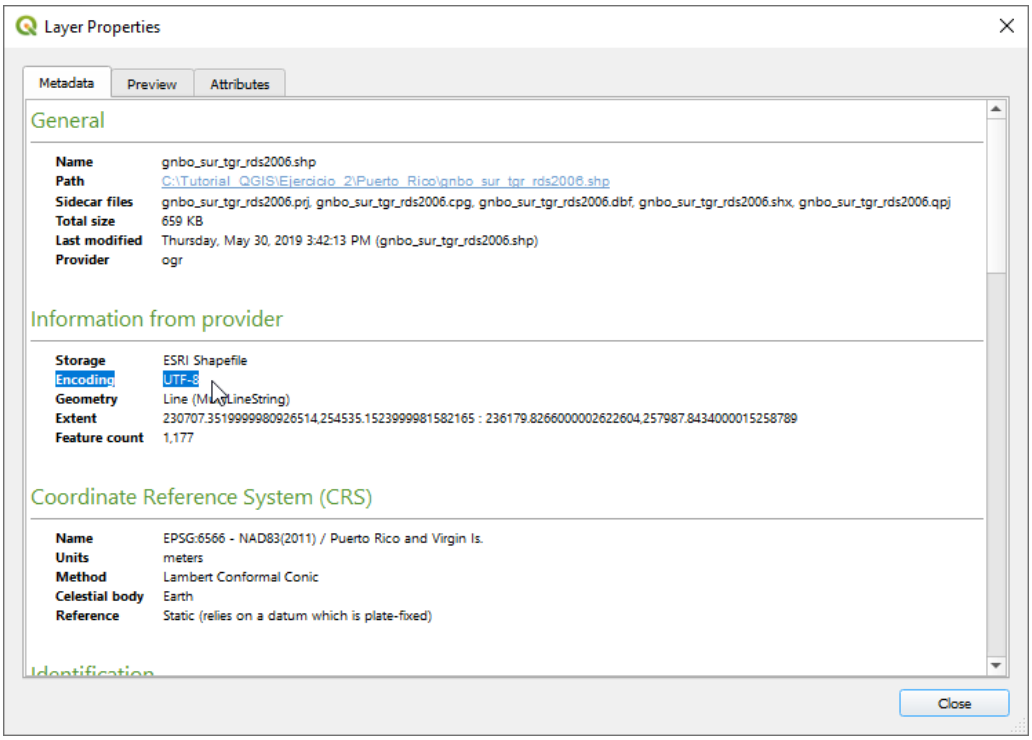


☐ **Vamos a repetir el procedimiento** anterior para traer el próximo geodato que representa el *sistema vial, calles y carreteras del sur del Municipio de Guaynabo*. El archivo se llama **gnbo_sur_tgr_rds2006.shp**. Este archivo **gnbo_sur_tgr_rds2006** proviene de los mapas censales ***TIGER Files, 2006*** del Negociado del Censo Federal.

☐ Haga **right-click** encima del geodato **gnbo_sur_tgr_rds2006.shp** y escoja la opción **Layer Properties**.



☐ Podrá inspeccionar algunas propiedades básicas como estas que aparecen en el tab **Metadata**.

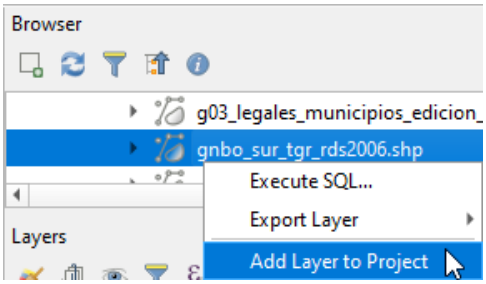


- Las coordenadas que definen la geometría de este layer utilizan el CRS **EPSG:6566**.
- Otro dato importante es el ***Encoding*** o la ***codificación de caracteres***. En este y otros geodatos, se usa el conjunto de caracteres "UTF-8".
  ¿En qué manera es esto importante? ***Si no escogemos el conjunto correcto, las palabras con caracteres especiales aparecerán de manera incorrecta.*** La codificación, permite guardar, codificar y representar una serie de caracteres (letras, símbolos) de manera electrónica. Escoger la codificación de caracteres adecuada permitirá que se pueda escribir correctamente palabras con letras que tienen acentos y tildes.

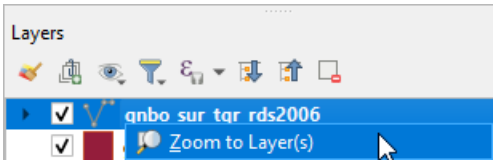
☐ **Inspeccione** los tabs **Preview** y **Attributes** de esta forma Layer Properties.

☐ **Cierre** la forma **Layer Properties**.

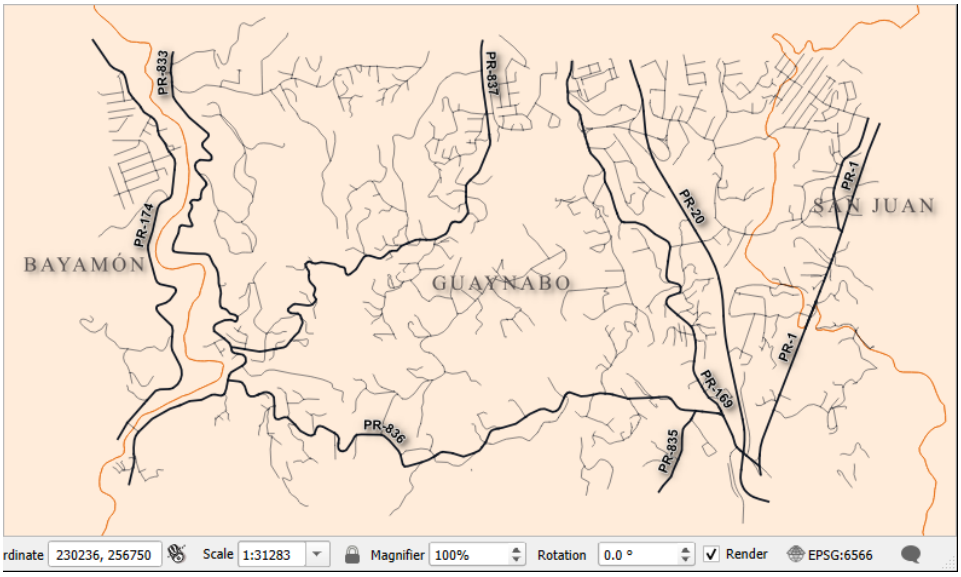
☐ Haga **right click** encima del nombre **gnbo_sur_tgr_rds2006.shp** y escoja la opción **Add Selected Layer to Project**.



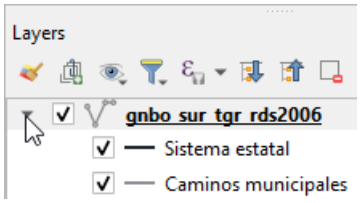
☐ Para ver este geodato más de cerca, vaya al **panel Layers,** haga **right click** encima de este geodato y **escoja** la opción **Zoom to Layer**.



☐ El sistema vial local deberá verse más o menos así en una sección del sur del Municipio de Guaynabo:



☐ **Expanda el nodo** (triángulo) a la izquierda del geodato **gnbo_sur_tgr_rds2006** para que pueda ver los ítems (categorías) de la leyenda de este layer.

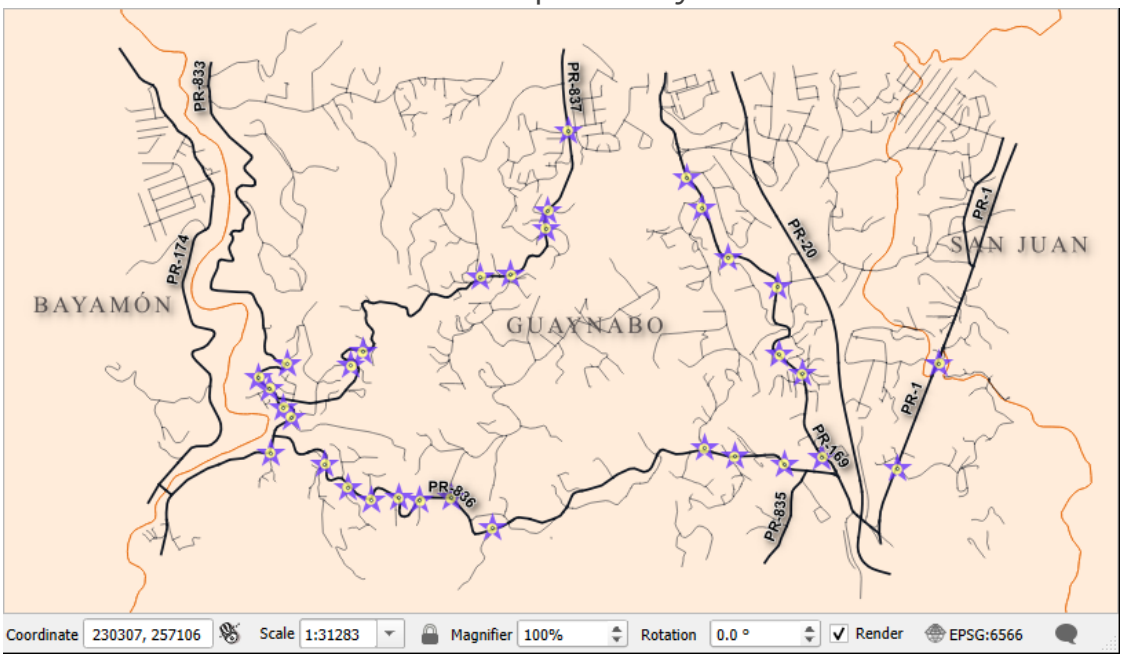


Primero, note que aparecen dos categorías en la leyenda, en la tabla de contenido (lista de layers). Esto fue definido anteriormente usando las ***opciones de simbología de QGIS*** *y fue guardado en un archivo* ***QGIS style layer file*** *"****qml****". Este archivo de texto se guarda con el mismo nombre del shapefile y aparecerá asociado al mismo, cada vez que lo traigamos. Lo mismo sucede con el layer de municipios y el próximo geodato que añadiremos.*

☐ Ahora utilice el mismo procedimiento para traer el próximo shapefile **sample_gps_points.shp**, usando el Browser(s). Este geodato está localizado en el folder **Puerto_Rico**.

1. Primero **acceda a las propiedades del geodato** y preste atención al CRS del geodato.
   ¿Cuál es el sistema de referencia espacial (CRS) y datum de este geodato?
   _____
2. ¿Qué unidad de medida utiliza?
   _____
3. Luego de inspeccionarlo, **añádalo** a la lista de layers mediante la opción **Add Layer(s) to Project**

Aparecerá en el visor un layer con unos puntos de muestra. Estos se tomaron con un equipo GPS *Garmin76* en el área sur-central del Municipio de Guaynabo.



¿Cómo aparecen alineados estos puntos? Inspeccione más de cerca usando herramientas de navegación:



_____
_____

2B: Reproyección permanente

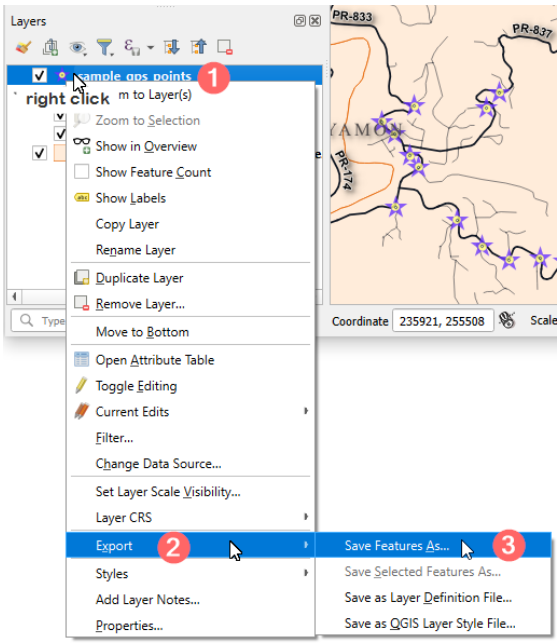
Se recomienda que los geodatos utilicen **el mismo sistema de referencia espacial**:

1. Al entrar/registrar datos en la computadora/base de datos (**digitalización)**
2. Cuando hagamos **procesos de análisis de geodatos** (**geoprocesamiento**).

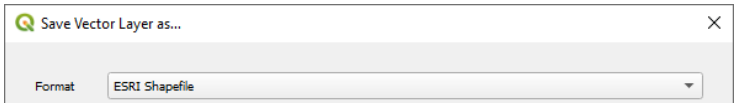
Para esta parte del ejercicio, cambiaremos el sistema de referencia espacial (CRS) de un layer de puntos tomados con un equipo GPS al **sistema EPSG:6566** (NAD83(2011) PR & USVI).

Para cambiar el CRS de forma permanente, es necesario derivar/crear otro geodato; shapefile en este caso.

- ☐ Haga **right click *encima*** del geodato **sample_gps_points** y escoja **Export > Save Features As...**



- ☐ En la forma **Save Vector Layer as** que aparecerá, escoja el formato **ESRI Shapefile**.



QGIS puede generar shapefiles.

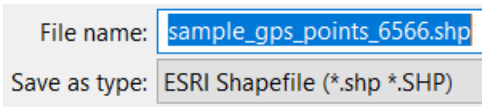
- ☐ En la sección, **File name**, presione el botón **Browse**:



- ☐ En la forma **Save layer as...** que aparecerá, **asegúrese de que esté ubicado** en el folder **Tutorial_QGIS\Ejercicio_2\Puerto_Rico**

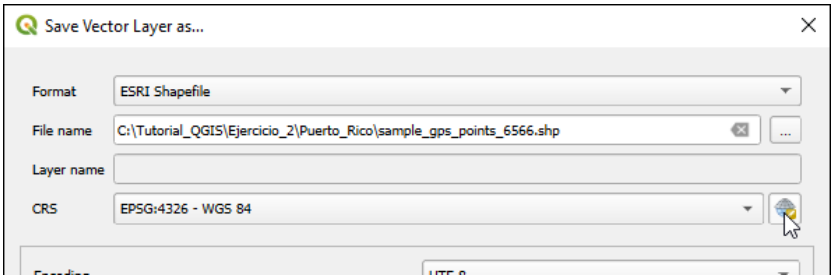


- ☐ En la caja de texto **File name:** escriba **sample_gps_points_6566.shp**

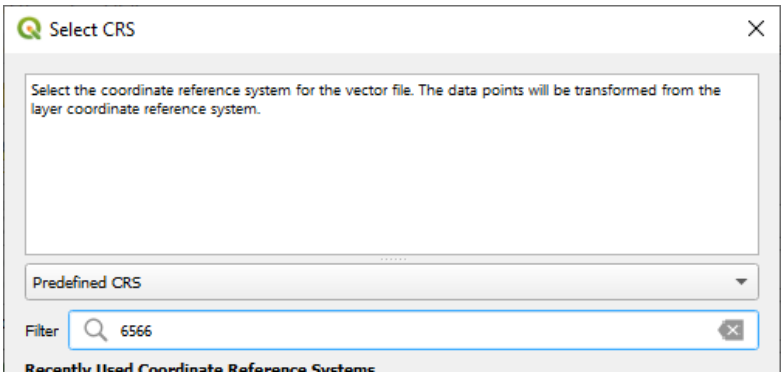


- ☐ Presione el botón **Save**. Esto aún no generará el archivo. Se hará más adelante.

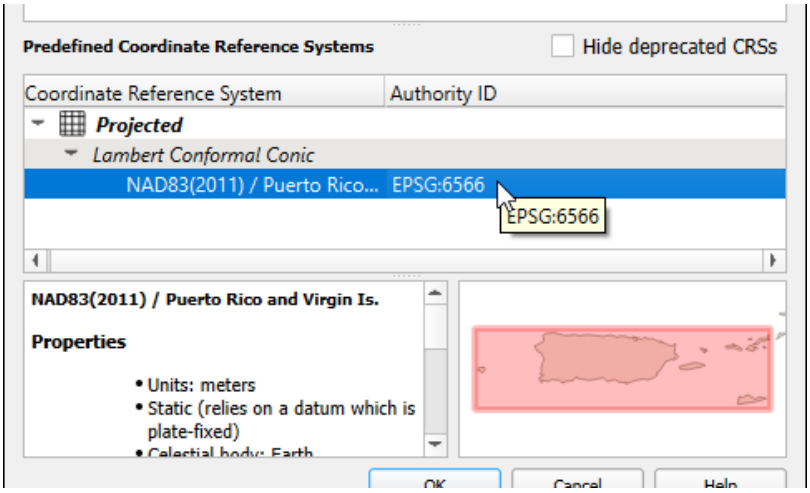
- ☐ De vuelta a la forma **Save Vector Layer as… presione** el **botón Select CRS…** al lado derecho del combo box Select CRS (EPSG:4326, WGS84)



- ☐ En la forma **Select CRS** que aparecerá, **escriba 6566** en la caja de texto **Filter**.



- ☐ En la sección **Predefined Coordinate Reference Systems**, **escoja** el sistema **NAD83(2011)/Puerto Rico …** con **Authority ID**: **EPSG:6566**

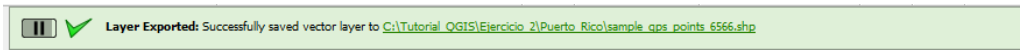


- ☐ Presione el botón **OK en esta forma Select CRS**.

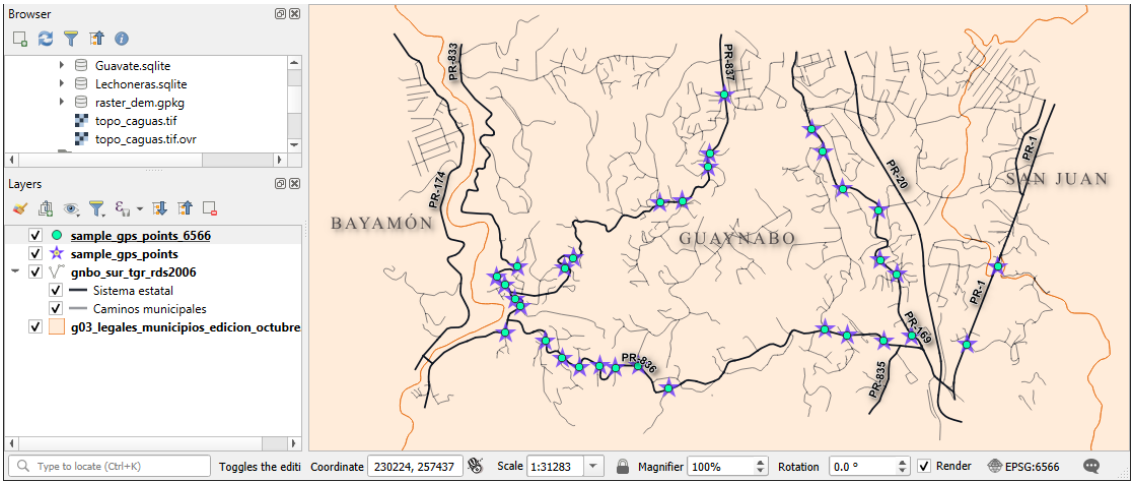
- ☐ De vuelta a la forma **Save vector layer as…,** vaya abajo en esta forma y mantenga **check** en la opción **Add saved file to map**.
- ☐ Deje las demás opciones como están.
- ☐ Presione **OK** para correr el proceso y generar el nuevo archivo con la transformación de sistema de coordenadas.



Le aparecerá este mensaje:

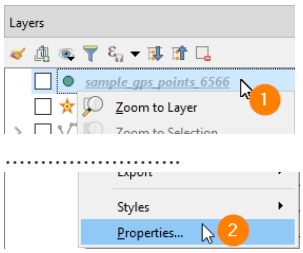


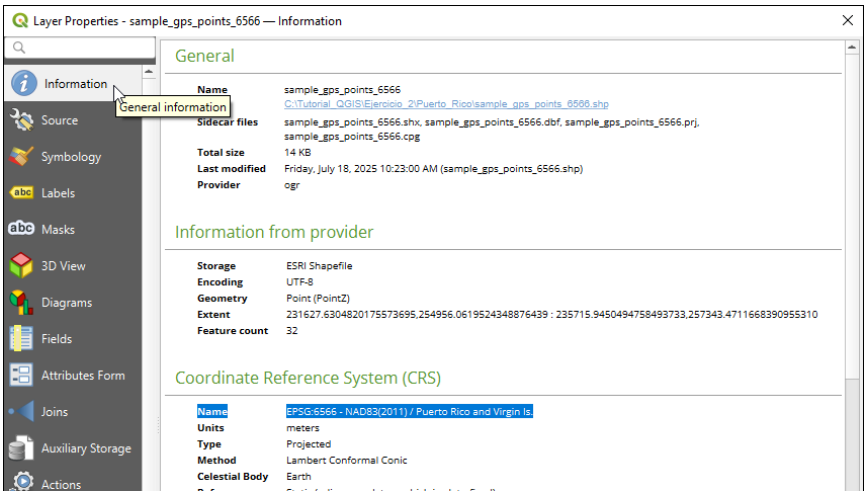
El nuevo shapefile aparecerá en el visor/canvas de QGIS:



Los puntos en azul brillante aparecerán alineados encima de los puntos originales que están en el sistema WGS84.

☐ **Coteje** cuál es el CRS del nuevo layer, yendo a las propiedades del nuevo layer. **Right click encima** del **nuevo layer > Properties > click** en el **tab**/pestaña **Information**





El nuevo layer está referenciado geográficamente usando el sistema **EPSG:6566**.

☐ Guarde este proyecto con el nombre **re-proyecciones.qgs**. **Cierre** el programa QGIS.

Preguntas

1. **Un Sistema de Referencia Espacial (CRS o SRS)**: (p 47)
   a. Se compone de modelos matemáticos que representan la forma y medidas de la tierra
   b. Puede basarse en una proyección cartográfica
   c. Puede utilizar coordenadas planas (metros, pies) o angulares (lat, long)
   d. Todas las anteriores

2. **Las proyecciones cartográficas son**: (p 47)
   a. Dibujar un mapa en un papel
   b. Representación matemática de la forma de un lugar en la superficie redondeada de la Tierra en un medio plano como un papel, una pantalla de computadora, o un medio para imprimir.
   c. Representación geométrica plana de manera simplificada y convencional de toda o parte de la superficie terrestre, según su nivel de acercamiento.
   d. Alternativas a y b.

3. Cierto/Falso: **¿Una proyección cartográfica puede ser equivalente y conforme a la vez?** (p 50)

4. **El modelo matemático más complejo de la forma y dimensiones de la Tierra es:** (p 47)
   a. Esfera
   b. Esferoide
   c. Geoide

5. **Un datum geodésico se desarrolla mediante**: (p 47)
   a. Mediciones en el terreno
   b. Usando instrumentos geodésicos
   c. Revisiones periódicas tomando mediciones en el campo
   d. Todas las anteriores

6. **Las *transformaciones entre datums* consisten en el traslado de coordenadas de un sistema de referencia espacial a otro**. Estas pueden ser: (p 47)
   a. Solo entre datums que usen el mismo elipsoide de referencia
   b. Entre cualquier datum, si se conocen los parámetros que los definen
   c. Todas las anteriores

Referencias

Béguin, Michèle, Pumain, Denise, ***La représentation des données géographiques, statistique et cartographie***, 2003, Armand Colin Ed.

Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional, España, ***Conceptos cartográficos***, sin fecha. Recuperado: 17 julio de 2025

Snyder, John P, ***Map projections: A Working Manual***, 1987, USGS Professional Paper 1395, http://pubs.er.usgs.gov/publication/pp1395
Recuperado: 17 julio de 2025

3.Entrada de datos en QGIS

Tópicos de esta sección:

3.Entrada de datos en QGIS 65
Tareas/Objetivos: 66
3A: Descargar los geodatos 67
3B: Establecer el sistema de coordenadas por defecto para los proyectos QGIS 68
3C: Añadir los geodatos para el ejercicio 69
Cambiar la transparencia del layer 72
Añadir layer de área de interés 73
3D: Generar un nuevo geodato en formato GeoPackage 74
Objetivos/Tareas 74
Definir el nuevo geodato en formato GeoPackage 74
Suprimir la aparición del formulario de entrada de datos 76
3E: Establecer snapping environment (ambiente de enganche) 76
Snapping toolbar 77
3F: Trazar líneas del geodato de límites de unidades geológicas 78
Digitizing toolbar: 79
3G: Generar los polígonos a partir de líneas usando la herramienta Polygonize 88
3H: Importar el geodato temporal dentro del banco de datos GeoPackage 90
3i: Añadir campos a la tabla de atributos del nuevo geodato de polígonos 92
Cambiar la opacidad del layer de unidades geológicas y hacer que aparezcan etiquetas al entrar los datos 95
3J: Aplicar simbología predefinida al geodato de unidades geológicas 100
3K: Usar Field Calculator toolbar para calcular área en cuerdas 102
Preguntas 104

Tareas/Objetivos:

1. **Importancia de la entrada de datos gráficos (digitalizar), así como la entrada de datos en tablas.**
2. **Aplicar estos conceptos mediante un ejemplo local. Digitalizar una sección de un mapa geológico simplificado para este ejercicio.**
3. **Entrar datos en tablas y realizar cálculos simples del campo/field de área o cabida en múltiples filas simultáneamente usando la herramienta Field Calculator.**

Debemos tener nociones sobre cómo entrar datos usando programas de manejo de información geográfica, hojas de cálculo y bases de datos. En ocasiones usted hará estudios de campo y deberá colectar los datos, configurar (dibujar, trazar) localizaciones, segmentos, áreas, interpretar fotos o imágenes satelitales y derivar datos de otras fuentes. En otras, habrá datos, a menudo en forma digital, pero necesitará extraer información, especialmente de mapas históricos escaneados, imágenes y fotos aéreas.

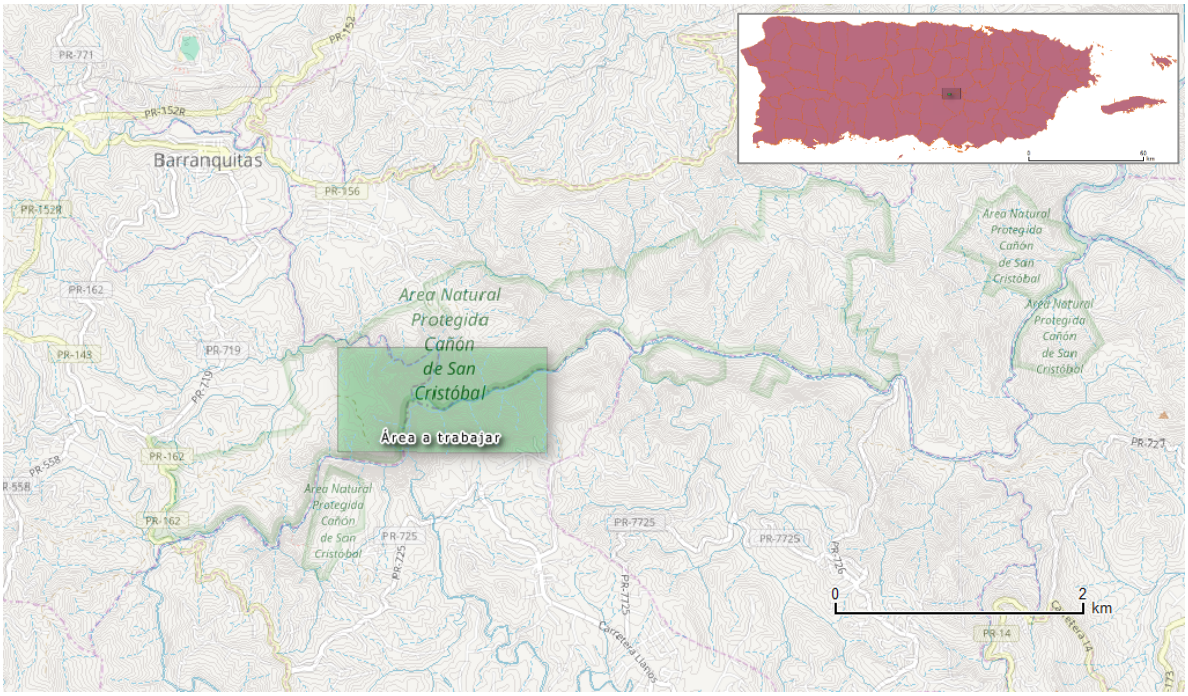
Aparte de los programas de dibujo técnico (CAD), los de manejo de **datos geográficos** (GIS/SIG) están especializados en la entrada de este tipo de datos, **codificando** la realidad geográfica a *tres dimensiones geométricas*:

- **Punto**: Para registrar localidades simples.
- **Línea**: Para registrar segmentos.
- **Área**: Para registrar superficies o áreas cerradas.

El ejercicio constará en:

- **Digitalizar los límites de las unidades geológicas** del área a trabajar. Estos límites se digitalizarán en QGIS mediante geometría **multilínea**.
- Usar el **ambiente de enganche** (**snapping environment**) para asegurar que los extremos (contornos) de las líneas coincidan.
- **Generar polígonos de unidades geológicas a partir de estas líneas**, usando la función **Polygonize** en el panel **Processing** de QGIS.
- **Importar el geodato temporal** producto de la función **Polygonize** al banco de datos GeoPackage como una tabla geoespacial permanente.
- **Modificar la tabla de atributos** del geodato de unidades geológicas para **añadir** los **campos** con **datos descriptivos** y **geométrico**: área en cuerdas.
- **Usar** la herramienta **Field Calculator** para calcular el área en cuerdas para cada polígono de unidad geológica.

En esta parte, vamos a usar QGIS para la entrada de datos, en este caso, ***vectorizar*** una sección simplificada de un mapa existente de unidades geológicas (del cuadrángulo geológico de Barranquitas) cerca del Cañón de San Cristóbal. Este cañón está localizado en el río *Usabón*, entre los municipios de Barranquitas y Aibonito. Este río formó el cañón, erosionando la roca volcánica sedimentaria subyacente.



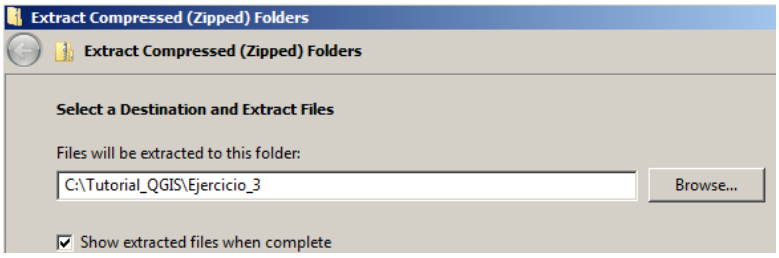
Fuentes: OpenStreet Maps, US Geological Survey (contornos), Junta de Planificación (municipios, 2015)

3A: Descargar los geodatos

- ☐ **Haga una carpeta nueva** y nómbrela **Ejercicio_3**, dentro del directorio **C:\Tutorial_QGIS**.

Los geodatos para este ejercicio están disponibles en el siguiente enlace:

- ☐ Proceda a descomprimir los archivos mencionados al principio de este ejercicio.



3B: Establecer el sistema de coordenadas por defecto para los proyectos QGIS

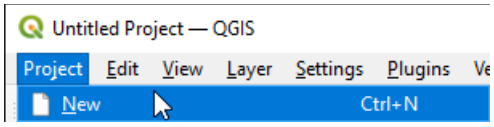
Es altamente recomendable mantener los datos en un solo sistema de referencia espacial, especialmente para:

- **Entrada de datos geográficos**.
- **Análisis geográfico** (*geoprocessing*)

Recuerde que las **agencias** de **gobierno** y **municipios** deben usar el **Sistema Estatal** de **Coordenadas Planas**, con **proyección Cónica Conforme** de **Lambert**, **Datum NAD83** en su **versión** más **reciente** (al momento de escribir este tutorial: **NAD83(2011)**). **EPSG:6566**.

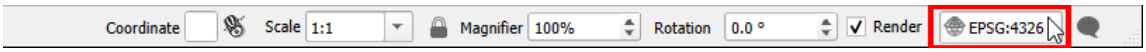
☐ **Comience una sesión de QGIS**, si es que no la tiene activada.

☐ **Abra una nueva sesión de QGIS. Produzca** un **nuevo** proyecto QGIS. En el **menú principal** escoja **Project > New**:

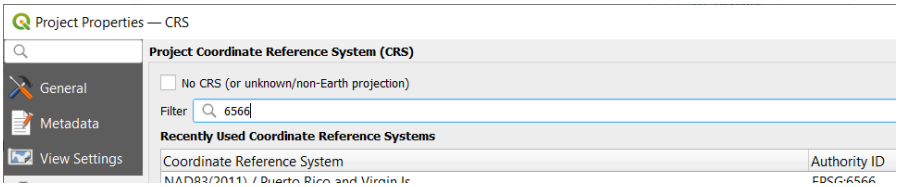


Puede hacer **click** en el **botón New Project**
O pulsar simultáneamente las teclas **ctrl+n**.

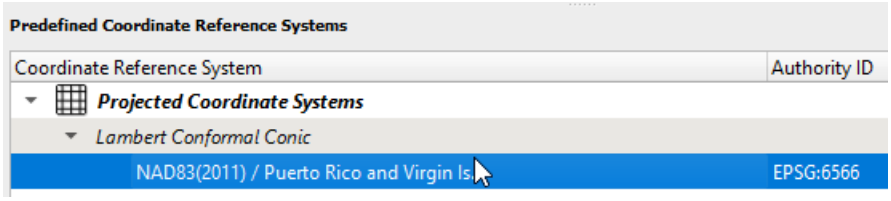
☐ Cerca de la esquina inferior derecha del visor de QGIS, haga **click** en el botón **Current CRS**



☐ En la forma **Project Properties – CRS** que aparecerá, **escriba 6566** en la caja de texto **Filter**.



☐ En esta misma forma, bajo la sección **Predefined Coordinate Reference Systems**, haga **click** en el ítem **NAD83(2011) / Puerto Rico and Virgin Islands.**

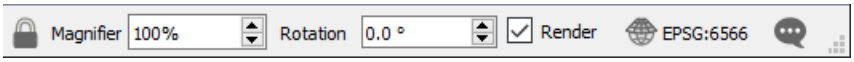


☐ Note las propiedades de este sistema de coordenadas. Cubre el área antes mencionada y a la izquierda aparecen los parámetros que definen este sistema.



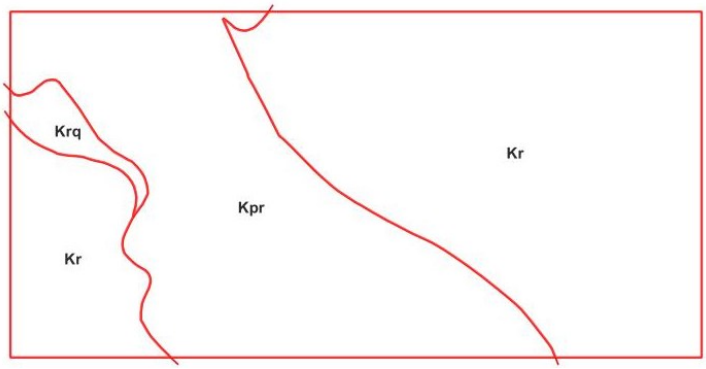
☐ Presione **OK** en esta forma.

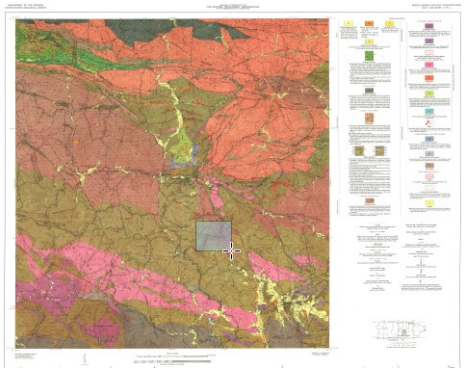
Podrá constatar al extremo inferior derecho de la interfaz gráfica de QGIS, que el sistema de referencia espacial del visor debe ser EPSG: 6566



3C: Añadir los geodatos para el ejercicio

Una vez tenga estos shapefiles descomprimidos y guardados en el lugar indicado, **traiga** primero el geodato que contiene los contornos de las unidades geológicas. Este es un pequeño pedazo del cuadrángulo geológico de Barranquitas-PR, a escala 1:20,000.





Este es un geodato ráster (imagen) en formato jpeg. El mapa esquemático tiene menos detalle que el original.

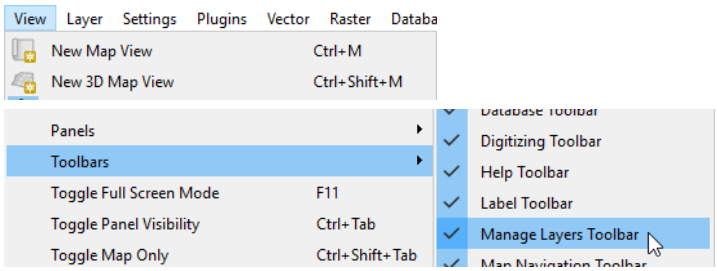
☐ Para traer este geodato al visor, **use** el **botón** **Add Raster Layer**, localizado en la barra de botones a la izquierda de la interfaz gráfica de QGIS.

O puede buscarlo en el menú principal > Layer >

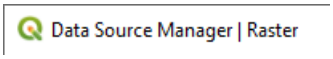




Esta barra de botones **se llama *Manage Layers Toolbar***.
En caso de que no le aparezca, puede **hacerla visible desde** el **Menú principal > View > Toolbars > Manage Layers Toolbar**



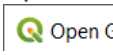
Aparecerá la forma **Data Source Manager | Raster**. Ya estará activado el tab **Raster** para traer datos en formato ráster.



☐ Vaya al apartado **Source** y haga **click** en el botón **Browse** para buscar el geodato ráster.



Aparecerá la forma **Open GDAL Supported Raster Data Set(s)**



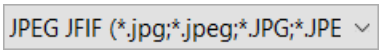
¿Qué es GDAL?

Geospatial Data Abstraction Library o GDAL (también conocida como GDAL/OGR) es una biblioteca de software para la lectura y escritura de formatos de datos geoespaciales, publicada bajo la MIT License por la fundación geoespacial de código abierto (Open Source Geospatial Foundation). Como biblioteca, presenta un único modelo abstracto de datos al uso que llama para todos los formatos soportados. También viene con una variedad de utilidades en línea de comando para la traducción y el proceso de datos geoespaciales.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/GDAL

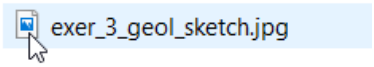
☐ Navegue en la forma Open GDAL Supported Raster Data Set(s) y entre en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_3**.

☐ En el **combo-box** o lista de formatos en la esquina inferior derecha de esta forma, **escoja JPEG JFIF (*.jpeg *.JPG *.JPEG)**

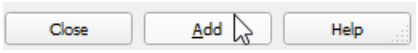


Deberá aparecer el ráster **exer_3_geol_sketch.jpg**, el cual tiene la delimitación de las unidades geológicas.

☐ Escójalo y haga **click** en el botón **Open**:



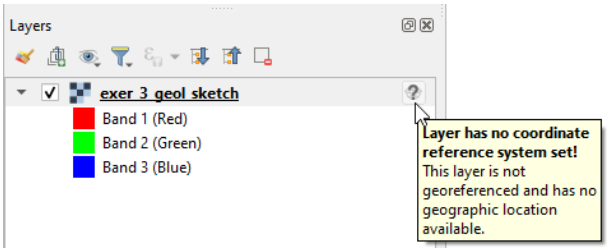
☐ De vuelta a la forma **Data Source Manager | Raster**, haga **click** en el botón **Add**, el cual está localizado en la esquina inferior derecha de esta forma.



☐ Haga **click** en el botón **Close** para cerrar esta forma.



Notará que la imagen aparece en el visor y en el panel de layers. Además, al lado derecho de este geodato, verá un signo de pregunta encima de un icono de globo terráqueo. Esto quiere decir que este geodato no tiene asignado un sistema de coordenadas.

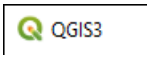


Literalmente, el mensaje lee "Este layer no tiene registro de un sistema de referencia geoespacial disponible.". La imagen sí tiene coordenadas, gracias a un archivo suplementario **"exer_3_geol_sketch.jgw"**.

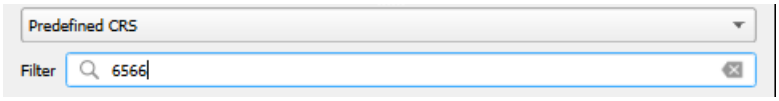
☐ Para subsanar este aviso, haga **click** en este botón  de signo de pregunta.



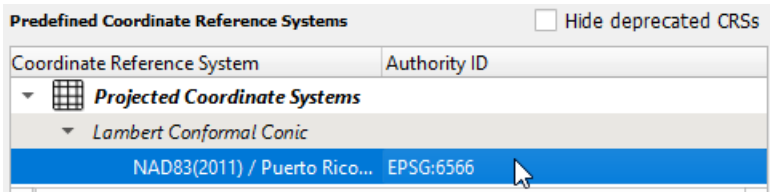
Aparecerá la forma llamada "**QGIS3**" que usará para asignar el sistema de coordenadas a este ráster.



☐ En la caja de texto **Filter**, **escriba 6566**.

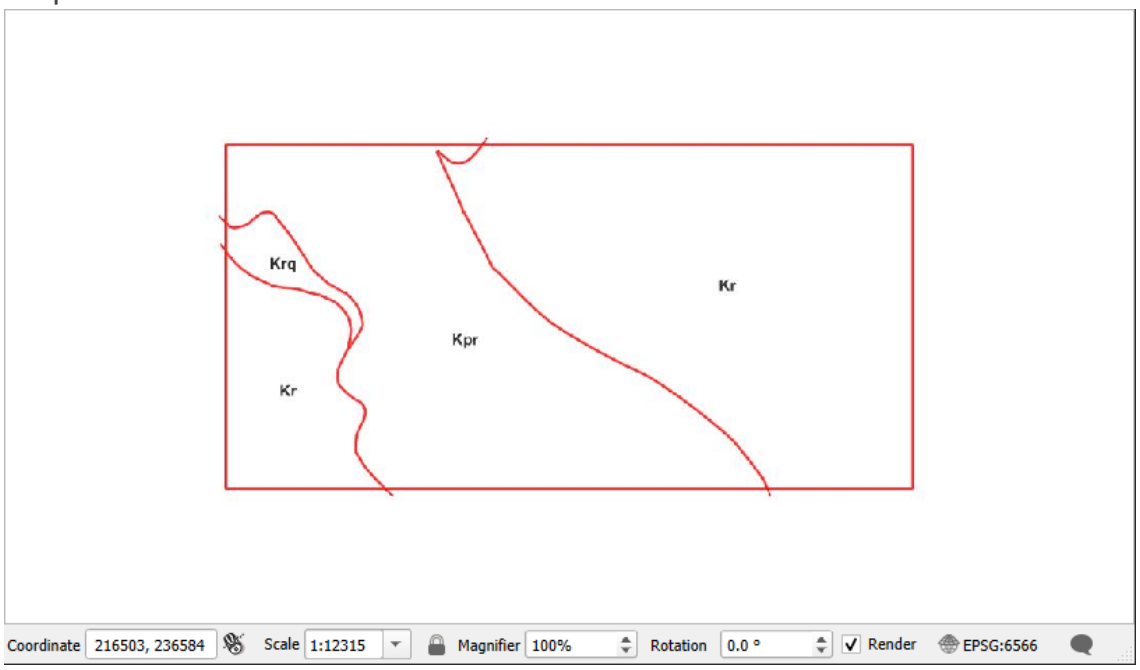


☐ En la sección **Predefined Coordinate Reference** Systems, haga **click** en el ítem **NAD83(2011) / Puerto Rico… EPSG:6566**



☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

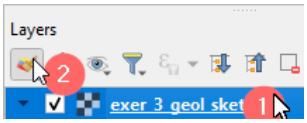
El ráster aparece así en el visor:



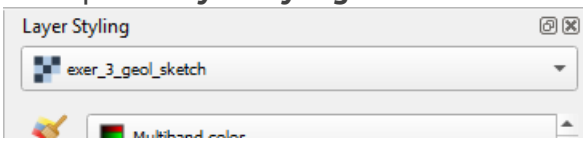
Cambiar la transparencia del layer

Es conveniente hacer este layer ráster traslúcido antes de proceder a añadir otros datos y a digitalizar trazando las líneas sobre el mismo. **Esto nos ayudará a distinguir mejor** las **líneas** que **vamos a trazar por encima** de los **contornos rojos** del **layer ráste*r***.

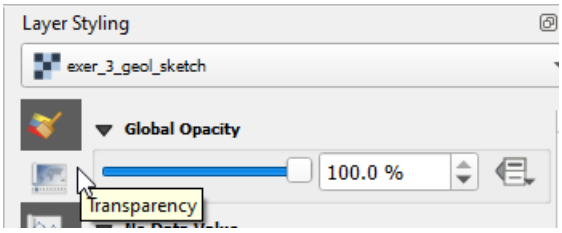
- ☐ Para **hacer traslúcido** el geodato:
  Haga **click** encima del nombre del layer ráster **exer_3_geol_sketch** y
  Haga **click** en el botón **Open the layer Styling Panel (F7)**.



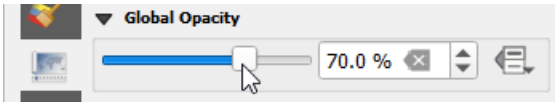
Aparecerá el panel **Layer Styling**.



- ☐ Haga **click** en el ítem **Transparency**

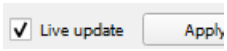


☐ En la sección **Global Opacity**, **arrastre el botón** del slidebar hasta **70%**



o escriba 70 en la caja de texto.

Los cambios son automáticos si la opción **Live update** está activada.



☐ **Cierre** la forma/panel **Layer Styling** para que tenga más espacio en el visor.

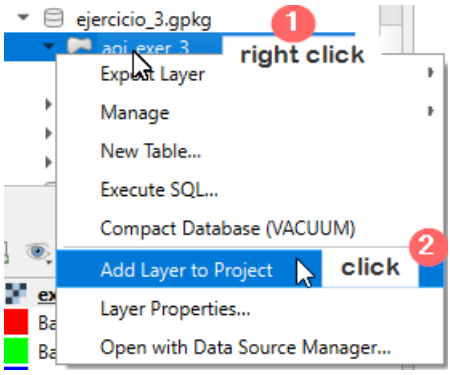


Añadir layer de área de interés

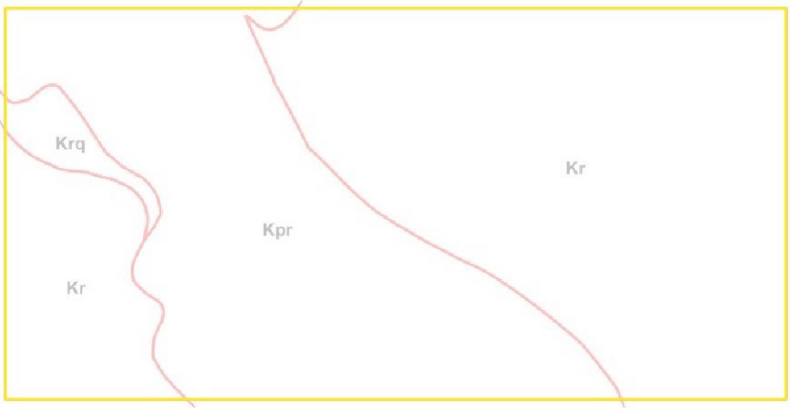
Procederemos a **añadir el geodato del área de interés**. Este nos servirá de referencia para delimitar los contornos y los polígonos que vamos a generar.

☐ Para esto, **vaya** al panel **Browser**, localizado al lado izquierdo de la interfaz de QGIS

☐ **Expanda** los nodos **C:** C:\, luego **Tutorial_QGIS** Tutorial_QGIS, luego **Ejercicio_3** Ejercicio_3, luego en el **GeoPackage ejercicio_3.gpkg** ejercicio_3.gpkg y **haga right click** en el geodato **aoi_exer_3,**
escoja Add Layer to Project.



Así debe aparecer el geodato de **área de interés** con el **borde amarillo**. **Este borde** nos **ayudará** a **producir** la **línea exterior y** los **polígonos de** las **unidades geológicas.**



La simbología de este geodato fue preparada previamente para realizar la práctica.

3D: Generar un nuevo geodato en formato GeoPackage

Para registrar geodatos en un sistema de información, ya sea SIG/GIS, es necesario **codificar** o **reinterpretar** la **información** que **percibimos** y **traducirla** o reducirla a una forma digital para entrarla en la computadora. Como vimos antes, **los datos geográficos** (**vectoriales**) **se representan en sistemas de información geográfica mediante tres dimensiones geométricas**: **puntos**, **segmentos**, **áreas** o **superficies** (comúnmente llamadas "**polígonos**").

Objetivos/Tareas

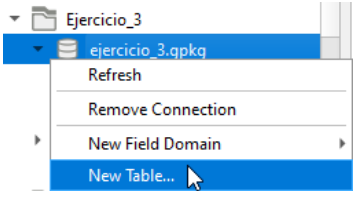
- **Definir un nuevo geodato** de **geometría** lineal para **definir** los **contornos** de **unidades geológicas**.
- Establecer el **parámetro** de **enganche** entre **segmentos**; **reglas topológicas** simples.
- **Digitalización** de **segmentos** de línea, **trazando manualmente** sobre mapa geológico.
- Usar herramienta para **convertir** los **contornos** (segmentos) en **áreas cerradas**.
- **Generar** un geodato tipo **área/superficie** que contenga **unidades geológicas** en una zona dada.
- Practicar la **entrada** de **datos** tabulares.
- **Calcular** varias **filas** en una **columna** de **cabidas** usando **Field Calculator**.

Primero vamos a **hacer un nuevo geodato** dentro de la **base de datos GeoPackage**. Se trata de un archivo/tabla en SpatiaLite **con geometría de líneas**. Esta se usará **para delimitar los contornos de las unidades geológicas**. Además, el geodato lineal servirá luego para generar el geodato de polígonos. El geodato de áreas contendrá las unidades geológicas, así como heredará los campos del geodato de líneas.

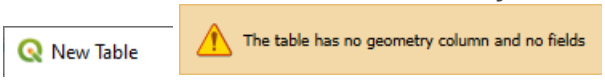
Definir el nuevo geodato en formato GeoPackage

QGIS nos provee la opción de generar una nueva tabla/geodato tipo **GeoPackage Layer**.

☐ Vaya al **panel Browser** y haga **right click** el GeoPackage **ejercicio_3.gpkg** y escoja la opción **New Table…**



Aparecerá la forma **New Table** con el mensaje:



Esto es un aviso de que la tabla todavía no tiene campos ni geometría.

☐ En el apartado **Name**, **escriba geol_contornos.**

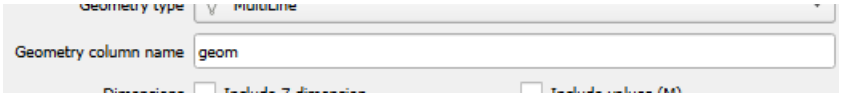


Este es el geodato que usaremos para registrar el trazado de contornos de cada unidad geológica y será el input para derivar el geodato de áreas para las unidades geológicas.

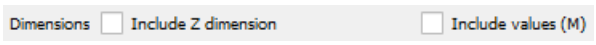
☐ Más abajo está la sección **Geometry type**. **Escoja** la opción **MultiLine**.



☐ En el apartado **Geometry column name**, mantenga el nombre **geom**.



☐ **NO haga check** en las opciones *Include Z dimension* **ni** en *Include M values*

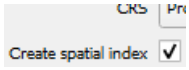


¿Por qué? *No necesitamos que las coordenadas que componen estos segmentos tengan elevaciones (u otra medida adicional tipo "Z") así como tampoco, valores de mediciones "M", tales como kilometrajes para localizar puntos y segmentos dentro de un segmento (esto es conocido como "Linear Reference").*

☐ En la sección **CRS**, haga **click** en el triángulo (Combo Box) y **escoja** el ítem **Project CRS: EPSG:6566 – NAD83(2011) / Puerto Rico and Virgin Is.**

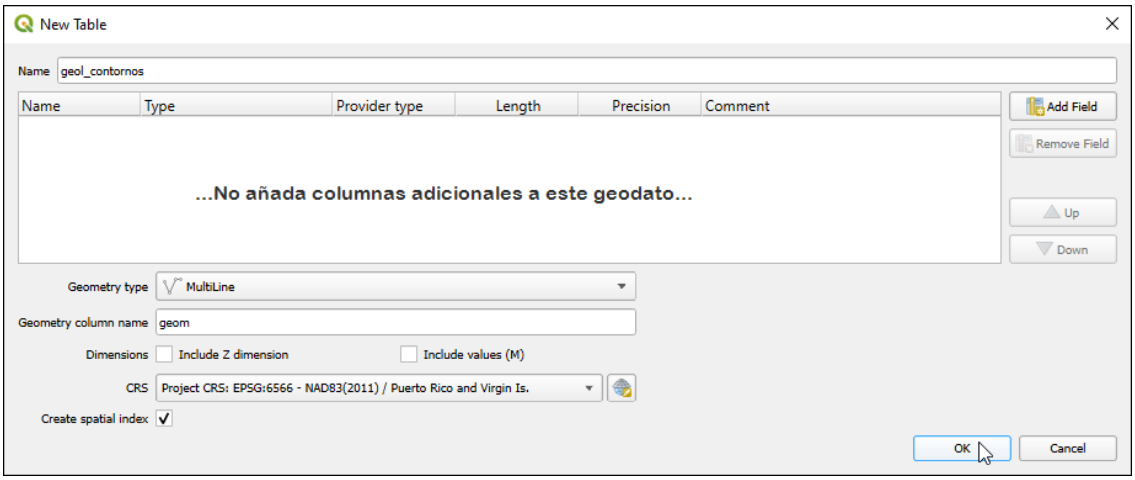


☐ Mantenga el **check** en la opción **Create spatial index**.



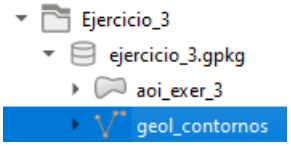
¿Por qué es importante un índice espacial? *Este índice generalmente acelera las búsquedas y las funciones de geoprocesamiento. Es recomendado crear un índice a cada geodato.*

☐ **NO** vamos a añadirle datos a los segmentos de líneas. Así que no vamos a añadir campos a este geodato.



☐ Presione **OK** en esta forma **New Table** para aceptar las definiciones del nuevo layer/geodato.

El nuevo geodato **geol_contornos** aparecerá dentro del banco de datos **GeoPackage ejercicio_3.gpkg**:



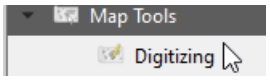
Suprimir la aparición del formulario de entrada de datos

Para añadir las líneas de los bordes de las unidades geológicas no será necesario añadir ningún dato adicional al número ID que será asignado automáticamente. Por lo tanto, es conveniente suprimir la aparición del formulario de entrada de datos en la tabla de atributos.

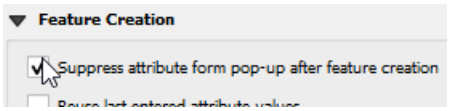
- ☐ **Vaya** al **menú principal** y escoja **Settings** 

> Options. 

- ☐ En la forma **Options**, haga **click** en el ítem **Digitizing**.



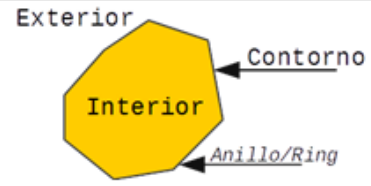
- ☐ En la parte superior de esta forma en la sección **Feature creation**, haga **check** en la opción **Supress attribute form pop-up after creation**



- ☐ **Haga click en** el botón **OK** para aceptar el cambio y cerrar esta forma.

3E: Establecer snapping environment (ambiente de enganche)

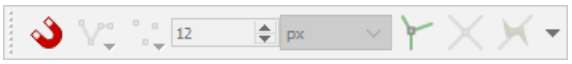
Antes de empezar a añadir líneas al nuevo geodato, trabajaremos con la herramienta de enganches (snapping). Este ***snapping*** **se utiliza para asegurar la coincidencia de los extremos, vértices o contornos de las geometrías**. Por ejemplo, para generar un polígono, hará falta una línea/anillo *ring* cerrada, en la cual los extremos (contornos, principio y fin) de la línea coincidan.

Polygon/MultiPolygon		**Interior**	Puntos del interior de los anillos: **MultiPolygon**: Puntos del interior de los anillos
		Contorno/ Límite	Conjunto de anillos exteriores e interiores

De lo contrario, ***la línea no cierra, y no se genera el área*** porque no está cerrada.

Snapping toolbar

Se trata de un conjunto de herramientas para facilitar una entrada de datos de manera más exacta.



Parece simple, pero contiene múltiples opciones.

Puede verse así:



Si no le **aparece** el **Snapping Toolbar**, vaya al **menú principal > View > Toolbars > Snapping Toolbar**

¿Qué haremos con estas opciones?

- Activar las opciones de enganche "snapping"
- Establecer umbral de distancia en metros para fijar el enganche al digitalizar
- Edición topológica para mejorar la entrada de datos
- Producir vértices donde haya cruces de líneas para mejorar la digitalización

Prosigamos.

☐ Primero **haga click** en el botón  para activar el ambiente de enganche **Enable snapping**

☐ En la sección **Snapping tolerance in defined units**, **escriba 5.00** y **escoja meters**.

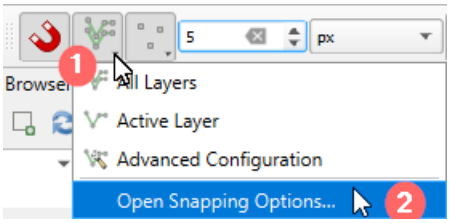


¿Por qué 5 metros (no más ni menos)? Por lo general el umbral recomendado está relacionado con la escala de compilación del mapa original. Ningún geodato, por mejor que se haya digitalizado, superará la precisión original del mapa en papel.

> **Escala de compilación:** El mapa geológico original fue compilado a escala 1:20,000. El estándar cartográfico clásico de EEUU (NMAS) establecía que para escalas mayores de 1:20,000 el umbral de error permitido es 1/30 de pulgada. Esto es **para mapas impresos**. El estándar depende de la escala de compilación. La escala está ligada al nivel de detalle del mapa. **En otros países el umbral es 0.5 milímetros**. Ya que estamos preparando un **geodato en formato digital**, **podríamos usar este umbral de 0.5 milímetros**. Si la escala es 1:20,000, el nivel de detalle sería 10 metros. Además, podemos hacer acercamientos, así que podríamos fijar la tolerancia de enganche (snapping) a 5 metros…
>
> Este parámetro es ***Snapping tolerance***. No se debe confundir con el término ***"cluster tolerance"*** de ArcGIS. QGIS no utiliza un sistema de *cluster tolerances* como ArcGIS o GRASS, por lo cual algunos resultados pueden ser diferentes en el procesamiento de los datos.

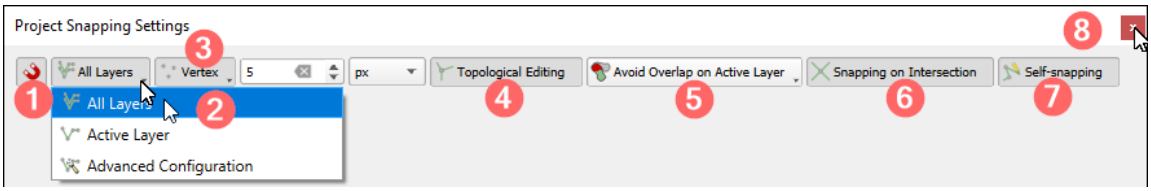
☐ Haga **click** en el botón **Enable topological editing**  . Esto le avisará cuando haya algún problema con reglas topológicas; por ejemplo, registrar dos o más vértices de un segmento en el mismo lugar.

☐ Haga **click** en el triángulo del botón **Snapping Options** y **escoja** la opción **Open Snapping Options.**



Aparecerá la forma **Project Snapping Settings**. En este formulario podrá hacer ajustes más refinados.

☐ Haga los arreglos necesarios para que su formulario esté de acuerdo con la siguiente figura.



☐ **Cierre** esta forma cuando haya hecho los ajustes.

> *Esto hará que usemos las mismas coordenadas de la caja **aoi** (Area of Interest) para generar el límite externo. Las líneas se podrán pegar a vértices. Además, se producirá un vértice adicional en cada punto en el cual se crucen dos o más líneas. Esto es importante como mencionamos antes, además de cumplir con las reglas topológicas y facilitar los geoprocesos. Este tema se discutirá más adelante en el capítulo de geoprocesamiento.*

3F: Trazar líneas del geodato de límites de unidades geológicas

En esta parte vamos a añadir los contornos/límites de cada unidad geológica que está dentro de la caja o área de interés delimitado previamente. Antes, queremos presentar el grupo de herramientas básicas que forman parte del **Digitizing toolbar** de QGIS.

Digitizing toolbar:



Editar múltiples layers simultáneamente

Editar un layer a la vez

Guardar cambios (Save)

Añadir líneas

Mover vértices

Modificar atributos de elementos seleccionados

Borrar elementos

Cortar (cut) elementos guardando en memoria volátil RAM

Hacer copia de elementos (cut/paste)

Traer (paste) copia de elementos

Eliminar un paso de proceso (Undo)

Rehacer un paso de proceso (Redo)

Estas dos barras de herramientas se usan para el registro de geometrías de polígonos regulares , irregulares y complejos.
Advanced Digitizing toolbar, para digitalización avanzada, con más opciones, especialmente para registrar áreas (polígonos irregulares)…



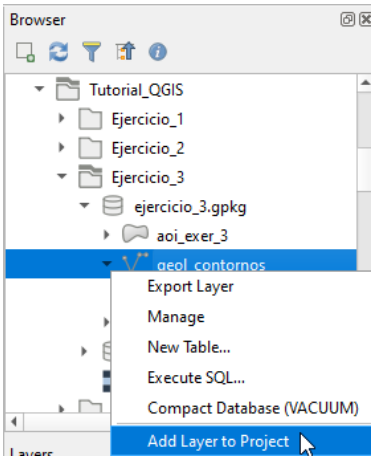
Shape Digitizing toolbar se utiliza para añadir arcos, círculos, elipses, cuadrados o rectángulos, además de polígonos regulares.



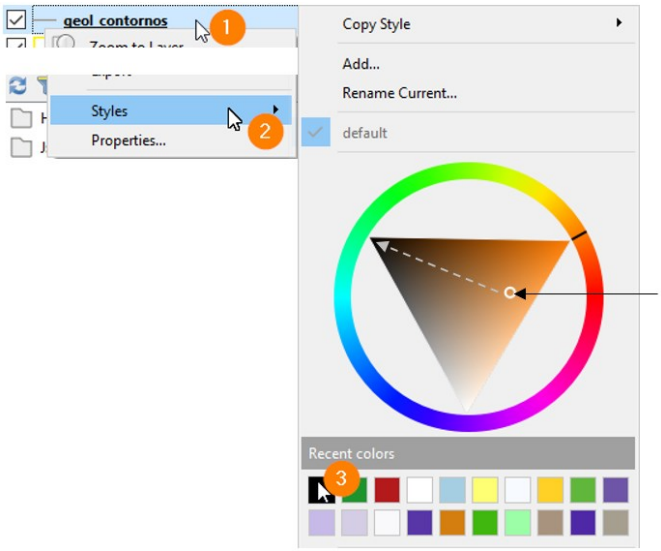
Volviendo a nuestra tarea, vamos a trazar las líneas, siguiendo lo mejor posible, el mapa de fondo (en formato jpeg).

Antes de comenzar a registrar las líneas, sería deseable que estas nuevas resalten sobre el fondo.
Primero, añadamos el geodato *geol_contornos* al visor de QGIS.

- En el panel **Browser**, bajo el folder **Ejercicio_3** y dentro del banco de datos **ejercicio_3.gpkg** Haga **right-click** en el geodato **geol_contornos**, y escoja la opción **Add Layer to Project**.



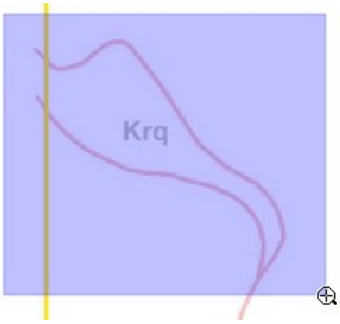
☐ Para que estas nuevas líneas resalten sobre el fondo, haga **right click** en el layer **geol_contornos** y escoja **Styles > Click** en el **cuadro negro**, más debajo de la rueda de colores…



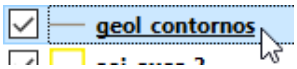
*Además podemos **mover** este punto al lado negro para **oscurecer** el color del elemento*

Para hacer el registro de contornos de manera más fidedigna, podemos hacer uso de las herramientas de acercamiento y *panning* disponibles en QGIS. Por ejemplo:

- ☐ Use la herramienta **Zoom in** y **haga una caja** (**click** &**arrastrar**/*drag*) en el lugar indicado (Krq):



- ☐ Antes de comenzar, asegúrese que el layer **geol_contornos** esté seleccionado:

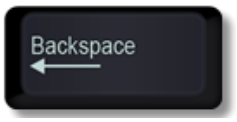


- ☐ Haga **click** en el **botón Toggle Editing**:
- ☐ Para añadir geometrías (en este caso, líneas) haga **click** en el **botón Add Features**: y mantenga el botón **Digitize with Segment**.

Antes de empezar….
QGIS tiene maneras de navegar, a la vez que añadimos geometrías:

Zoom in/out:	botón **scroll** del **mouse**

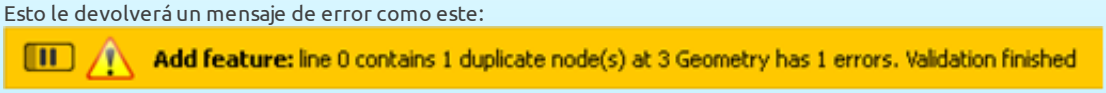


Panning/Desplazar:	tecla **spacebar**	
Borrar vértices:	tecla **backspace**	

☐ Ahora, notará que el cursor cambiará a un círculo con una cruz:



NOTA IMPORTANTE:
No registre más de un vértice (node) de línea (dos o más clicks) en el mismo lugar.
Esto le devolverá un mensaje de error como este:



Use la tecla **backspace para borrar vértices repetidos** en la línea.



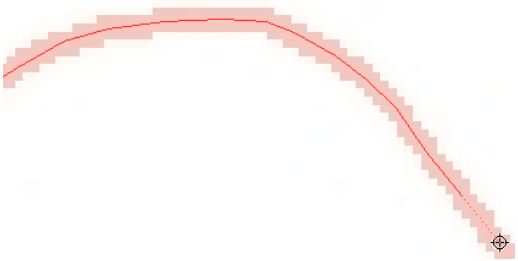
X VERDE = VÉRTICE REPETIDO

Si deja vértices repetidos, los resultados del resto del ejercicio **perderán validez** y las funciones a usarse tendrán **resultados inesperados**.

☐ **Comience** a **trazar** líneas **usando** el **botón izquierdo del mouse**. **Empiece** donde comiencen las líneas, **fuera del borde amarillo**.



☐ Continúe trazando la línea de este contorno del polígono del mapa ráster…

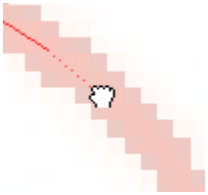


☐ **RECUERDE**

Usar la tecla ***BACKSPACE*** para **borrar vértices secuencialmente**

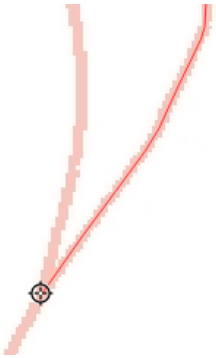
Usar la tecla ***ESCAPE*** para **borrar todo el segmento que no ha sido terminado**.

☐ Use la tecla **Spacebar** si necesita desplazarse o hacer *panning*



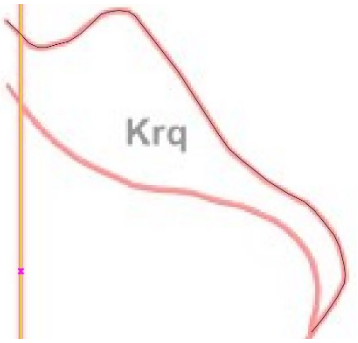
Use el botón **scrollwheel** del mouse para hacer zoom in/out, según sea necesario…

☐ Añada el último vértice de este contorno:

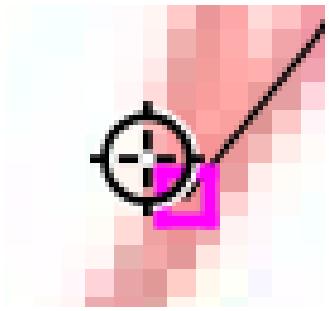


☐ Haga **click** en el **botón derecho del mouse para terminar de añadir vértices**.

Su primera línea debería verse más o menos así.

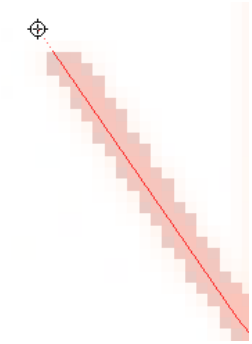


☐ Para continuar, ubíquese cerca del extremo final de la línea que acaba de añadir. Notará que aparece un cuadro en color rosa brillante:



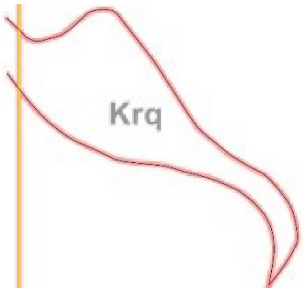
Esto le indica que se pegará al extremo (contorno de esta línea)

☐ Comience a añadir vértices a la próxima línea, comenzando por este extremo y termine la línea fuera de la caja con el borde amarillo. Use las opciones zoom/panning, según sea necesario.



☐ Use el botón derecho del mouse para terminar de añadir vértices.

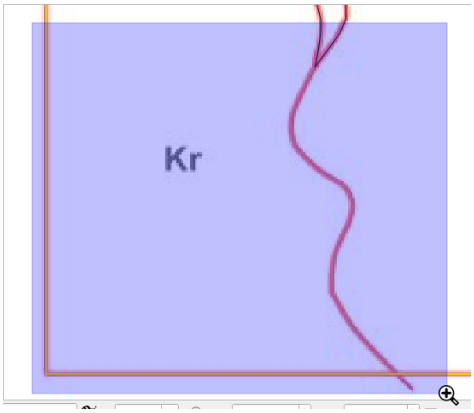
Así debe aparecer la segunda línea del contorno de esta unidad geológica.



☐ Haga **click** en el botón **Save Edits**  para ir registrando las líneas en el banco de datos GeoPackage.

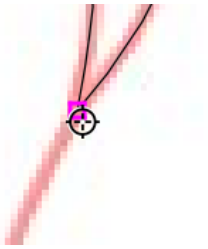
☐ Haga **click** en el botón **Zoom Full**  para ver la extensión completa.

☐ Haga **click** en el botón **Zoom In** y **haga una caja** (click+drag) cubriendo el contorno siguiente:

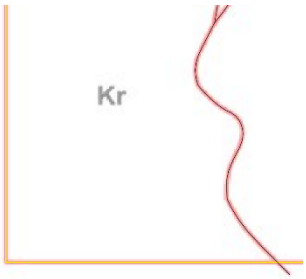


☐ Haga **click** en el botón **Add Line Feature**, para continuar registrando otros contornos del mismo modo, asegurándose que los extremos de las líneas hayan enganchado.

☐ Continúe añadiendo la próxima línea. Note que aparecerá un cuadro rosado brillante en los puntos extremos de las líneas:



Prosiga, añadiendo vértices a este contorno hasta que llegue al final.

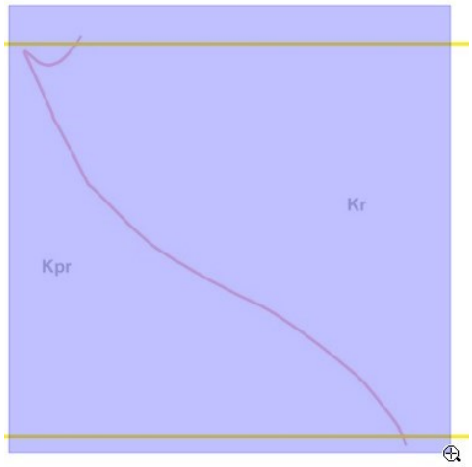


Recuerde sobrepasar la línea amarilla. Esto asegurará el cierre del área y poder generar áreas posteriormente.

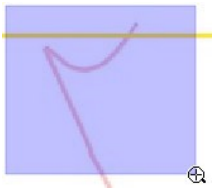
☐ Haga **click** en el botón **Save Edits** para ir registrando las líneas en la base de datos SpatiaLite.

☐ Continúe con la próxima línea. Haga **click** en el botón **Zoom Full** para ver la extensión completa.

☐ Haga **click** en el botón **Zoom In** y **haga una caja** (click+drag) cubriendo el contorno siguiente:



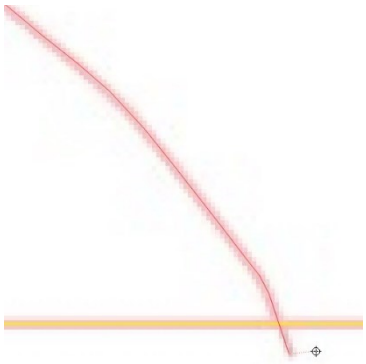
Puede hacer **click** en el botón **Zoom In** para poder ver más de cerca el contorno.



Haga **click** en el botón **Add Line Feature** para añadir vértices al contorno.

Use la tecla ***spacebar*** para hacer *panning* (desplazarse) luego de registrar vértices.

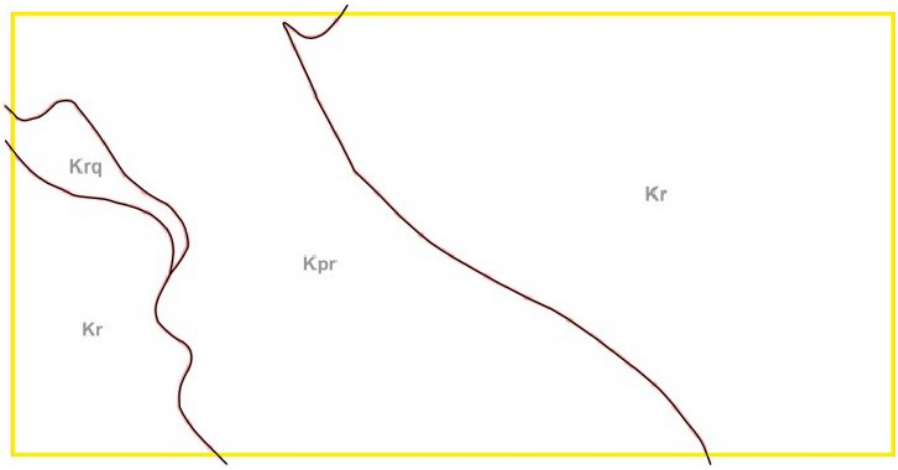
- ☐ Continúe añadiendo vértices hasta terminar la línea sobrepasando el límite de línea amarilla:



Haga **right click** para terminar esta línea

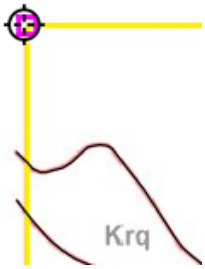
- ☐ Haga **click** en el botón **Save Edits** para ir registrando las líneas en el banco de datos GeoPackage.

☐ Haga **click** en el botón **Zoom Full**  para ver la extensión completa.

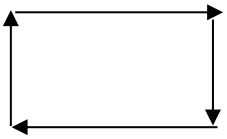


Añada ahora las líneas que definen la caja o área de interés.

☐ Haga **click** en el botón  **Add Line Feature** para añadir vértices al contorno. Comience por la esquina superior izquierda. Verá el cuadro rosado, indicando que está encima del vértice que define estas esquinas del AOI



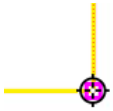
Añada vértices solo en las esquinas, siguiendo el orden de estas flechas:



←**Click** esquina Superior derecha:



Click Inferior derecha:



Click Inferior izquierda:



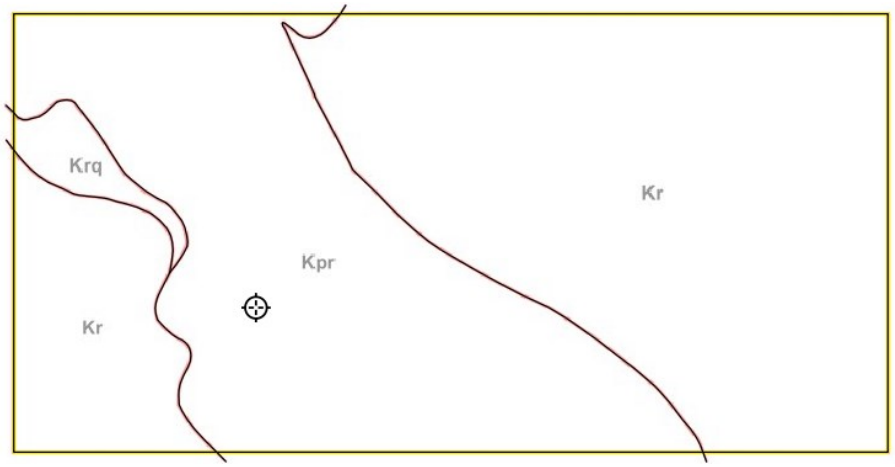
Click Superior izquierda nuevamente para cerrar:



Luego del último click, haga **right click** en el botón derecho del mouse para terminar este segmento y cerrar el área:

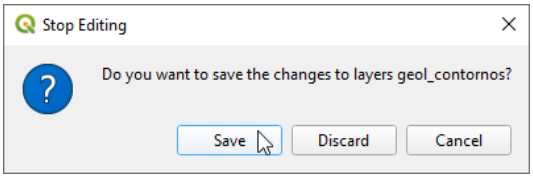


Así debe verse el resultado:



Haga **click** en el botón **Save Edits** para ir registrando las líneas en la base de datos SpatiaLite.

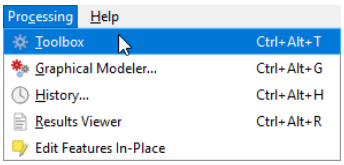
- ☐ Haga **click** en el botón **Toggle Editing** para cerrar la sesión de edición.
- ☐ Haga **click** en el botón **Save** si aparece, para terminar de guardar los cambios.



3G: Generar los polígonos a partir de líneas usando la herramienta Polygonize

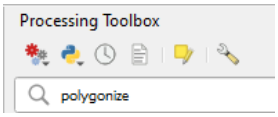
En esta parte vamos a **generar polígonos a partir de las líneas que hemos trazado** en la parte anterior. Estas líneas (que deben estar cerradas o deben intersecar el cuadro) servirán de contornos para derivar las áreas cerradas (polígonos irregulares). Usaremos la ***función Polygonize***, la cual se puede encontrar en las herramientas de geoprocesamiento de QGIS.

- ☐ Vamos a usar estas líneas para **generar áreas cerradas**. Vaya al **menú principal** y escoja **Processing > Toolbox**.

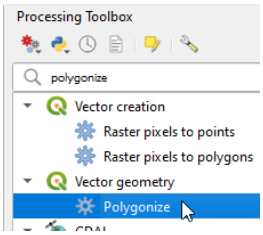


Aparecerá el panel **Processing Toolbox**.

- ☐ En la caja de texto, **escriba polygonize**.



Más abajo en este panel **Processing Toolbox**, aparecerá una lista de herramientas disponibles con ese nombre. Hay dos funciones. La función *GDAL Polygonize*, se usa para datos tipo ráster y es para generar polígonos *vectoriales* desde un mapa ráster que represente áreas (ráster temático). No es nuestra tarea ahora.

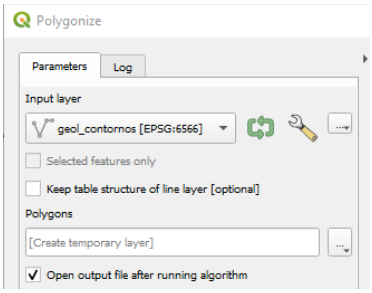


La herramienta que vamos a usar es **Polygonize,** la cual es parte de los *geo-algoritmos* **Vector geometry** de **QGIS**.

☐ Haga **doble click** en esta función **Polygonize** *vectorial*.

Aparecerá la forma **Polygonize**.

☐ En **Input layer,** mantenga el geodato **geol_contornos [EPSG:6566]**



Mantenga **check** en la opción:

✓ **Open output file after running algorithm**

☐ **NO haga check** en la opción *Keep table structure…*

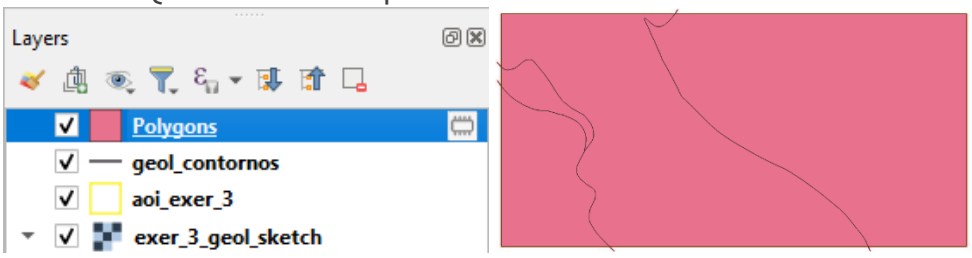
☐ En el apartado **Polygons**, mantenga la opción por defecto **[Create temporary layer]**. Esto es conveniente porque el resultado se mantiene en la memoria RAM.



☐ Haga **click** en el botón **Run** para aceptar los cambios y poner a trabajar esta función.

☐ **Cierre** esta forma cuando haya terminado el trabajo.

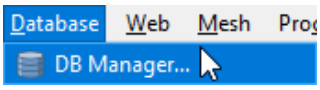
Luego que termine de hacer el trabajo, aparecerá el nuevo layer '***Polygons***', en la tabla de contenido…
…y en el visor de QGIS. Los colores pueden variar.



3H: Importar el geodato temporal dentro del banco de datos GeoPackage

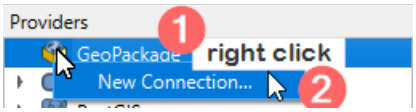
Vamos a aprovechar para importar este *layer temporal* al banco de datos GeoPackage como otra tabla geoespacial.

- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Database > DB Manager**



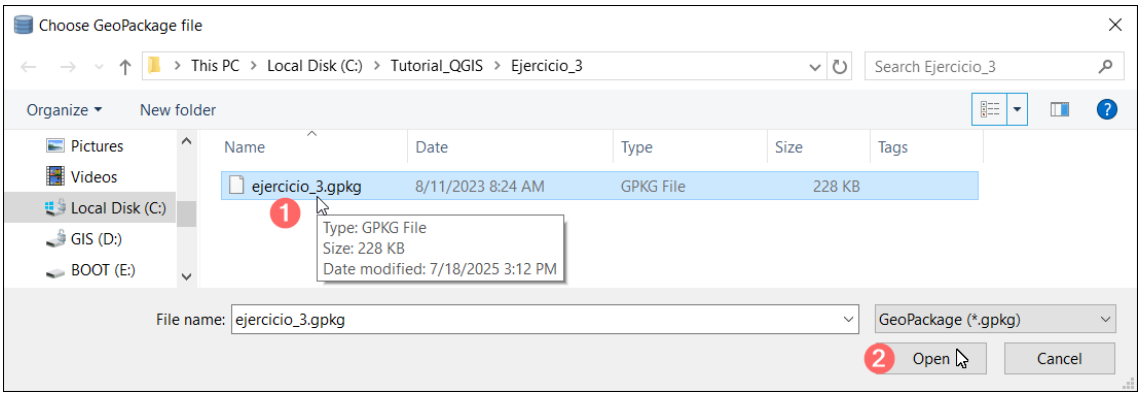
o hacer click en el botón  .

- ☐ Primero, vamos a hacer una conexión al banco de datos y guardar el layer temporal, vaya a la sección **Providers** y haga **right click** en **GeoPackage**

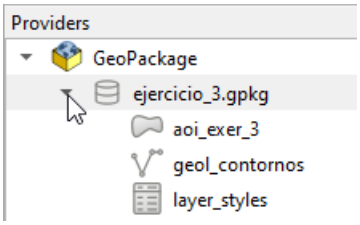


- ☐ Escoja la opción **New Connection ...**

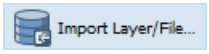
- ☐ En la forma **Choose GeoPackage file** que aparecerá, escoja el archivo **ejercicio_3.gpkg** localizado en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_3**



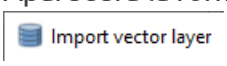
- ☐ Expanda el **nodo** debajo de **GeoPackage**: **ejercicio_3.gpkg**



- ☐ Para guardar el layer temporal **Polygons** en el banco de datos, haga **click** en el botón **Import Layer/File**



Aparecerá la forma **Import vector layer**.



☐ En el apartado **Input**, escoja el layer **Polygons**.



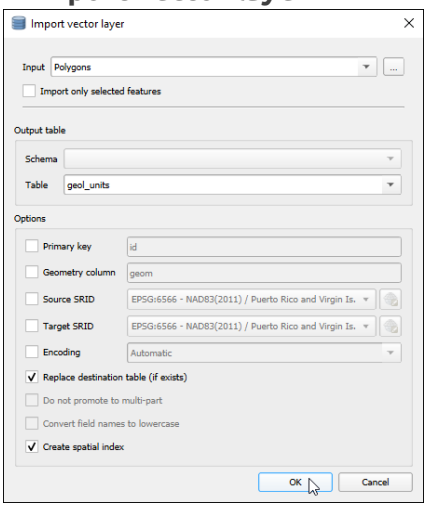
☐ En la sección **Output table**, vaya a la caja de texto **Table** y **escriba geol_units**.



☐ Haga **check** en las opciones **Replace destination table (if exists)** y en la opción **Create spatial index**.



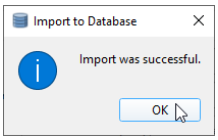
Esta última es importante para acelerar los procesamientos geoespaciales en general.
Su forma **Import vector layer** debe verse como esta:



Note que estamos manteniendo el mismo sistema de referencia espacial (CRS) porque ya estaba predefinido.

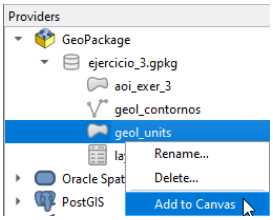
☐ Presione el botón **OK** para aceptar las opciones y generar la nueva tabla/geodato de polígonos de unidades geológicas.

☐ Presione **OK** en la forma informativa **Import to database**



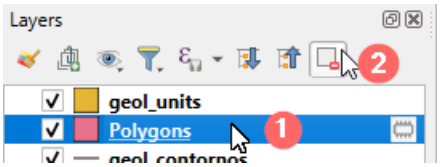
Aparecerá entonces la tabla **geol_units en el banco de datos GeoPackage**.

☐ Haga **right click** en esta tabla y escoja la opción **Add to canvas** para que la pueda ver en QGIS.

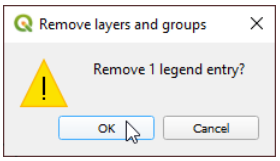


☐ **Cierre** la forma **DB Manager.**

☐ **Remueva** el geodato temporal ***Polygons***.
Seleccione el layer Polygons y **haga click** en el botón **Remove Layer/Group**.



☐ Presione **OK** en la forma **Remove layers and groups**.



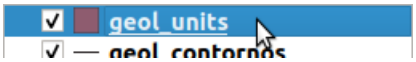
3i: Añadir campos a la tabla de atributos del nuevo geodato de polígonos

Pasaremos a entrar los datos descriptivos de las unidades geológicas. Se trata de los códigos y los nombres de estas, además del área en cuerdas.

Antes de comenzar, estos son los campos que vamos a añadir al geodato geol_units:

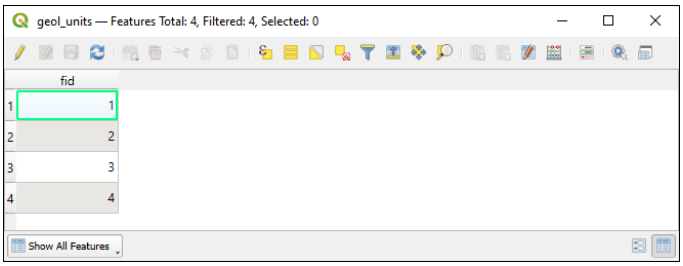
unit_code	código de la unidad geológica
unit_name	nombre de la unidad geológica
cuerdas	área en cuerdas (1 cda = 3,930.395625 m^2)

☐ **Active** el layer **geol_units** haciendo **click** encima del nombre.



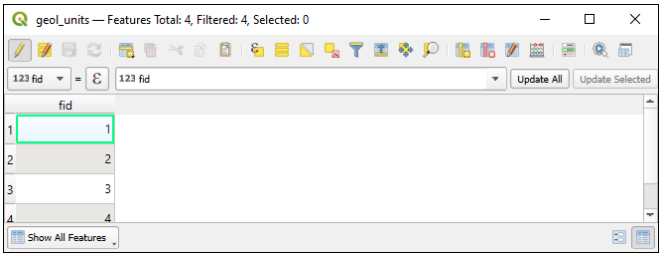
☐ Haga **click** en el botón **Open Attribute table**  o F6

Así aparecerá la tabla de atributos:



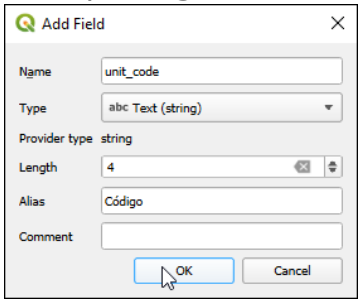
☐ Para añadir campos a la tabla, deberá hacer **click** en el botón **Toggle editing mode** que aparece en la tabla.

La interfaz gráfica de la tabla cambiará, **añadiendo una barra para cómputos** o manipulación de datos:



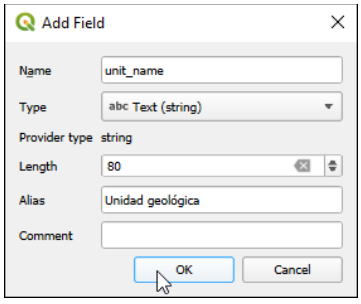
☐ Presione el botón **New field** para añadir los campos…

Aparecerá la forma **Add field**.
Añada los campos, según las tablas que aparecen a continuación:



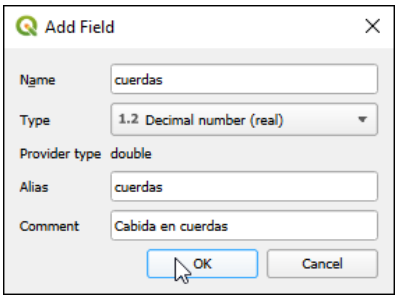
Name: **unit_code**
Type: **Text**
Lenght: **4**
Alias: **Código**
Click OK para aceptar cambios y cerrar la forma.

Presione el botón **New field** para añadir el próximo campo…



Name: **unit_name**
Type: **Text**
Lenght: **80**
Alias: **Unidad geológica**
Click OK para aceptar cambios y cerrar la forma.

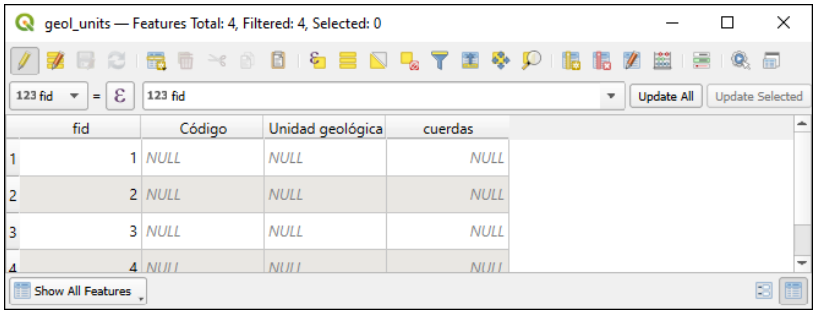
Presione el botón **New field** para añadir el próximo campo…



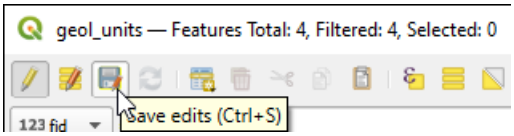
Name **cuerdas**
Type **Decimal number (real)**
Alias **cuerdas**

Comment **Cabida en cuerdas**

Así deberá aparecer la tabla, luego de añadir los campos.

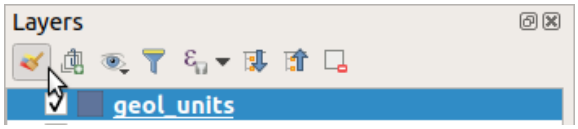


☐ Haga **click** en el botón **Save edits** para registrar los cambios a esta tabla.



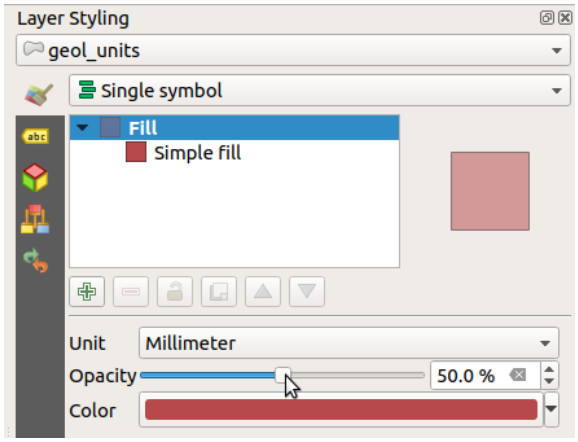
Cambiar la opacidad del layer de unidades geológicas y hacer que aparezcan etiquetas al entrar los datos

☐ Cambie la opacidad de este layer para hacerlo traslúcido y poder ver los códigos que aparecen en el mapa ráster subyacente de unidades geológicas.



☐ Haga **click** en el nombre del layer **geol_units para activarlo.**

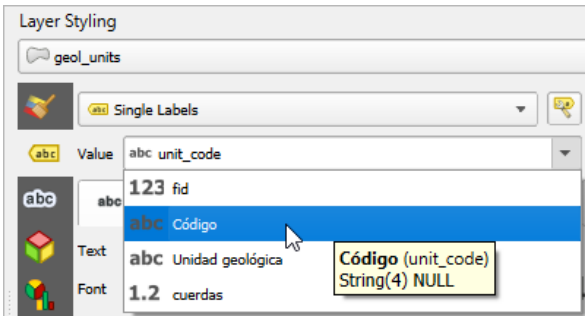
☐ Haga **click** en el botón **Layer Styling Panel**



Al lado derecho de la interfaz gráfica de QGIS, aparecerá la forma **Layer Styling**.

☐ Haga **click** en el símbolo de caja **Fill.**

☐ Ajuste en la barra de opacidad (**Opacity**), **arrastrando (dragging) el botón a 50%.** O puede **escribir 50** en la caja de texto.



☐ Haga **click** en el tab **Labels**.

☐ **Seleccione** la opción **Single Labels**.

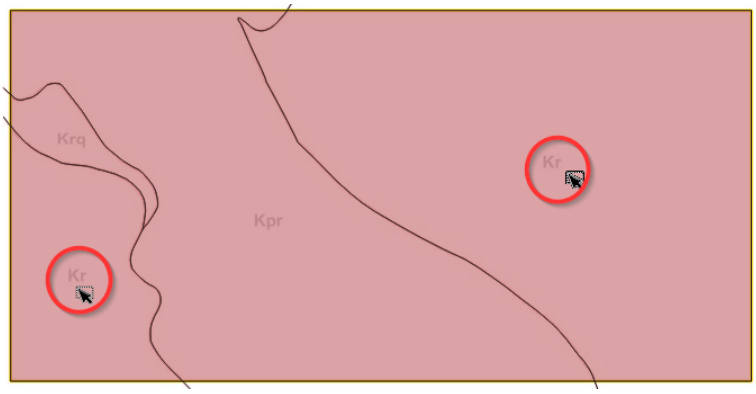
☐ En el apartado **Value**, **escoja** el campo Código(**unit_code**.

Los cambios se harán de forma automática.

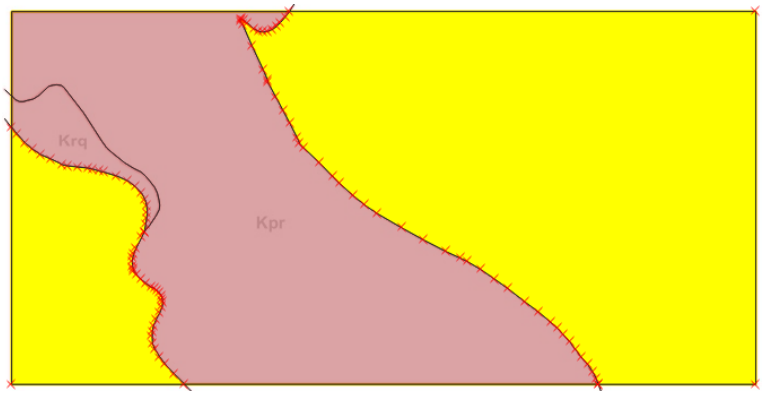
Ya que tenemos disponible la tabla en modo de edición y la visibilidad traslúcida del layer de polígonos, comenzaremos a añadir los datos a las celdas de la tabla de atributos.
Haremos selección interactiva en la tabla de atributos y editaremos los códigos y nombres de las unidades geológicas.

Así aparece el geodato **geol_units** en el visor. Verá que hay dos áreas con la etiqueta "**Kr**". Estas dos áreas comparten la misma formación geológica.

☐ Haga **click** en el botón **Select Features**

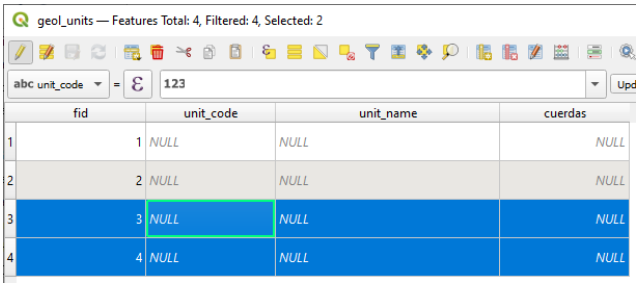


☐ Haga **Shift-click** encima de una de las áreas **Kr** y luego la otra. No importa el orden.



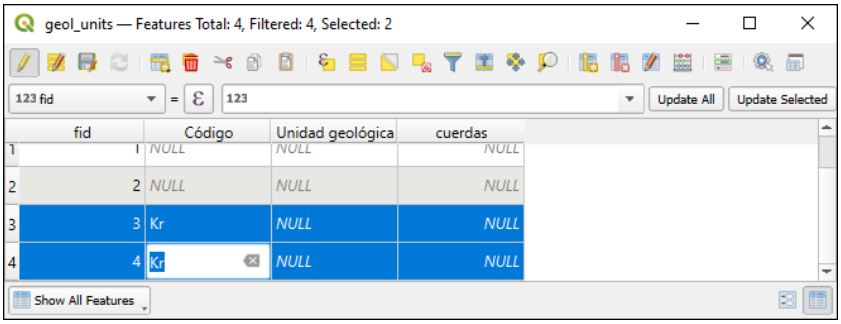
Así aparecerán las dos áreas seleccionadas en el visor de QGIS. Note que estamos en **modo de "edición"** porque los bordes de los polígonos tienen las cruces rojas, denotando los vértices que definen sus formas.

☐ **Regrese a la tabla de atributos**. Podrá ver **los récords seleccionados en azul** que corresponden con las áreas que seleccionó en el visor:

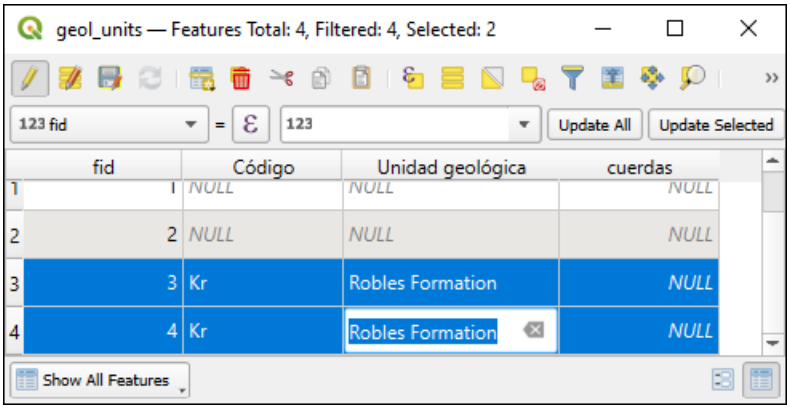


Ya que están seleccionados:

- ☐ **En los récords seleccionados en azul** y bajo el campo **unit_code**, haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Kr**, **en ambos récords**



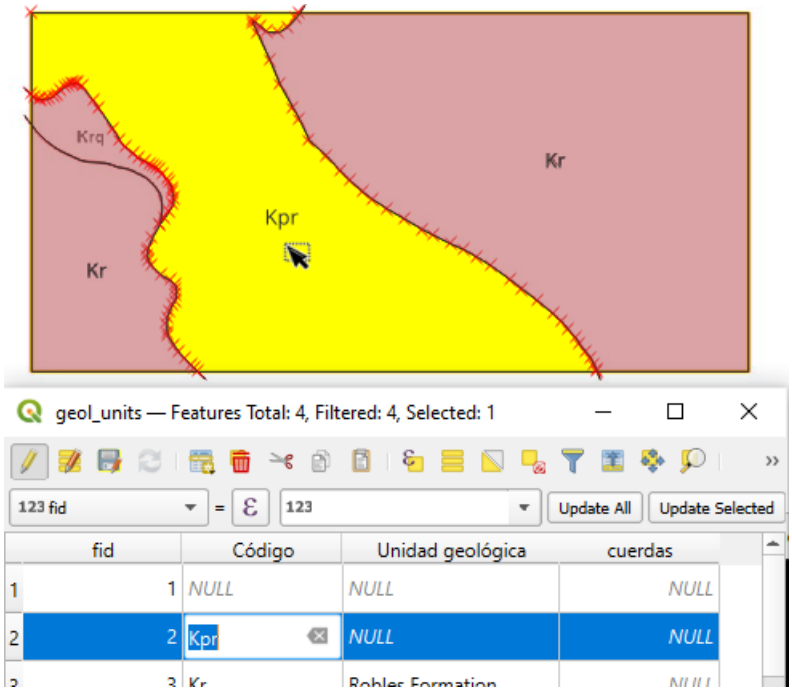
- ☐ **En los récords seleccionados en azul** y bajo el campo **unit_name**, haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Robles Formation**, **en ambos récords**



- ☐ **NO** escriba nada en el campo **cuerdas**. Esto lo haremos en bloque en la próxima sección

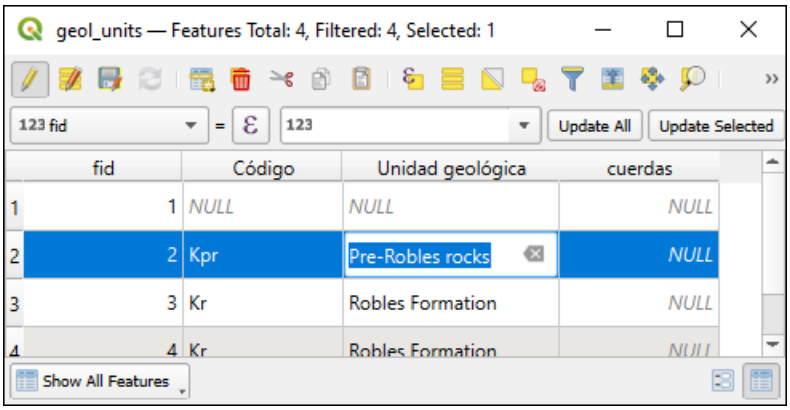
Prosigamos.

- ☐ Haga **click** en el área **Kpr** que aparece en el centro para seleccionarla.
- ☐ **Regrese** a la **tabla** de atributos. **En el récord seleccionado en azul**, bajo el campo **unit_code**,



☐ Haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Kpr**

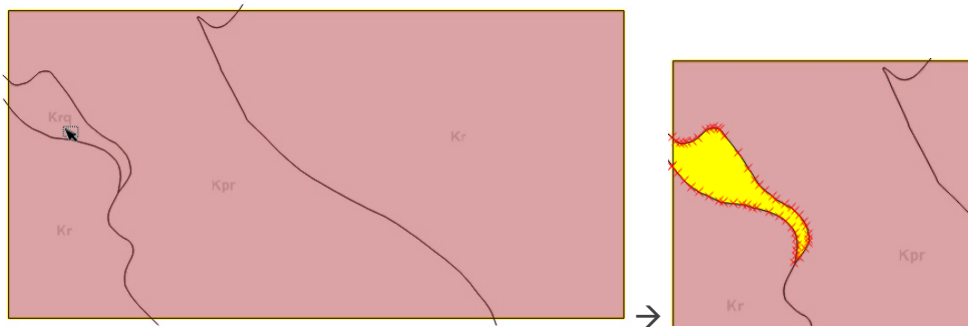
☐ Bajo el campo **unit_name**, haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Pre-Robles rocks**



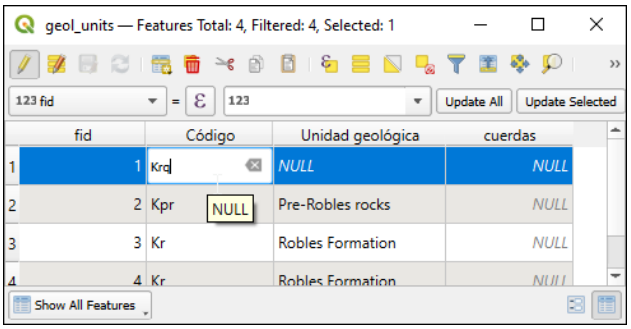
☐ Para **registrar** este cambio y los anteriores, **haga click** en el botón **Save Edits** o usar las teclas **ctrl+s** simultáneamente.

☐ **No** escriba nada en el campo **cuerdas**.

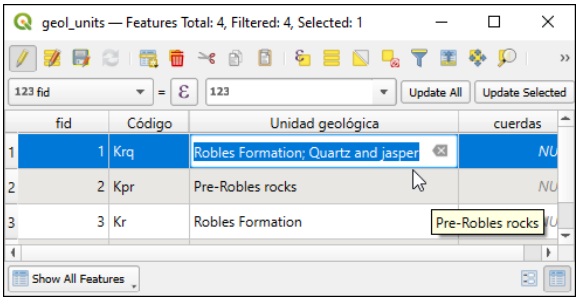
☐ Haga **click** ahora en el área que lee **Krq**.



☐ Regrese a la tabla de atributos. **En el récord seleccionado en azul**, bajo el campo **unit_code**,
haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Krq**

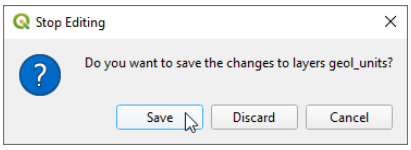


☐ En **el récord seleccionado en azul**, bajo el campo **unit_name**, haga **doble click dentro de la caja donde lee *NULL*** y **escriba Robles Formation; Quartz and jasper**

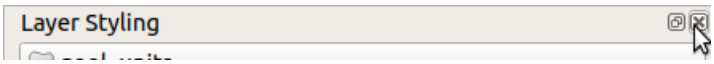


☐ Para **registrar** este cambio y los anteriores, **haga click** en el botón **Save Edits** o usar las teclas **ctrl+s** simultáneamente.

☐ **Cierre** la sesión de edición por el momento haciendo **click** en el botón **Toggle Edit Mode**. Aparecerá la forma **Stop Editing**. **Haga click** en el botón **Save** para confirmar los cambios y cerrar el modo de edición.



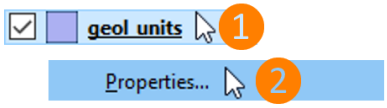
☐ **Cierre** el panel **Layer Styling.**



3J: Aplicar simbología predefinida al geodato de unidades geológicas

Esta opción es válida si hay una tabla con simbologías entre los valores existentes en la tabla de atributos del geodato y la tabla que contiene los colores y símbolos asignados a cada elemento del geodato. Esta tabla deberá existir dentro del banco de datos GeoPackage de este ejercicio. Verificará si los códigos están bien colocados.

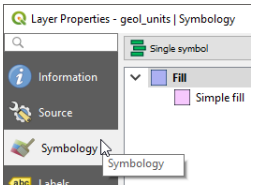
☐ Haga **right click** en el layer **geol_units** y escoja la opción **Properties**.



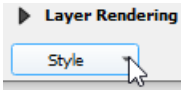
También puede hacer *doble click* en el nombre del layer

Aparecerá la forma **Layer Properties**.

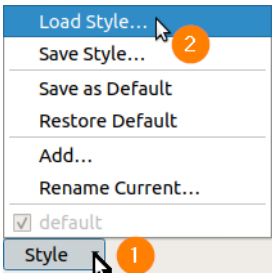
☐ Haga **click** en el ítem/tab **Symbology**.



En la parte inferior izquierda de esta forma está el botón **Style**

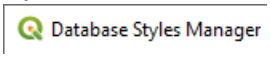


☐ Haga **click** en el botón **Style** y escoja **Load Style**.

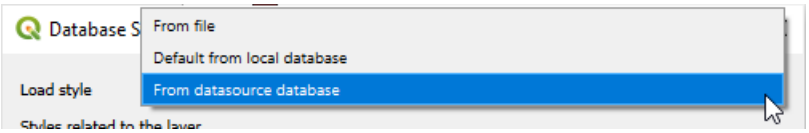


Como mencionamos anteriormente, la simbología había sido guardada previamente dentro de la base de datos GeoPackage.

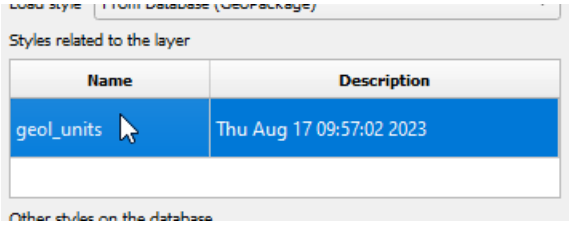
Aparecerá la forma **Database Styles Manager**

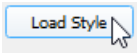


☐ En la sección **Load style**, escoja la opción **From datasource database**



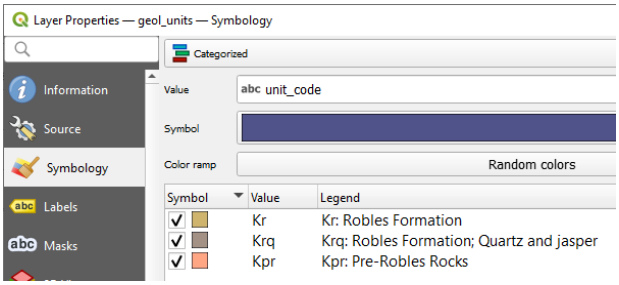
☐ En el apartado **Other styles related to the layer**, haga **click** el ítem **geol_units**,



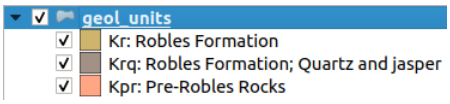
☐ Haga **click** en el botón 

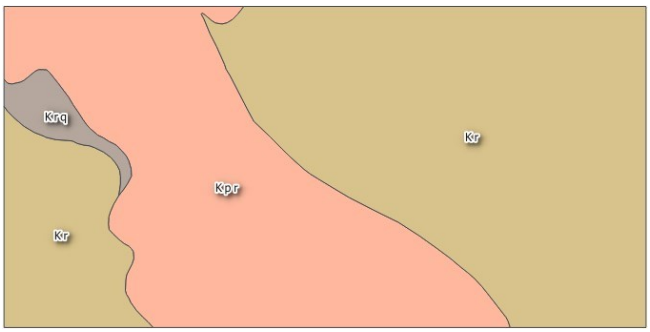
Load Style para *asignar* estas representaciones al layer de **unidades geológicas**.

☐ Regresará a la forma **Layer Properties**, podrá constatar los **colores asignados por código de unidad geológica** (campo **unit_code**).



☐ Haga **click** en el botón **OK** de la forma **Layer Properties** para aceptar los cambios y cerrarla.





En la próxima sección haremos un cómputo simultáneo de cabida en cuerdas para todos los récords de la tabla.

3K: Usar Field Calculator toolbar para calcular área en cuerdas

En esta sección usaremos la **herramienta** Field calculator para **computar el área en cuerdas** de las **unidades geológicas** *dentro de esta área de interés*. (1 cuerda = 3,930.395625 metros cuadrados o 0.97 acres).

- ☐ Para hacer el cómputo, **mantenga activado** el layer **geol_units** en la tabla de contenido:



- ☐ Si cerró la tabla de este geodato, haga **click** en el botón **Open Attribute Table**  .

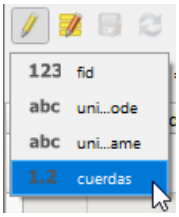
Aparecerá la tabla de atributos:

- ☐ **Abra** la **sesión** de **edición**, haciendo **click** en el botón  **Toggle Edit Mode**

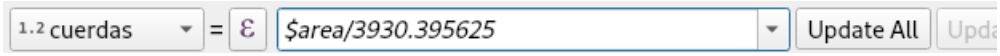
Trabajaremos ahora con la barra **Field Calculator**.



- ☐ Para registrar el **área en cuerdas**, **seleccione** el campo **cuerdas** en el combo box:



- ☐ En la **caja de texto del Field Calculator**, escriba la fórmula **`$area/3930.395625`**



Lo que escriba estará ***en rojo*** **hasta que la sintaxis sea la correcta**.

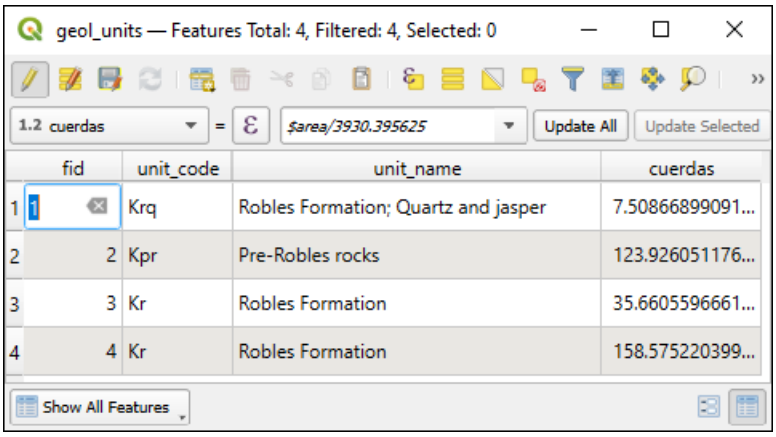


Explicación de lo que está escribiendo en la caja de texto:

Función cómputo de área:	**`$area`**
Operador aritmético: división:	**`/`**
Literal/número:	**`3930.395625`**

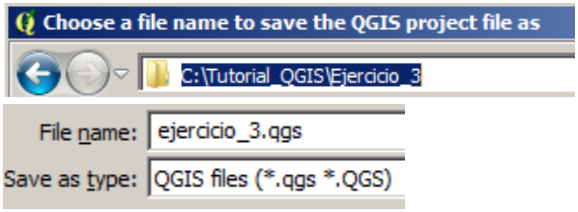
- ☐ Haga **click** en el botón **Update All**  para calcular todas las celdas

Podrá ver las celdas del campo **cuerdas** calculadas. **Los números pueden variar**, según los contornos que fueron dibujados.



- ☐ Presione el botón **Save Edits** para guardar los cambios.
- ☐ Haga **click** en el botón **Toggle Editing** para cerrar la sesión de edición.
- ☐ **Cierre** la tabla de atributos.

- ☐ Guarde su trabajo QGIS Project file. Vaya al **menú principal > Project > Save As…**
- ☐ Guarde el archivo en **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_3** con el nombre **ejercicio_3.qgs**



- ☐ Haga **click** en el botón **Save** para guardar el **Project file**.

Esto finaliza este ejercicio número 3.

Preguntas

1. ¿En cuáles ocasiones se recomienda utilizar un solo sistema de referencia espacial (p.68)
   a. Geoprocesamiento
   b. Entrada de datos
   c. Preparar mapas para imprimir
   d. a y b
2. ¿Cuál es el sistema de referencia espacial oficial del gobierno de PR? (p 68)
   a. Puerto Rico Datum
   b. EPSG: NAD83
   c. State Plane Coordinate System
   d. EPSG: 6566, NAD83(2011)
   e. Todas las anteriores
3. ¿Para qué se usa el snapping environment? (p 76)

_____

4. ¿En qué características del geodato fuente nos fijamos para establecer el umbral de distancia para enganche (snapping tolerance)? (p 77)

_____

5. ¿Cuál es la distancia en papel (fracción de pulgada) que se usaba como umbral de tolerancia en los mapas para el estándar de exactitud geográfica NMAS-1947? (p 77)

_____

6. ¿Cuál es la diferencia (en QGIS) entre *snapping tolerance* y *fuzzy/cluster tolerance*? ¿Es QGIS un programa *Desktop GIS* que utiliza el concepto de fuzzy/cluster tolerance? (p 77)

_____

_____

7. ¿Qué herramienta podemos usar para convertir geodatos con geometría de líneas a geometría de polígonos? (p 86)

_____

8. ¿Qué herramienta utilizamos para calcular el área en cuerdas para el geodato de unidades geológicas? (p 100)

_____

4-I: Unir datos censales con un geodato y producir mapas estadísticos

Tópicos de esta sección:

Tema: La brecha salarial entre varones y mujeres de 25 años en adelante con nivel educativo universitario de bachillerato 106
4A: Identificar la fuente de información 107
4B: Abrir el desde el api del Censo en Excel y exportarlo a formato xlsx para lectura en QGIS 111
Eliminar columnas innecesarias 113
Modificar la columna para obtener identificadores 113
Applied steps: Enmendar algún paso 115
Añadir columnas calculadas en Power Query 115
Celdas con valor cero 0 117
Carga de datos a Excel desde Power Query 117
Explorar datos en Excel (gráficas) 118
Hacer un diagrama de dispersión *scattergram* en Excel 119
Gráficas boxplot 126

Tema: La brecha salarial entre varones y mujeres de 25 años en adelante con nivel educativo universitario de bachillerato

En esta parte, traeremos una tabla de datos estadísticos del Censo y la uniremos (join tables) al geodato de municipios. Muchas veces a los usuarios de programas SIG se les requiere hacer mapas que representen datos estadísticos. De esto se trata este ejercicio #4.

Pregunta: ¿**Cómo es la distribución geográfica** de la **brecha salarial mujeres vs varones** por **municipios** en Puerto Rico, en especial para el **nivel** educativo **de bachillerato**?

Tareas generales o destrezas para aprender:

Parte A:

- ☐ Identificar dónde **encontrar** la **fuente** de **información disponible** para **extraer** los **datos** sobre **brecha salarial**. Fuente: usaremos el API del Censo para descargar los datos.
- ☐ **Usar** la interfaz **Power Query** de **Excel** (365) para **modificar** en memoria RAM, la **estructura de la tabla** y **extraer datos relevantes**, **calcular valores de brecha** y **descargarlo a Excel.**

Parte B:

- ☐ **Unir tabla** de **datos** estadísticos **Excel con** la **tabla** del **geodato** de **municipios** (**JOIN** tables)
- ☐ **Representar** los **datos estadísticos** que habíamos trabajado en Excel **usando método** de **clasificación** de datos **y mediante secuencia** de **colores**.

A continuación, este es un **resumen** de los datos de interés para esta práctica. Solo estamos presentando la **mediana de ingreso para hombres y mujeres de 25 años o más**, **segmentados por nivel educativo**, tales como **carreras profesionales**, **bachillerato**, y **menos de escuela superior**. Comparamos a **Puerto Rico** con los **EEUU**.

Median earnings, 2023, pop >= 25, 5yr estimates

United States of America		Puerto Rico		gap pr/usa
Graduate or professional degree			**Graduate or professional degree**	
Male	$ 109,133	$ 50,952	Male	$ 0.47
Female	$ 75,842	$ 37,035	Female	$ 0.49
gap	**$ 0.69**	**$ 0.73**	***gap***	
Bachelors degree			**Bachelors degree**	
Male	$ 82,316	$ 33,023	Male	$ 0.40
Female	$ 57,433	$ 27,095	Female	$ 0.47
gap	**$ 0.70**	**$ 0.82**	***gap***	
Less than High School			**Less than High School**	
Male	$ 36,612	$ 13,627	Male	$ 0.37
Female	$ 23,914	$ 9,659	Female	$ 0.40
gap	**$ 0.65**	**$ 0.71**	***gap***	

Fuente: **Tabla B20004 Median earnings** in the past 12 months in **2023** inflation adjusted **dollars by sex** by **educational attainment** for the population **25 years and over**. ACS, 5yr estimates, 2023. https://data.census.gov.

Podemos notar que, aunque la **mediana** de ingreso en Puerto Rico es más baja, la **brecha de salario por género** (*gender pay gap*) es más acentuada en los EEUU que en Puerto Rico. **El renglón de mayor desigualdad** (*gap*) entre **hombres y mujeres** es el de **menos de escuela superior** (EEUU: 0.65, PR: 0.71).

Lo más justo debería ser que la razón de salarios mujeres/hombres esté lo más cerca de 1, lo cual denotaría mayor igualdad entre salarios. El renglón de **menor desigualdad** es en el nivel de **bachillerato**, con diferencia (*gap*) mucho más acentuada en los EEUU con 0.70 en comparación con PR con 0.82. Es posible que se deba a que hay más personas con este nivel educativo que los otros dos niveles.

Más adelante veremos que **hay algunos municipios donde la brecha está invertida**, es decir, lugares **donde las mujeres** tienen una **mediana** de **ingresos mayor que los varones**. También veremos que hay **municipios** que **no tienen datos disponibles** para derivar la brecha. El Censo explica que en estos casos no se recibieron suficientes respuestas para generar un dato confiable. Por tal razón, el dato a ese nivel geográfico (municipios en este caso) no se publica.

4A: Identificar la fuente de información

Por investigaciones anteriores, los **datos necesarios** para **derivar la brecha salarial entre varones y mujeres** para este ejercicio están contenidos en la tabla censal **B20004: MEDIAN EARNINGS IN THE PAST 12 MONTHS (IN 2023 INFLATION-ADJUSTED DOLLARS) BY SEX BY EDUCATIONAL ATTAINMENT FOR THE POPULATION 25 YEARS AND OVER**. En esta tabla se desglosan variables sobre la mediana de ingresos, **logros educativos**, divididos por varones y mujeres de 25 años o más, a nivel municipal.

Earnings, ingresos

Sin embargo, esta tabla solo tiene datos sobre "median earnings". *Earnings* se refiere a ingresos recibidos del empleo. Por otro lado, la tabla **B15002: Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over**, tiene la población por sexo y por nivel educativo alcanzado para personas de 25 años o más. Ambas tablas tienen el mismo universo: personas con 25 años o más.

Ya que **hay** una **cantidad significativa** de **municipios** donde la **razón salario:mujeres/salario:varones** es **superior a 1.0**, queríamos saber si coincide o no con la **razón** de la **cantidad de mujeres con bachillerato/cantidad de varones con bachillerato** es también superior a 1.0. Para esto, haremos un diagrama de dispersión y Boxplots en Excel, para comparar ambas distribuciones de datos.

Para simplificar este tutorial, traeremos los datos de ambas tablas en cuanto a nivel educativo de bachillerato completado. De la **tabla B20004** buscaremos la **mediana de ingreso**s para cada sexo y de la **tabla B15002** buscaremos las **personas con bachillerato completado** para cada sexo.

Podemos realizar una búsqueda visual con la interfaz data.census.gov y extraer los datos. Sin embargo, el proceso es algo tedioso, más aún si vamos a combinar tablas. Para ahorrar tiempo y dedicarnos más a las destrezas relacionadas con preparar un mapa estadístico con QGIS. Vamos a **usar la interfaz de programación** (**API**) que ofrece el **Negociado del Censo** para ir directamente a los datos para descargarlos en Excel

Antes de entrar en Excel y el API censal, vamos a explicar un poco de qué se trata esta interfaz de programación. API significa application programming interface. En general, son piezas de código que permiten la comunicación entre ciertos programas usando *bibliotecas* (implementaciones de funciones) de programación. Con esta interfaz, podemos referirnos a columnas en distintas tablas, niveles geográficos y filtrado de filas de tablas. Esto lo veremos más adelante.

Cómo sabemos cuáles tablas y columnas buscar usando el api:
Ya se mencionó que por investigaciones anteriores, para derivar la brecha salarial mujeres/varones, usaremos algunos campos de la tabla **B20004** e, integraremos campos de la tabla **B15002** para **comparar** datos.

- ☐ Para **saber cuáles son** las **columnas** que **necesitamos** vamos a visitar la siguiente página: https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5/variables.html.

Debe abrir una tabla como esta, donde está la lista de "variables" de cada tabla del **American Community Survey** para **estimados a 5 años**, versión de **2023**.

Census Data API: Variables in /data/2023/acs/acs5/variables

Name	Label	Concept	Required	Attributes	Limit	Predicate Type	Group
AIANHH	American Indian Area/Alaska Native Area/Hawaiian Home Land		not required		0	*(not a predicate)*	N/A
AIHHTL	American Indian Area (Off-Reservation Trust Land Only)/Hawaiian Home Land		not required		0	*(not a predicate)*	N/A
AIRES	American Indian Area/Alaska Native Area (Reservation or Statistical Entity Only)		not required		0	*(not a predicate)*	N/A
ANRC	Alaska Native Regional Corporation		not required		0	*(not a predicate)*	N/A
B01001_001E	Estimate!!Total:	Sex by Age	not required	B01001_001EA, B01001_001M, B01001_001MA	0	int	B01001
B01001_002E	Estimate!!Total:!!Male:	Sex by Age	not required	B01001_002EA, B01001_002M, B01001_002MA	0	int	B01001
			not	B01001_003EA,			

Note que en la columna Name está tanto el nombre de la tabla "BXXXXXX", "_" y el nombre o **código** de la **columna** o **variable** censal. Previamente habíamos dicho que interesamos la tabla **B20004**, en específico ***median earnings***, de **varones** y **mujeres** a nivel de **bachillerato**. Esas columnas tienen los códigos **011E** y **017E**.

Vamos a demostrarlo.

- ☐ Para buscar estas columnas o variables en esta página, pulse las teclas **ctrl+f** (herramienta ***Find***) de su browser. En este caso usamos *Edge*, pero puede ser Chrome, Firefox, etcétera.

☐ En la **caja** de **texto Find** de su browser, **escriba B20004_011E**.
Pulse la **tecla enter** o haga click en el botón hacia abajo de esta herramienta.



☐ El browser va a **resaltar** la cadena de **texto** en la página **que paree** con lo que escribió en la caja **Find**. La **primera columna** (*Name*) tiene el **código ID** de la tabla y columna y la **segunda columna** (*Label*) corresponde a la **descripción** de la **columna**. En este caso es **Estimado**, **varones**, con **bachillerato**, la **tercera columna** (*Concept*) nos da el **nombre descriptivo** de la **tabla**. Entonces la columna es la **011E**. La **E** indica que es **estimado**, a diferencia de los censos decenales.

B20004_010E	associate's degree	Educational Attainment for the Population 25 Years and Over	required	B20004_010M, B20004_010MA
B20004_011E	Estimate!!Total:!!Male:!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over	not required	B20004_011EA, B20004_011M, B20004_011MA
B20004_012E	Estimate!!Total:!!Male:!!Graduate or	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by	not	B20004_012EA, B20004_012M,

☐ Un poco más abajo, está la próxima columna de interés: **017E**

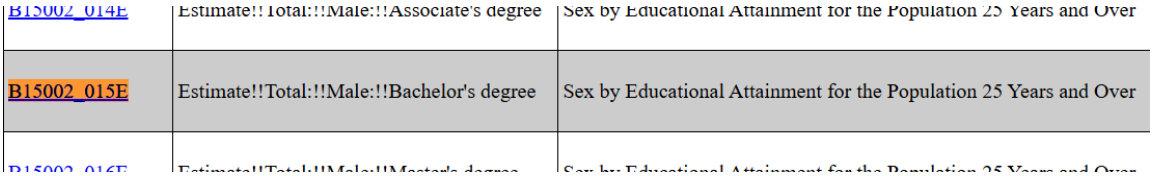
B20004_011E	Estimate!!Total:!!Male:!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_012E	Estimate!!Total:!!Male:!!Graduate or professional degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_013E	Estimate!!Total:!!Female:	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_014E	Estimate!!Total:!!Female:!!Less than high school graduate	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_015E	Estimate!!Total:!!Female:!!High school graduate (includes equivalency)	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_016E	Estimate!!Total:!!Female:!!Some college or associate's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B20004_017E	Estimate!!Total:!!Female:!!Bachelor's degree	Median Earnings in the Past 12 Months (in 2023 Inflation-Adjusted Dollars) by Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

Vamos a buscar los conteos de **población >=25 años** para este mismo segmento, tanto para **varones** como para **mujeres** pero de la tabla **B15002**.

☐ En la **caja** de **texto Find** de su browser, **escriba B15002_015E**.
Pulse la **tecla enter** o haga click en el botón hacia abajo de esta herramienta.



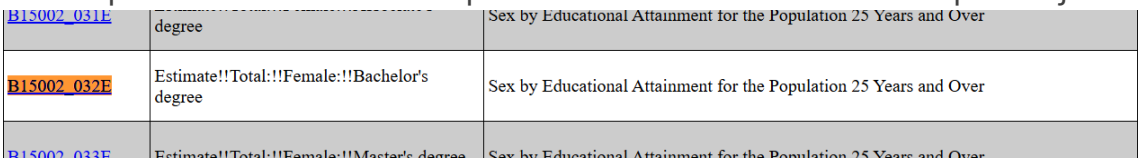
- ☐ El browser va a **resaltar** la cadena de **texto** en la página **que paree** con lo que escribió en la caja **Find**: Estimado Varones con bachillerato completado, 25 años o más.



B15002_014E	Estimate!!Total:!!Male:!!Associate's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_015E	Estimate!!Total:!!Male:!!Bachelor's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_016E	Estimate!!Total:!!Male:!!Master's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

El nombre de esta columna es **B15002_015E**.

Más adelante aparecerá la columna correspondiente al mismo nivel educativo para mujeres.



B15002_031E	degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_032E	Estimate!!Total:!!Female:!!Bachelor's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over
B15002_033E	Estimate!!Total:!!Female:!!Master's degree	Sex by Educational Attainment for the Population 25 Years and Over

El nombre de esta columna es **B15002_032E**.

Entonces ya tenemos las columnas necesarias para los datos. Solo nos falta saber cuál es el URL o dirección para usar el api del censo para buscar estos datos. Ya tenemos la dirección y la vamos a explicar en esta tabla:

Instrucción	Descripción
https://api.census.gov/data	Raíz del url
/2023/acs	Datos 2023 del American Community Survey
/acs5	Estimados a 5 años
?get=GEO_ID, NAME, B20004_001E, B20004_011E, B20004_017E, B15002_015E, B15002_032E	Estas son las columnas que queremos: GEO_ID, Nombre de la entidad geográfica (municipio) Median earnings, varones y mujeres (suma) varones mujeres Población >=25 con nivel bachillerato, varones Mujeres
&for=county:*	Devolver summary level de municipios (* todos)
&in=state:72	Código de PR: "72"
&outputFormat=csv	Formato de salida: comma separated value

Reconstruyendo cada segmento explicado, la dirección es la siguiente: https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5?get=GEO_ID,NAME,B20004_001E,B20004_011E,B20004_017E,B15002_015E,B15002_032E&for=county:*&in=state:72&outputFormat=csv.

Intencionalmente removí el hiperenlace para evitar que lo descarguen. Usaremos este enlace en Excel a través de Power Query.

En resumen, le damos una **instrucción** al **servidor** de **datos** del **Censo** para que nos **devuelva** una serie de **datos** en un **formato** tal que **Excel** lo pueda **recibir** y **leer**.

4B: Abrir el desde el api del Censo en Excel y exportarlo a formato xlsx para lectura en QGIS

Cada vez se hace más importante tener nociones de uso de programas de **extracción, transformación y carga de datos** (**Extract, Transform & Load**). **Excel y Power BI** proveen una interfaz muy útil para esta extracción, transformación y posterior carga de datos a estos programas de manejo de datos, principalmente numéricos. Esta interfaz presente en Excel y Power BI se llama **Power Query**.

En esta parte vamos a usar **Excel 365 y su interfaz Power Query** para convertir los datos del archivo csv a formato xslx de Excel.

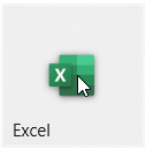
- ☐ Vamos primero a **abrir Excel**. (Para este tutorial escrito a mediados de 2025, estamos usando la versión Excel de Office 365).

  Microsoft® Excel® for Microsoft 365 MSO (Version 2505 Build 16.0.18827.20102) 64-bit

  Haga **click** en el botón **Start** de Windows…

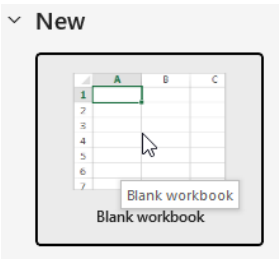


- ☐ Busque el **icono** de **Excel** y haga **click** en su icono…

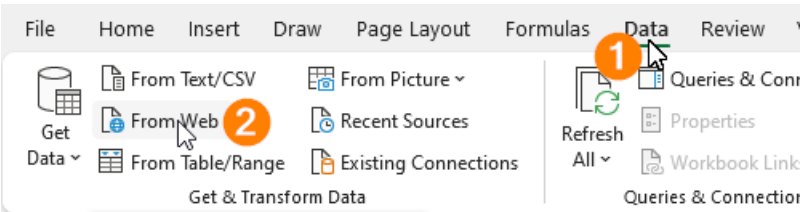


Aparecerá la interfaz gráfica del programa **Excel**

- ☐ Para abrir el enlace que acabamos de explicar en la sección pasada, primero haga **click** en la opción **Blank workbook** para abrir un **workbook vacío**. En este workbook vacío vamos a trasladar parte del contenido del archivo csv.



- ☐ Para comenzar a importar el archivo csv con los datos, vaya al **menú principal** y escoja **Data > From Web:**



☐ En la forma **From Web** que aparecerá, copie y pegue (copy/paste) la dirección siguiente:

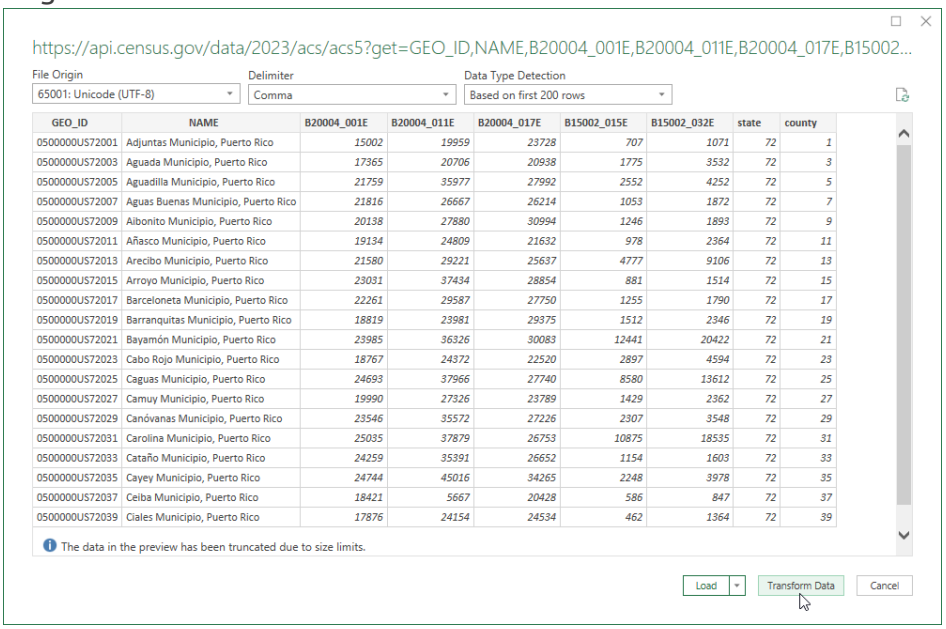
https://api.census.gov/data/2023/acs/acs5?get=GEO_ID,NAME,B20004_001E,B20004_011E,B20004_017E,B15002_015E,B15002_032E&for=county:*&in=state:72&outputFormat=csv



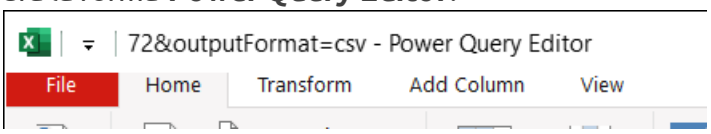
☐ Haga **click** en el botón **OK** para cerrar esta forma y aceptar la dirección provista.

☐ Espere que aparezca la forma **Query Editor Wizard**. Si el url está completo deberá traer los resultados del *"request"* realizado contra el api del Censo. Deben estar las columnas solicitadas y dos columnas finales añadidas por el api, con los códigos *state* y *county*. Estos últimos los descartaremos en Power Query.

☐ Haga **click** en el botón **Transform Data**.

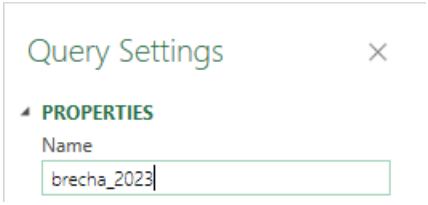


Aparecerá la forma **Power Query Editor**.



En esta interfaz realizaremos las modificaciones a la estructura del archivo y derivar los datos de brecha salarial y calcular la razón mujeres_con_bachillerato/varones_con_bachillerato.

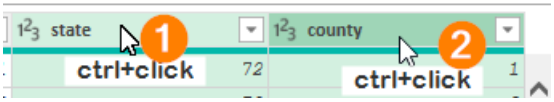
☐ El nombre del query no es muy descriptivo.
Vaya al panel **Query Settings** y **cambie** el nombre a **brecha_2023** y presione **enter**.



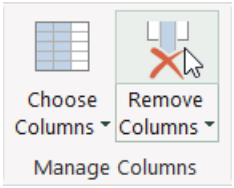
Eliminar columnas innecesarias

Las columnas *state* y *county* tienen los códigos ID de estado y condado o sus equivalente al territorio no incorporado de Puerto Rico y los municipios. Ya que esta información está contenida dentro de la columna GEO_ID, eliminaremos estas dos columnas y luego *transformaremos* la columna GEO_ID.

☐ Seleccione las columnas state y county haciendo **crtl+click en la cabecera** cada **columna**.



☐ Vaya al grupo **Manage Columns** del Ribbon **Home** y haga **click** en el botón **Remove Columns**.

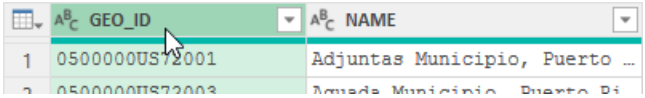


Modificar la columna para obtener identificadores

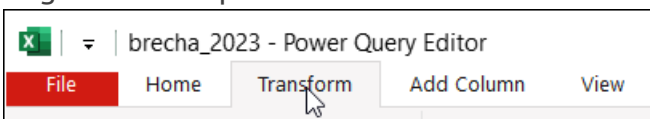
En esta tabla, los identificadores **GEO_ID**, están compuestos de una cadena de caracteres `0500000US72073 (Municipio de Jayuya, Puerto Rico)`. Mientras, ***en la tabla del geodato de municipios***, *el identificador* correspondiente es `72073` para este municipio.

Vamos a modificar esta columna para extraer el identificador basado en estos últimos 5 caracteres usando la función **Extract Last Characters**, la cual trabaja como la función Right('texto', número de posiciones de derecha a izquierda).

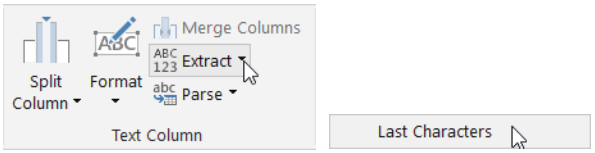
☐ Haga **click** en la cabecera de la columna **GEO_ID** para activarla. Debe aparecer en verde:



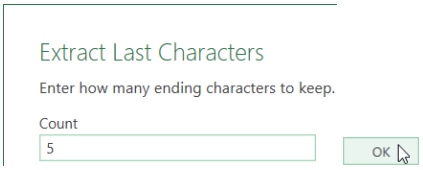
- ☐ Haga **click** en la pestaña **Transform**.



- ☐ Vaya al grupo **Text Column**, haga **click** en el botón **Extract** y luego en la opción **Last Characters.**



- ☐ En la forma **Extract Last Characters** que aparecerá, **escriba 5** en la caja de texto **Count**.
  Luego **click** en el botón **OK**.

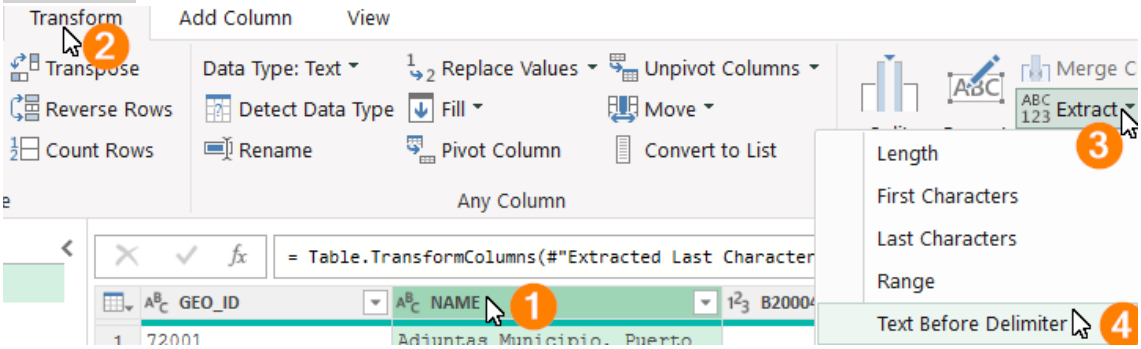


La columna **GEO_ID** solo retendrá las últimas 5 posiciones a la derecha.

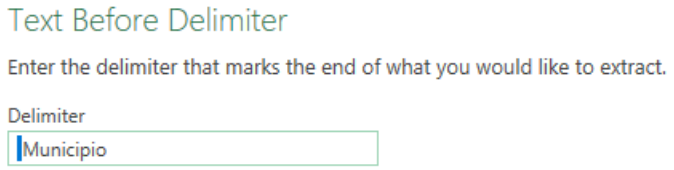
	GEO_ID	NAME	B20004_011E	B20004_017E
1	72001	Adjuntas Municipio, …	20673	18680
2	72003	Aguada Municipio, Pu…	26145	18816
3	72005	Aguadilla Municipio,…	33235	22212
4	72007	Aguas Buenas Municip…	30806	22184

Note también el tipo de dato de esta columna: **ABC** al lado del nombre **GEO_ID** significa que el tipo de dato es alfanumérico.

- ☐ **Repita el proceso para la columna NAME**.
- ☐ **Haga click en la columna NAME**
- ☐ Siga la siguiente secuencia: **Transform > Text Column > Extract > Text Before Delimiter**.



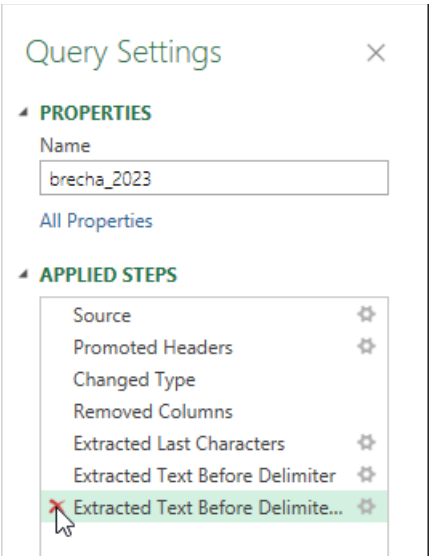
☐ En la caja de texto de la forma **Text Before Delimiter escriba** el delimitador **`Municipio`** (*espacio* Municipio). Fíjese en la figura. El espacio lo estoy marcando en azul para que lo puedan apreciar



☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.

Applied steps: Enmendar algún paso

Power Query registra cada operación hecha en el panel Query Settings, en la caja Applied Steps. Esta interfaz es útil para hacer cambios y regresar a otros pasos realizados.

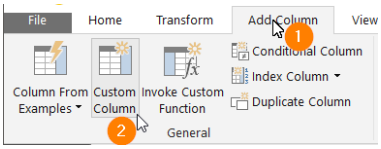


Si se equivocó en algún paso, esta es la herramienta para usar.

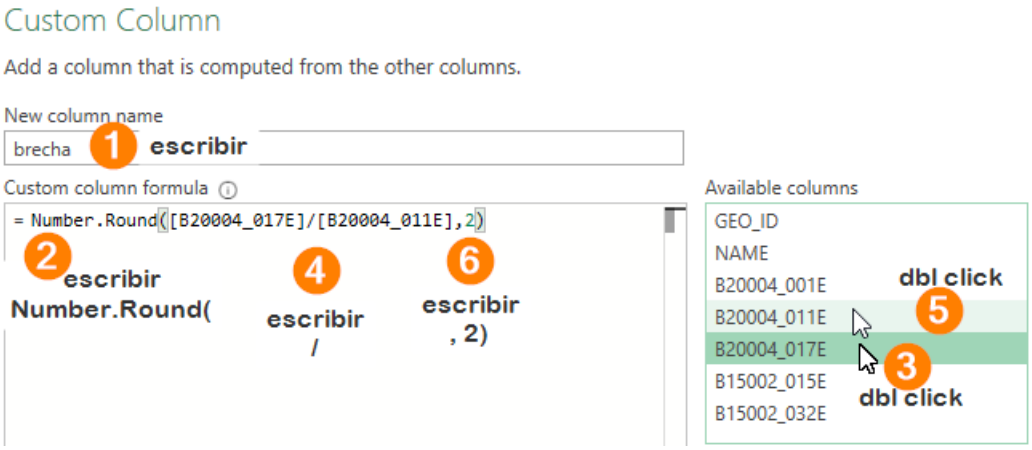
Añadir columnas calculadas en Power Query

En esta parte añadiremos una columna adicional. Haremos una operación matemática simple en la cual registraremos el llamado "gender wage gap" o brecha salarial por género. Se trata de establecer una razón o proporción entre el salario de mujeres y el salario de varones. Debemos recordar que estos son datos de ingresos con el nivel educativo de bachillerato. Escogimos este nivel educativo porque a esta fecha era el nivel que tenía más datos a nivel municipal. Sin embargo, hay celdas sin datos en ambas columnas.

☐ Vaya al **menú principal** y haga **click** en el **tab Add Column**, seguido de **click** en el botón **Custom Column**



- ☐ En la forma **Custom Column** que aparecerá:
  - ☐ **Escriba** la palabra **brecha** en la caja de texto **New column name**
  - ☐ En la caja de texto **Custom column formula**, **escriba** la siguiente función `Number.Round(`
  - ☐ Haga **doble click** en el **campo** `B20004_017E` (mujeres)
  - ☐ **Teclee** `/` seguido del nombre de este campo
  - ☐ Haga **doble click** en el **campo** `B20004_011E` (varones)
  - ☐ En la misma caja de texto **escriba** `,2)` para cerrar esta función y fórmula.
  - ☐ Ver figura en la próxima página…



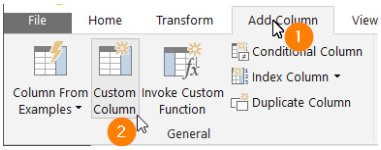
  - ☐ Haga **click** en el botón **OK** para generar la nueva columna calculada y redondeada a dos lugares decimales.

Le aparecerá la nueva columna **brecha**, con los valores calculados.

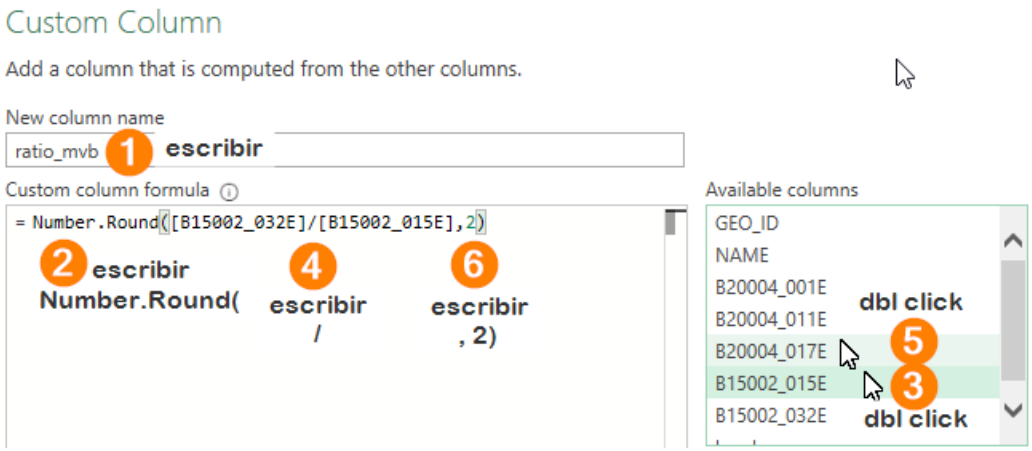


Repitamos el proceso para la próxima nueva columna calculada.

- ☐ Vaya al **menú principal** y haga **click** en el **tab** **Add Column**, seguido de **click** en el botón **Custom Column**

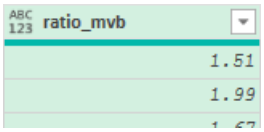


- ☐ En la forma **Custom Column** que aparecerá:
  - ☐ **Escriba ratio_mvb** en la caja de texto **New column name**
  - ☐ En la caja de texto **Custom column formula**, **escriba** la siguiente función `Number.Round(`
  - ☐ Haga **doble click** en el **campo** `B15002_032E` (mujeres)
  - ☐ **Teclee** `/` seguido del nombre de este campo
  - ☐ Haga **doble click** en el **campo** `B15002_015E` (varones)
  - ☐ En la misma caja de texto **escriba** `,2)` para cerrar esta función y fórmula.
  - ☐ Ver figura en la próxima página…



☐ Haga **click** en el botón **OK** para generar la nueva columna calculada y redondeada a dos lugares decimales.

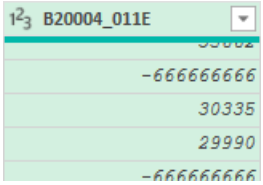
Le aparecerá la nueva columna **ratio_mvb**, con los valores calculados.



Celdas con valor cero 0

Note la aparición de celdas con **valor cero** en la columna **brecha**. Estos valores no son cero realmente.

☐ **Fíjese** en los **valores** de la **columna B20004_011E**. Encontrará **cinco celdas** con **valor** simbólico **-666666666**. Esto significa que para esos municipios no hubo suficientes respuestas para dar un estimado confiable.



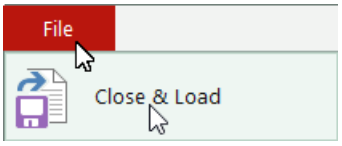
Más adelante usaremos este valor para marcar estos municipios sin datos en la columna 011E.

Ya que tenemos la estructura y los datos preparados para llevarlos a Excel, pasemos a la próxima parte.

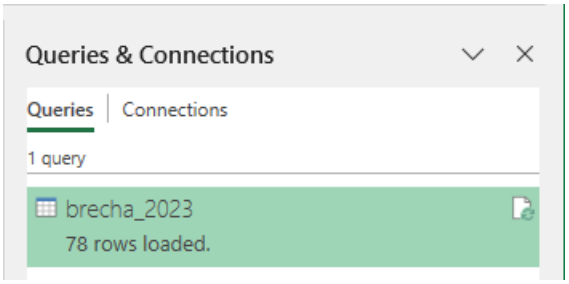
Carga de datos a Excel desde Power Query

Habiendo finalizado este proceso, el archivo ya está listo para la carga de datos a Excel.

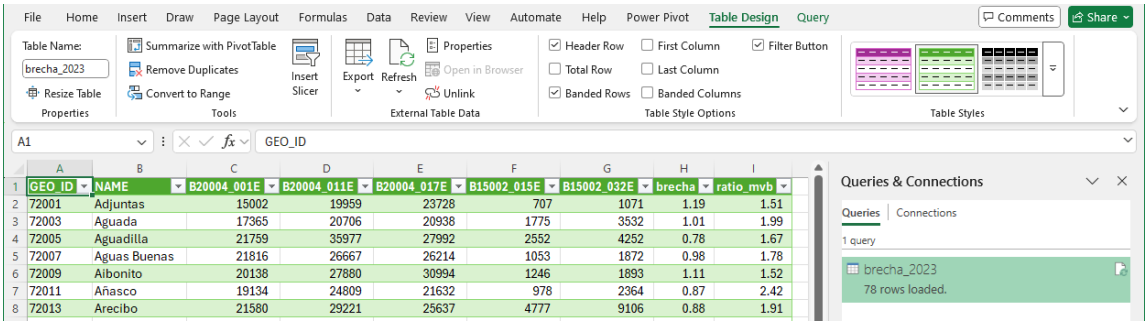
☐ Vaya al **menú File de la interfaz Query Editor** y haga **click** en el botón **Close & Load**.



El resultado de este proceso es un Query que nos devolverá una Excel *Table*. Este es otro formato de Excel para trabajar datos, algo diferente a los "*data ranges*".



Se puede notar por el formateo de **color alternado**, los **filtros** y la aparición del **menú** de contexto **Table Tools**, para **Excel Tables**.

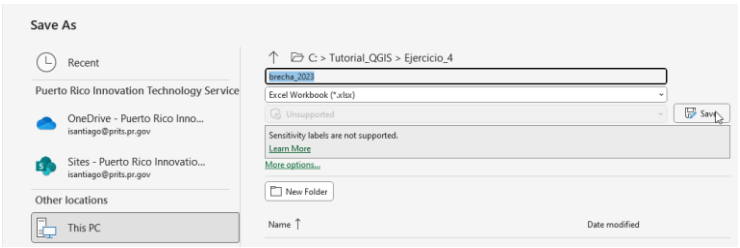


Guarde esta tabla en el **formato** de **Excel book (xlsx)**.

- ☐ **File > Save As…**



- ☐ En **File name** escriba **brecha_2023**
- ☐ En **Save as type** escoja **Excel Workbook (*.xlsx)**
- ☐ El archivo debe ser guardado en el **nuevo folder**-carpeta: **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**
- ☐ Haga **click** en el botón **Save**.



Explorar datos en Excel (gráficas)

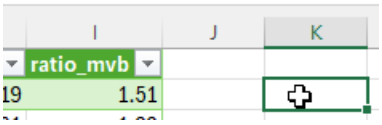
En esta sección, vamos a explorar datos haciendo resúmenes visuales: gráficas. Haremos una gráfica de dispersión (scattergram) y otra de Boxplots para explorar cómo se distribuyen los datos en las columnas (series de datos) "brecha" y "ratio_mvb". Un examen visual del diagrama de dispersión nos podrá dar idea si hay alguna relación entre las dos series de datos.

Tenemos en una columna que nos da la proporción conteos de población >=25 años con nivel de bachillerato para mujeres sobre el mismo segmento para varones. La otra columna es la que contiene la proporción de ingreso mediano del mismo segmento de población de mujeres dividido entre el mismo segmento para varones (>=25 años con nivel de bachillerato).

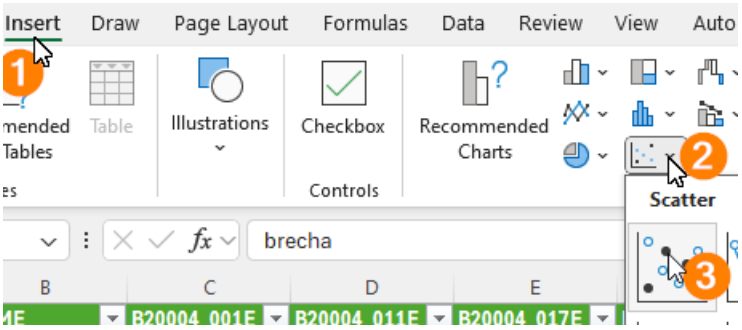
Hacer un diagrama de dispersión *scattergram* en Excel

Primero hagamos el diagrama de dispersión, en el cual relacionaremos las columnas **brecha** y **ratio_mvb**.

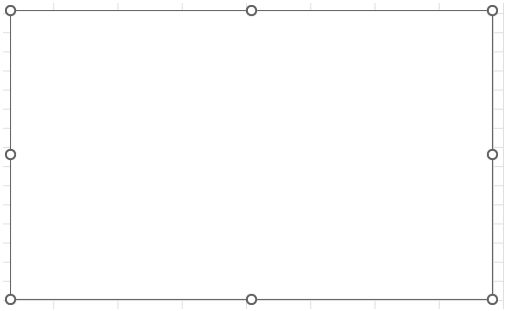
- ☐ Haga **click** fuera de la tabla para evitar que Excel nos produzca una gráfica por defecto que quizás no haga sentido.



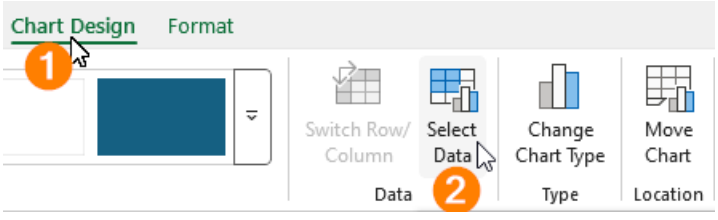
- ☐ Haga **click** en el tab **Insert**,
  - ☐ En la sección **Charts** haga **click** en el botón **Insert Scatter XY**
  - ☐ Luego **click** en la opción **Scatter**.



Le aparecerá un cuadro vacío porque no hemos escogido aún las series de datos que serán parte del diagrama de dispersión (scattergram).

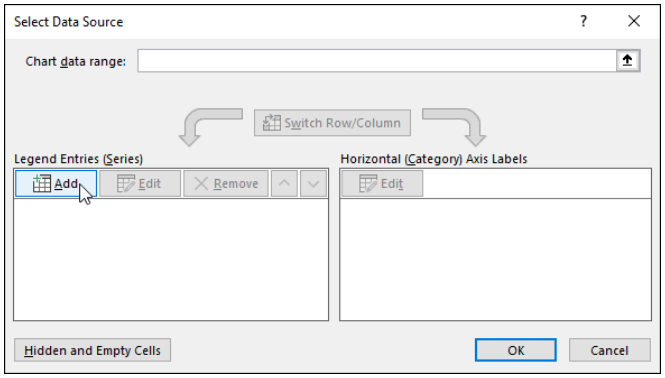


- ☐ Manténgase en el tab **Chart Design** y haga **click** en el botón **Select Data**



Nuestra *variable independiente* o "del **eje de X**" será la serie de datos de la columna **ratio_mvb** (razón de población mujeres/varones, 25 años o más con bachillerato). La *variable dependiente* o "del **eje de Y**" será la serie de datos que contiene la "**brecha salarial**". Esta "**brecha**" es el cociente que resulta de la división de la mediana de ingreso de mujeres de 25 años o más con bachillerato entre la mediana de ingreso de varones de 25 años o más con bachillerato.
En otras palabras: ¿Si las mujeres estudian más y son más (ratio_mvb), esto se influirá en una mayor remuneración, al menos a nivel de bachillerato (brecha)?

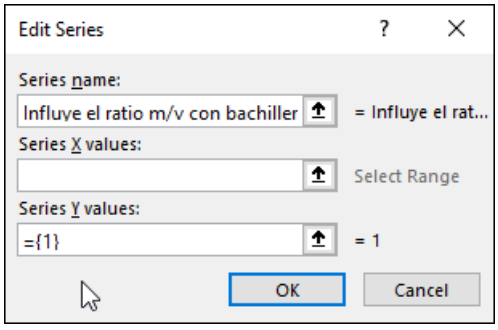
☐ En la forma **Select Data Sources** vaya a la sección Legend Entries (Series)
  ☐ Haga **click** en el botón **Add**.



En esta sección añadiremos las series de datos, tanto la que va en el eje de X, (ratio_mvb) como la que va en el eje Y (brecha).

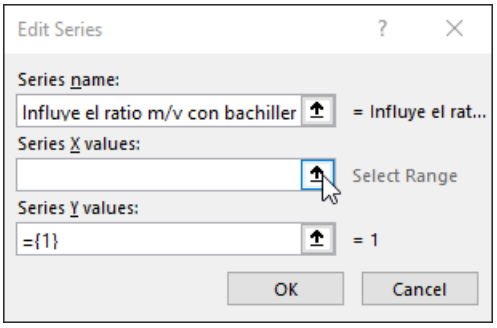
Más adelante añadiremos las etiquetas de municipios a los puntos.

☐ En la forma **Edit Series** que aparecerá,
  ☐ Haga **copy / paste** de la siguiente frase en la caja de texto **Series Name**:
  Influye el ratio m/v con bachillerato en la brecha salarial m/v?

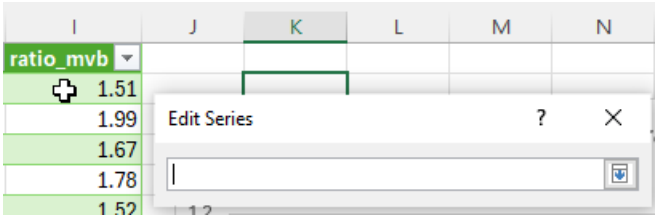


Excel añadirá las comillas dobles luego que añada las demás series de datos.

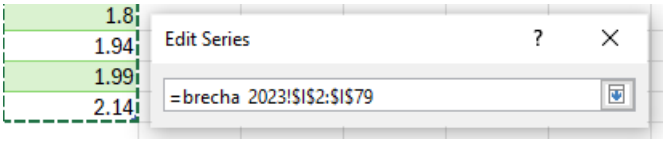
☐ Vaya a la sección **Series X Values**
  ☐ Haga **click** en el botón **Select Range**



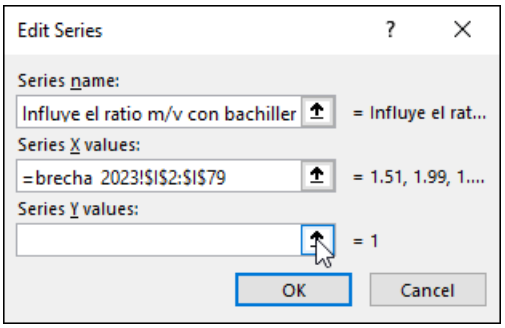
- ☐ Haga **click** en la celda **I2**



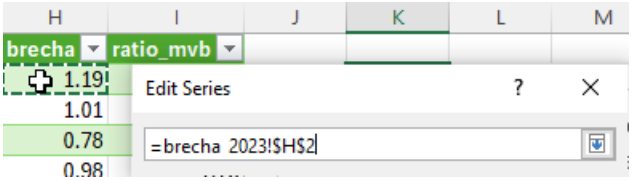
- ☐ Luego que haga **click** en la celda **I2**, **presione** las **teclas ctrl+shift+down arrow**.
  - ☐ Presione **enter** para aceptar este rango de celdas y **regresar** a la forma **Edit Series**.



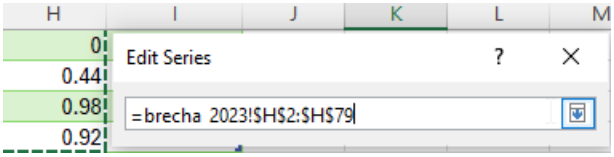
- ☐ Vaya a la caja de texto **Series Y values** y **borre** el **contenido que haya** primero.
  - ☐ Haga **click** en el **botón Select Y values**



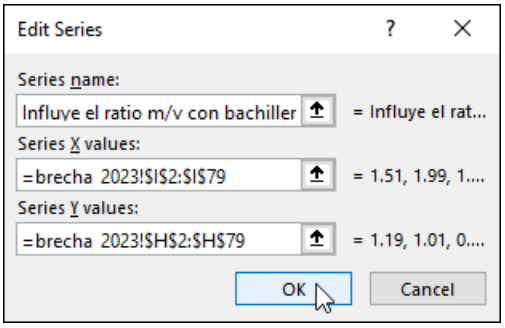
- ☐ En la forma Edit Series (para la serie Y) vaya a la tabla y haga **click** en la celda **H2**.



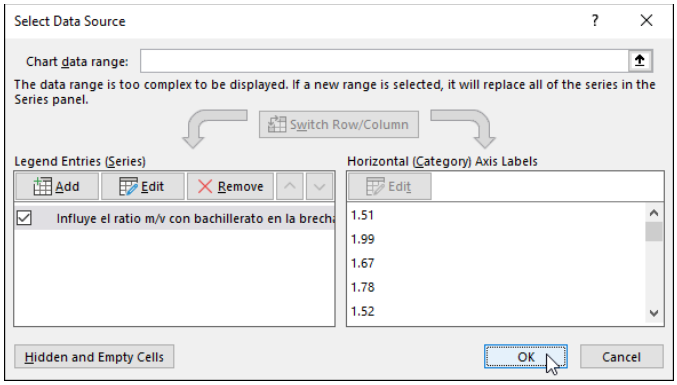
- ☐ Luego que haga **click** en la celda **H2**, **presione** las **teclas ctrl+shift+down arrow**.
  - ☐ Presione **enter** para aceptar este rango de celdas y **regresar** a la forma **Edit Series**.



☐ Regresará a la forma **Edit Series**. Haga **click** en el botón **OK**

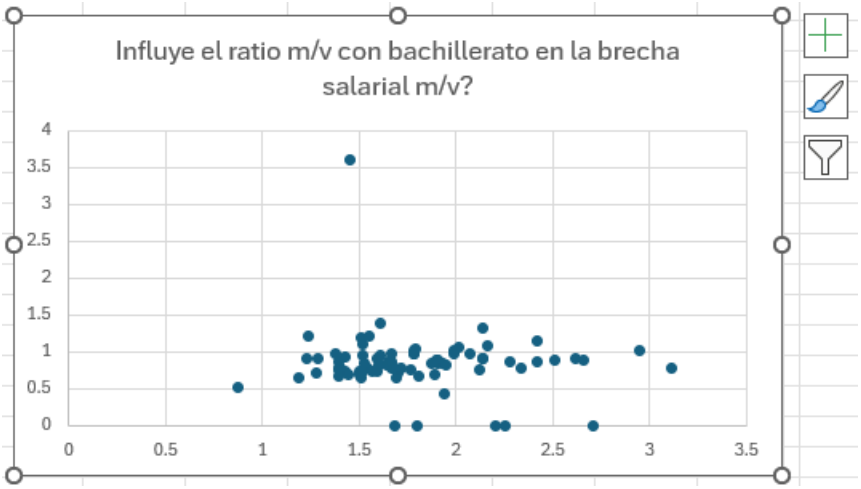


☐ **Regresará** a la forma **Select Data Source**. Es todo lo que necesitamos por el momento, así que haga **click** en el **botón OK** para cerrar esta forma y aceptar los cambios.



Observe que Excel asigna los valores que están en la serie ratio_mvb en el eje horizontal (X).

La gráfica aparecerá de esta manera. El color de los puntos puede variar.

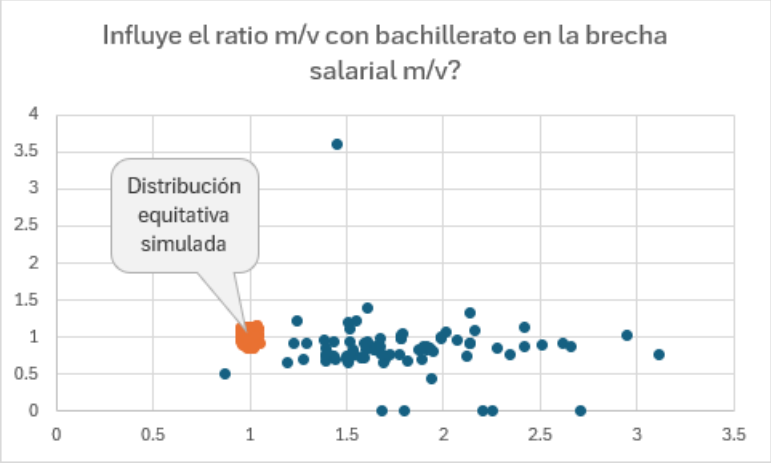


¿Qué estamos viendo en esta gráfica de dispersión?

- Hay una **concentración de puntos** alrededor del **valor 0.80** en el **eje Y (brecha)**.
- Los **valores** en el **eje** de **X** están **dispersos** desde un poco menos de 1 hasta un poco más de 3.
- Hay algunos **valores extremos**:

- Un punto o municipio con **valor > 3.5** en el eje Y (mujeres que tienen una mediana de ingresos 3.5 veces mayor)
- Valores **extremos** a la derecha del **eje X** (la **proporción** de **mujeres** con bachillerato supera o está alrededor de **3 veces más que los varones**)
- **Un municipio** donde las **mujeres** con bachillerato **son menos**.
- **5 puntos** que se mantienen en **brecha = 0** porque no tenían valores en la columna B20004_011E (mediana ingresos, mujeres >=25 con bachillerato).

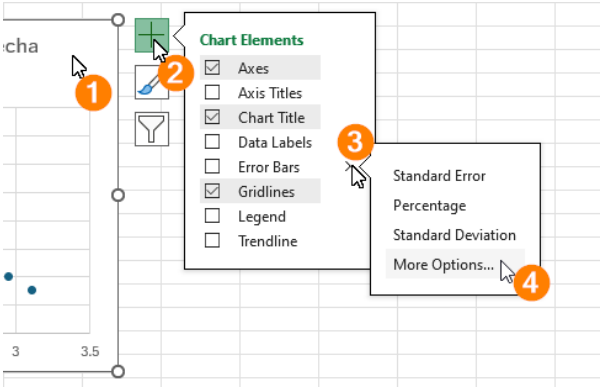
Si las mujeres tuvieran una mediana de ingresos igual o muy similar a los varones, veríamos una nube de puntos concentrada en la coordenada x=1,y=1. Por otro lado, la mayor parte de los puntos está distribuido en el eje de X en valores que superan 1.0, hasta >3. Esto quiere decir que hay municipios donde las mujeres superan el número de varones >=25 años con bachillerato. En otras palabras, son más, estudian más, pero ganan menos, casi una mediana de ingresos 1/5 menor.
Una distribución equitativa se vería como la nube de puntos concentrada en los valores x=1,y=1:



Prosigamos con la gráfica que hicimos. Vamos a añadirle los municipios para identificar los puntos. El propósito no es que todos los municipios se puedan leer, sino identificar los extremos.

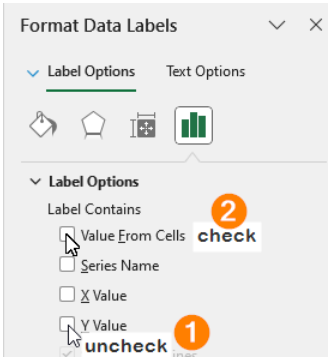
☐ **Active la gráfica** para **añadir elementos de la gráfica**.
  ☐ Haga **click** en el botón **> Data Labels**,

☐ Haga **click** en la opción **More Options**…

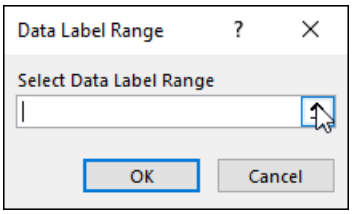


☐ En el panel **Format Data Labels**, haga **uncheck** en la opción **Y Value** y

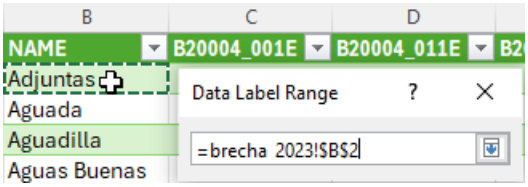
☐ Haga **check** en la opción **Value From Cells**



☐ En la forma Data Label Range, haga click en el botón select data label range. Con esto, añadiremos los nombres de los municipios.

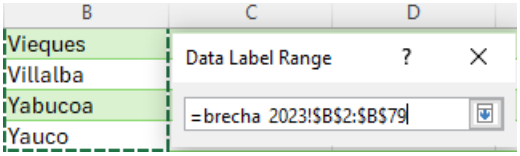


☐ Haga **click** en la celda **B2**.

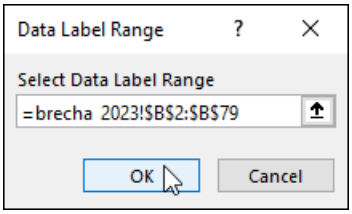


☐ Luego que haga **click** en la celda **B2**, **presione** las **teclas ctrl+shift+down arrow**.

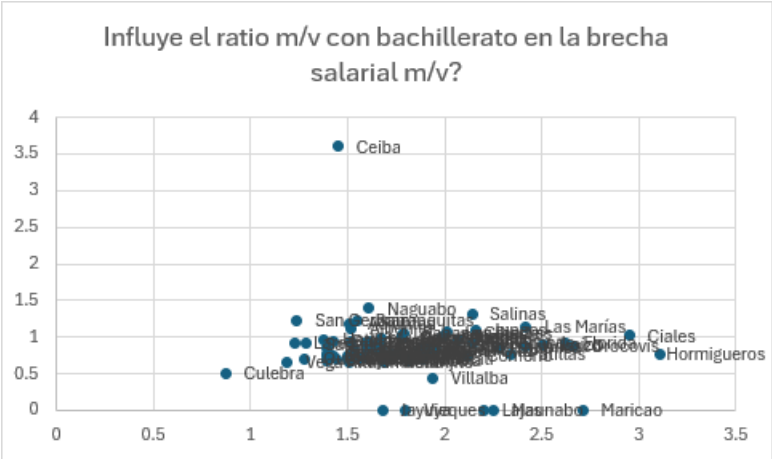
☐ Presione **enter** para aceptar este rango de celdas y **regresar** a la forma **Edit Series**.



☐ De regreso a la forma **Data Label Range**, haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.



La mayoría de los nombres están muy concentrados y no se pueden leer. Como mencionamos, solo nos interesa saber cuáles son los extremos, y estos se pueden leer: Culebra, Ceiba Ciales, Hormigueros, etc.

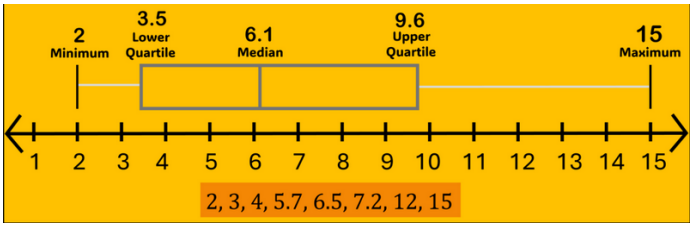


Vamos a dejarlo así y pasar a hacer la próxima gráfica: Boxplots.

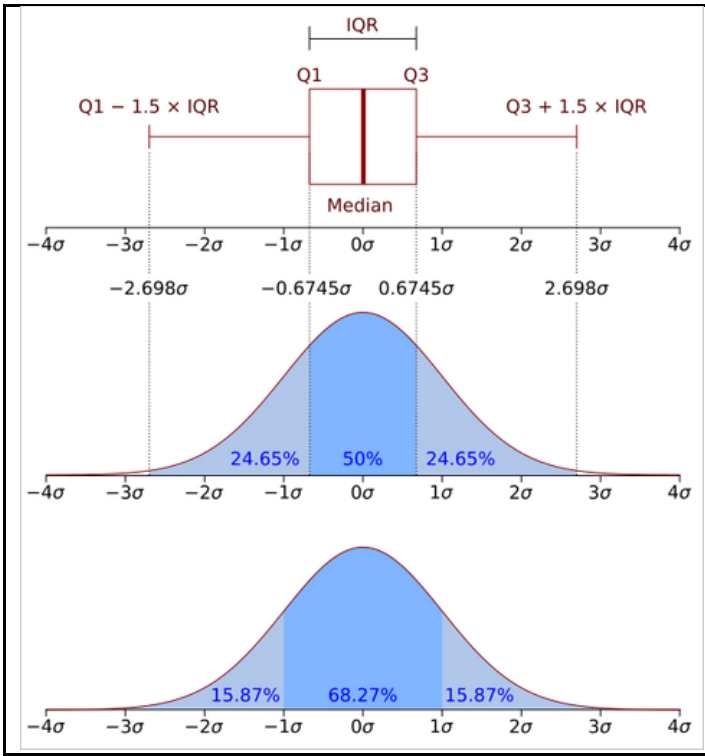
Gráficas boxplot

Un boxplot (box and whisker en Excel) está diseñado para ser un **resumen** descriptivo de una distribución de valores (data series). Los valores de la distribución son los que aparecen en la caja anaranjada.

El boxplot integra los valores mínimo, el cuartil inferior, la mediana, el cuartil superior y los valores máximos.



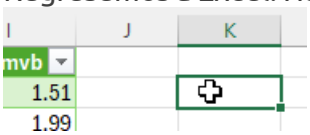
Explicación de un boxplot. Fuente: **The Twists and Turns,** https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Box_Plot_Picture.png



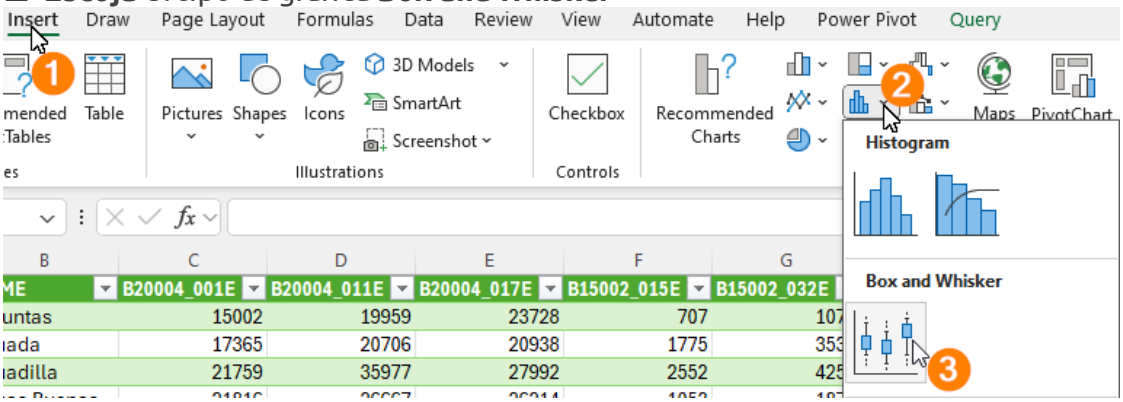
Los "rabos" de la caja corresponden a Q1 – 1.5 * IQR y Q3 + 1.5 * IQR.
Los valores extremos aparecerán como puntos más allá de los rabos. Por lo tanto, estarían a casi 3 desviaciones estándar alejados del valor promedio de la distribución.

Fuente: Jguch, https://en.wikipedia.org/wiki/Box_plot#/media/File:Boxplot_vs_PDF.svg

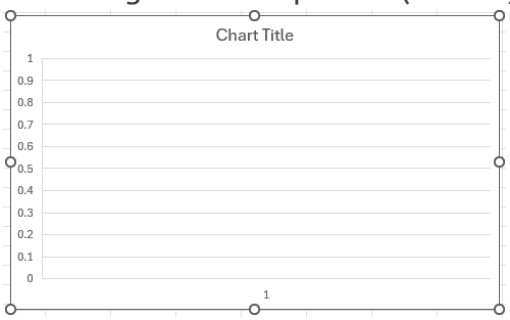
☐ Regresemos a Excel. Haga **click** fuera de la **tabla**



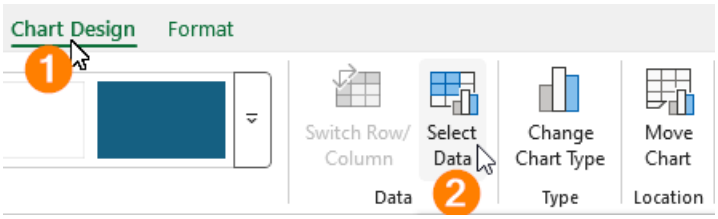
☐ Vaya al **menú principal** y haga **click** en el tab **Insert**
  ☐ Haga **click** en el botón **Insert Statistics Chart**
  ☐ **Escoja** el tipo de gráfica **Box and Whisker**



Le aparecerá un cuadro vacío porque no hemos escogido aún las series de datos que serán parte del diagrama de dispersión (scattergram).

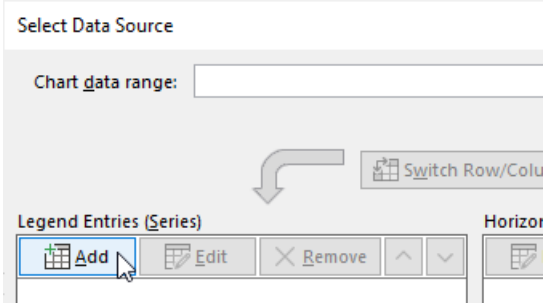


☐ Manténgase en el tab **Chart Design** y haga **click** en el botón **Select Data**

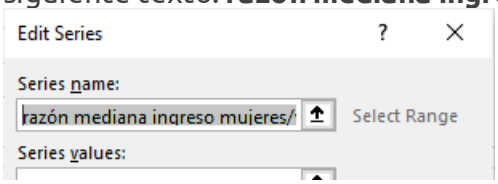


En esta gráfica de Boxplots vamos a poner las distribuciones una a cada lado para compararlas. Son cocientes y su distribución de valores es comparable.

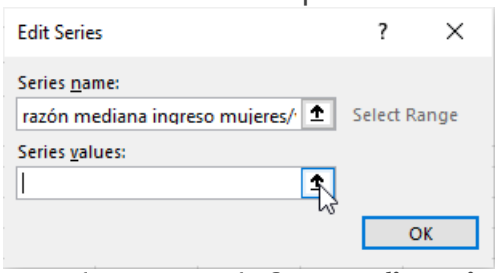
☐ En la forma **Select Data Source**, vaya a la sección **Legend Entries (Series)** y haga **click** en el botón **Add**.



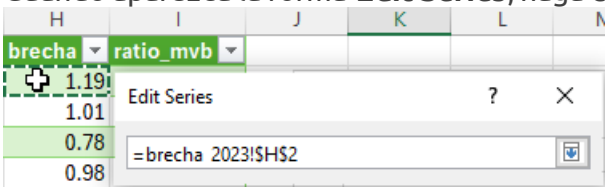
☐ En la forma **Edit Series**, vaya a la sección **Series Name** y haga **copy** / **paste** del siguiente texto: **razón mediana ingreso mujeres/varones >=25 con bachillerato**



☐ Vaya a la sección **Series values** y haga **click** en el botón para escoger el range de celdas con valores a representar.

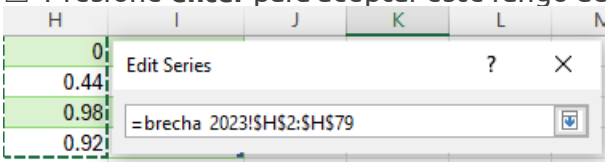


☐ Cuando aparezca la forma **Edit Series**, haga **click** en la celda **H2**.

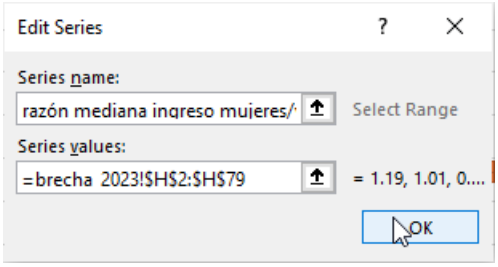


☐ Luego que haga **click** en la celda **H2**, **presione** las **teclas ctrl+shift+down arrow**.

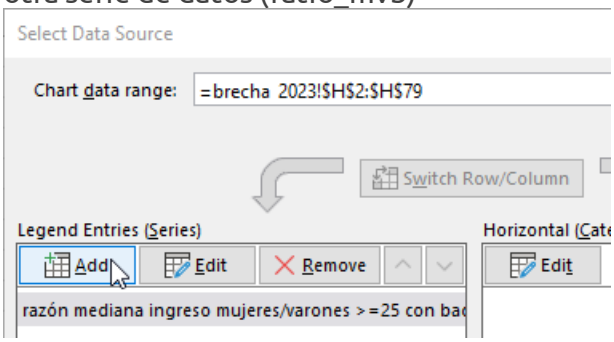
☐ Presione **enter** para aceptar este rango de celdas y **regresar** a la forma **Edit Series**.



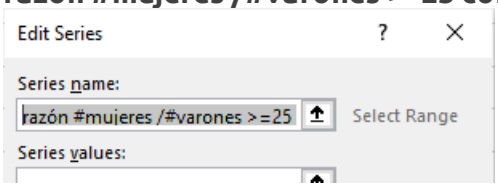
☐ En la forma **Edit Series**, haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.



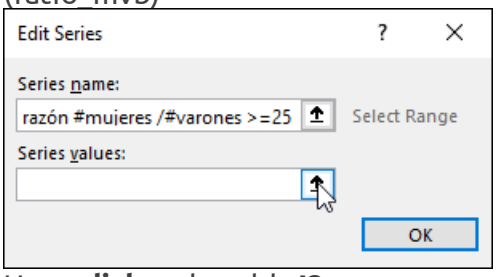
- ☐ De vuelta a la forma **Select Data Source**, haga **click** en el botón **Add** para añadir la otra serie de datos (ratio_mvb)



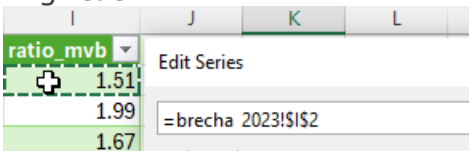
- ☐ En la caja **Series Name**, haga **copy / paste** del siguiente texto:
razón #mujeres /#varones >=25 con bachillerato



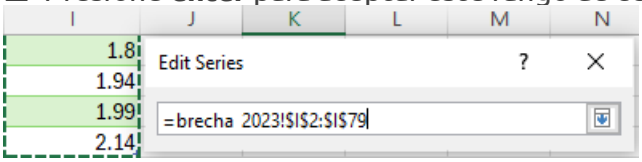
- ☐ Haga **click** en el botón **Series Values** para añadir los valores de la otra distribución (ratio_mvb)



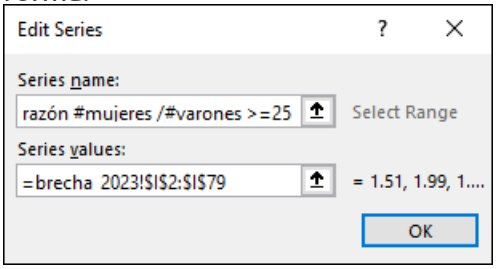
- ☐ Haga **click** en la celda **I2**.



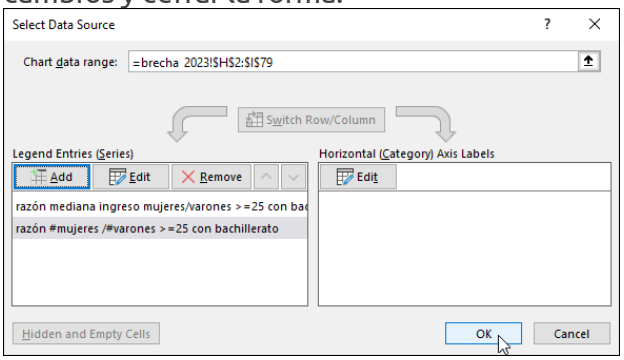
- ☐ Luego que haga **click** en la celda **I2**, **presione** las **teclas ctrl+shift+down arrow**.
  - ☐ Presione **enter** para aceptar este rango de celdas y **regresar** a la forma **Edit Series**.



- ☐ En la forma **Edit Series**, haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.



☐ De vuelta a la forma **Select Data Source**, haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.

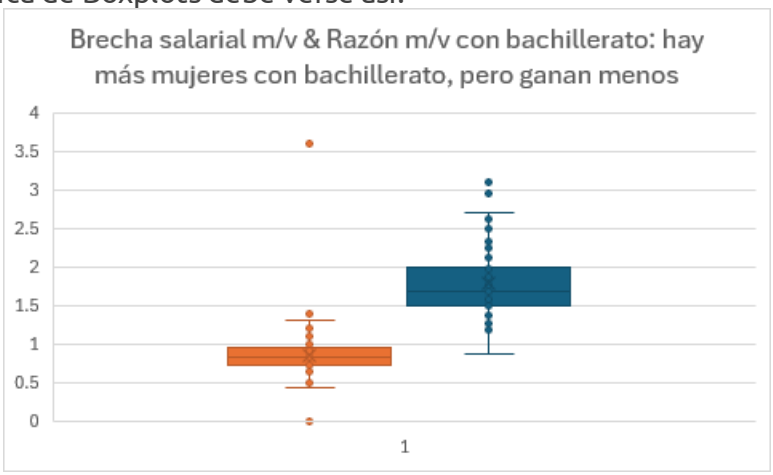


☐ Haga **doble click** en el **título** de la **gráfica** y **sombree** todo el contenido.

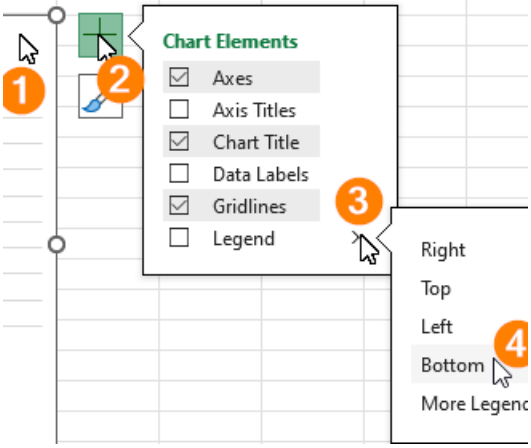


☐ En el título haga **copy / paste** del siguiente texto:
Brecha salarial m/v & Razón m/v con bachillerato: hay más mujeres con bachillerato, pero ganan menos

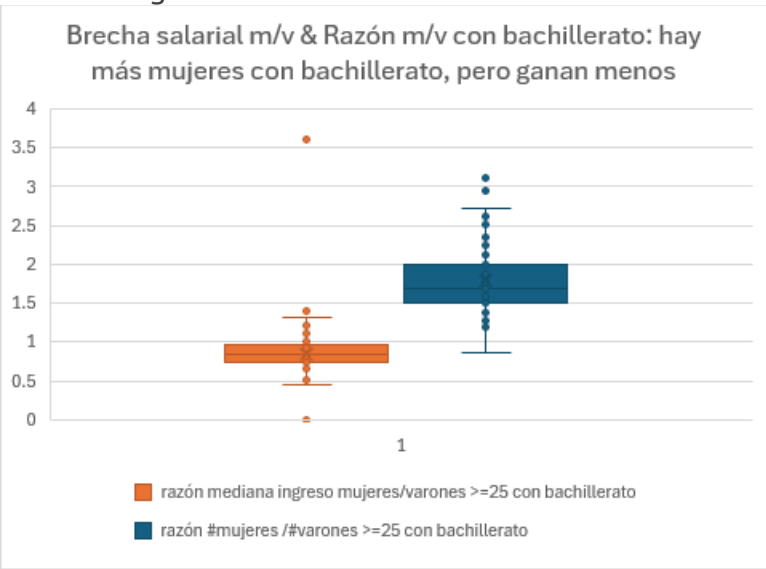
La gráfica de Boxplots debe verse así:



☐ Vamos a añadir la leyenda para que se explique mejor. Siga esta secuencia de pasos para que añada la leyenda en la parte inferior de la gráfica.



Qué nos dice esta gráfica:



Como lee el título, en la comparación de distribuciones de datos donde cada punto es un municipio, la mediana de ingreso de las mujeres es menor, pero son más, tienen el mismo nivel educativo, y están en el mismo grupo de edad 25 años o más. Si las distribuciones fueran equitativas, ambos boxplot serían similares. Estarían centrados en el valor 1 y la dispersión de puntos sería similar.

Ya que pudimos entender mejor la distribución de los datos, todo está listo para continuar la próxima parte, donde usaremos QGIS

- ☐ Guarde sus cambios. Recuerde:
  Folder: **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**
  Nombre del archivo: **brecha_2023.xlsx**
- ☐ Haga **click** en el botón **Save**.

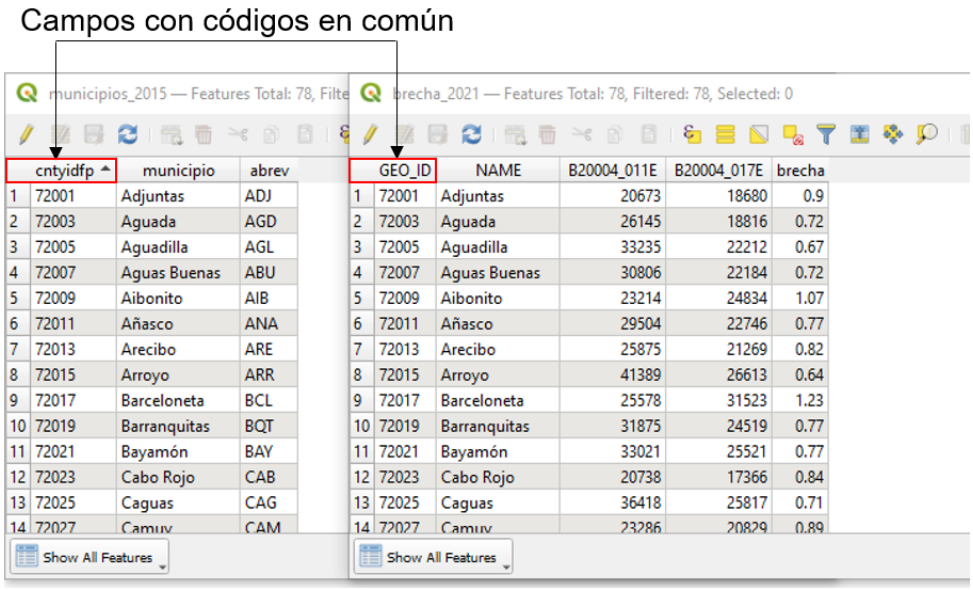
4-II. Unir datos censales con un geodato y producir mapas estadísticos

Tópicos de esta sección:

4-II. Unir datos censales con un geodato y producir mapas estadísticos 133
Entrelazar tablas (JOIN) con identificadores en común 134
Traer tabla Excel con los datos 136
4A: Unir las tablas (join tables) 136
4B: Hacer el mapa coroplético 138
Tareas/Destrezas: 139
Representar datos mediante método Graduated 139
Ver el histograma de la distribución de valores 141
Añadir conteo de observaciones en cada clase de la leyenda 142
4C: Definir los límites de las clases. 143
4D: Añadir etiquetas con valores 148
4E: Añadir etiquetas compuestas 150
4F: Crear regla para añadir etiquetas con valor 0 151
Añadir efectos visuales al mapa 153
4G: Opcional: Hacer una animación cartográfica con datos anuales 2010-2021 155
Hacer relación one-to-many entre tablas 157
Habilitar el geodato para uso en la interfaz Temporal Controller 160
Importar la leyenda para todos los años 160
Importar la leyenda 161
Añadir el título con expresión por año 162
Añadir texto para indicar fuentes de datos 165
Añadir una leyenda fija 167
Realizar animación en el Panel Temporal Controller 171
Generar un gif animado usando GIMP 173
Preguntas 178
Referencias 179

Entrelazar tablas (JOIN) con identificadores en común

Para que podamos unir dos tablas (join), en cada tabla debe haber un campo que se repita en la otra tabla y que tengan identificadores en común, como aparece en esta figura.



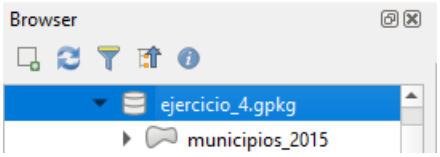
En este caso, tenemos a la izquierda, la tabla del geodato con los identificadores en el campo **cntyidfp** y a la derecha, la tabla censal que tiene los identificadores en el campo **GEO_ID** y que tiene los datos estadísticos.

Descargar el archivo para este ejercicio

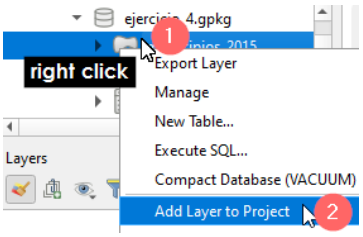
Para esta práctica debemos usar el geodato de municipios. Además el archivo comprimido para esta práctica tiene una serie de archivos para realizar un ejercicio opcional al final de este capítulo.

Los geodatos para este ejercicio están disponibles en el siguiente enlace:

- ☐ **Comencemos, abriendo una nueva sesión de QGIS.**
- ☐ Vaya al panel **Browser** y navegue al folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4** hasta encontrar el banco de datos **ejercicio_4.gpkg**.



- ☐ Haga **right click** encima del layer **municipios_2015** y escoja la opción **Add Layer to Project**.

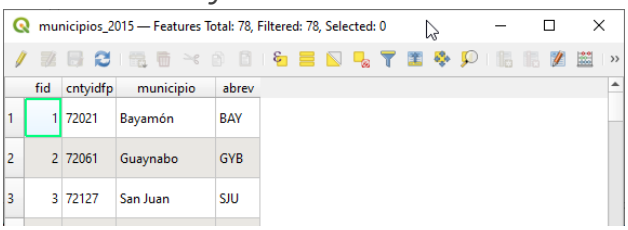


Una vez abra el archivo y aparezca en el visor de QGIS, inspeccione la tabla de atributos de este geodato.

- ☐ Haga **click** en el **nombre del geodato municipios_2015** y haga **click** en el botón **Open Attribute Table**



Note que la tabla tiene solo cuatro campos: **fid**, **cntyidfp**, **municipio** y **abrev**. Todos son identificadores. No hay información estadística:



Información:

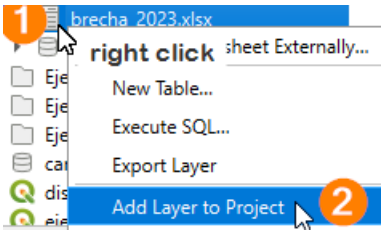
cntyidfp será el campo que usaremos para ***parear*** esta **tabla con** la **tabla de datos censales** del ejercicio anterior. Este código contiene el "72" como el identificador de Puerto Rico y los últimos tres números representan el código para cada uno de los 78 municipios.

- ☐ **Cierre** la tabla.

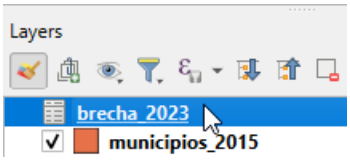


Traer tabla Excel con los datos

- ☐ Para traer una tabla, vaya al panel **Browser**, haga **right click** encima del workbook Excel **brecha_2023.xlsx** que está localizado en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4** y escoja la opción **Add Layer to Project** para traerla al panel **Layers**.



- ☐ Aparecerá la tabla **brecha_2023** en la lista de geodatos en el panel/lista de geodatos **Layers**:



- ☐ Inspeccione la tabla abriéndola. **Right click** > **Open Attribute Table**



o use el botón 

Verifique que la **tabla** contenga los caracteres correctos en los nombres (tildes, acentos, etc.), el campo **GEO_ID** tiene el *sangrado* (alineado) hacia la izquierda. Esto por lo general, denota que el campo es alfanumérico. Por el contrario, los campos numéricos están alineados a la derecha.

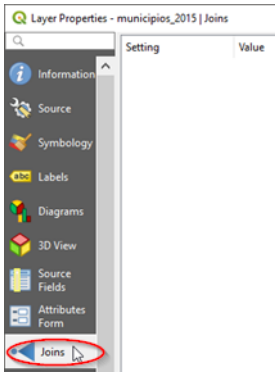
4A: Unir las tablas (join tables)

Ya tenemos el ambiente preparado con la tabla externa en la lista de layers. Ahora uniremos la tabla de atributos del geodato (municipios) con la tabla estadística (brecha_2023)

- ☐ Para unir esta tabla con la tabla de atributos del geodato de municipios, deberá hacer **doble click encima** del **nombre** del **geodato** de **municipios_2015**.

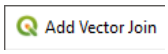
Aparecerá la forma **Layer Properties**.

- ☐ Haga **click** en el ítem **Joins**.

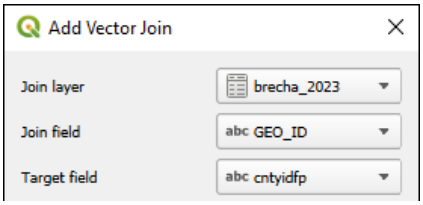


- ☐ Para establecer un enlace (**join**), presione el botón de **adición** (cruz verde) en la parte inferior izquierda de esta forma.



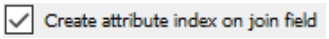
Aparecerá la forma **Add vector join.** 

- ☐ Use las siguientes opciones:



Join layer	**brecha_2023**	Tabla con **datos** censales
Join field	**GEO_ID**	Campo que contiene los **identificadores** para **parear** con el campo *cntyidfp* en la tabla del geodato municipios.
Target field	**cntyidfp**	Campo que contiene los **identificadores**

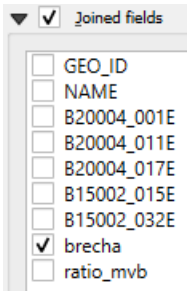
- ☐ ***Check*** en la opción **Cache join layer in virtual memory**



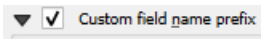
- ☐ Usaremos la opción **Joined Fields** para traer solamente un campo para que la tabla sea más simple.



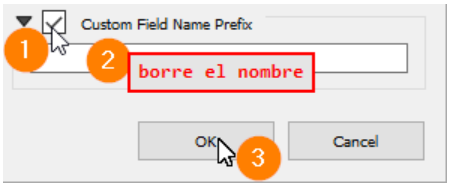
- ☐ Haga **check** en el campo **brecha (razón de ganancias mujeres/hombres, con nivel educativo graduado o profesional, 25 años o mayores)**



- ☐ En el apartado **Custom field name prefix**, **haga check**



- ☐ y **borre el nombre de la tabla**. .



- ☐ Presione **OK** para registrar este pareo de tablas.
- ☐ Expanda el nodo **Join layer**. Aparecerá entonces este enlace registrado.

Setting	Value
Join layer	**brecha_2023**
Join field	GEO_ID
Target field	cntyidfp
Cache join layer in virtual memory	✔
Dynamic form	
Editable join layer	
Upsert on edit	
Delete cascade	
Custom field name prefix	
Joined fields	1

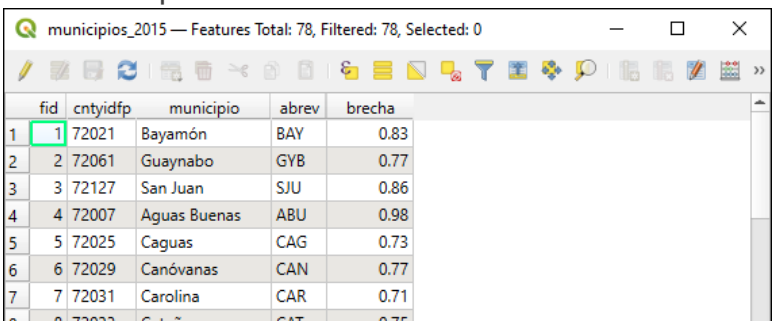
☐ Presione **OK** para **cerrar la forma Layer Properties** y terminar de registrar este enlace.

☐ Abra la tabla de atributos del geodato de **municipios_2015** haciendo **right click** > **Open Attribute Table**



o use el botón 

Podrá ver el campo añadido (brecha) de la tabla **brecha_2023** a la tabla de atributos del geodato de municipios.



	fid	cntyidfp	municipio	abrev	brecha
1	1	72021	Bayamón	BAY	0.83
2	2	72061	Guaynabo	GYB	0.77
3	3	72127	San Juan	SJU	0.86
4	4	72007	Aguas Buenas	ABU	0.98
5	5	72025	Caguas	CAG	0.73
6	6	72029	Canóvanas	CAN	0.77
7	7	72031	Carolina	CAR	0.71

4B: Hacer el mapa coroplético

En esta parte haremos un mapa coroplético usando los datos estadísticos que ahora están presentes (join) en la tabla de atributos del geodato. Por lo general, al hacer un mapa coroplético, resumimos datos, agrupando valores en clases (bins) o categorías.

Información:

Mapas **temáticos**. En principio todos los mapas tienen uno o varios temas. A los mapas estadísticos se les llama también mapas **coropléticos** (*choros*, lugar y *plethos*, mucho(s))

QGIS provee varios métodos (***Mode***) para resumir los datos usando diferentes esquemas de clasificación. Estos son los **métodos de clasificación** que provee QGIS:

Equal Count Quantile	Agrupa la misma cantidad de casos por clase.
Equal Interval	Mismo rango (amplitud) numérico por clase, QGIS calcula el tamaño del intervalo.
Fixed Interval	El usuario define el tamaño del rango numérico por clase, QGIS calcula el número de clases.

Logarithmic Scale	Clases con rangos crecientes exponencialmente, ideal para datos sesgados con rango amplio.
Natural Breaks (Jenks)	Intentará que la distribución de valores dentro cada clase sea lo más homogénea posible al minimizar la varianza dentro de cada clase. Además, generará los límites de clases donde existan la mayor distancia entre grupos que componen las clases al maximizar la varianza fuera de los grupos. ☐ ***Permite identificar valores atípicos en la distribución de datos. Agrupa valores próximos.***
Standard Deviation	Es el método preferido para mostrar casos que están por encima o por debajo del promedio. Utiliza desviaciones estándar para crear clases/grupos. La desviación estándar es una medida estadística para determinar el grado de separación en la distribución de valores. ☐ ***Permite identificar valores atípicos en la distribución de datos, pero para hacerlo más legible es preferible modificar la leyenda para que exprese valores, no desviaciones estándar solamente.***
Pretty Breaks	Es parecido al método Equal Interval. Redondea los límites de las clases. ☐ ***Se recomienda cuando queremos hacer que las clases numéricas sean más legibles.***

QGIS también permite al usuario modificar los límites de las clases o grupos.

Tareas/Destrezas:

- ☐ Usar método **Graduated** para representar las razones (*ratios*) comparando las ganancias en dólares (US) mujeres/varones, 25 años o más en los últimos 12 meses (2023).
- ☐ **Asignar** una paleta de **colores divergentes** para **diferenciar gradaciones** de ganancia > 1 o ganancia < 1
- ☐ Colocar **etiquetas** *labels* mostrando las siglas municipales y valores de brecha de ganancias. Hacer etiquetas aparte para municipios sin datos.

Hay algunos **aspectos** que merecen mencionarse. **Primero**, el sector de población representada en este ejercicio es **personas** con **25 años** o **más** con **nivel educativo** de **bachillerato**. **Segundo**, según estudio publicado por el Censo Federal (2019), la diferencia de ganancias entre varones y mujeres (gender pay gap) se acentúa más en el sector de profesionales y de estudios por encima del bachillerato. En ocasiones, si la fémina gana más, ésta tiende a exagerar las ganancias del cónyuge/pareja al Censo (2018). Por lo tanto, este mapa solo representará la diferencia de ganancias entre varones y mujeres solo para un sector de la población.

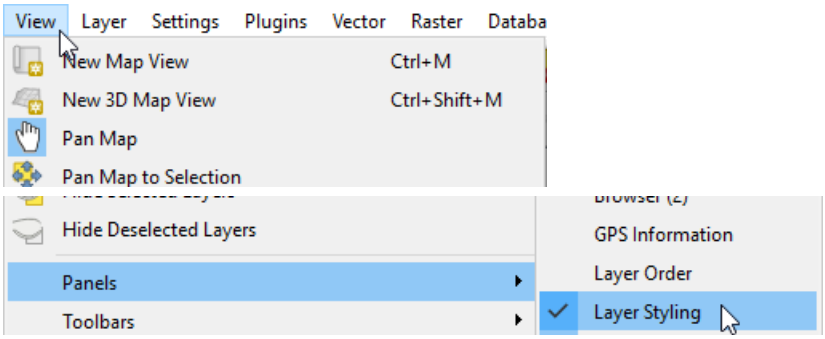
Representar datos mediante método Graduated

Ya que tenemos una idea de cómo es la distribución geográfica de los datos cuando los visualizamos con Excel, vamos a realizar un mapa coroplético **que relacionará un esquema de intensidad de color con el orden de magnitud de las proporciones**.

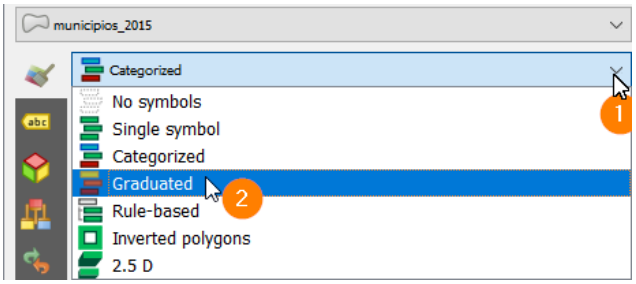
Información:

Los mapas temáticos de valores numéricos **relacionan la intensidad** (cantidad de tinta) **con el orden de la magnitud de un valor**. Esto lo percibimos de forma ordenada, relacionando los valores (números racionales) más altos con los colores más intensos o de mayor cantidad de tinta. Esto no aplica de la misma manera con la cartografía de conteos. En esos casos (órdenes de magnitud) es mejor usar mapas con símbolos proporcionales.

- ☐ Para comenzar, haga **click** encima del nombre del geodato **municipios_2015**.
- ☐ Asegúrese que el panel **Layer Styling** esté **activado** (check).



- ☐ En el panel **Layer Styling** escoja la opción **Graduated**



- ☐ En el apartado **Value**, escoja el campo **brecha**.



- ☐ En la sección **Legend format**, use el botón para **reducir** la **cantidad** de lugares **decimales Precision** a **2**.



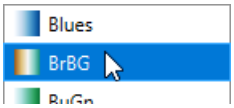
- ☐ En el apartado **Color ramp**, haga **click** en el botón Combo box para escoger secuencias de colores:



- ☐ **Navegue** hacia **abajo** y haga **click** en la opción **All Color Ramps**.



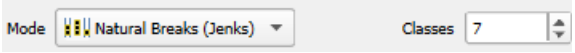
- ☐ Escoja la secuencia de colores **BrBG**.



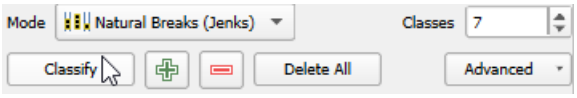
Este **esquema de colores** es ***divergente***. **Se usa para representar distribuciones** de **valores que se comparan contra un centro**. En este caso, **los valores se comparan contra el valor de igualdad de ganancia =** 1 de la distribución de valores.

Vamos a **relacionar** los **colores marrón-marrón claro con** los **municipios** que tengan **valores menores que 1** en la brecha de ganancias. Estos son los municipios donde las **mujeres** tienen una **mediana de ingresos *menor* que los varones**. Relacionaremos los colores **verde claro a verde oscuro** con los **municipios** donde las **mujeres tienen una mediana de ingresos *mayor* que los varones**.
Habíamos indicado que el valor de comparación es 1 (donde las mujeres y varones tienen igual ganancia). Esto se representará con color blanco.

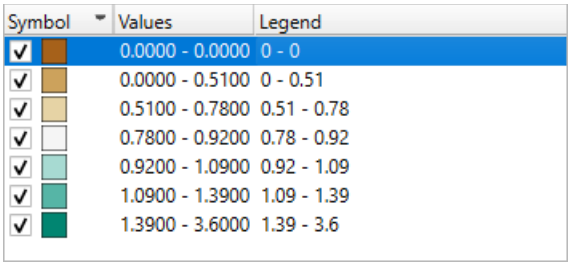
- ☐ Antes**, cambie** el método de clasificación **Mode** a **Natural Breaks (Jenks)** con **7 clases** o grupos.



- ☐ Haga **click** en el botón **Classify**



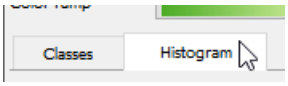
Aparecerá la leyenda con los 7 grupos.

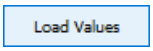


Ver el histograma de la distribución de valores

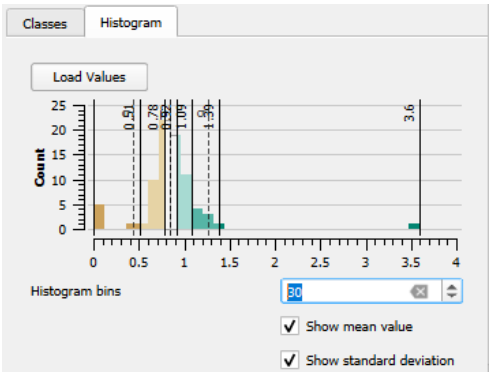
Un histograma nos muestra gráficamente cómo se distribuyen los datos. La altura de las barras representa el número de casos dentro de un *bin* o balde donde se van acumulando estos por conteo (*count*) al lado izquierdo de la gráfica. En el eje horizontal se muestra la amplitud de valores desde el mínimo al máximo. En el centro estará la medida central (media).

- ☐ Para ver el histograma, haga **click** en la pestaña **Histogram**, al lado derecho del tab **Classes**



- ☐ Cargue los valores haciendo **click** en el botón 

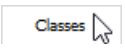
Load Values. Dejemos las demás opciones como aparecen por defecto.



Haga **check** en las **opciones**:

- ☐ **Show mean value.**
- ☐ **Show standard deviation.**

Esto nos da idea de la distribución de las frecuencias y dónde el algoritmo Jenks delimitó los valores para separar clases. Este algoritmo tiende a crear límites de clases donde hay valores separados o muchos casos vs pocos casos en la recta numérica.

☐ Haga **click** en el tab **Classes**.  Fíjese en:

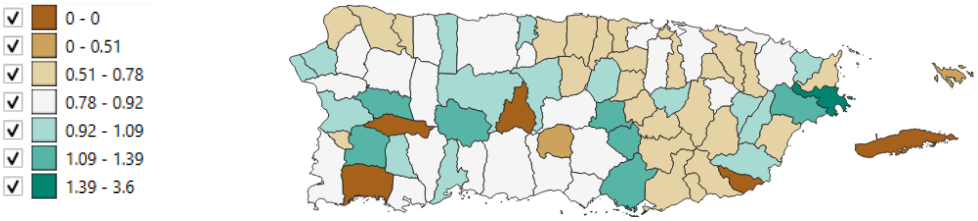
- Cantidad de clases: 7



- La leyenda

Symbol	Values	Legend
☑	0.0000 - 0.0000	0 - 0
☑	0.0000 - 0.5100	0 - 0.51
☑	0.5100 - 0.7800	0.51 - 0.78
☑	0.7800 - 0.9200	0.78 - 0.92
☑	0.9200 - 1.0900	0.92 - 1.09
☑	1.0900 - 1.3900	1.09 - 1.39
☑	1.3900 - 3.6000	1.39 - 3.6

- Podrá notar que en la tabla hay 5 municipios con valor cero (marrón oscuro). Maricao Lajas, Jayuya, Maunabo y Vieques

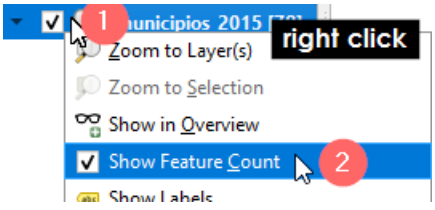


Los municipios en marrón con valor cero son los municipios donde no había datos en la columna de mediana de ingresos para mujeres. En realidad no hay datos aunque tengan valor cero. Más adelante vamos a tratar estos 5 municipios de forma diferente.

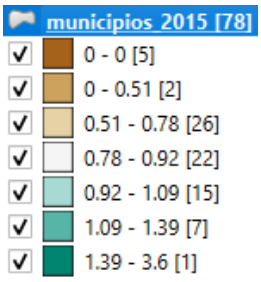
Añadir conteo de observaciones en cada clase de la leyenda

Cada clase de la leyenda puede mostrar la cantidad de casos dentro de cada clase.

☐ Haga **right click encima** del nombre del geodato/layer **municipios_2015** y **escoja** la opción **Show Feature Count**.



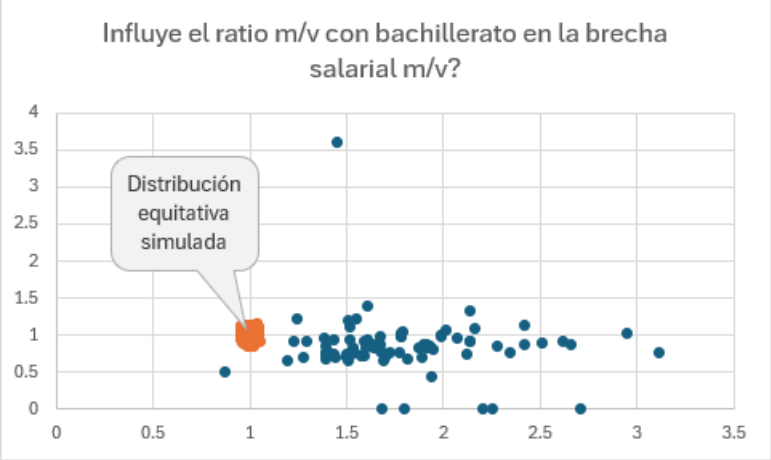
Los conteos de casos en cada clase se mostrarán a la derecha:



4C: Definir los límites de las clases.

QGIS nos permite modificar los límites de las clases y hacer un agrupamiento manual. Hacemos esto porque en la clasificación definiremos nuestros grupos tomando en cuenta la importancia del valor 1 como valor de equidad en las medianas de ingresos entre mujeres y varones.

Como habíamos visto en las gráficas en Excel, la mayoría de los puntos (34) se concentraban en valores Y entre 0.50 y 0.85 y catorce municipios con valores mayores que 1.



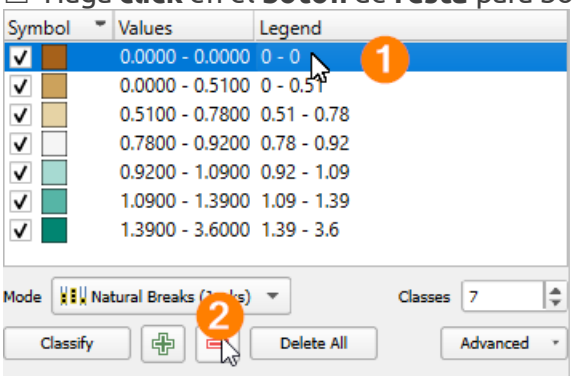
Los límites que usaremos en QGIS serán los siguientes:

Ratio mediana de ingresos mujeres/varones 25 años o más, con bachillerato (2023)

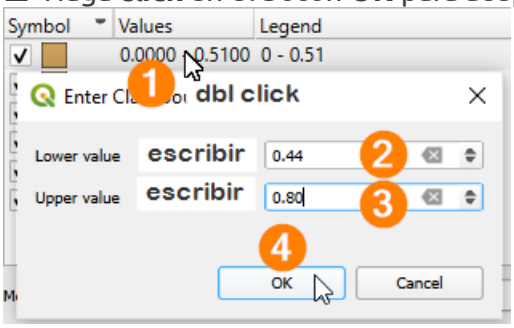
Límites	Descripción
0.44 – 0.80	Mucho menor
0.81 – 0.94	Menor
0.95 – 1.05	Equitativo
1.06 – 1.25	Mayor
1.26 – 1.50	Mayor y alto
1.50 – 3.60	Mayor y muy alto

- ☐ Primero, vamos a quitar los **municipios** con **valor cero**.
  - ☐ Haga **click** en el primer grupo **0 – 0** para seleccionarlo.

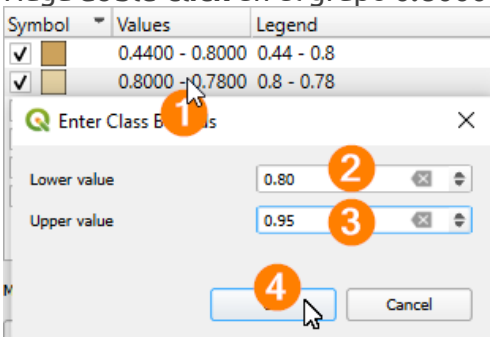
☐ Haga **click** en el **botón** de **resta** para borrarlo.



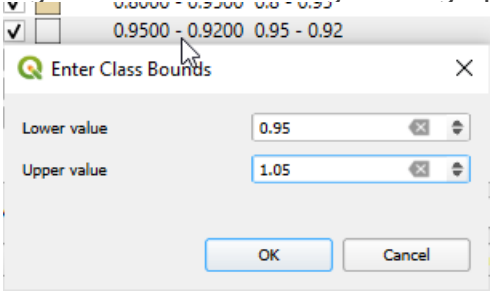
☐ Definamos los **límites de las clases**.
☐ Haga **doble click** en el grupo **0.0000 – 0.5100** bajo la columna **Values**.
☐ En la forma **Enter Class Bounds**, vaya a la sección **Lower value** y **escriba 0.44** en la caja de texto.
☐ Vaya a la sección **Upper value** y **escriba 0.80**
☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.



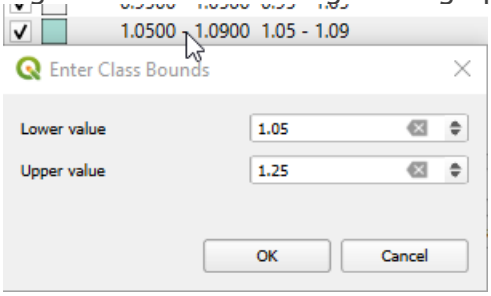
☐ Pasemos a definir la segunda clase (grupo).
Haga **doble click** en el grupo **0.8000 – 07800** y siga esta figura.



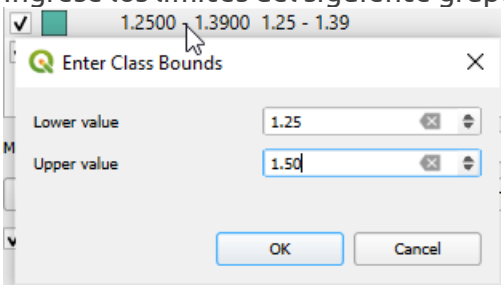
☐ Ingrese los límites del siguiente grupo.



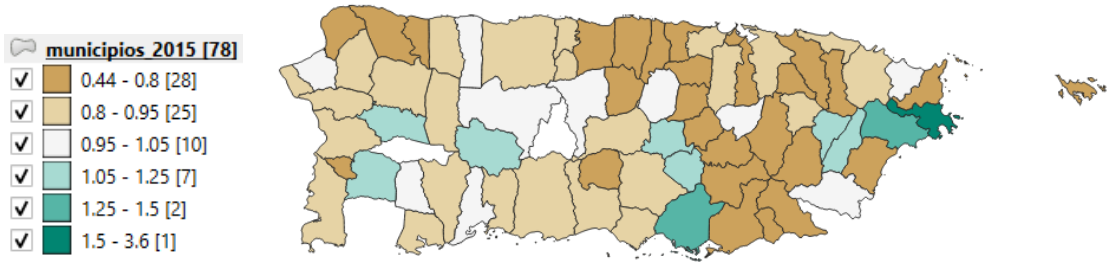
☐ Ingrese los límites del siguiente grupo.



☐ Ingrese los límites del siguiente grupo.

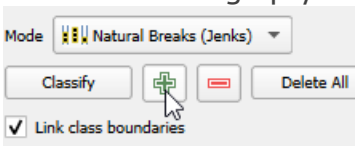


Así aparecerá el mapa en el visor. Note la diferencia entre los espacios vacíos y los municipios con color blanco.

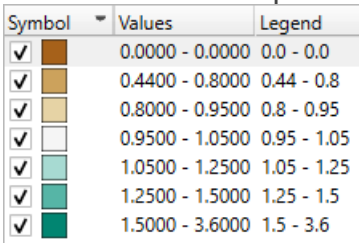


Añadir los municipios con valor cero.

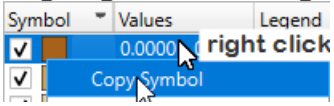
☐ Para añadir otro grupo/clase, haga click en el botón de suma +.



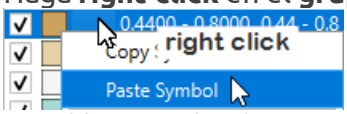
☐ La **nueva clase 0.0000** aparece al inicio. Antes de cambiar esto, vamos a **copiar el color de esta clase** para **asignarla** a la clase siguiente (0.44 -0.80)



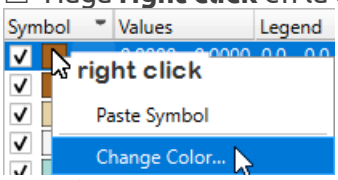
☐ Haga **right click** en el **grupo 0.0000** y escoja la opción **Copy Symbol**.



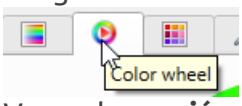
- ☐ Haga **right click** en el **grupo 0.44 – 0.80** y escoja la opción **Paste Symbol**.



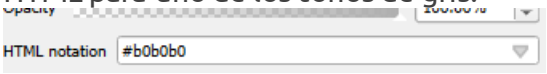
- ☐ **Cambiemos el color** de este grupo **0.0000** a gris para **distinguirlo**.
  - ☐ Haga **right click** en la caja de color bajo **Symbol** y escoja la opción **Change Color**.



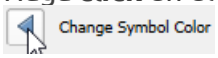
- ☐ Asegúrese estar en el tab **Color Wheel**



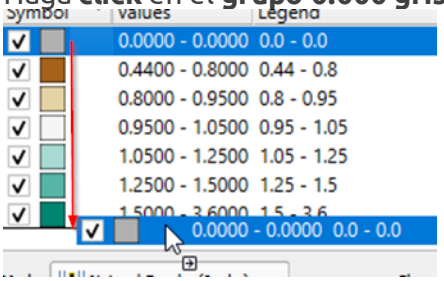
Vaya a la **sección HTML notation** y **escriba** este código: **#b0b0b0**. Este es el código HTML para uno de los tonos de gris.



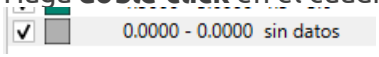
- ☐ Haga **click** en el **botón** para regresar al panel **Layer Styling**.



- ☐ Haga **click** en el **grupo 0.000 gris y arrástrelo** al **final** de la **lista** de grupos.



- ☐ Haga **doble click** en el cuadro de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **sin datos**.

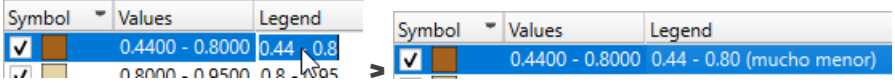


Sigamos en esa columna para añadir descripciones a la leyenda, según esta tabla:

Ratio mediana de ingresos mujeres/varones 25 años o más, con bachillerato (2023)

Límites	Descripción
0.44 – 0.80	mucho menor
0.81 – 0.94	menor
0.95 – 1.05	equitativo
1.06 – 1.25	mayor
1.26 – 1.50	mayor y alto
1.50 – 3.60	mayor y muy alto

- ☐ Haga **doble click** en el cuadro **0.44 – 0.8** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **0.44 – 0.80 (mucho menor)**



☐ Haga **doble click** en el cuadro **0.8 – 0.95** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **0.480 – 0.95 (menor)**

Symbol	Values	Legend
☑	0.4400 - 0.8000	0.44 - 0.80 (mucho menor)
☑	0.8000 - 0.9500	0.80 - 0.95 (menor)

☐ Haga **doble click** en el cuadro **0.95 – 1.05** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **0.95 – 1.05 (igualitario)** o escriba *equitativo*. Son conceptos parecidos pero no iguales.

Symbol	Values	Legend
☑	0.4400 - 0.8000	0.44 - 0.80 (mucho menor)
☑	0.8000 - 0.9500	0.80 - 0.95 (menor)
☑	0.9500 - 1.0500	0.95 - 1.05 (igualitario)

☐ Haga **doble click** en el cuadro **1.05 – 1.25** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **1.05 – 1.25 (mayor)**

Symbol	Values	Legend
☑	0.4400 - 0.8000	0.44 - 0.80 (mucho menor)
☑	0.8000 - 0.9500	0.80 - 0.95 (menor)
☑	0.9500 - 1.0500	0.95 - 1.05 (igualitario)
☑	1.0500 - 1.2500	1.05 - 1.25 (mayor)

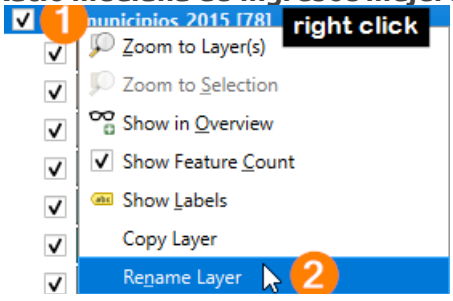
☐ Haga **doble click** en el cuadro **1.25 – 1.50** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **1.25 – 1.50 (mayor y alto)**

Symbol	Values	Legend
☑	0.4400 - 0.8000	0.44 - 0.80 (mucho menor)
☑	0.8000 - 0.9500	0.80 - 0.95 (menor)
☑	0.9500 - 1.0500	0.95 - 1.05 (igualitario)
☑	1.0500 - 1.2500	1.05 - 1.25 (mayor)
☑	1.2500 - 1.5000	1.25 - 1.50 (mayor y alto)

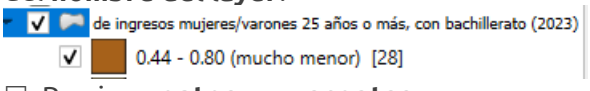
☐ Haga **doble click** en el cuadro **1.50 – 3.60** de la columna **Legend** y **cambie** el texto a: **1.50 – 3.60 (mayor y muy alto)**.

Symbol	Values	Legend
☑	0.4400 - 0.8000	0.44 - 0.80 (mucho menor)
☑	0.8000 - 0.9500	0.80 - 0.95 (menor)
☑	0.9500 - 1.0500	0.95 - 1.05 (igualitario)
☑	1.0500 - 1.2500	1.05 - 1.25 (mayor)
☑	1.2500 - 1.5000	1.25 - 1.50 (mayor y alto)
☑	1.5000 - 3.6000	1.50 - 3.60 (mayor y muy alto)
☑	0.0000 - 0.0000	sin datos

☐ Cambie el nombre del layer de municipios_2015 con el siguiente texto: **Ratio mediana de ingresos mujeres/varones 25 años o más, con bachillerato (2023)**



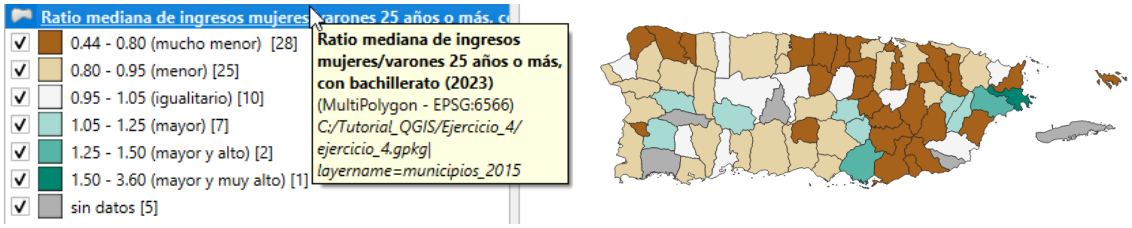
☐ Haga **copy/paste** del **texto** arriba en el espacio del **nombre del layer**:



☐ Presione **enter** para **aceptar**.

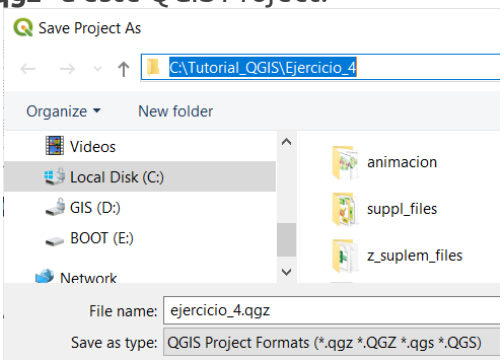
- Esto no cambia el nombre original del geodato.

Así aparecerá la leyenda en el panel Layers y el geodato en el visor.



☐ **Guarde** el **proyecto QGIS** para **retener** todos los **cambios y trabajo** hecho hasta ahora. Asigne el nombre "**ejercicio_4.qgz**" a este QGIS Project.

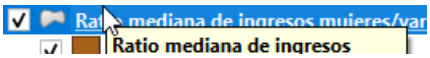




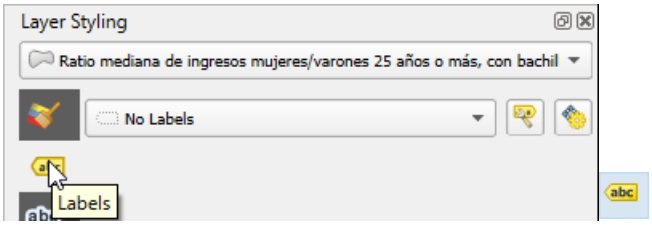
4D: Añadir etiquetas con valores

Ya tenemos el mapa que relaciona los colores con niveles de intensidad (ratio) de la columna brecha. **Podemos informar mejor a la *audiencia* que verá el mapa si añadimos información sobre el nombre o código nemónico municipal, así como el valor de razón de la columna brecha**.

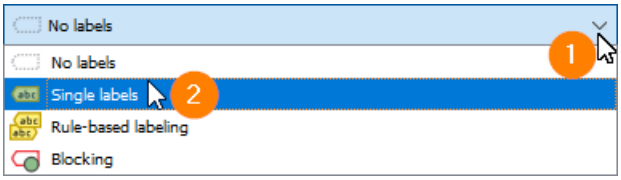
☐ Comencemos en la tabla de contenido, activando el layer **municipal** haciendo **click** en el nombre



y luego en el panel **Layer Styling**, haga **click** en el botón **Layer Labeling Options (abc)**



☐ Haga **click** en el *drop down list* y escoja la opción **Single labels**.



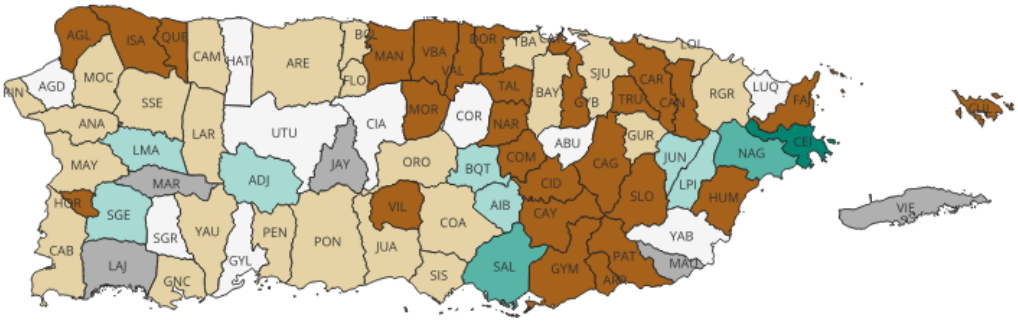
☐ En el apartado **Label with** que aparecerá, escoja el campo **abrev**



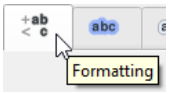
☐ En la pestaña (tab) **abc**, busque apartado **Size**, ***baje*** el **tamaño** a **7** puntos.



Al momento podrá ver que **aparecerán** en el visor, **los códigos *nemónicos* municipales**. Habrá algunas etiquetas que no aparecerán. Esto se hace para evitar que las etiquetas estén demasiado pegadas para aumentar la legibilidad del mapa. Además, los códigos no necesariamente aparecerán centralizados.



☐ Haga **click** en el tab **Formatting +abc < c**

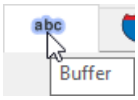


☐ Más abajo, casi al final, en la sección **Alignment**, **escoja** de la lista la opción **Center**.

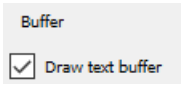


Esto no alinea la etiqueta en el centro del municipio. Se hace aquí en preparación de una tarea posterior para etiquetas compuestas y centralizarlas.

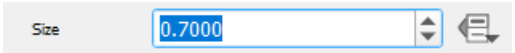
☐ Haga **click** en el tab **Buffer**.



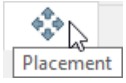
☐ Haga **check** en la opción **Draw text buffer**. Esto servirá para **añadir** un **halo a** las **etiquetas** para que los límites y colores no compitan con el fondo y colores del mapa.



☐ En el apartado **Size**, baje el tamaño a **0.7**

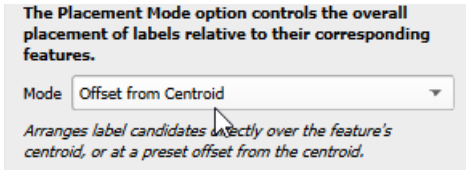


☐ Haga **click** en el tab **Placement**.

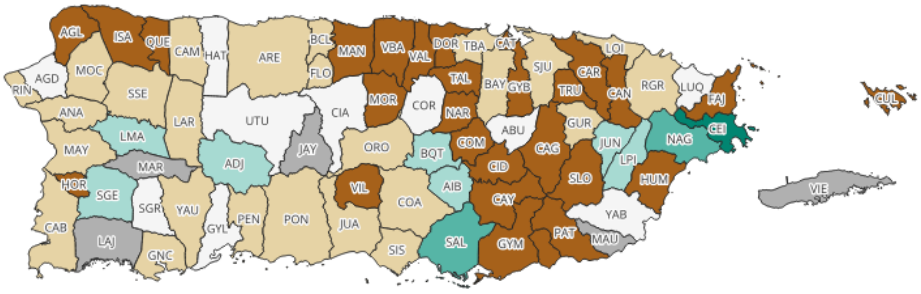


Si no aparece, haga **click** en este botón para navegar hacia el lado 

☐ En el apartado **Placement**, escoja la opción **Offset from Centroid**.

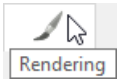


Esto acomodará las etiquetas dentro de los municipios.

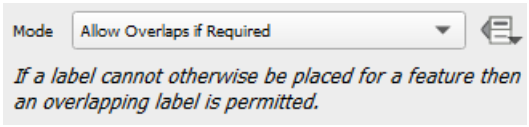


Aún puede haber municipios sin etiquetas. Añadamos las que faltan.

☐ Haga **click** en el tab **Rendering**



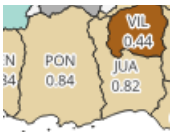
Bajo la sección **Overlapping labels**, escoja la opción **Allow Overlaps if Required**.



En la próxima sección añadiremos los valores de razón (ratio) de la columna **brecha**.

4E: Añadir etiquetas compuestas

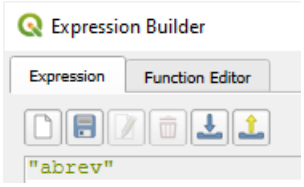
El propósito de esta parte es añadir el valor del campo ***brecha*** a las etiquetas existentes. Lo vamos a colocar **debajo del código nemónico** del **municipio** de esta manera:



☐ Todavía en el ítem **abc Labeling** del panel **Layer Styling**, haga **click** en el botón **ε**.

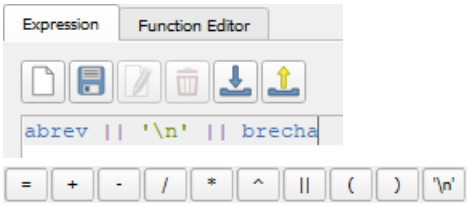


Aparecerá la forma **Expression Builder**. Note que en esta forma está presente el campo **"abrev"**.



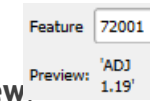
Vamos a *concatenar* esta etiqueta de códigos municipales con la etiqueta de los valores ratio del campo brecha. Para esto se usa el operador de concatenación **||**.(*double pipe*)
Como queremos que aparezca debajo del código municipal, usaremos otro operador: **'\n'**.
Este añade una línea luego de la última letra del código nemónico municipal.

☐ En la caja de texto **Expression**, **escriba** "abrev" || '\n' || "brecha"



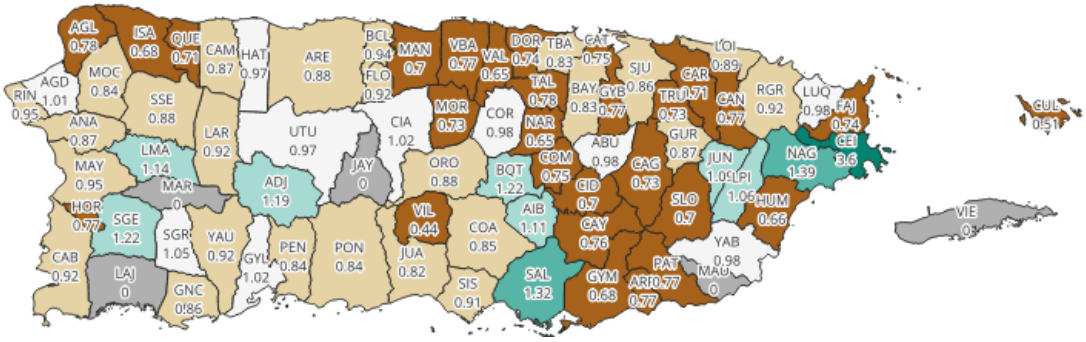
Puede usar los botones para añadir los operadores, pero los nombres de los campos van en comillas dobles para distinguirlos de las 'cadenas de texto'.

Ya la etiqueta compuesta está lista, como aparece en la sección **Preview**.



☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

Así aparecerá el mapa:



¿Qué pasó con las etiquetas de los municipios en gris, que tienen la categoría "sin datos"? ¿Cómo se relaciona esto con las filas sin datos en la columna ***brecha****?*

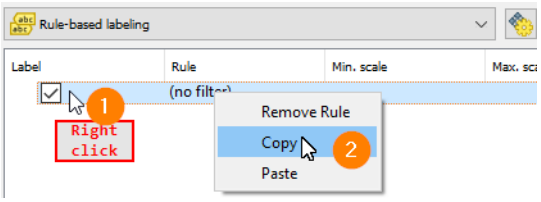
4F: Crear regla para añadir etiquetas con valor 0

Lo que falta para completar este mapa es añadir la etiqueta de la categoría con **valores cero** en la columna **brecha**, pero que en realidad, no tiene datos. . Para esto añadiremos una regla en la cual solo se incluyan los municipios sin datos.

☐ Aún en el panel **Layer Styling** y dentro del ítem **abc Labeling**, **cambie** el método de etiquetado de *Single labels* a **Rule-based labeling**.

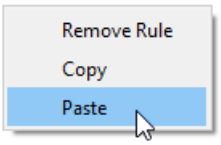


☐ En la única **regla** que aparecerá, haga **right click encima** y **escoja** la opción **Copy**.

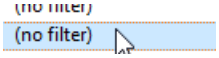


Con esto, copiamos toda la definición de las etiquetas existentes y solo modificaremos algunas características: **primero**, para que puedan aparecer y **segundo**, hacerlas menos llamativas.

☐ Haga **right click** en el **espacio en blanco**, **fuera de la regla existente** y **escoja** la opción **Paste**.

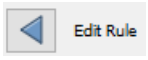


☐ **Active** la nueva regla copiada haciendo **click** encima.

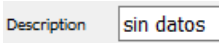


Ahora **haremos los cambios dentro de una nueva regla**. Esto incluirá crear un filtro para traer solamente los casos con null, bajar un poco el tamaño de la letra, y cambiar su color a gris oscuro.

☐ Haga **click** en el botón **Edit Rule**.  Este botón está localizado en la parte inferior del panel Layer Styling.

Entrará en la subforma **Edit Rule**. 

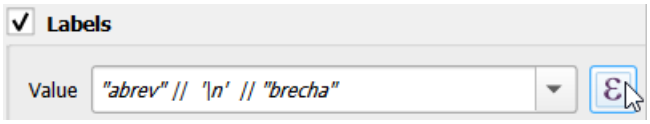
☐ En el apartado **Description**, escriba **sin datos**.



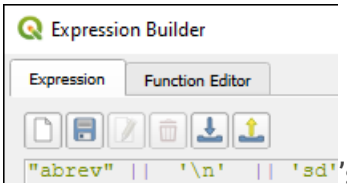
☐ En el apartado **Filter**, escriba la expresión `brecha = 0`



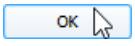
☐ Más abajo en la sección **Labels**, haga **click** en el botón **Labels** y en el apartado **Label with**, **sustituya** la expresión existente **escogiendo** el campo **abrev**.



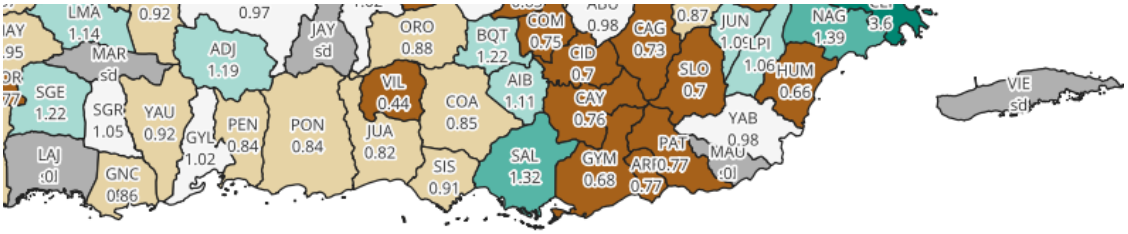
☐ En la caja de texto dentro del tab Expression escriba la siguiente expresión: **“abrev” || ‘\n’ || ‘sd’**



‘sd’ significa ‘sin datos’, como está en la leyenda.

☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma. 

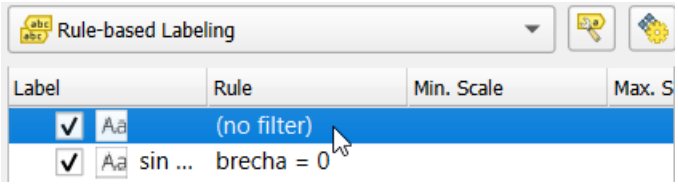
☐ Notará que los municipios 'sd' tienen un cero detrás de la etiqueta. Esto sucede **porque tenemos que filtrar la regla de labels anterior** para que **no aparezcan estos ceros**.



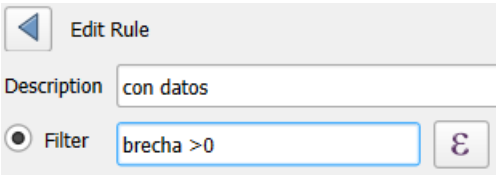
☐ Haga **click** en el botón **para regresar** a la forma anterior.



☐ En haga **doble click** en la primera regla **Rule (no filter)**.

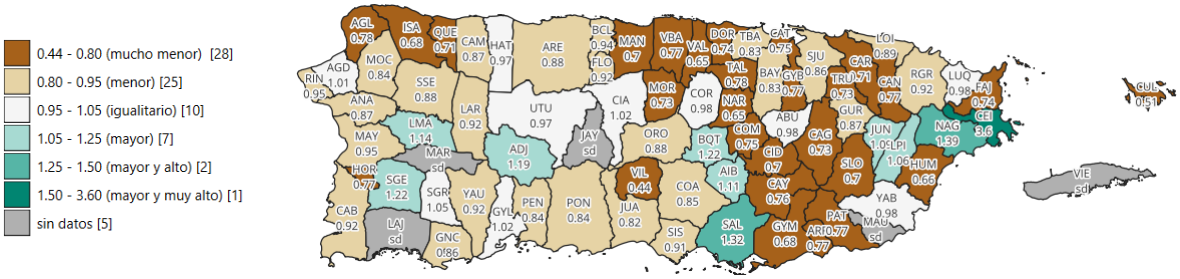


☐ En la caja de texto **Description** escriba con datos.
En la caja de texto **Filter** escriba **brecha >0**



No tiene que modificar la expresión bajo Labels.

Así aparecerán las etiquetas de todos los municipios:



Añadir efectos visuales al mapa

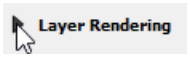
Este paso sirve de ejemplo de las capacidades de QGIS para hacer el mapa más atractivo.

QGIS provee herramientas para hacer que el layer aparezca con una sombra o un halo. Esto hace que el mapa pueda aparecer con el efecto de profundidad o podemos crear el efecto de estar rodeados de agua, como es el caso nuestro de una isla.

- ☐ Para crear este efecto, regrese al panel **Layer styling**. Si lo cerró antes, haga **click** en el botón **Open** en el layer **styling dock** del **Layers Panel**



- ☐ Navegue hacia abajo hasta encontrar la sección **Layer Rendering**, localizada en la parte inferior del panel Layer Styling,
  - ☐ Haga **click** en el **triángulo (nodo)**.



- ☐ Navegue hacia abajo hasta encontrar la opción **Draw effects** y **haga check en el cuadro**.

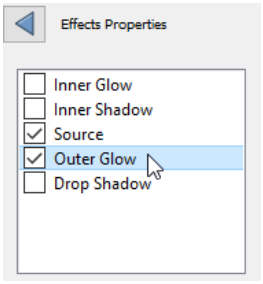


El botón **Customize effects** se habilitará.

- ☐ Haga **click** en este botón:

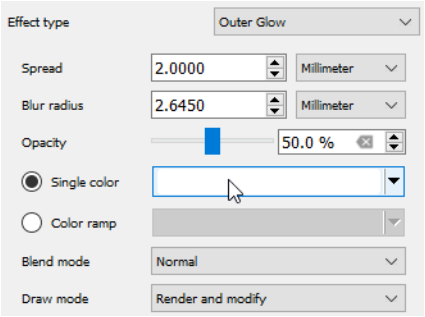
Aparecerá la subforma **Effects Properties**.

- ☐ Haga **check** y **click** para activar el ítem **Outer Glow** para mostrar el **efecto** de **halo o brillo exterior**.



El objetivo es crear un ***halo exterior de color azul*** para dar la impresión de que se trata de una isla en el océano.

- ☐ Deje las demás opciones que aparecen por defecto y haga **click** en el **botón para escoger colores** al lado de la opción **Single Color**

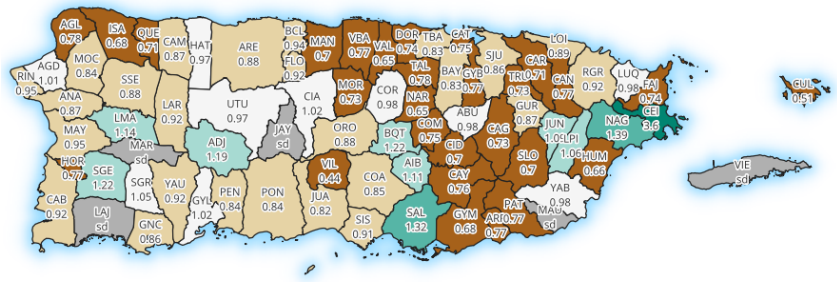


- ☐ En la subforma **Select Glow Color escriba:**
  - **200 en la caja de texto** correspondiente al valor **H (Hue) del modelo de colores HSV.**
  - **100%** en S (saturación)

- **100%** en V (luminosidad)



Verá los cambios inmediatamente:



- ☐ Cierre el panel **Layer Styling**.
- ☐ **Guarde** esta sesión de QGIS con el nombre **ejercicio_4** y **cierre** el programa.

4G: Opcional: Hacer una animación cartográfica con datos anuales 2010-2021

En esta parte haremos una animación cartográfica usando la herramienta **Temporal Controller** y una serie anual de datos sobre la brecha salarial féminas/varones a nivel de bachillerato desde 2010 a 2021. Los datos fueron derivados de la interfaz data.census.gov, de la tabla B20004 de la mediana de ingresos en los últimos 12 meses para personas de 25 años o más, divididos por nivel educativo y por género.

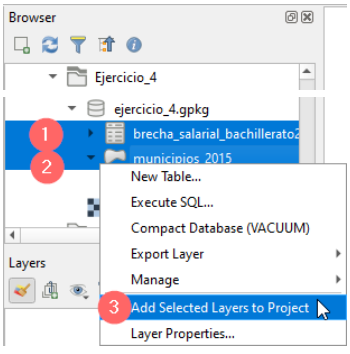
Los datos para 2010 al 2021, en estimados a 5 años, fueron descargados de la interfaz de datos censales y luego fueron procesados para combinar los años 2010 al 2021. Lo que nos interesa para hacer el mapa es usar las columnas que contienen la mediana de ingresos a nivel de bachillerato para féminas y varones. Se generó una columna calculada "***brecha_bachillerato***", la cual contiene la proporción ingreso féminas/varones (gender pay gap).

avg bre years	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Average
municipios_2015													
Adjuntas	0.73	0.65	0.76	0.80	0.93		0.94	0.87	0.86	0.87	0.93	0.90	0.85
Aguada	0.82	0.85	0.78	0.75	0.81	0.78	0.70	0.71	0.70	0.72	0.71	0.72	0.75
Aguadilla	0.64	0.64	0.63	0.60	0.54	0.54	0.60	0.59	0.61	0.62	0.64	0.67	0.61
Aguas Bu	0.72	0.72	0.94	0.82	1.14	1.08	1.04	0.82	0.71	0.60	0.61	0.72	0.83
Aibonito	0.77	0.81	0.88	0.94	0.89	0.96	0.96	1.04	0.80	0.98	0.91	1.07	0.92
Añasco	0.78	0.81	0.89	0.92	1.02	0.83	0.76	0.77	0.75	0.65	0.72	0.77	0.81
Arecibo	0.77	0.83	0.76	0.73	0.76	0.91	0.80	0.75	0.80	0.76	0.78	0.82	0.79
Arroyo	0.73	0.83	1.06	1.08	0.98		0.98	1.20	1.21	1.12	0.71	0.64	0.96
Barcelone	0.67	0.81	0.74	0.64	0.70		0.55	0.77	1.15	1.24	0.74	1.23	0.84
Barranqui	0.91	0.84	0.89	0.94	0.91		0.92	1.04	0.91	0.87	0.85	0.77	0.90
Bayamón	0.81	0.80	0.81	0.79	0.74	0.72	0.76	0.81	0.81	0.81	0.79	0.77	0.79
Cabo Roj	0.57	0.61	0.70	0.72	0.73	0.69	0.63	0.73	0.76	0.78	0.88	0.84	0.72
Caguas	0.87	0.83	0.78	0.79	0.79	0.76	0.79	0.85	0.80	0.74	0.73	0.71	0.79
Camuy	0.67	0.73	0.72	0.84	0.84	0.73	0.89	1.00	0.97	0.91	0.97	0.89	0.85
Canóvana	0.88	0.94	0.91	0.86	0.68	0.61	0.61	0.64	0.75	0.81	0.84	0.80	0.78
Carolina	0.78	0.78	0.78	0.79	0.83	0.87	0.88	0.90	0.87	0.82	0.77	0.73	0.82
Cataño	0.59	0.66	0.72	0.82	0.75	1.04	1.01	1.00	0.94	1.00	0.84	0.74	0.84
Cayey	0.69	0.75	0.81	0.88	0.95	0.94	1.05	0.89	0.99	0.87	0.81	0.69	0.86
Ceiba	0.94	0.94	1.45	1.67	1.78	0.89		0.96	0.68	0.56			1.10
Ciales	1.07	1.23	1.25	1.33	1.10	0.84	0.83	0.84	0.76	0.77	0.84	0.61	0.95
Cidra	0.65	0.75	0.82	0.76	0.73	0.76	0.72	0.70	0.72	0.90	0.71	0.79	0.75
Coamo	0.87	0.80	0.68	0.68	0.66	0.60	0.64	0.69	0.68	0.59	0.88	0.89	0.72
Comerío	0.83	0.78	0.86	1.08	1.14	0.68	0.92	0.78	0.75	0.69	1.20	0.78	0.88
Corozal	0.93	1.01	0.92	0.94	0.96		0.93	0.95	1.03	0.95	1.04	1.01	0.97
Culebra	0.76	0.77	0.89		0.96		0.82						0.84
Dorado	0.63	0.53	0.56	0.64	0.58	0.57	0.52	0.51	0.50	0.58	0.59	0.57	0.57
Fajardo	0.97	0.85	0.73	0.72	0.67	0.69	0.70	0.73	0.60	0.55	0.52	0.69	0.70
Florida	0.58	0.78	1.43	1.66	2.03				0.71	0.96	1.23	1.11	1.18
Guánica	0.65	0.75	0.79	0.76	0.75		0.56	0.54	0.67	0.77	0.81	0.84	0.72
Guayama	0.74	0.74	0.80	0.79	0.85	1.16	1.15	1.12	1.13	0.78	0.75	0.72	0.83
Guayanilla	1.23	1.16	1.23	1.42	1.35	1.03	1.00	0.93	1.01	1.05	0.93	0.98	1.12
Guaynabo	0.75	0.71	0.75	0.73	0.70	0.67	0.67	0.67	0.62	0.70	0.73	0.76	0.71
Gurabo	0.73	0.82	0.66	0.66	0.67	0.64	0.71	0.94	0.97	0.88	0.82	0.84	0.78
Hatillo	0.61	0.53	0.62	0.68	0.83	0.96	0.95	0.92	0.87	0.79	0.85	0.93	0.80
Hormigue	0.53	0.87	0.95	0.99	0.99	0.93	0.96	0.94	0.87	0.78	0.77	0.69	0.86
Humacao	0.72	0.78	0.73	0.87	0.79	0.80	0.69	0.66	0.65	0.66	0.67	0.67	0.72
Isabela	0.75	0.74	0.56	0.54	0.55		0.77	0.96	0.81	0.85	0.65	0.65	0.71
Jayuya	0.81	0.83	0.78	0.78	0.70	0.78	0.77	1.20	1.23	1.22			0.91
Juana Día	0.83	0.90	0.79	0.75	0.79	0.80	0.80	0.69	0.82	0.87	0.86	0.82	0.81
Juncos	0.80	0.79	0.73	0.70	0.84	0.81	0.86	0.88	1.20	1.13	1.26	1.06	0.92
Lajas	0.81	0.88	0.90	0.87	0.90	1.01	0.85	0.73	0.76	0.58	0.53	1.28	0.85
Lares	0.81	0.82	0.64	0.68	0.76		0.74	0.79	0.80	0.83	0.84	0.75	0.77
Las María	0.76	1.18	1.09	1.41	1.38	1.85	2.00	1.62	2.16	1.76	1.52	1.46	1.57
Las Piedra	0.83	0.83	0.82	0.74	0.85		0.67	0.67	0.78	0.69	0.76	0.80	0.77
Loíza	1.00	0.95	0.94	0.86	0.84	0.83	0.71	0.80	0.77	0.97	0.84	0.84	0.86
Luquillo	0.89	0.97	0.96	0.86	0.75	0.82	0.81	0.69	0.86	0.96	0.93	1.36	0.91
Manatí	0.80	0.73	0.75	0.72	0.78	0.77	0.81	0.79	0.76	0.68	0.71	0.74	0.75
Maricao	1.15	0.75	1.12	1.17	1.16	1.32	1.35	1.33	1.47				1.21
Maunabo	0.82	0.78	0.94	0.58	0.55	0.74	0.63	0.47	0.58	0.57	0.56	0.58	0.65
Mayagüez	0.75	0.76	0.76	0.73	0.72	0.73	0.81	0.80	0.78	0.81	0.86	0.76	0.77
Moca	1.03	1.19	1.27	1.02	0.90	0.92	0.88	0.84	0.89	0.96	1.05	1.05	1.00
Morovis	0.80	0.76	0.65	0.65	0.47	0.63	0.64	0.76	0.80	0.75	0.62	0.82	0.70
Naguabo	0.66	0.59	0.67	0.73	0.73		1.06	1.06	0.90	1.01	1.19	1.27	0.90
Naranjito	0.86	0.86	0.92	0.81	0.87	0.93	0.80	0.76	0.82	0.71	0.67	0.87	0.82
Orocovis	1.16	0.95	1.02	0.95	1.11	1.16	1.22	1.15	1.19	1.20	1.13	0.92	1.10
Patillas	0.58	0.56	0.65	0.73	0.76	0.75	0.74	0.76		0.85	0.85	0.88	0.74
Peñuelas	1.02	0.93	0.94	0.96	0.94	0.84	0.86	0.91	0.85	0.84	0.89	0.90	0.91
Ponce	0.89	0.89	0.89	0.85	0.84	0.85	0.91	1.02	1.04	0.97	0.95	0.93	0.90
Quebradil	1.18	0.96	1.07	0.94	0.89		0.91	0.76	0.75	0.95	0.92	0.58	0.88
Rincón	0.72	0.74	0.87	0.98	0.92	1.01	0.98	0.93	1.06	1.14	1.18	1.06	0.97
Río Gran	0.78	0.71	0.75	0.76	0.74	0.75	0.75	0.77	0.82	0.89	0.83	0.80	0.78
Sabana Gr	0.87	0.90	1.07	1.32	1.09		0.93	0.78	0.75	0.69	0.71	0.89	0.91
Salinas	0.74	0.82	0.83	0.95	1.03		1.01	0.97	0.64	0.57	0.62	0.97	0.83
San Germa	0.85	0.72	0.68	0.80	0.88	0.82	1.20	1.24	0.92	1.02	0.90	0.76	0.90
San Juan	0.77	0.79	0.82	0.82	0.82	0.81	0.83	0.83	0.83	0.84	0.85	0.82	0.82
San Loren	0.79	0.91	0.74	0.77	0.81	0.79	0.69	0.71	0.76	0.74	0.81	0.80	0.78
San Sebas	1.01	0.95	1.13	0.97	0.87	0.75	0.71	0.87	0.86	0.82	0.87	0.75	0.88
Santa Isab	0.94	0.93	0.90	0.89	0.77	0.85	0.70	0.66	0.65	0.60	0.73	0.81	0.79
Toa Alta	0.62	0.72	0.66	0.64	0.67	0.66	0.64	0.66	0.73	0.74	0.80	0.78	0.69
Toa Baja	0.91	0.87	0.87	0.82	0.80	0.74	0.79	0.78	0.76	0.82	0.85	0.82	0.82
Trujillo Al	0.68	0.68	0.79	0.79	0.79	0.80	0.82	0.85	0.84	0.80	0.78	0.81	0.79
Utuado	0.81	0.84	0.81	0.85	1.01	0.87	0.91	0.91	0.90	0.66		1.20	0.89
Vega Alta	0.73	0.80	0.80	0.76	0.78	0.72	0.64	0.66	0.70	0.93	0.71	0.65	0.74
Vega Baja	0.75	0.76	0.81	0.88	0.88	0.89	0.95	0.94	0.88	0.82	0.80	0.80	0.85
Vieques	1.23	0.92	0.92	1.10	0.88								1.01
Villalba	0.83	0.81	0.84	0.83	0.88	0.87	0.93	0.89	0.92	0.77	0.68	0.67	0.83
Yabucoa	0.87	0.89	1.02	0.94	0.84		0.73	0.68	0.69	0.65	0.70	0.53	0.78
Yauco	0.96	0.94	0.83	0.78	0.90	0.75	0.84	0.80	1.03	1.02	1.00	1.03	0.91
Average	0.81	0.82	0.86	0.87	0.88	0.84	0.84	0.85	0.86	0.84	0.84	0.84	0.85

Estos son los datos "gender pay gap" a nivel de bachillerato entre féminas/varones por municipio para los años 2010 a 2021. Los tonos verdes representan desigualdad negativa (varones con salario mayor) y los tonos rojos representan desigualdad positiva a favor de las féminas (féminas con salario mayor).
Hay municipios que tienen consistencia, ya sea en los tonos verdes o en los tonos rojos.
Verdes: Aguadilla, Dorado, Maunabo, Morovis, Patillas, Toa Alta, Vega Alta.
Rojos: Corozal, Las Marías, Maricao, Orocovis.
Representaremos los datos en una animación, para cada año, desde 2010 a 2021.

Los datos ya están preparados en la tabla **brecha_salarial_bachillerato2010_2021** dentro del banco de datos ejercicio_4.gpkg.

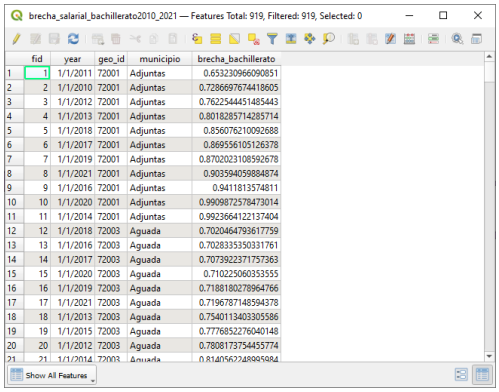
- ☐ Abra un nuevo proyecto QGIS haciendo **click** en el botón **New Project**
- ☐ Vaya al panel **Browser** y localice la tabla **brecha_salarial_bachillerato2010_2021 y el geodato municipios_2015** dentro del banco de datos **ejercicio_4.gpkg**.
- ☐ Seleccione **los dos elementos**. Haga **right click** y **escoja** la opción **Add Layers to Project**.



☐ Use la herramienta **Zoom** para **limitar la extensión** del visor de modo que **incluya solamente la isla principal y las islas de Culebra y Vieques**.



☐ Inspeccione el contenido de la tabla **brecha_salarial_bachillerato2010_2021**. Haga **click** en el nombre de la tabla brecha_salarial_bachillerato2010_2021 y luego **click** en el botón **Open Attribute Table, o teclear F6**.



Puede notar que:
* Los **nombres** de los municipios y sus **códigos** de identificación **están repetidos**. Para esta práctica, esto **es necesario** para poder **representar diferentes años**.
* Hay **celdas sin valor** (NULL).
* El campo "**year**" es tipo "**date**".
* La precisión del campo brecha_bachillerato es excesiva, pero esto no impide trabajar con la tabla.

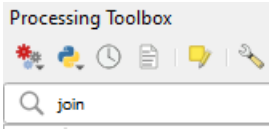
☐ Cierre la tabla, pero **no remueva la tabla del panel Layers**.

Hacer relación one-to-many entre tablas

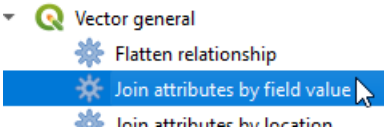
En esta sección vamos a relacionar la tabla del geodato y la tabla de atributos que tiene los datos temporales. Recuerde que **los nombres de municipios e identificadores están repetidos**. Por lo tanto, **no usaremos la función Join**, sino la función **Join attributes by field value**. Se generará un geodato con elementos repetidos para cada récord que exista en la tabla secundaria. Esto nos ayudará a crear la animación, lo cual es el objetivo de esta práctica.

☐ Vaya al panel **Processing Toolbox**. Si no aparece, teclee **ctrl+alt+t**.

☐ En la **caja de texto** de búsquedas **escriba join**



☐ Bajo el grupo **Vector General**, haga **doble click** en la función **Join attributes by field value**.



Aparecerá la forma **Join Attributes by Field Value**.

- ☐ Bajo el tab Parameters, vaya a la sección Input layer y asegúrese que el geodato sea **municipios_2015 [EPSG:6566]**



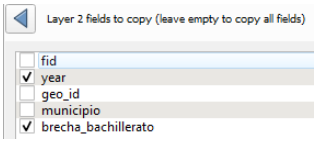
- ☐ En la sección **Table field**, escoja el campo **cntyidfp**. Este es el campo "primary key".



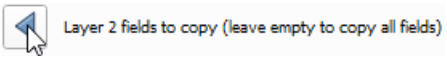
- ☐ En la sección **Table field 2**, escoja el campo **geo_id**.



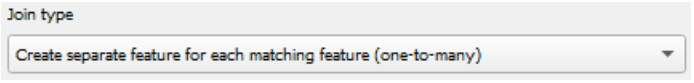
- ☐ En la sección **Layer 2 fields to copy** *(leave empty to copy all fields),*
  Haga **click** en el botón elipsis.
  Solo escoja haciendo **check** en los campos **year** y **brecha_bachillerato**.



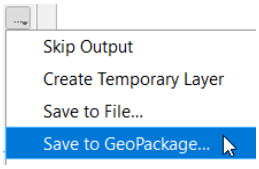
- ☐ Haga **click** en el botón **Layer 2 fields to copy**, para regresar a la forma principal.



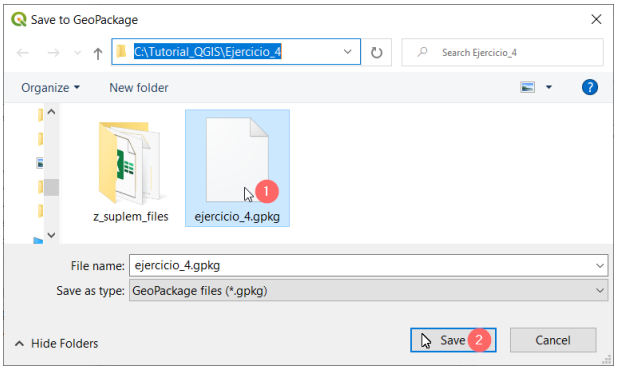
- ☐ De regreso a la forma **Join Attributes by Field Value**, vaya a la sección **Join type** y **escoja** la opción **Create separate Feature for each matching Feature (one-to-many)**



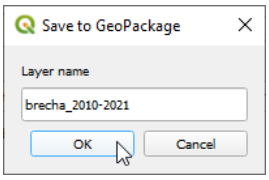
- ☐ En la sección **Joined layer [optional]**, haga **click** en el botón **elipsis** y escoja la opción **Save to Geopackage.**



☐ Aparecerá la forma **Save to GeoPackage**. Escoja el banco de datos **ejercicio_4.gpkg.** Haga **click** en el botón **Save**.



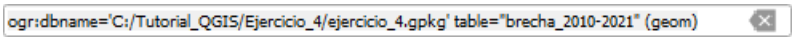
☐ En la pequeña forma "**Save to GeoPackage**" que aparecerá, en la caja de texto **escriba** el nombre del layer: **brecha_2010-2021**



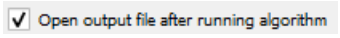
haga **click** en el botón **OK**.

Notará que en esta sección aparecerá una serie de opciones que acabamos de escribir, traducidas a las opciones del comando ogr2ogr:

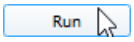
```
ogr:dbname='C:/Tutorial_QGIS/Ejercicio_4/ejercicio_4.gpkg' table="brecha_2010-2021" (geom)
```

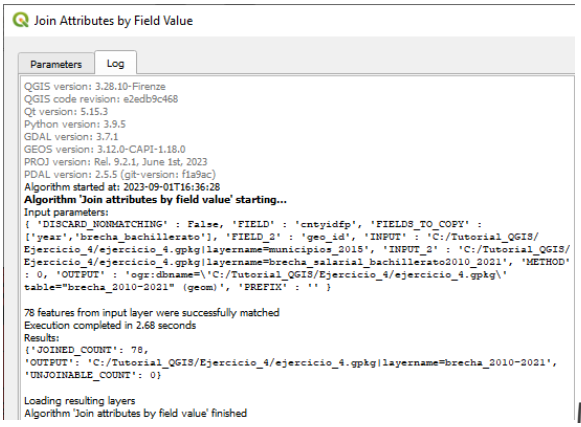


☐ Mantenga **check** en la opción **Open output file after running algorithm**.



☐ Finalmente, haga **click** en el botón **Run** para generar el geodato compuesto.

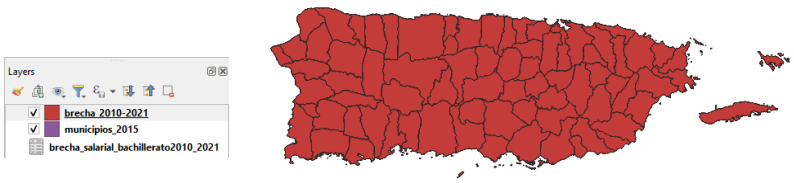




Mensaje devuelto por esta función.

☐ **Cierre** la forma **Join Attributes by Field Value**.

Notará que en el panel Layers estará el nuevo geodato **brecha_2010-2021** así como además en el visor.

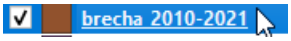


- ☐ Remueva el geodato **municipios_2015**.
  Vaya al panel **Layers** y haga **click encima del geodato**. Haga **click** en el botón **Remove Layer/Group (ctrl+d).**

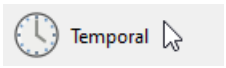
Habilitar el geodato para uso en la interfaz Temporal Controller

Para que esta interfaz funcione, debemos establecer algunas especificaciones y poder habilitar el geodato para estos propósitos.

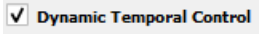
- ☐ Haga **doble click** encima del geodato **brecha_2010-2021** para traer la forma **Properties**.



- ☐ Haga **click** en el tab **Temporal**.



- ☐ Haga **check** en la opción **Dynamic Temporal Control**.



- ☐ En la sección **Configuration**, escoja la opción **Single Field with Date/Time**.



- ☐ En la sección **Limits**, mantenga la opción **Include Start, Exclude End (default)**.



- ☐ En la opción **Field**, escoja **year**.

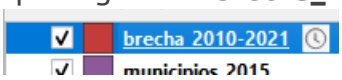


- ☐ En la sección **Event duration**, escriba **1.00** y escoja la opción **Years**.



- ☐ Deje las demás opciones como están y haga **click** en el botón **OK** para registrar los cambios y cerrar la forma **Properties**.

Notará que el geodato **brecha_2010-2021** tiene un símbolo de reloj a su lado derecho:



Esto denota que se trata de un layer habilitado para series temporales.

Importar la leyenda para todos los años

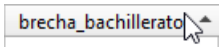
En esta parte vamos la leyenda previamente preparada, la cual incluye los valores mínimo y máximo para los años 2010 al 2021.

- ☐ Abra la tabla de atributos del geodato **brecha_2010-2021**. Haga **click** en el **nombre del geodato** y pulse la tecla **F6**.



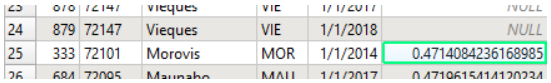
Abrirá la tabla de atributos de este geodato.

- ☐ Haga **doble click** en la cabecera de la columna llamada "**brecha_bachillerato**".



Aparecerá un triángulo ▲ indicando que los valores van de menor a mayor.

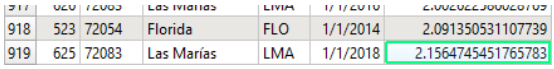
- ☐ Los primeros que aparecen serán los récords que no tienen valores registrados (NULL).
- ☐ Navegue **hacia abajo** y encontrará el **valor mínimo**: **0.4174**…



24	879	72147	Vieques	VIE	1/1/2018	NULL
25	333	72101	Morovis	MOR	1/1/2014	0.4714084236168985

…el cual corresponde al Municipio de **Morovis** para el año **2014**. Ese será el **límite mínimo** en la leyenda.

- ☐ Navegue **hacia el final de los récords** para que encuentre el **valor máximo**: **2.156**…



918	523	72054	Florida	FLO	1/1/2014	2.091350531107739
919	625	72083	Las Marías	LMA	1/1/2018	2.1564745451765783

…el cual corresponde al Municipio de **Las Marías** para el año **2018**. Ese será el **límite máximo** en la leyenda.

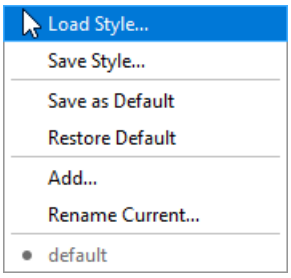
- ☐ Recuerde que estos valores van desde 2010 a 2021.
- ☐ Cierre la tabla de atributos.

Importar la leyenda

- ☐ Mantenga activo el geodato **brecha_2010-2021** en el panel **Layers**.
- ☐ Haga **doble click en el nombre de este geodato** para traer la forma **Properties**.
- ☐ En el extremo inferior de esta forma haga **click** en el botón drop-down **Style**



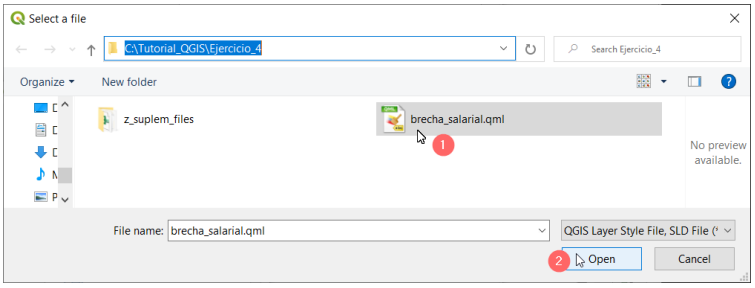
- ☐ **Escoja** la opción **Load Style…**



Aparecerá la forma **Database Styles Manager**.

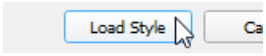
- ☐ En la sección **File**, haga **click** en el botón elipsis …

- ☐ En la forma **Select a File** que aparecerá, localice y escoja (**click**) el archivo **brecha_salarial.qml** el cual está guardado en el folder C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4

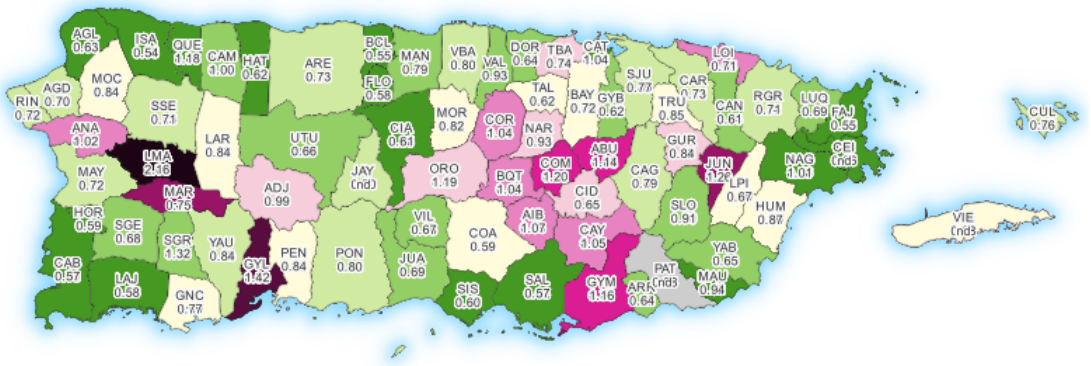


Haga **click** en el botón **Open**.

- ☐ De regreso a la forma **Database Styles Manager**, haga **click** en el botón **Load Style** para traer la leyenda, etiquetas y efectos.



- ☐ De regreso a la forma **Layer Properties**, haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.
- ☐ Espere que se termine de desplegar el geodato en el visor.
- ☐ Verá los municipios con sus niveles de colores y las etiquetas, además del efecto de borde azul.

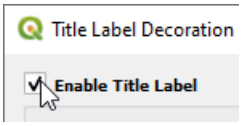


Estamos viendo TODOS los años, con todos los colores y todas las etiquetas. Para la animación, el visor presentará solamente un año a la vez.

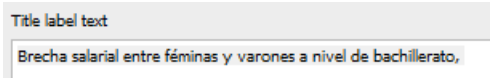
Añadir el título con expresión por año

El mapa necesitará presentar un título para hacerle saber al lector el tema y el periodo de tiempo que cubren los datos.

- ☐ Vaya al menú principal y escoja **View > Decorations > Title Label**…
- ☐ En la forma **Title Label Decoration** que aparecerá, haga **check** en la opción **Enable Title Label**.



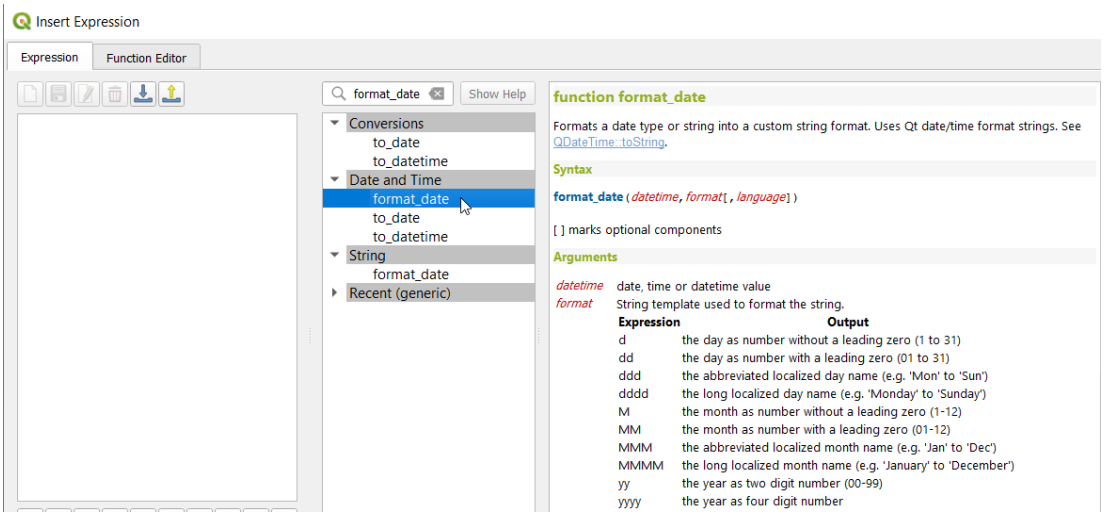
☐ En la caja de texto **Title label text** escriba **Brecha salarial entre féminas y varones a nivel de bachillerato,**



☐ **Deje un espacio**, y haga **click** en el botón **Insert or Edit an Expression**.



☐ Aparecerá la forma **Insert Expression**.
Vaya a la **caja de texto Search** y escriba **format_date**
Haga **click** en la función **format_date** que está bajo las funciones **Date and Time** para saber cómo se usa la función y su sintaxis.

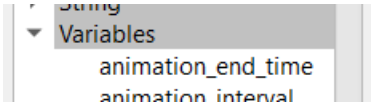


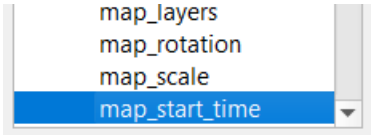
Recomendamos leer las instrucciones de las funciones.

☐ Haga **doble click** en la función **format_date**
Mantenga el cursor al lado derecho del paréntesis abierto



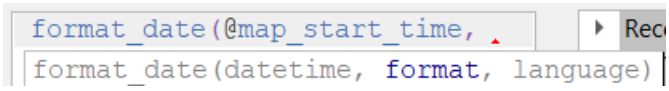
☐ En la lista de funciones y variables de esta forma, vaya al final de la lista y expanda el nodo **Variables**.





☐ Haga **doble click** en el ítem **map_start_time**. Mantenga el signo de arroba al inicio de la cadena de caracteres @map_start_time

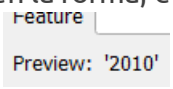
☐ **Escriba** una **coma** al lado derecho de la palabra **time**



- ☐ **Escriba 'yyyy'** con las comillas sencillas y cierre el paréntesis. Esto indica que el formato de la fecha se reducirá a solo los cuatro dígitos de la fecha, correspondiente al año.

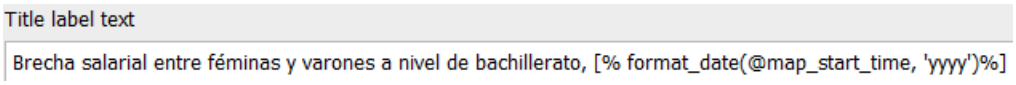
```
format_date(@map_start_time, 'yyyy')
```

Abajo en la forma, en la sección **Preview**, deberá indicar: **'2010'**

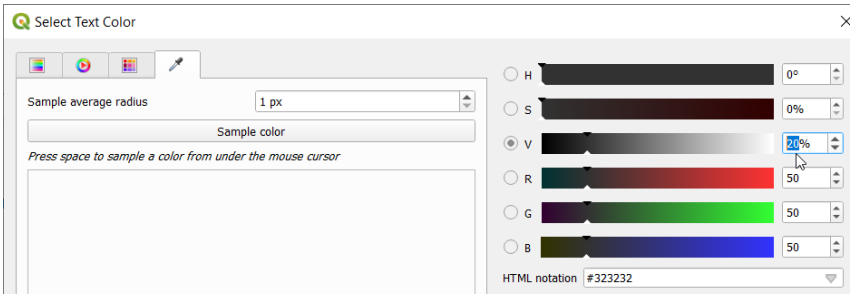


- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma **Insert Expression**.

Notará que en la caja de texto **Title label text** aparecerá la frase escrita anteriormente, además de la función de fecha encerrada entre los signos [% %].



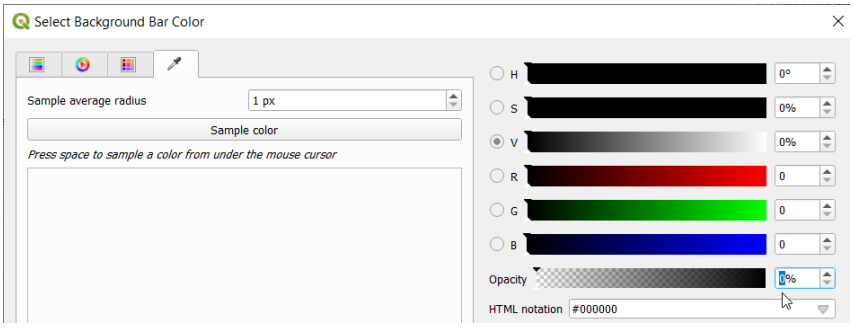
- ☐ **No haga más cambios** en esta frase y función como aparecen.
- ☐ **Haga click** en el botón **Font**.
- ☐ En el apartado **Font**, escoja el tipo de letra **Arial Black**
- ☐ En la sección **Style** escoja la opción **Regular.**
- ☐ En la sección **Size**, escriba **14**.
- ☐ En el apartado **Color**, haga **click** en el botón y en la forma Select Text Color, vaya al apartado V y escriba 20%



- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar el cambio y cerrar esta forma.
- ☐ De regreso a la forma **Title Label Text Format**, haga **click** en el botón **OK**.
- ☐ De vuelta a la forma **Title Label Decoration**, haga **click** en el botón **background bar color**



- ☐ En la forma **Select Background Bar Color**, vaya a la sección **Opacity** y escriba **0%**.

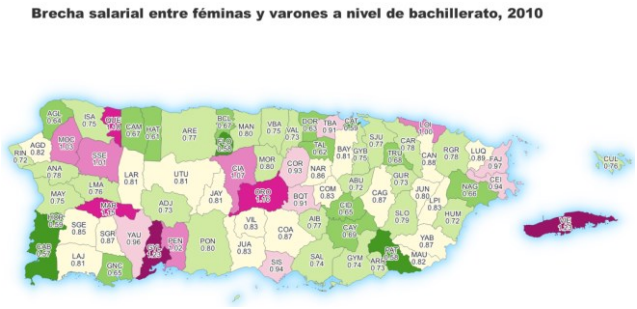


- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para integrar el cambio y cerrar la forma.
- ☐ De vuelta a la forma **Title Label Decoration**, en el apartado **Placement**, escoja la opción **Top Left**.



- ☐ En la sección **Margin from Edge** en la sección **Horizontal**, escriba **15** y en la sección **Vertical**, escriba **10.** Deje las unidades en **milimeters.**

- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para someter los cambios y **cerrar** la forma **Title Label Decoration**.



El título puede parecer distante pero ya que vamos a usar la interfaz *Temporal Control Panel*, este espacio se reducirá un poco y necesitaremos modificar la extensión territorial.

Añadir texto para indicar fuentes de datos

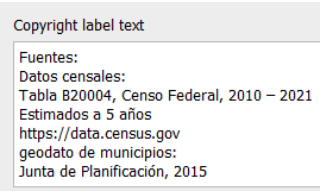
Para añadir texto para indicar las fuentes de datos, deberá insertar un nuevo bloque de texto.

- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **View > Decorations > Copyright Label…**
- ☐ En la forma **Copyright Label Decoration**, haga check en la caja **Enable Copyright Label**.

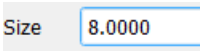


- ☐ Borre el contenido de la caja de texto y escriba:

Fuentes:
Datos censales:
Tabla B20004, Censo Federal, 2010 – 2021
Estimados a 5 años
https://data.census.gov
geodato de municipios:
Junta de Planificación, 2015



- ☐ Haga **click** en el botón **Font** para hacer algunos cambios.
- ☐ Cambie el tamaño de letra a 8 puntos:



- ☐ Haga **click** en el botón **Color** para que aparezca la forma **Select Text Color**.



- ☐ Vaya a la sección **V** y escriba **20%**



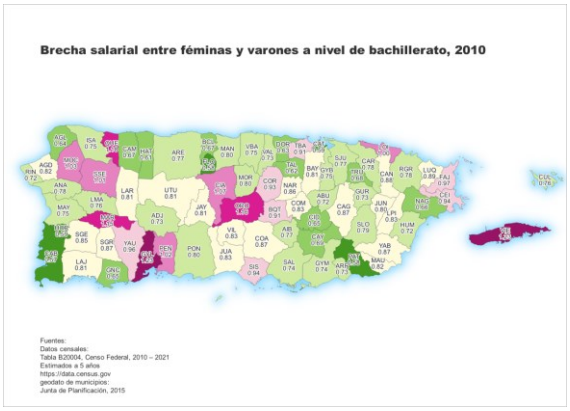
- ☐ Haga **click** sobre el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma **Select Text Color**.
- ☐ De regreso a la forma **Copyright Label Text Format**, haga **click** en el botón **OK** para someter los cambios y cerrar la forma.
- ☐ De vuelta a la forma **Copyright Label Decoration**, vaya a la sección **Placement** y escoja la opción **Bottom Left**



- ☐ En el apartado **Margin from edge**, escriba **15** en la caja de texto **Horizontal** y **5** en la caja de texto **Vertical**. Mantenga las unidades en milímetros.



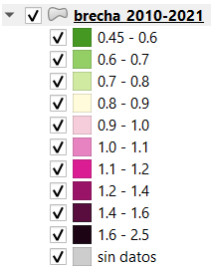
- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para registrar los cambios y cerrar esta forma.



Aquí podemos notar que tanto el título como el texto de las fuentes de datos deben estar alineados.

Añadir una leyenda fija

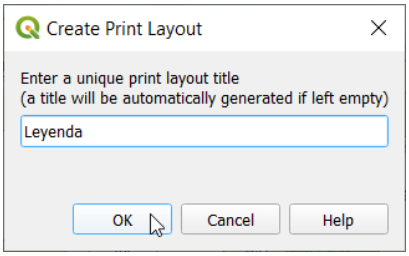
Aunque cada municipio tiene el valor que le corresponde por cada año, añadir una leyenda global ayuda a dar coherencia al mapa. Esta leyenda mostrará los valores mínimo y máximo de todo el conjunto de datos para todos los años, además de presentar un color en los municipios donde no se registraron datos.
Esta leyenda será fija, una imagen de la leyenda que está en el panel **Layers** bajo el nombre del geodato **brecha_2010-2021**.



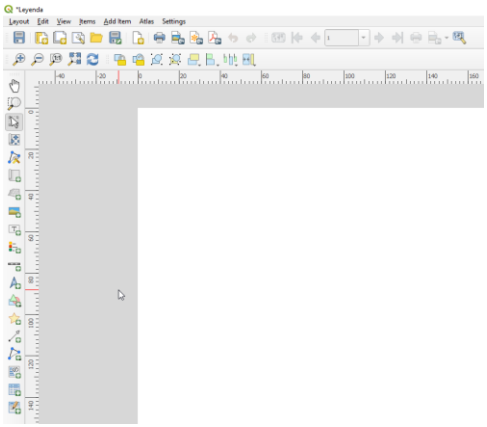
Esta es una *leyenda divergente*, parecida a la secuencia de colores que usamos en la sección anterior. La clase inferior 0.45 incluye el valor mínimo y la clase superior incluye el valor máximo de esta serie de datos. La clase "sin datos" precisamente nos mostrará los municipios sin datos en color gris.

Para añadir la leyenda, vamos a abrir la interfaz para impresión de mapas, **Layout**.

- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Project > New Print Layout**
- ☐ En la forma **Create Print Layout** escriba el nombre de la página: **Leyenda**



Aparecerá la interfaz **Print Layout** con el nombre "**Leyenda**"

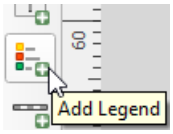


- ☐ Haga **click** en el botón **Zoom All** para ver la página completa

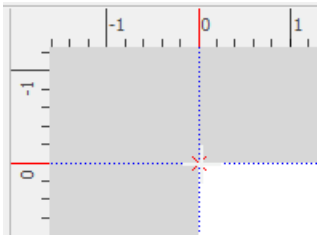


- ☐ Vamos a añadir solamente la leyenda y hacer una imagen de esta.

- ☐ Vaya al lado izquierdo de esta interfaz **Print Layout** y haga **click** en el botón **Add Legend**

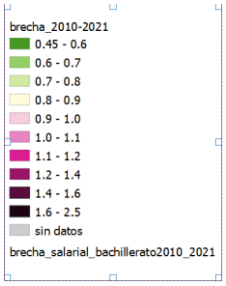


- ☐ Haga **click** en la esquina superior izquierda (0,0) de la página



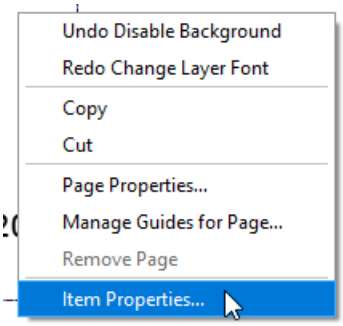
- ☐ En la forma **New Item Properties** que aparecerá, haga **click** en el botón **OK**.

Aparecerá la leyenda, junto con la tabla que contiene los datos.



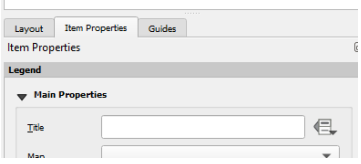
Mientras la leyenda esté activada (seleccionada), podrá ver que aparecen unos cuadros hacia el interior de los bordes. De lo contrario, la leyenda no está activada y no podrá hacer los cambios que vamos a realizar.

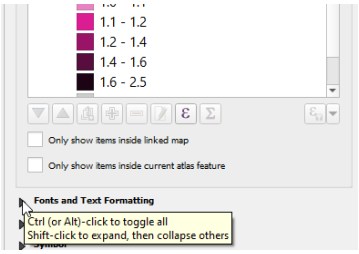
- ☐ Haga **right click** encima de la leyenda y escoja la opción **Item Properties…**



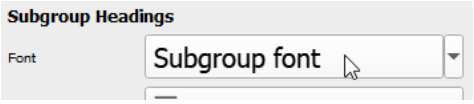
Vamos a cambiar el tipo de letra por defecto al tipo de letra Arial.

- ☐ Vaya al lado derecho de esta forma. Bajo el tab **Item Properties**, expanda la sección **Fonts and Text Formatting**.

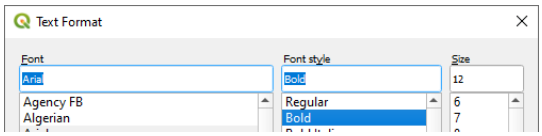




☐ Navegue hacia abajo en esta misma sección y haga **click** el botón **Subgroup Font**.



☐ En la forma **Text Format** que aparecerá, cambie:



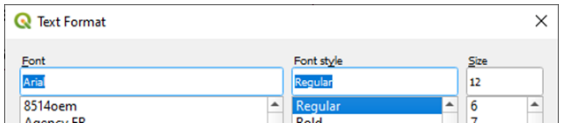
Tipo de letra (**Font**): **Arial**
Font style: **Bold**
Size: 12

☐ Presione el botón **OK** para someter los cambios y cerrar la forma.

☐ Repita el proceso para cambiar el tipo de letra de los números de la leyenda.



☐ En la forma **Text Format** que aparecerá, cambie:

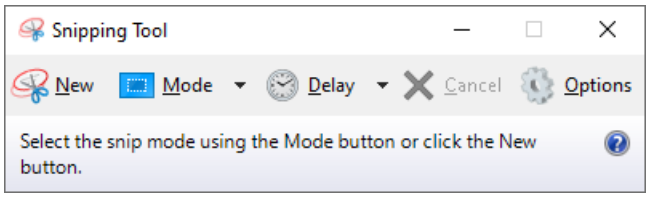


Tipo de letra (**Font**): **Arial**
Font style: **Regular**
Size: 12

La leyenda está completa. Se pueden hacer otros cambios, pero vamos a dejarlo así para continuar.



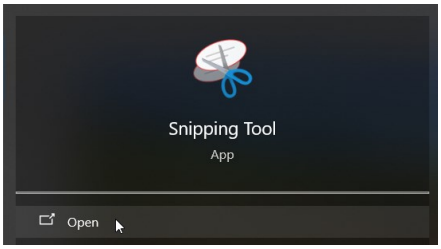
A continuación, vamos a usar la herramienta **Snipping Tool** de MS Windows. Vamos a hacer un "retrato" de la leyenda, guardarlo en un archivo tipo imagen, y luego insertarla en el visor y luego comenzar la animación.



☐ Vaya a la caja de texto **Search** de **MS Windows** y escriba **Snipping**

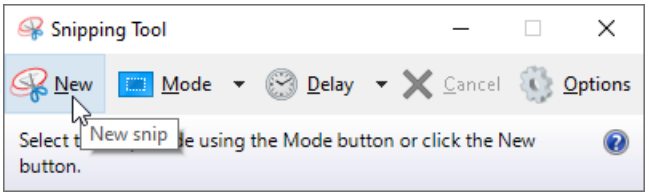


☐ Al lado derecho de este panel aparecerá el icono de la aplicación. Haga **click** en el botón **Open**.

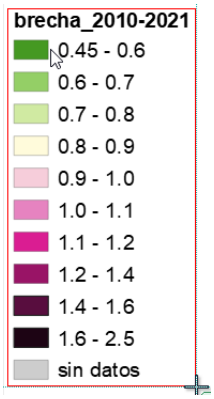


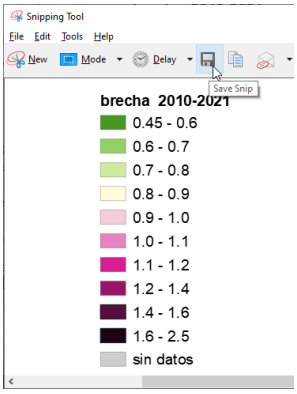
Aparecerá la aplicación **Snipping Tool**

☐ Haga **click** en el botón **New** para generar el nuevo retrato de la leyenda, la cual convertiremos en un archivo tipo imagen para insertarlo al visor de QGIS.



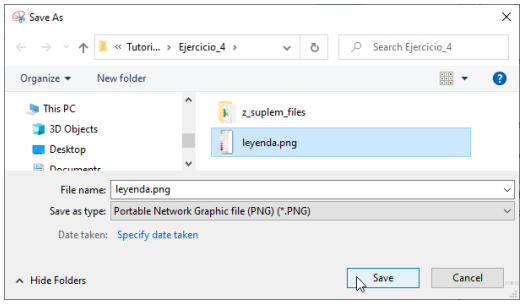
☐ Regrese a la leyenda. Haga **click** en la **esquina superior izquierda y arrastre** el mouse hasta el último ítem de la leyenda, tal como se muestra en esta figura:





☐ Cuando aparezca la imagen en el **Snipping Tool**, haga **click** en el botón **Save Snip**

☐ En la forma **Save As** que aparecerá, escriba el nombre del archivo: **leyenda.png**



☐ Haga **click** en el botón **Save** para guardar la imagen.

☐ Guarde el archivo dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**

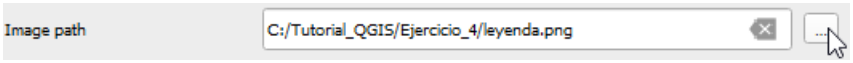
☐ **Cierre** la aplicación **Snipping Tool**.

☐ De vuelta a QGIS, **cierre** la interfaz **Print Layout**.

☐ Vaya al **menú principal** de QGIS y escoja **View > Decorations > Image…**

Aparecerá la forma **Image Decoration**.

☐ En la sección **Image path**, haga **click** en el botón **elipsis … y busque** el archivo **leyenda.png**, el cual está localizado dentro del folder Ejercicio_4



☐ En la sección **Size**, **cambie** el tamaño a **48** milímetros



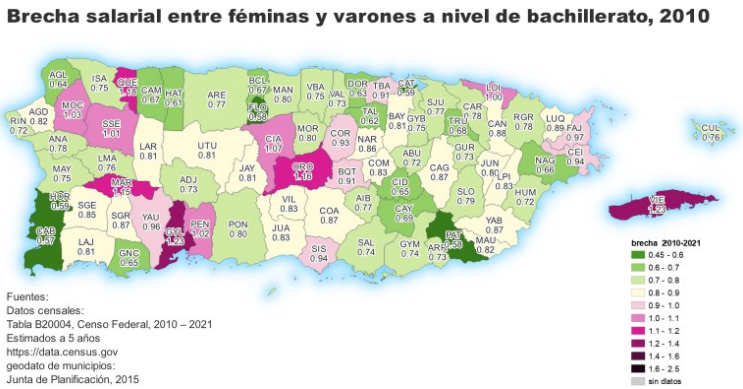
☐ En el apartado **Placement**, escoja la opción **Bottom Right**.



☐ En la sección **Margin from edge** cambie a: **25** en **horizontal** y **5** en **vertical**.



☐ Haga **click** en el botón **OK** para registrar los cambios, cerrar la forma e insertar la imagen en el visor.



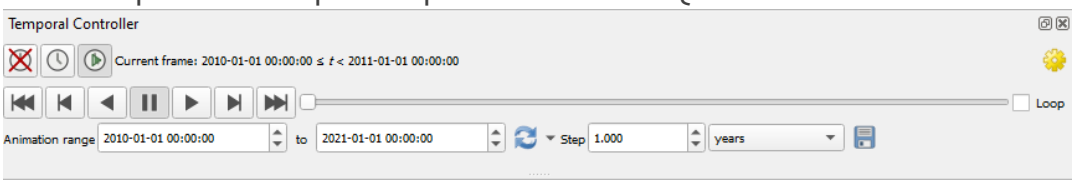
Así debe verse la imagen de la leyenda insertada y la composición del mapa en general. Ya está listo para proceder hacer la animación.

Realizar animación en el Panel Temporal Controller

Ya todo está listo para generar la animación.

☐ Haga **click** en el botón  **Temporal Controller** Panel.

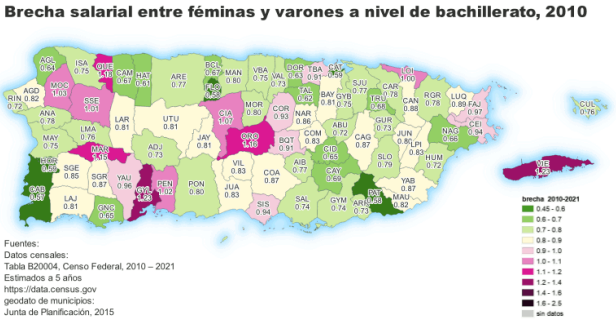
El panel deberá aparecer en la parte superior del visor de QGIS:



- Los datos están registrados por año, por 12 años inclusivos desde 2010 a 2021. Haga **click** en el botón **Set to full range**  .

- En la sección **Step**, mantenga **1.00** y cambie las unidades a **years**, como aparece en la figura anterior.
- Haga click en el botón **Play**  para ver la animación.

La animación debe verse así, generando un mapa por cada año:



☐ Para guardar cada imagen de esta animación, haga **click** en el botón **Export Animation**  .

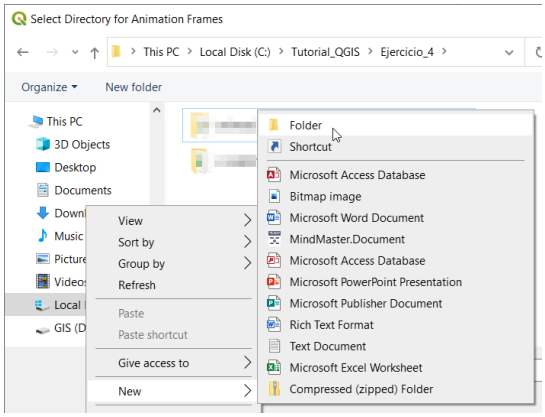
Aparecerá la forma **Export Map Animation**. Esta función nos generará los "*frames*" o imágenes individuales que luego combinaremos en un solo archivo gif animado.

☐ En la sección **Template**, deje el nombre como está.

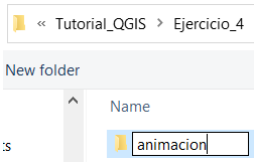
☐ En el apartado **Output directory**, haga **click** en el botón **elipsis…**  .

☐ En la forma **Select Directory form Animation Frames**, **asegúrese** que está en el folder o directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**.

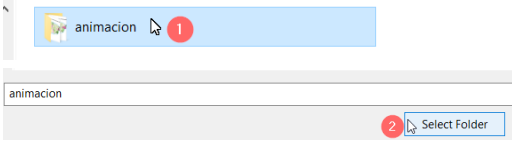
☐ **Haga right click en** el **espacio en blanco** y **escoja las opciones New > Folder**.



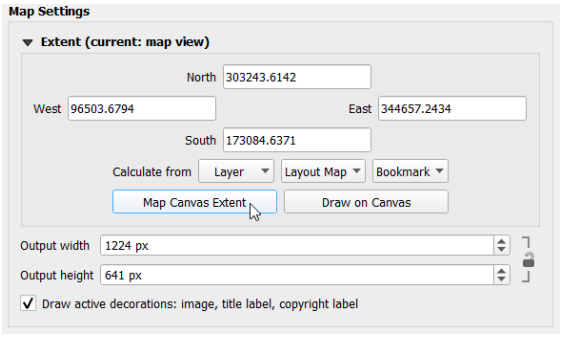
☐ Póngale el nombre **animación** a este nuevo folder.



☐ Haga **click** encima del nombre **animación** y luego **click** en el botón **Select Folder**.



☐ En el apartado **Map Settings**, haga **click** en el botón **Map Canvas Extent**, para mantener la misma extensión de espacio que tiene el visor.



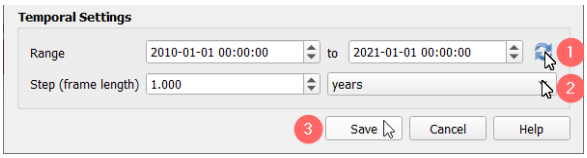
Estamos suponiendo que este incluye toda la isla desde el Municipio de Rincón hasta las islas de Vieques y Culebra. No debe incluir las islas de Mona ni Desecheo. Coteje con la composición de mapa de la página anterior.

☐ En la sección **Temporal Settings**,

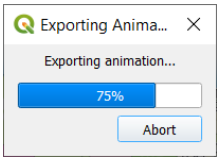
1: Haga **click** en el botón **Set to the time extent…** para que cubra todos los años de los cuales tenemos datos: 2010 a 2021

2: Escoja la opción **years**, **1.00 en Step (frame lenght)**

3: Haga **click** en el botón **Save** para generar las imágenes para cada año.



☐ Permita que termine el proceso para generar los archivos.



☐ Podrá ver el mensaje de exportación exitosamente.



La siguiente sección requiere el uso del programa GIMP para generar un archivo gif animado a partir de las imágenes que se generaron mediante la animación de QGIS.

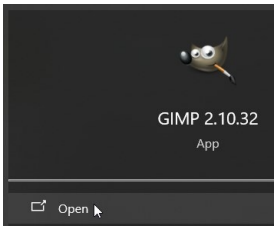
Generar un gif animado usando GIMP

Mediante el uso de las imágenes exportadas por la animación que vimos en QGIS, vamos a usar el programa GIMP para crear un archivo gif animado. Necesitaremos el programa GIMP, el cual es gratuito y de código libre. Es un programa poderoso para el manejo de imágenes, muy parecido a Adobe Photoshop. Para propósitos de este tutorial, vamos a dar por sentado que GIMP está instalado. Si no lo ha instalado, tómese un tiempo para descargarlo e instalarlo desde https://www.gimp.org/downloads/.

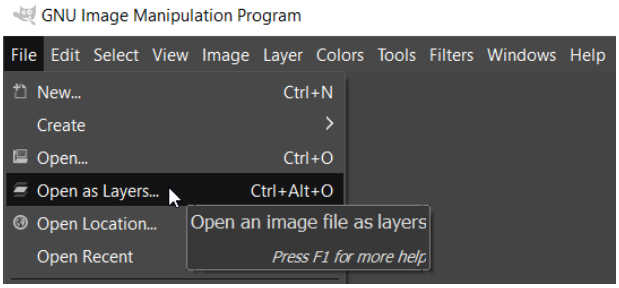
☐ Abra una sesión de GIMP. En la caja de texto **Search** de MS Windows, escriba **gimp**



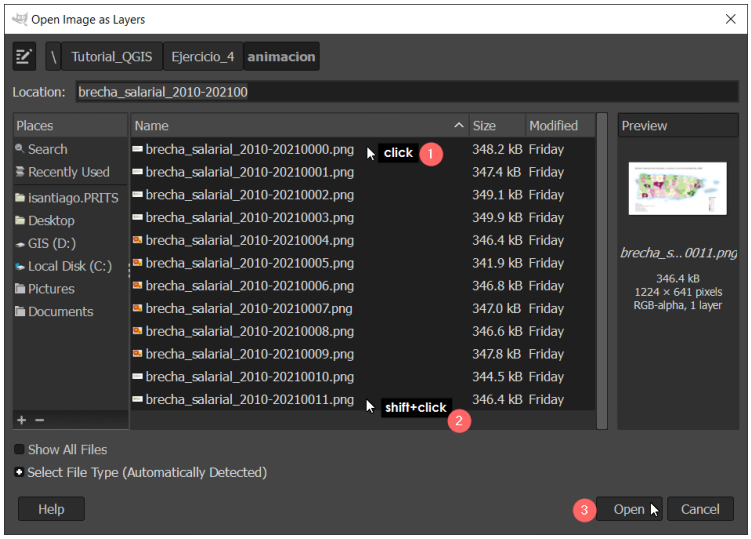
☐ Haga **click** en el botón **Open** que aparecerá bajo el icono de la aplicación GIMP



☐ Vaya al **menú principal de GIMP** y escoja **Open as Layers…** para abrir las imágenes que QGIS generó para hacer la animación de la sección pasada.

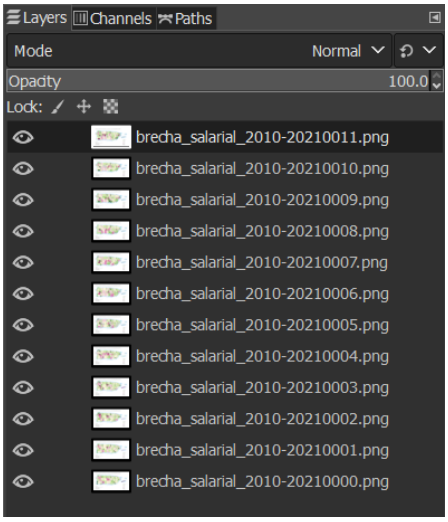


☐ En la forma **Open Image as Layers**, entre en el folder **Tutorial_QGIS\Ejercicio_4\animación** y **escoja click en el primero y luego shift+click en el último archivo de la lista.**
Luego haga **click** en el botón **Open**.

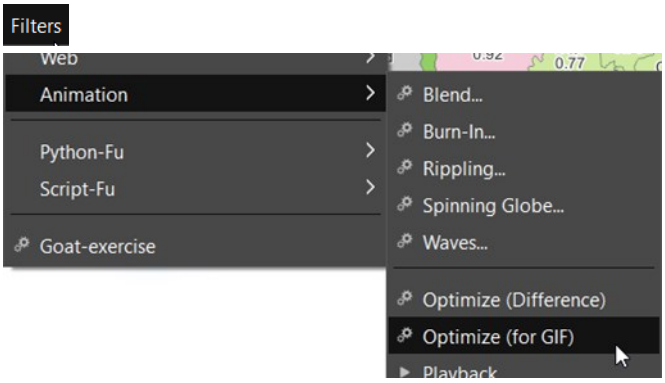


Es importante que los archivos estén en **orden alfabético ascendente** para que las imágenes estén en el orden de años. De lo contrario, la animación no tendrá la secuencia correcta.

☐ Espere que GIMP importe todos los archivos. Cada uno se convertirá en un layer.



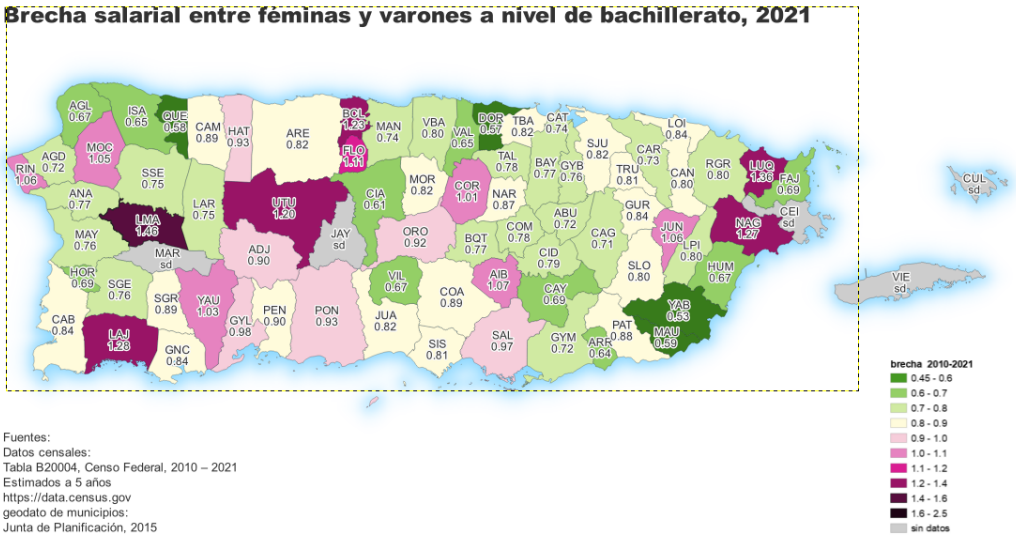
☐ Optimizaremos los layers para generar luego el gif animado. Vaya al **menú principal** y escoja **Filters > Animation > Optimize for GIF**



☐ **Espere** que termine el proceso:



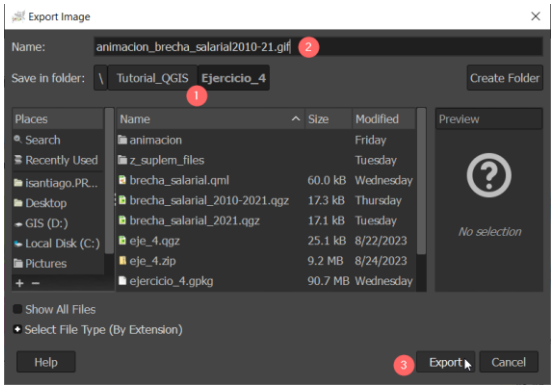
☐ Verá una ***caja con línea entrecortada*** que corta el contenido. **Déjela así** y continuemos.



Vamos a exportar esta imagen GIMP con todos sus layers a un archivo gif animado.

☐ Vaya al **menú principal** y escoja **File > Export As…**

☐ En la forma **Export Image**,



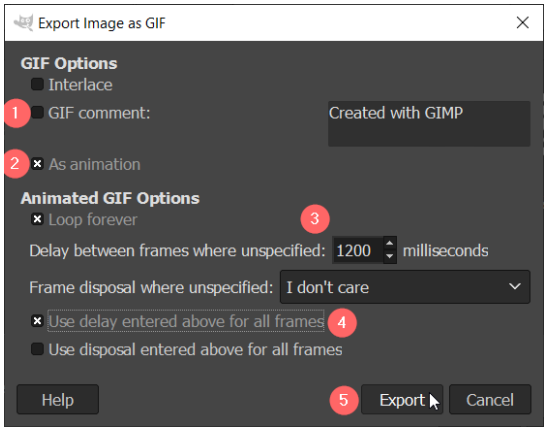
☐ Haga **click en Local Disk (C:),** luego en **Tutorial_QGIS,** luego en el folder **Ejercicio_4**

☐ **Escriba** el nombre del archivo **animación_brecha_salarial2010-21.gif**

Es importante **remover** cualquier extensión de nombre ***png*** u otra que aparezca.

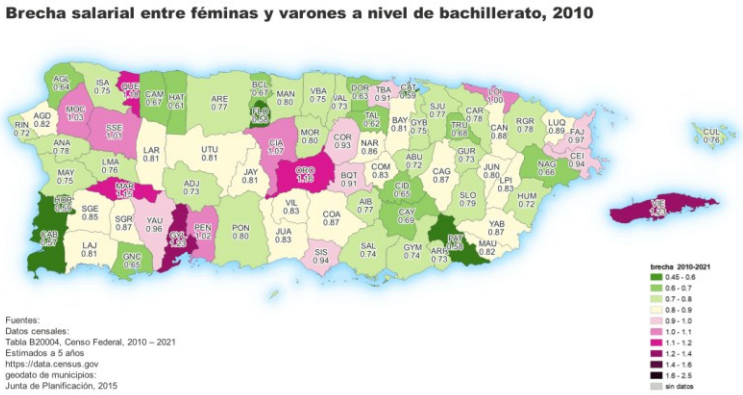
☐ Haga **click** en el botón **Export**.

☐ En la forma **Export Image as GIF**:



- ☐ Haga **uncheck** en la opción **GIF comment** para deshabilitarlo.
- ☐ Haga **check** en la opción **As animation**.
- ☐ En la caja de texto **Delay between frames where unspecified:**, **escriba 1200**
- ☐ Haga **check** en la opción **Use Delay entered above for all frames**.
- ☐ Haga **click** en el botón **Export**.

- ☐ Espere que termine el proceso de exportación.
- ☐ Localice el nuevo archivo **animación_brecha_salarial2010-21.gif** dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**
- ☐ Haga **doble click** encima del archivo listado y espere que abra la interfaz del programa **Photos** de **Microsoft** para la animación.



- ☐ **Guarde este proyecto QGIS** con el **nombre brecha_salarial_2010-2021.qgz**. .
- ☐ **Cierre** la sesión de **QGIS**.

En la próxima práctica, usaremos algunas funciones de **geoprocesamiento** con aplicación medioambiental.

Preguntas

1. Pareo de tablas (join): Indique cuáles son las condiciones necesarias para parear tablas. (p 133)

_____
_____

2.¿Cómo relacionamos las gradaciones de intensidad de los valores en el mapa? (p 138-9)

_____
_____

Referencias

Datos censales: http://data.census.gov/

Gender pay gap, US
Women's Earnings Lower in Most Occupations, (2018)
https://www.census.gov/library/stories/2018/05/gender-pay-gap-in-finance-sales.html, recuperado en julio 31, 2025

College degree widens gender earnings gap: Among the Educated, Women Earn 74 Cents for Every Dollar Men Make, (2019) https://www.census.gov/library/stories/2019/05/college-degree-widens-gender-earnings-gap.html, recuperado en julio 31, 2025.

Spouses Report Earnings Differently When Wives Earn More,(2018)
https://www.census.gov/library/stories/2018/07/wives-earning-more-than-husbands.html, recuperado en julio 31, 2025.

National Women's Law Center, A Window Into the Wage Gap: What's Behind It and How to Close It (2023), https://nwlc.org/resource/wage-gap-explainer/, recuperado en julio 31, 2025.

Why the gender pay gap persists (and what we can do about it), (2019), https://www.washingtonpost.com/outlook/2019/05/14/why-gender-pay-gap-still-persists-what-we-can-do-about-it/?noredirect=on, recuperado en julio 31, 2025.

En Puerto Rico:

Ley de Igualdad Salarial de Puerto Rico (2017)
https://bvirtualogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/Sueldos/16-2017.pdf , recuperado en julio 31, 2025.

Caraballo-Cueto, J., Segarra, E., **Can Gender Disparities Persist in the First Country with a Negative Gender Pay Gap?** Universidad de Puerto Rico, (2017), https://www.researchgate.net/publication/319311645_Can_Gender_Disparities_Persist_in_the_First_Country_with_a_Negative_Gender_Pay_Gap, recuperado en julio 31, 2025.

5A Geoprocesamiento en QGIS

Tópicos de esta sección:

5A Geoprocesamiento en QGIS 180
Consideraciones antes de comenzar geoprocesamiento 182
Descargar los datos para esta parte 182
Modelo *Simple Features* del Open Geospatial Consortium 183
Dimensión de las geometrías 184
Interior, contorno y exterior de las geometrías 184
Predicados para las relaciones topológicas 184
5A-1: Proximidad, área de influencia (buffer zone) 185
Hacer conexión a la base de datos SpatiaLite 186
Hacer conexión al servidor de geodatos de la Oficina de Gerencia y Presupuesto: Transmisión de datos usando protocolo Web Feature Service (WFS) 187
Usar el panel Processing Toolbox: Select within a distance 191
5A-2: Intersección geométrica usando algoritmos de GRASS-GIS y el plugin Group Stats 194
Traer geodato de barrios del municipio de Arroyo 196
Traer geodato de uso de suelos, 1977 197
v.overlay (GRASS-GIS): ejecutar intersección geométrica 198
Añadir una columna para registrar el área en cuerdas que ocupan los usos de suelo 201
Hacer cómputo de área en cuerdas en la nueva columna 203
Resumir área de uso de suelos por barrio (Pivot Table) 203
5A-3: Dissolve: Agregar áreas contiguas con datos iguales: Diferencias entre modelos OGC y topología en GRASS 207
Función Aggregate para generalizar datos 208
Exportar el geodato temporal a la base de datos GeoPackage 215
Cambiar el nombre de un campo 216
Asignar una definición de colores (simbología) a partir una tabla de simbología GeoPackage 217
5A-4: Geoprocesamiento vectorial con GRASS 219
Preparar directorios Location y MAPSET desde GRASS 221
Por qué estamos creando otro mapset 226
Definir la región de cómputos g.region 227
Importar el layer de geología 228

Importar el layer de pendientes mayores o iguales a 50% 231
Cambiar la transparencia del layer 236
Unión geométrica en GRASS 237
Importar el layer de cubierta de terrenos usando WHERE condition SQL 239
Intersección geométrica 242
Exportar el layer GRASS a un layer GeoPackage 244
5A-5: Aplicación en biología: genética poblacional (Opcional) 247
Uso de geoalgoritmo Points layer from a table 249
Exportar las coordenadas como un shapefile con otro sistema de coordenadas (reproyección) 251

Para propósitos de este tutorial, cuando hablamos de *geoprocesos*, hablamos de *funciones* que utilizan datos para hacer un trabajo o producir resultados. Estos resultados pueden resultar en un nuevo geodato, en una tabla de atributos o incluso un listado ordenado.

Consideraciones antes de comenzar geoprocesamiento

Un artículo de la compañía Esri, describe el proceso de análisis o geoprocesamiento. En este artículo de 2018, la autora Suzanne Boden divide este proceso en cinco pasos fundamentales:

1. Establecer, **dar forma** clara **a la pregunta** o **problema**
2. **Explorar** y **preparar** los **datos**
3. **Analizar** cuáles serían los **métodos de geoprocesamiento** o herramientas **adecuadas** de análisis
4. **Llevar a cabo el proceso** con las herramientas o funciones escogidas
5. **Examinar** y **refinar** los **resultados**

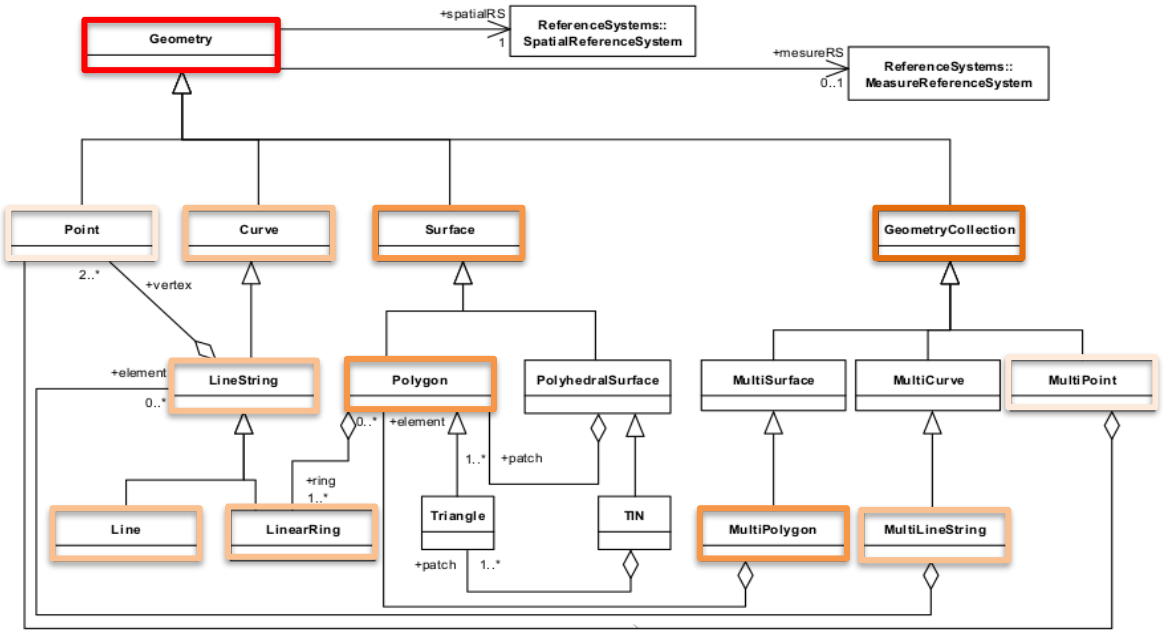
Descargar los datos para esta parte

- ☐ Para realizar estos ejercicios, deberá descargar el **banco de datos Geopackage** que contiene los datos necesarios (Ejercicio_5.zip) para esta primera parte.
- ☐ Descomprima este archivo zip en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**.

Modelo *Simple Features* del Open Geospatial Consortium

Muchos programados *open source* de manejo de datos geográficos utilizan este estándar para codificar y registrar las geometrías que se usarán para representar elementos geográficos y eventos localizables. QGIS hace uso de este estándar y es buena idea describir algunos aspectos de importancia. De esta manera, podremos entender mejor el comportamiento de éste y otros programas que adoptan este estándar.

El siguiente diagrama, extraído del documento OpenGIS® Implementation Standard for Geographic information - Simple feature access - Part 1: Common architecture, versión 1.2.1.145



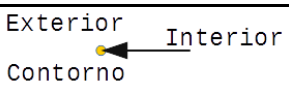
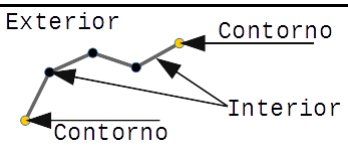
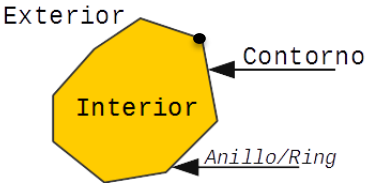
En este podemos notar las jerarquías de las geometrías. Las de arriba son las geometrías abstractas, *Geometry*, *Point*, *Curve*, *Surface*, *GeometryCollection*, de las cuales se derivan *LineString*, *Polygon*, *MultiPolygon*, *MultiLineString* y otras. QGIS y otros programas tipo *Desktop*, no leen directamente el tipo *GeometryCollection*, pero sí *MultiPolygon*, *MultiPoint* y *MultiLineString*.

Dimensión de las geometrías

Geometría	Dimensión
Punto, MultiPoint	0
Entidad lineal	1
Entidad superficial	2

Interior, contorno y exterior de las geometrías

Estas características de las geometrías nos ayudan a entender las relaciones espaciales y el uso de los operadores y predicados espaciales:

Point/Multi-Point		**Interior**	El mismo punto o puntos
		Contorno /Límite	Vacío
Line/Multi-Line		**Interior**	Puntos que no estén en los puntos del contorno: estos son los puntos de inicio y final
		Contorno /Límite	Puntos de inicio y final. **MultiLine**: puntos de contorno que estén en líneas componentes que sean *impares*
Polygon/Multi-Polygon		**Interior**	Puntos del interior de los anillos: **MultiPolygon**: Puntos del interior de los anillos
		Contorno /Límite	Conjunto de anillos exteriores e interiores

El **exterior** de estas geometrías estará compuesto por los puntos no situados ni en el interior ni el contorno.

Predicados para las relaciones topológicas

A continuación, una breve explicación de los predicados disponibles en QGIS. Tabla 3.

Predicado	Geometría: P: punto, L: polilínea, S: polígono	Condiciones
Equals	Todas	**A es igual a B** si: * la *relación topológica* entre estos es idéntica … aunque … * el número de vértices y la dirección de las líneas pueden ser diferentes
Disjoint	Todas	**A es desjunto de B** si: * los objetos no tienen ningún punto en común (interior o límite). (Este es el inverso de *Intersects*)

Touches	S/S, L/S, L/L, P/S, P/L	**A toca a B** si: * los límites (contornos) de los objetos tienen al menos un punto en común… y ... * si los interiores de ambos no tienen algún punto en común
Crosses	P/S,P/L,L/S,L/L	**A cruza a B** si: * los interiores de los objetos tienen al menos un punto en común … pero … * no todos en común … y … * si la dimensión de la intersección de los interiores es *inferior* a la dimensión máxima de los objetos A y B (no aplica a PP, SS)
Within	Todas	**A está dentro de B** si: * todo punto de A es un punto de B … y … * si los interiores tienen al menos algún punto en común … * (ningún punto de A está en el exterior de B) * (inverso de *Contains*)
Contains	Todas	**A contiene a B** si: * todo punto de B es un punto de A … y … * si los interiores tienen al menos algún punto en común * (ningún punto de B está en el exterior de A) * (inverso de *Within*)
Overlaps	S/S,L/L,P/P	**A solapa a B** si a la vez: * A y B tienen la misma dimensión (no aplica a P/L, P/S, L/S) … * A y B tienen puntos en común… pero no todos … * La intersección de los interiores de A y B tiene la misma dimensión que A y B
Intersects	Todas	**A interseca a B** si: * A y B tienen al menos un punto en común (interior o límite) * (Inverso de *Disjoint*)
Covers	Todas	**A cubre a B** si: * ningún punto de B está en el exterior de A * todo punto de B es un punto de A Compárese con *Contains*
CoveredBy	Todas	**A está cubierto por B** si: * ningún punto de A está en el exterior de B * todo punto de A es un punto de B Compárese con *Within*
***Relate (AB, DE-9IM Pattern Matrix)**	Todas	* **Explica la relación espacial de A y de B** mediante la aplicación del modelo **DE9IM**. * Permite la generalización de los predicados espaciales para **98 relaciones topológicas**

*Relate se puede usar solo desde consultas SQL espaciales a la base de datos o a través del DB Manager de QGIS.

5A-1: Proximidad, área de influencia (buffer zone)

Estos son ejemplos de situaciones en las cuales podemos usar funciones de distancia para contestar preguntas:

1. ***Cuáles y cuántas*** gomeras (lugares para instalación de neumáticos) ***están a 300 metros*** a ambos lados **de** la carretera PR-111. Esta es la carretera que va desde el Municipio de Aguadilla, en el noroeste hasta el Municipio de Utuado en el centro-oeste.
2. ***Cuántas personas*** viven ***a 400 metros de la estación*** de Tren Urbano "Las Lomas" en San Juan.
3. ***Cuántas*** son las instalaciones con tanques soterrados de almacenamiento de combustible que estén ***a 100 metros de una escuela*** en el Municipio de San Sebastián.

Etcétera…

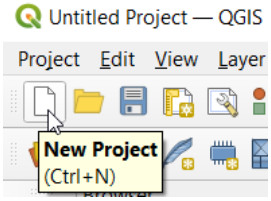
Realizaremos el ejemplo 1:

Cuáles y **cuántas gomeras** (lugares dedicados a la instalación y manejo de neumáticos) están a **300 metros** a ambos lados de la carretera **PR-111**.

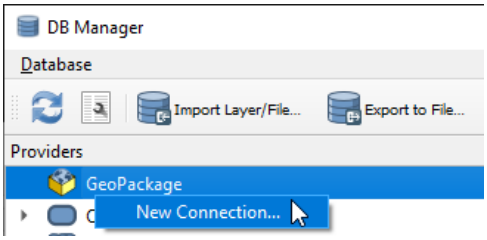
Hacer conexión a la base de datos SpatiaLite

En una **nueva sesión**/*project* de QGIS, **deberá hacer una conexión a la base de datos para el ejercicio 5**. Se trata del archivo zip que descargó y descomprimió dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5.**

☐ Abra una nueva sesión o **New Project** de **QGIS**

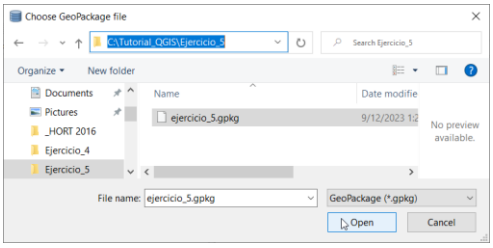


☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Database** > **DB Manager,** o use el botón  .



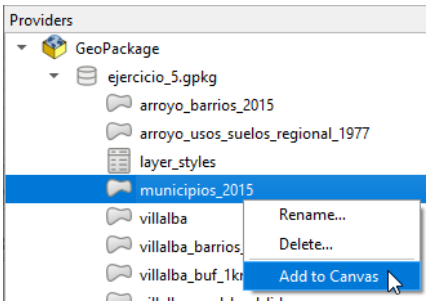
☐ Haga **right click** en el ítem **GeoPackage** y escoja la opción **New Connection.**

☐ Navegue hasta llegar al folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**.



☐ **Escoja** el archivo **Ejercicio_5.gpkg**.

☐ Haga **click** en el botón **Open**.

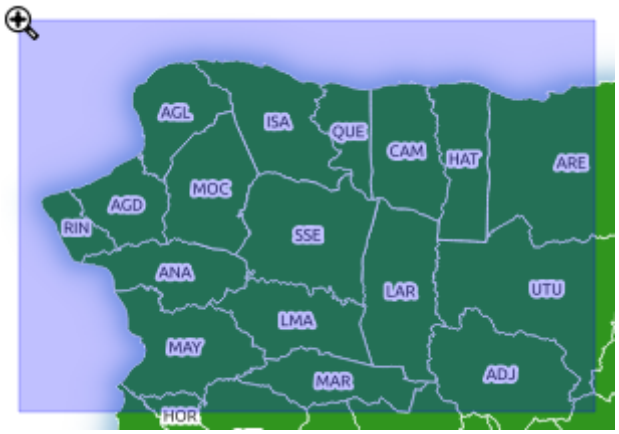


- ☐ Expanda el nodo de la nueva conexión a la base de datos **ejercicio_5.gpkg**.
- ☐ Haga **right click** en la tabla/layer **municipios_2015** y escoja la opción **Add to canvas**.

- ☐ **Cierre** la forma **DB Manager**.

La carretera **PR-111** va desde los municipios de Aguadilla hasta Utuado.

- ☐ Acérquese al área mediante **zoom in** haciendo **un cuadro** como este:



Hacer conexión al servidor de geodatos de la Oficina de Gerencia y Presupuesto: Transmisión de datos usando protocolo Web Feature Service (WFS)

Para traer el geodato de **carreteras de la Autoridad de Carreteras**, use una conexión web feature service **WFS**. Este le traerá el geodato que escoja, con sus coordenadas y atributos, de una lista de geodatos publicada en nuestro servidor GIS mediante el programa Geoserver.

- ☐ En QGIS haga **click** en el botón **Add WFS Layer**. Localizado al lado izquierdo de la interfaz, dentro del Manage Layers Toolbar



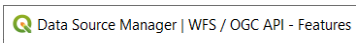
Aparecerá la forma **Add WFS Layer from a Server**.

- ☐ Haga una **nueva conexión** usando el botón **New**.

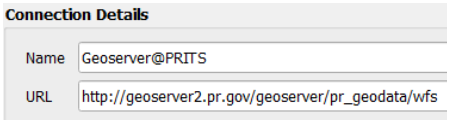


¿Qué es WFS?
Web Feature Service: Es una interfaz estandarizada de transmisión de datos geográficos. Utiliza el lenguaje GML, derivado de XML.

Aparecerá la forma **Data Source Manager | WFS**



- ☐ En el apartado **Connection details**:

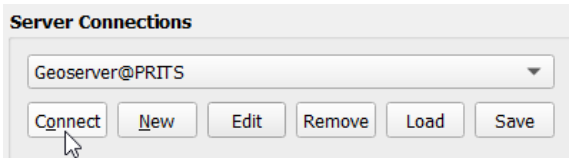


- ☐ En la caja de texto **Name**, escriba **Geoserver@PRITS**.
- ☐ En la caja de texto **URL**, escriba **http://geoserver2.pr.gov/geoserver/pr_geodata/wfs**

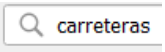
- ☐ Haga **click** en el botón **OK**. Es todo lo que necesita por el momento.
- ☐ De vuelta a la forma **Data Source Manager | WFS**, escoja **Geoserver@PRITS** del combo box



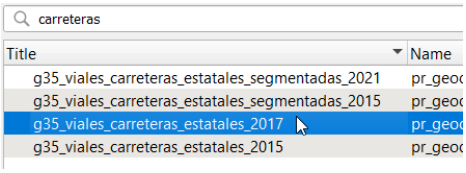
- ☐ Haga **click** en el botón **Connect**



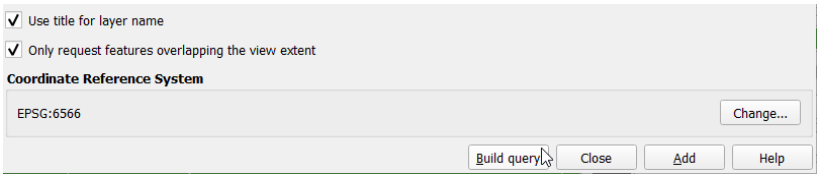
- ☐ En la caja de texto **Filter**, escriba **carreteras**



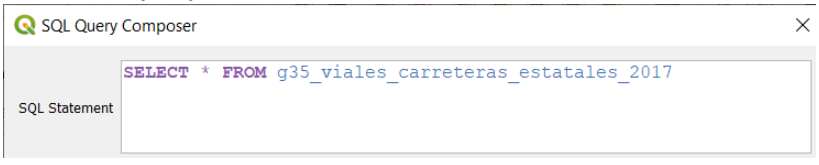
- ☐ **Escoja** el geodato **g35_viales_carreteras_estatales_2017**.



- ☐ Abajo en esta forma, haga **click** en el botón **Build query.** Usaremos estas instrucciones para **traer solamente la** carretera **PR-111**.



Aparecerá la forma **SQL query composer** . Esta forma sirve para filtrar la extracción de datos desde el servidor que publica datos mediante WFS.



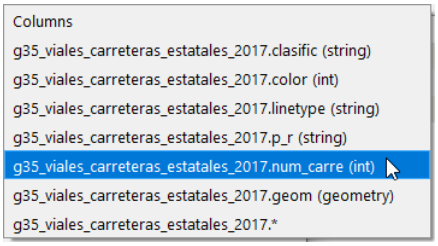
Verá escrita parte de la consulta SQL para extraer los datos.

Lo que falta es **ubicarse en la caja de texto *Where***, la cual sirve para **insertar** el **nombre de la columna** y la **condición (filtro)**.

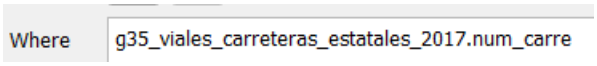
- ☐ Haga **click *dentro*** de la caja de texto **Where**.



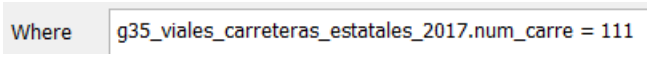
- ☐ Para insertar el nombre de la columna de este geodato, vaya al combo box **Columns** que está bajo el apartado **Data**:
- ☐ Escoja la columna **g35_viales_carreteras_estatales_2017.num_carre (int)**



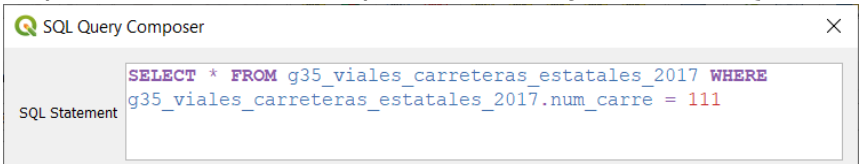
- ☐ Deberá aparecer el nombre completo del geodato y la columna en la caja de texto **Where**



- ☐ Inmediatamente **después** del nombre **de** la columna **num_carre**, **escriba =111**

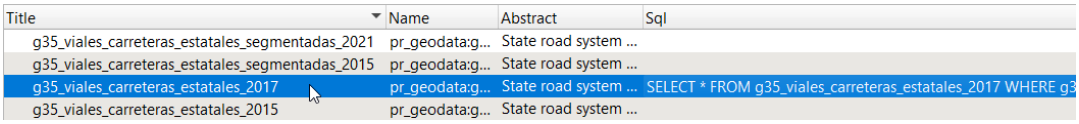


Así debe aparecer la consulta completada en la caja de texto **SQL statement**



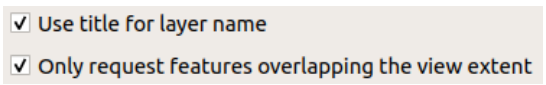
- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

La consulta SQL deberá aparecer en la forma **Add WFS Layer from a Server**, en la sección SQL:



De vuelta a la forma Data Source Manager,

- ☐ Haga **check** en las **opciones**:
  - ☐ **Use title for layer name**. Esto acortará el nombre del layer, usando solo el título
  - ☐ **Only request features overlapping the view extent**. Esto sirve para traer datos solamente dentro de la extensión territorial en el visor.



Note el sistema de referencia espacial **EPSG:6566**. (State Plane Lambert Conformal Conic **NAD83(2011)**. Este es el Sistema de Referencia Oficial adoptado por agencias gubernamentales.

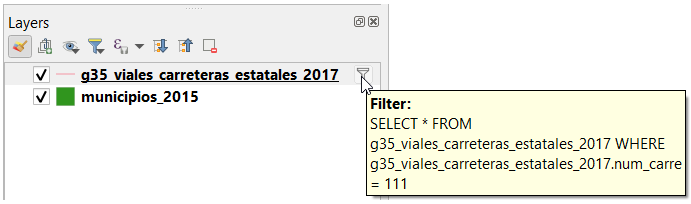


- ☐ Presione el botón **Add** en la forma **Add WFS layer from a Server**

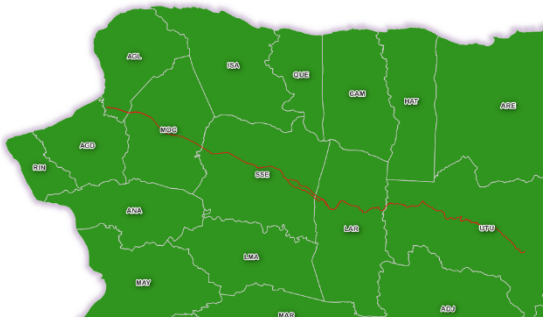


- ☐ Cierre la forma **Data Source Manager**.

Aparecerá el **nuevo layer WFS** en el panel **Layers**. Podrá ver que QGIS asigna un **icono de filtro** a este layer para hacer saber que **es un layer basado en un subconjunto de los datos** de carreteras.



Es posible que el nuevo layer de carretera PR-111 no se note mucho. Depende del color que QGIS le asigne por defecto.



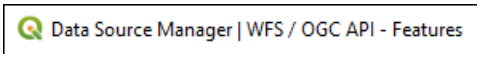
El geodato lineal de carreteras estatales deberá verse más o menos así: (solo la carretera *PR-111*). Esta es la carretera que va desde Utuado hasta la costa noroeste en Aguadilla.
Esta es una ruta que se utilizó en el siglo XIX para el transporte del café desde Utuado hacia el puerto de Aguadilla

Ahora necesitará buscar el geodato de lugares de **venta** e **instalación** de ***gomas*** (**neumáticos**).
Repita el proceso de añadir un layer WFS tal como lo hizo para el geodato de carreteras.

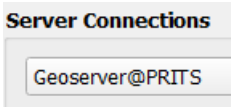
- ☐ **Presione** el botón **Add WFS Layer**:



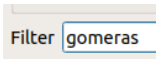
Aparecerá la forma **Data Source Manager | WFS**.



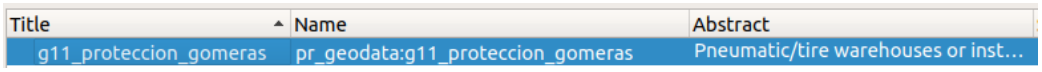
- ☐ Ya hizo la conexión anteriormente, por lo tanto, solo necesita escoger **Geoserver@PRITS** del combo box:



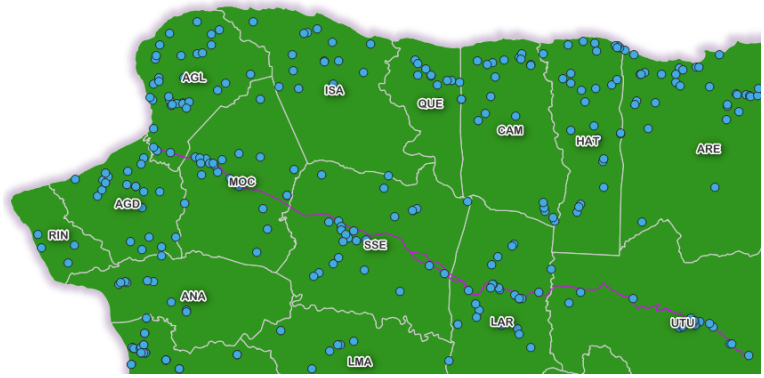
- ☐ En **Filter**, escriba: **gomeras** y presione **Enter**. Esto hará que aparezca solo el geodato llamado **g11_proteccion_gomeras**



- ☐ Selecciónelo haciendo **click** encima del geodato **g11_protección_gomeras**



- ☐ Presione el botón **Add** para traer el geodato a QGIS.
- ☐ Cierre la forma **Data Source Manager**.



Así debe verse más o menos el mapa con la carretera **PR-111** y las *gomeras* (lugares para instalación y manejo de neumáticos): La diferencia debe estar en la simbología…

En la próxima sección, vamos a **establecer** el **umbral o área de influencia (buffer)** con **radio/distancia** de **300 metros** alrededor de la carretera **PR-111**.

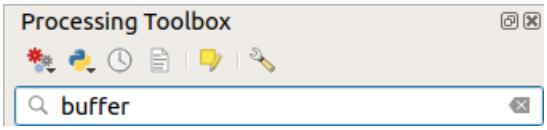
Usar el panel Processing Toolbox: Select within a distance

QGIS provee múltiples algoritmos de geoprocesamiento, tanto para geodatos vectoriales como matriciales (ráster). Estos incluyen los que trae QGIS, los de GDAL/OGR, SAGA y los de GRASS. En esta parte vamos a hacer una búsqueda/selección por distancia.

- ☐ Para este propósito vaya al **menú principal** y escoja **Processing > Toolbox**

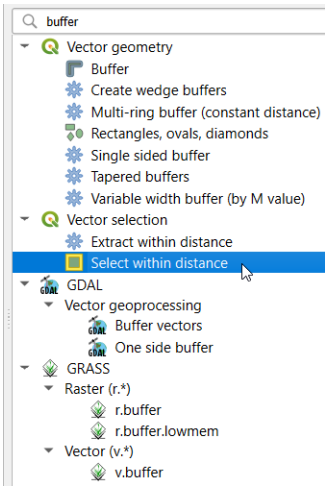


- ☐ Aparecerá el panel **Processing Toolbox**. En la caja de texto escriba **buffer**.



Aparecerán varios algoritmos ***relacionados*** a la tarea **Buffer**.

- ☐ Escogeremos la herramienta **Select within distance**, bajo los *geoalgoritmos* **Vector selection** de QGIS.

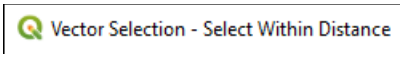


Algunos de estos algoritmos funcionan con datos ráster. En esta parte, los datos que estamos usando son vectoriales (puntos, líneas, áreas). En esta ocasión vamos a hacer una selección basada en distancia.

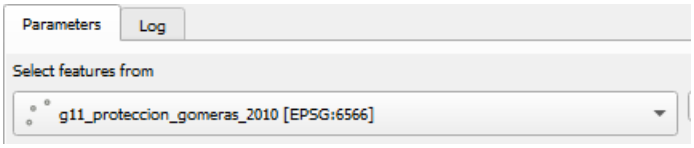
Usaremos la función **Select within distance**.

☐ Haga **doble click** en el ítem **Select within a distance**.

Aparecerá la forma **Vector Selection - Select within a distance**



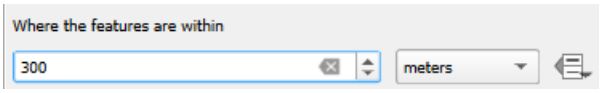
☐ En el tab **Parameters**, vaya a la sección **Select features from** y escoja el layer **g11_protección_gomeras_2010**:



☐ En la sección **By comparing to the features from**, escoja el layer de la PR-111: **g35_viales_carreteras_estatales_2017**.



☐ En el apartado **Where the features are within**, escriba **300**. Recuerde que las unidades de medida están en **metros**.



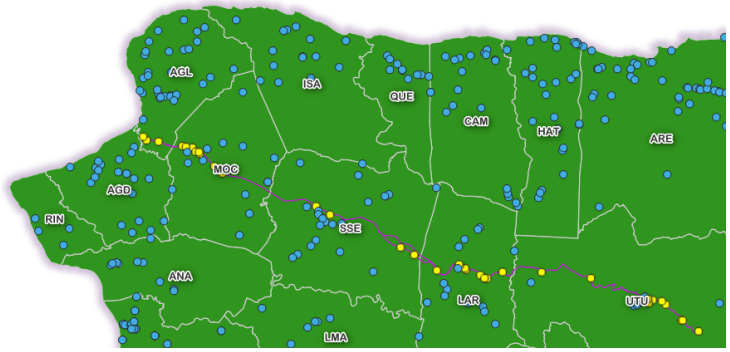
☐ En la sección **Modify current selection by**, mantenga la opción **creating new selection**, ya que vamos a hacer una nueva selección.



☐ Presione el botón **Run** para realizar la búsqueda y selección de establecimientos "gomeras".

☐ **Cierre** la forma **Select within a distance**.

Así se verá la selección geográfica en el visor de QGIS. Los **puntos seleccionados** están en **amarillo brillante**.



En la parte inferior izquierda de la interfaz de QGIS aparecerá el número de elementos seleccionados:

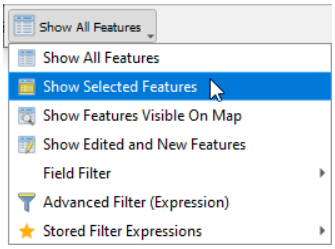
36 feature(s) selected on layer g11_proteccion_gomeras.

☐ Haga **click en** el layer **g11_protección_gomeras_2010**. **Abra** la **tabla** de **atributos** del geodato de **gomeras**.

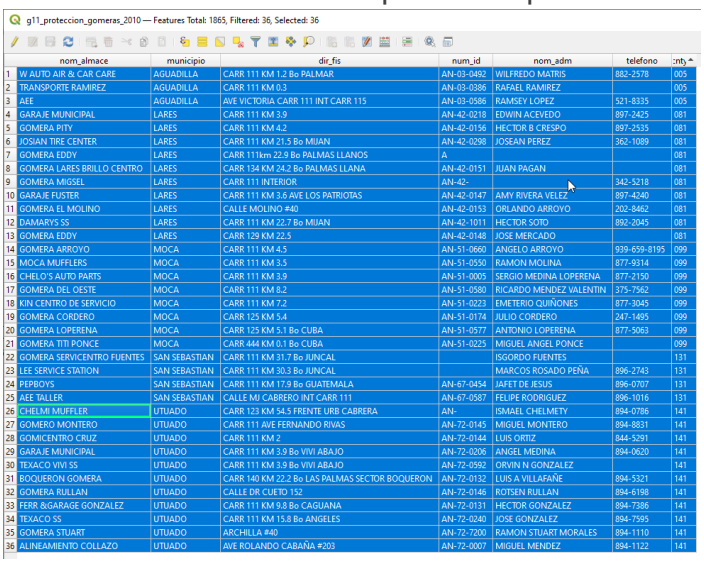
Notará que la barra de título muestra el número de elementos seleccionados (**36** de **1865**).

g11_proteccion_gomeras_2010 — Features Total: 1865, Filtered: 1865, Selected: 36

☐ **Para ver solamente los récords seleccionados**, use la opción **Show selected features** localizada en el combo box del **botón de opciones para mostrar récords** en la esquina inferior izquierda de la tabla.



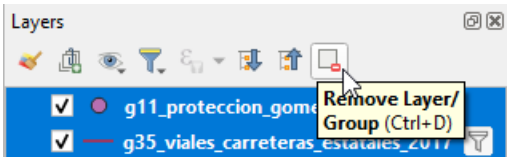
Estos son los 36 récords ordenados por municipio:



g11_proteccion_gomeras_2010 — Features Total: 1865, Filtered: 36, Selected: 36

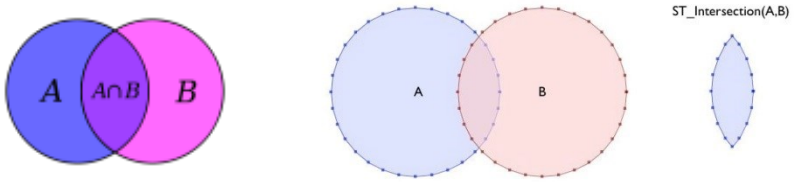
	nom_almace	municipio	dir_fis	num_id	nom_adm	telefono	cnty
1	W AUTO AIR & CAR CARE	AGUADILLA	CARR 111 KM 1.2 Bo PALMAR	AN-03-0492	WILFREDO MATRIS	882-2578	005
2	TRANSPORTE RAMIREZ	AGUADILLA	CARR 111 KM 0.3	AN-03-0386	RAFAEL RAMIREZ		005
3	AEE	AGUADILLA	AVE VICTORIA CARR 111 INT CARR 115	AN-03-0586	RAMSEY LOPEZ	521-8335	005
4	GARAJE MUNICIPAL	LARES	CARR 111 KM 3.9	AN-42-0218	EDWIN ACEVEDO	897-2425	081
5	GOMERA PITY	LARES	CARR 111 KM 4.2	AN-42-0156	HECTOR B CRESPO	897-2535	081
6	JOSIAN TIRE CENTER	LARES	CARR 111 KM 21.5 Bo MIJAN	AN-42-0298	JOSEAN PEREZ	362-1089	081
7	GOMERA EDDY	LARES	CARR 111km 22.9 Bo PALMAS LLANOS	A			081
8	GOMERA LARES BRILLO CENTRO	LARES	CARR 134 KM 24.2 Bo PALMAS LLANA	AN-42-0151	JUAN PAGAN		081
9	GOMERA MIGSEL	LARES	CARR 111 INTERIOR	AN-42-		342-5218	081
10	GARAJE FUSTER	LARES	CARR 111 KM 3.6 AVE LOS PATRIOTAS	AN-42-0147	AMY RIVERA VELEZ	897-4240	081
11	GOMERA EL MOLINO	LARES	CALLE MOLINO #40	AN-42-0153	ORLANDO ARROYO	202-8462	081
12	DAMARYS SS	LARES	CARR 111 KM 22.7 Bo MIJAN	AN-42-1011	HECTOR SOTO	892-2045	081
13	GOMERA EDDY	LARES	CARR 129 KM 22.5	AN-42-0148	JOSE MERCADO		081
14	GOMERA ARROYO	MOCA	CARR 111 KM 4.5	AN-51-0660	ANGELO ARROYO	939-659-8195	099
15	MOCA MUFFLERS	MOCA	CARR 111 KM 3.5	AN-51-0550	RAMON MOLINA	877-9314	099
16	CHELO'S AUTO PARTS	MOCA	CARR 111 KM 3.9	AN-51-0005	SERGIO MEDINA LOPERENA	877-2150	099
17	GOMERA DEL OESTE	MOCA	CARR 111 KM 8.2	AN-51-0580	RICARDO MENDEZ VALENTIN	375-7562	099
18	KIN CENTRO DE SERVICIO	MOCA	CARR 111 KM 7.2	AN-51-0223	EMETERIO QUIÑONES	877-3045	099
19	GOMERA CORDERO	MOCA	CARR 125 KM 5.4	AN-51-0174	JULIO CORDERO	247-1495	099
20	GOMERA LOPERENA	MOCA	CARR 125 KM 5.1 Bo CUBA	AN-51-0577	ANTONIO LOPERENA	877-5063	099
21	GOMERA TITI PONCE	MOCA	CARR 444 KM 0.1 Bo CUBA	AN-51-0225	MIGUEL ANGEL PONCE		099
22	GOMERA SERVICENTRO FUENTES	SAN SEBASTIAN	CARR 111 KM 31.7 Bo JUNCAL		ISGORDO FUENTES		131
23	LEE SERVICE STATION	SAN SEBASTIAN	CARR 111 KM 30.3 Bo JUNCAL		MARCOS ROSADO PEÑA	896-2743	131
24	PEPBOYS	SAN SEBASTIAN	CARR 111 KM 17.9 Bo GUATEMALA	AN-67-0454	JAFET DE JESUS	896-0707	131
25	AEE TALLER	SAN SEBASTIAN	CALLE MJ CABRERO INT CARR 111	AN-67-0587	FELIPE RODRIGUEZ	896-1016	131
26	CHELMI MUFFLER	UTUADO	CARR 123 KM 54.5 FRENTE URB CABRERA	AN-	ISMAEL CHELMETY	894-0786	141
27	GOMERO MONTERO	UTUADO	CARR 111 AVE FERNANDO RIVAS	AN-72-0145	MIGUEL MONTERO	894-8831	141
28	GOMICENTRO CRUZ	UTUADO	CARR 111 KM 2	AN-72-0144	LUIS ORTIZ	844-5291	141
29	GARAJE MUNICIPAL	UTUADO	CARR 111 KM 3.9 Bo VIVI ABAJO	AN-72-0206	ANGEL MEDINA	894-0620	141
30	TEXACO VIVI SS	UTUADO	CARR 111 KM 3.9 Bo VIVI ABAJO	AN-72-0592	ORVIN N GONZALEZ		141
31	BOQUERON GOMERA	UTUADO	CARR 140 KM 22.2 Bo LAS PALMAS SECTOR BOQUERON	AN-72-0132	LUIS A VILLAFAÑE	894-5321	141
32	GOMERA RULLAN	UTUADO	CALLE DR CUETO 152	AN-72-0146	ROTSEN RULLAN	894-6198	141
33	FERR &GARAGE GONZALEZ	UTUADO	CARR 111 KM 9.8 Bo CAGUANA	AN-72-0131	HECTOR GONZALEZ	894-7386	141
34	TEXACO SS	UTUADO	CARR 111 KM 15.8 Bo ANGELES	AN-72-0240	JOSE GONZALEZ	894-7595	141
35	GOMERA STUART	UTUADO	ARCHILLA #40	AN-72-7200	RAMON STUART MORALES	894-1110	141
36	ALINEAMIENTO COLLAZO	UTUADO	AVE ROLANDO CABAÑA #203	AN-72-0007	MIGUEL MENDEZ	894-1122	141

- ☐ **Cierre** la tabla.
- ☐ **Quite los layers g11_proteccion_gomeras y g35_viales_carreteras_estatales_2017**. **Mantenga** solamente el geodato **municipios_2015**. Seleccione (**click**) en los layers y **presione** en el botón **Remove Layer / Group**



5A-2: Intersección geométrica usando algoritmos de GRASS-GIS y el plugin Group Stats

La intersección devuelve la geometría de la zona de coincidencia entre dos o más geodatos.



Suele usarse **para extraer áreas que intersecan y** a la vez **preservar los atributos de la zona de coincidencia entre ambos geodatos**. Por ejemplo:

1. Hacer un listado de cuáles son los *tipos de suelos* por barrio en un municipio, por ejemplo, el Municipio de Arroyo.
2. Cuáles son las carreteras estatales que están en las diferentes zonas de susceptibilidad a deslizamientos
3. Cuál es la población en zonas inundables (esto requerirá además usar interpolación areal)

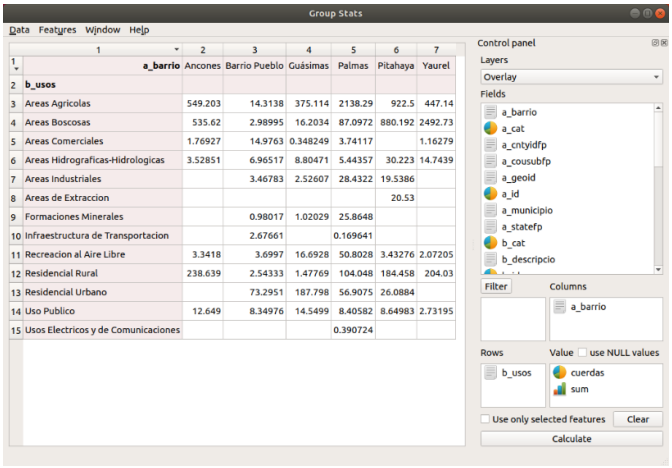
4. Conocer las diferentes reglamentaciones de suelo en la zona del carso y áreas de rocas calizas.
5. **Cuáles fueron los *usos de suelos* registrados en 1977 en los barrios del Municipio de Arroyo**

Haremos el **ejemplo número 5**
Cuáles fueron los usos de suelos registrados en 1977 en los barrios del Municipio de Arroyo.

Para este **ejercicio** necesitará **instalar** el **plugin Group Stats**.

Este plugin es útil para organizar y visualizar los datos por categorías. Es equivalente a una *pívot table* de MS Excel o LibreOffice Calc. Además, permite seleccionar por celda o categorías y provee para ver estas selecciones en el visor de QGIS.

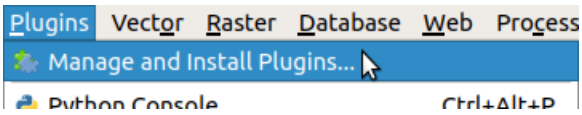
> Los **plugins** o *complementos* proveen herramientas útiles y son desarrollados de manera independiente por colaboradores que desean resolver algún problema y lo comparten con otros.

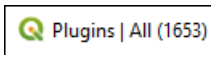


	a_barrio	Ancones	Barrio Pueblo	Guásimas	Palmas	Pitahaya	Yaurel
2	b_usos						
3	Areas Agricolas	549.203	14.3138	375.114	2138.29	922.5	447.14
4	Areas Boscosas	535.62	2.98995	16.2034	87.0972	880.192	2492.73
5	Areas Comerciales	1.76927	14.9763	0.348249	3.74117		1.16279
6	Areas Hidrograficas-Hidrologicas	3.52851	6.96517	8.80471	5.44357	30.223	14.7439
7	Areas Industriales		3.46783	2.52607	28.4322	19.5386	
8	Areas de Extraccion					20.53	
9	Formaciones Minerales		0.98017	1.02029	25.8648		
10	Infraestructura de Transportacion		2.67661		0.169641		
11	Recreacion al Aire Libre	3.3418	3.6997	16.6928	50.8028	3.43276	2.07205
12	Residencial Rural	238.639	2.54333	1.47769	104.048	184.458	204.03
13	Residencial Urbano		73.2951	187.798	56.9075	26.0884	
14	Uso Publico	12.649	8.34976	14.5499	8.40582	8.64983	2.73195
15	Usos Electricos y de Comunicaciones				0.390724		

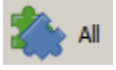
En esta figura estamos viendo una tabla *pívot* con un desglose por barrio y tipo de uso de suelo: **sumas de área (en cuerdas) ocupada por usos de suelo** (1977) **para cada barrio del Municipio de Arroyo** (ubicado en la costa sursureste de Puerto Rico). Algo que le podrían añadir a este pívot table sería el cómputo de subtotales por fila y por columna, aunque esto puede hacerse fácilmente en LibreOffice Calc o en Excel.

☐ Comencemos por **instalar el plugin**. Vaya al **menú principal** y **escoja Plugins > Manage and Install Plugins**

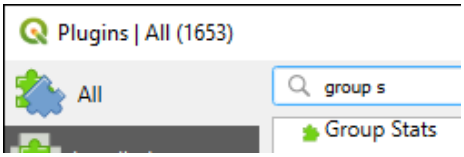


Aparecerá la forma **Plugins**. 

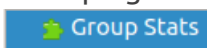
☐ A la izquierda de esta forma, haga **click** en el ítem **All**.



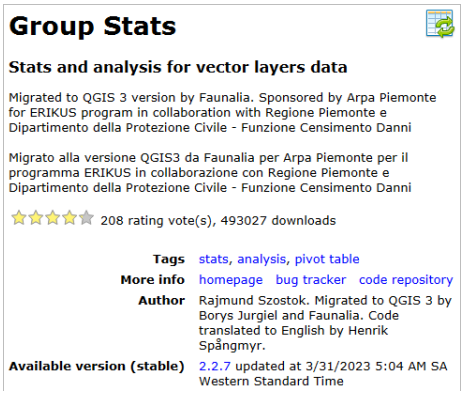
☐ En la caja de texto **Search**, escriba **group s**.



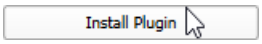
Aparecerá el plugin **Group Stats**.



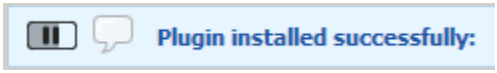
☐ Haga **click** en este ítem para que le muestre una descripción corta de este plugin: (visto en septiembre 13, 2023)



☐ Presione el botón **Install Plugin**.



☐ Espere que termine la instalación.



☐ Cuando está instalado, **aparecerá** una marca **check** al lado del nombre del plugin:

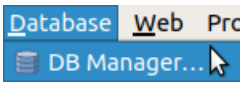


☐ Presione el botón **Close** para cerrar la forma **Plugins**.

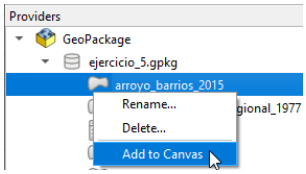
Traer geodato de barrios del municipio de Arroyo

Traiga el **geodato de barrios del Municipio de Arroyo** usando la **conexión** a la base de datos **ejercicio_5.gpkg**.

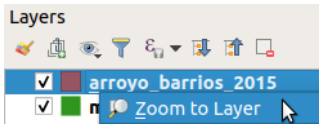
☐ Vaya a la interfaz **DB Manager**



y expanda el nodo del archivo **ejercicio_5.gpkg**.

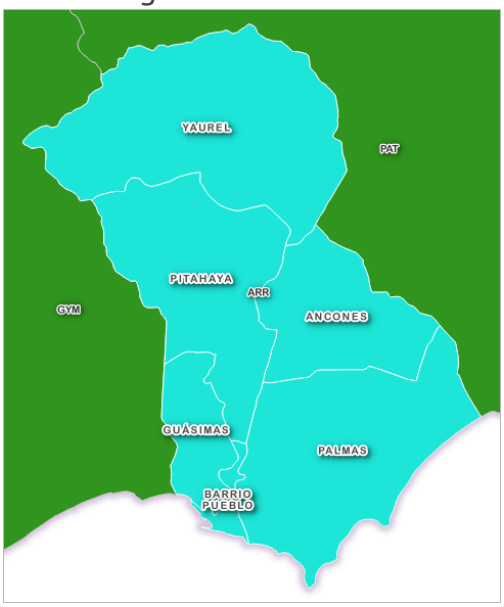


☐ Haga **right click** encima del layer/tabla **arroyo_barrios_2015** y escoja la opción **Add to canvas**.



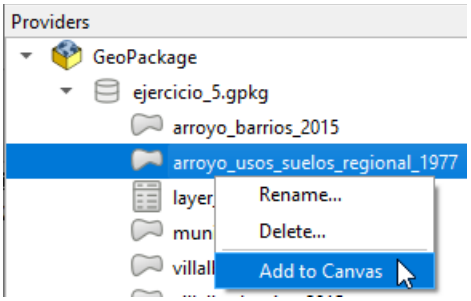
☐ En la tabla de contenido de QGIS, haga **right click** en el layer **arroyo_barrios_2015** y escoja **Zoom to layer**

Así debe verse el geodato de barrios del Municipio de Arroyo.



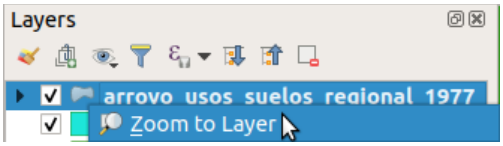
Traer geodato de uso de suelos, 1977

Traiga este geodato usando el **DB Manager** yendo al **menú principal** > **Database > DB Manager**



☐ Haga **right click** encima del layer/tabla **arroyo_usos_suelos_regional_1977**

☐ Escoja la opción **Add to canvas**.



☐ En la tabla de contenido de QGIS, haga **right click** en el layer **arroyo_usos_suelos_regional_1977**

☐ Escoja la opción **Zoom to layer**

Este layer tiene 30% de transparencia para que pueda ver el layer de barrios y el de municipios.



☐ Así debe verse la tabla de atributos geodato regional de usos del suelo, 1977:

arroyo_usos_suelos_regional_1977 — Features Total: 1218, Filtered: 1218, Selected: 0

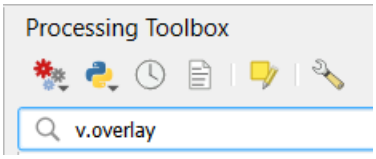
	fid	lucode	tipo	descripcio	usos
1	1	1210	Fb	Arboleda Densa de Mediana Altura y Copa Pequena	Areas Boscosas
2	2	1340	Wr	Rio, Canal	Areas Hidrograficas-Hidrologicas
3	3	1185	Ax	Pastos	Areas Agricolas
4	4	1185	Ax	Pastos	Areas Agricolas
5	5	1340	Wr	Rio, Canal	Areas Hidrograficas-Hidrologicas
6	6	1185	Ax	Pastos	Areas Agricolas
7	7	1185	Ax	Pastos	Areas Agricolas
8	8	1210	Fb	Arboleda Densa de Mediana	Areas Boscosas

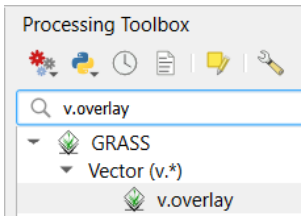
v.overlay (GRASS-GIS): ejecutar intersección geométrica

Continuando, ahora podemos usar la función de ***Intersección geométrica***. De esta manera, podremos **integrar los datos de usos de suelos, 1977 en la tabla de atributos del geodatos de barrios de Arroyo**.

¿Por qué usaremos *v.overlay* en lugar de otros geoalgoritmos que hacen una intersección? Esta herramienta es parte de los geoalgoritmos de **GRASS**-GIS. La ventaja de v.overlay es la **integridad de la geometría de salida**. GRASS utiliza de manera análoga al modelo de **cluster tolerance** en el geoprocesamiento que usaba Esri ArcInfo. **Tolerancia** en este caso significa un *umbral de distancia*. Dentro de este umbral de distancia, cualquier vértice encontrado será consolidado "*snapped*" y tratado como uno solo. Los umbrales de distancia que el usuario debe especificar (tolerance) varían según la escala de compilación: mientras más detallado haya sido construido el geodato, (escalas grandes, 1:100, 1:1,000, 1:5,000) menor deberá ser el umbral y viceversa. Veremos esto más adelante, cuando usemos v.overlay.

☐ En el panel **Processing Toolbox** que debe tener aún visible desde la tarea anterior en la caja de texto ***Search*** escriba la palabra ***v.overlay.***

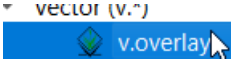




Podrá notar que QGIS le hará disponible el geoalgoritmo ***v.overlay*** del programa GRASS. El plugin GRASS nos permite utilizar módulos (geoalgoritmos) de GRASS sin necesidad de abrir el programa.

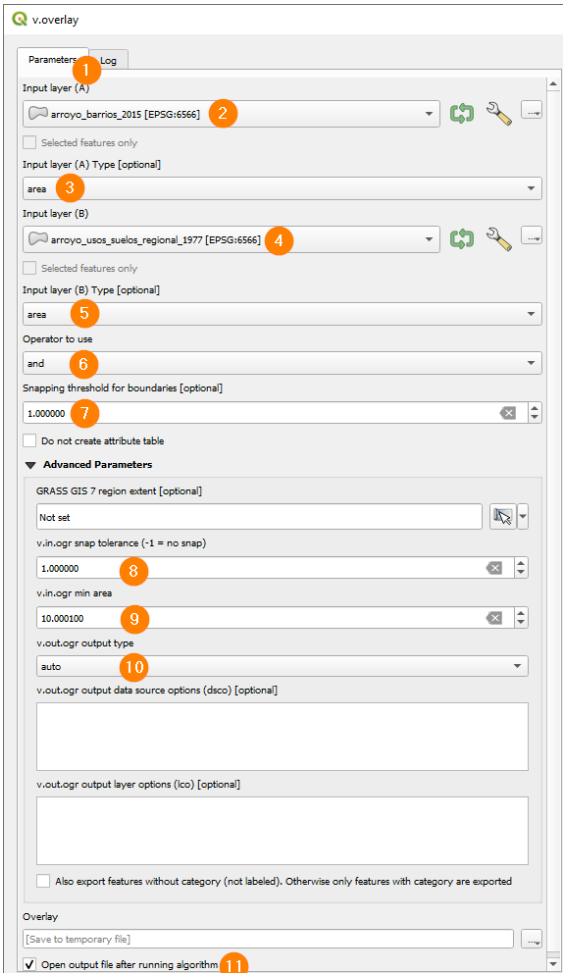
Recuerde que vamos a intersecar geometrías; esto nos **devolverá solamente las áreas en común que solapan**. Además, uniremos las tablas de ambos geodatos para las áreas comunes. Lo que esté fuera del Municipio no se guardará en el resultado.

☐ Haga doble click en la función-geoalgoritmo v.overlay.



Aparecerá la forma **v.overlay – Overlay two vector maps**

☐ Siga los siguientes pasos:



1: Mantenga activo el tab **Parameters**

2: En la sección **Input Layer (A)**, escoja el layer ***arroyo_barrios_2015***

3: **Input Layer (A) Type**: **area**

4: **Input Layer (B)**, escoja el layer ***arroyo_usos_suelos_regional_1977***

5: **Input Layer (B) Type: area**

6: **Operator to use:** escoja **and**

Expanda el nodo Advanced Parameters

7: **Snapping threshold for boundaries [optional] escriba 1.0**

8: **Click** en botón triángulo **Advanced parameters y en v.in.ogr snap tolerance: escriba 1.0**

9: **v.out.ogr min area: escriba 10.000**

10: **v.out.ogr output type:** mantenga opción **auto**

11: **Mantener check** en opción **Open output file after running algorithm**. El resultado será un

☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el algoritmo **v.overlay**.

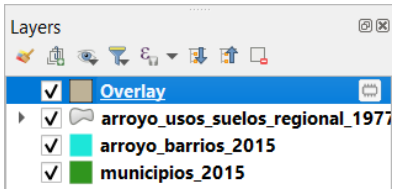
☐ **Espere** los resultados.

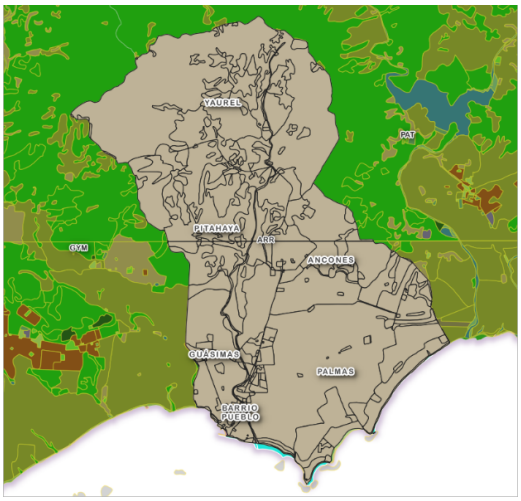
```
Loading resulting layers
Algorithm 'v.overlay' finished
```

☐ **Cierre** la forma **v.overlay**.

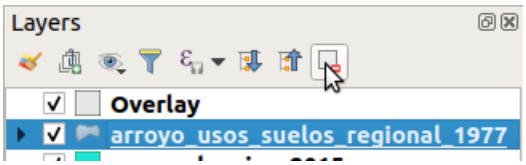
Los **parámetros Snapping threshold for boundaries**, **v.in.org snap tolerance** y **v.in.ogr min area** están todos relacionados al **concepto de tolerancia** en el análisis de sobreimposición (**overlay analysis**).	
Precedencia	El input **layer (A) será el primario** y **no sufrirá modificaciones significativas**. El **layer B estará sujeto a los cambios** que puedan ocurrir durante el proceso de overlay.
Snapping threshold for boundaries.	Distancia umbral para que los bordes que están demasiado cercanos no generen sliver polygons “astillas”.
v.in.ogr snap tolerance	Distancia umbral para que los vértices que estén dentro de esta sean consolidados.
v.in.ogr min area	Hace un post proceso en el cual eliminará áreas menores que el umbral especificado por el usuario.

Al final de este proceso deberá aparecer el nuevo *geodato temporal "**Overlay**"* en el visor y en la tabla de contenido.

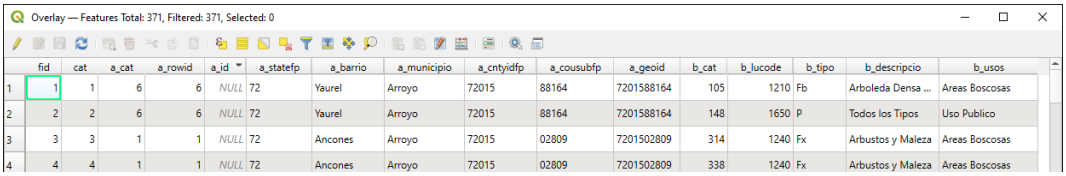




☐ Remueva ***el geodato regional*** de **usos de suelo, 1977** haciendo **click** en el botón **Remove Layer**:



☐ Inspeccione la tabla de atributos del nuevo geodato. **Active** el archivo temporal **Overlay** y haga **click** en el botón **Open Attribute Table**.



	fid	cat	a_cat	a_rowid	a_id	a_statefp	a_barrio	a_municipio	a_cntyidfp	a_cousubfp	a_geoid	b_cat	b_lucode	b_tipo	b_descripcio	b_usos
1	1	1	6	6	NULL	72	Yaurel	Arroyo	72015	88164	7201588164	105	1210	Fb	Arboleda Densa ...	Areas Boscosas
2	2	2	6	6	NULL	72	Yaurel	Arroyo	72015	88164	7201588164	148	1650	P	Todos los Tipos	Uso Publico
3	3	3	1	1	NULL	72	Ancones	Arroyo	72015	02809	7201502809	314	1240	Fx	Arbustos y Maleza	Areas Boscosas
4	4	4	1	1	NULL	72	Ancones	Arroyo	72015	02809	7201502809	338	1240	Fx	Arbustos y Maleza	Areas Boscosas

La tabla no tiene un campo llamado área. Este campo es opcional. El área está implícita bajo la función *$area*. Esto lo veremos en la próxima sección.

Añadir una columna para registrar el área en cuerdas que ocupan los usos de suelo

Ya que tiene la tabla de atributos activada…

☐ En la tabla, haga **click** en el botón de ***modo de edición*** **Toggle edit mode**.

Aparecerá la interfaz de calculadora de campos, en la cual podrá modificar los valores de los campos.

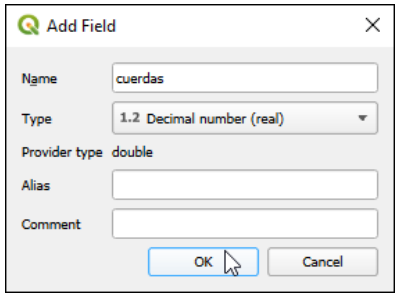


Vamos a calcular el área en la nueva columna para inspeccionar los resultados del proceso de overlay.

- ☐ Use el botón **New field** para añadir una columna.



- ☐ Aparecerá la forma **Add field**

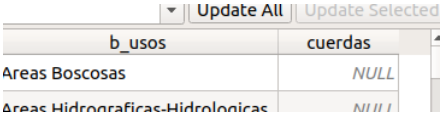


Name: escriba: **cuerdas**
Comment: puede escribir **área en cuerdas**
Type: escoja de la lista a **Decimal number (double)**

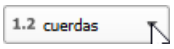
LUEGO CALCULAREMOS LAS CUERDAS ahora usaremos este campo para explorar los tamaños de las áreas.

- ☐ Presione **OK** para añadir esta columna.

Aparecerá la nueva columna **cuerdas** con **NULL** en cada récord.



- ☐ Haga click en el botón combo box para escoger el campo cuerdas.

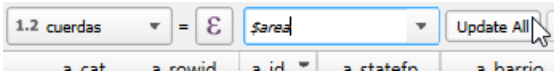


- ☐ En la **caja de texto** para escribir **expresiones**, escriba **$area**

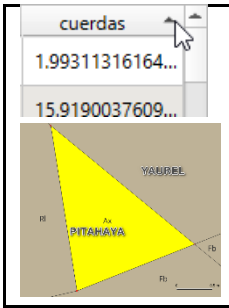


QGIS muestra la expresión en bastardilla (italic).
Si la sintaxis es incorrecta, aparecerá en rojo.

- ☐ Asegúrese de que su tabla se vea como esta figura.
Si está **igual a la figura**, haga **click** en el botón **Update All**.



- ☐ Haga **click** en el **botón header** de la **columna cuerdas**. (recuerde que todavía no son cuerdas sino metros cuadrados porque esta es la unidad del sistema de referencia espacial del geodato.



¿Por qué hay un área de 1.993… metros cuadrados (no cuerdas), si explícitamente escribimos no retener áreas menores de 10 metros antes de correr el geoproceso v.overlay?

Es posible que tenga que ver con la **precedencia** en v.overlay. Para no alterar la geometría del geodato A (barrios) es posible que se haya quedado este polígono sin eliminar.

Vamos a calcular el **área** en **cuerdas** de cada elemento geométrico de área del geodato.

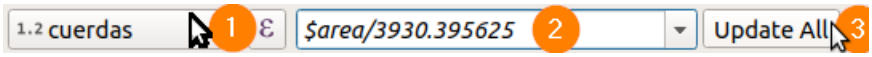
Hacer cómputo de área en cuerdas en la nueva columna

Nuestra unidad de área para el geodato es el **metro cuadrado**. Vamos a calcular los valores de **cuerdas** para cada récord.

1 cuerda = **3930.395625** metros cuadrados

Para calcular valores, usaremos la herramienta **Field calculator bar**.

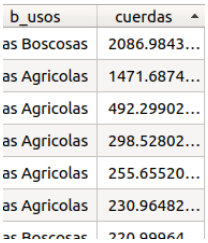
- ☐ Seleccione el campo **cuerdas** dentro del drop-down list (lista de campos).
- ☐ En la **caja de texto** a la derecha, escriba la función **$area** seguido del signo de división y el factor de conversión.



$area / 3930.395625

- ☐ Para calcular todos los récords de la tabla, presione el botón 

Update All
- ☐ Haga **dos clicks** en la cabecera *header* del campo **cuerdas** y verá los valores calculados en **orden descendente**.



b_usos	cuerdas
as Boscosas	2086.9843...
as Agricolas	1471.6874...
as Agricolas	492.29902...
as Agricolas	298.52802...
as Agricolas	255.65520...
as Agricolas	230.96482...
as Boscosas	220.99864...

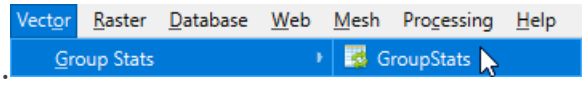
Más adelante pasaremos a sumarlos usando el complemento *plugin* ***Group Stats***, agregando valores para resumir uso de suelo por bario en el Municipio.

- ☐ Guarde su trabajo, **presione** el botón  **Save edits** para guardar los cambios.
- ☐ Presione el botón  **Toggle editing mode** para **cerrar** la **sesión de edición de la tabla**.
- ☐ **Cierre** la tabla.

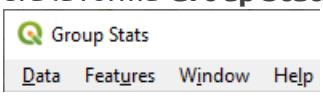
Resumir área de uso de suelos por barrio (Pivot Table)

Usaremos el plugin **Group Stats** para esta parte. Este funciona como las ***tablas pívot*** en MS Excel, Access y LibreOffice Calc.

- ☐ Ya que lo ha instalado anteriormente, vaya al **menú principal** y escoja **Vector > Group Stats > Group Stats.**



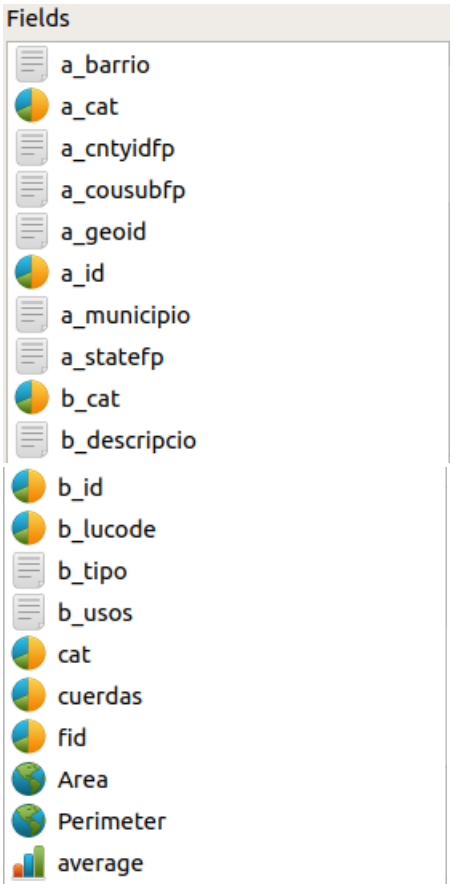
Aparecerá la forma **Group Stats**:



☐ En la sección **Control Panel,** vaya al apartado **Layers**, y asegúrese que está usando el ***geodato temporal*** **Overlay**:



☐ En **Fields**, tome un momento para distinguir los campos.



Campos/Fields:
Numéricos: **a_cat**, **b_cat**, **b_id**, **b_lucode, cuerdas** se identifican como tales con un **ícono de** diagrama ***pie chart***.

Texto, tales como a_**barrio**, **a_cntyidfp**, **a_geoid, a_id, a_statefp, b_tipo, b_usos** aparecen con un **icono de *documento***.

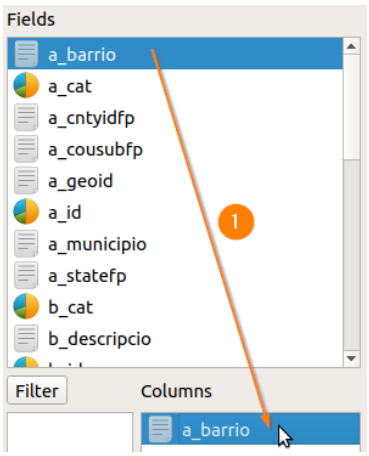
Geometría (***Area***, ***Perimeter***) aparecen con icono de **globo terráqueo**.
Funciones matemáticas y de **agregación de datos** (average, sum, …) aparecen con **iconos en forma de gráfica de barras**.

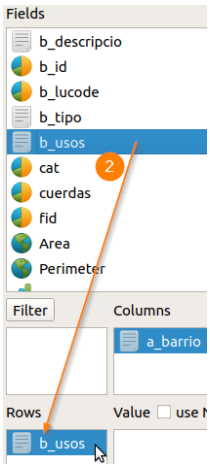
Preparemos la forma para el proceso. Vamos a hacer que **cada barrio tenga una columna**.

☐ En el apartado (caja) **Columns**, deberá poner el campo **Barrio**. Siga los siguientes pasos:

1: **Arrastre** el campo **a_barrio** de la lista en **Fields**, dentro de la caja **Columns**

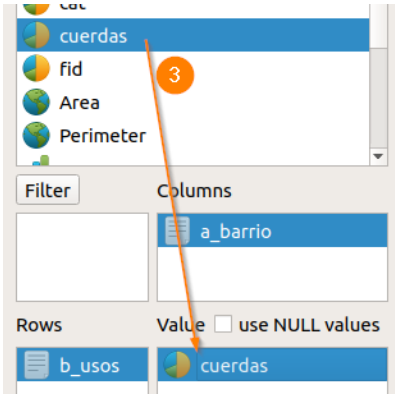
2: **Arrastre** ahora el campo **b_usos** en la lista **Fields**, dentro del apartado (caja) **Rows**

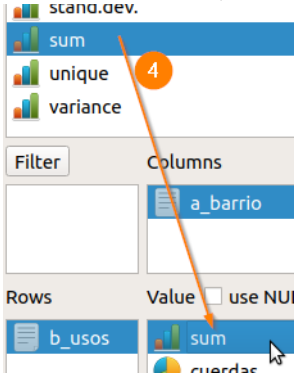




3: **Arrastre** el campo **cuerdas** dentro del apartado (caja) **Value**

4: **Arrastre la función Sum**, en la lista **Fields**, dentro de la caja **Value**, debajo del campo **cuerdas**. Con esto, vamos a resumir la superficie (área) de los usos de suelo en cuerdas, mediante sumatoria.

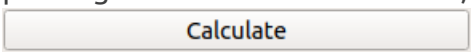




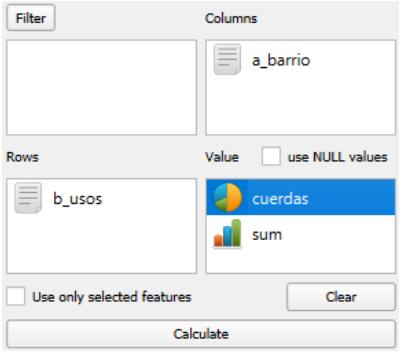
☐ **No** haga check en la opción **Use only selected features**

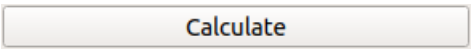


Notará que luego de añadir la función **sum**, **se activará** el botón **Calculate**.



Así deben quedar las opciones en el panel de control de esta función:

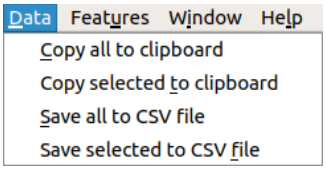


☐ Presione el botón **Calculate** 

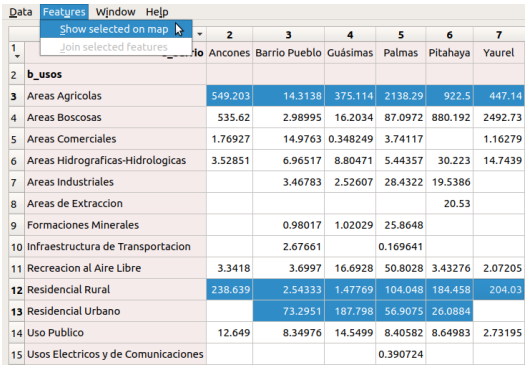
	1	2	3	4	5	6	7
1	a_barrio	Ancones	Barrio Pueblo	Guásimas	Palmas	Pitahaya	Yaurel
2	**b_usos**						
3	Areas Agricolas	549.203	14.3138	375.114	2138.29	922.5	447.14
4	Areas Boscosas	535.619	2.98995	16.2034	87.0972	880.192	2492.73
5	Areas Comerciales	1.76927	14.9763	0.348248	3.74118		1.16279
6	Areas Hidrograficas-Hidrologicas	3.52851	6.96517	8.8047	5.44357	30.223	14.7439
7	Areas Industriales		3.46783	2.52607	28.4322	19.5386	
8	Areas de Extraccion					20.53	
9	Formaciones Minerales		0.980171	1.02029	25.8648		
10	Infraestructura de Transportacion		2.67661		0.169641		
11	Recreacion al Aire Libre	3.3418	3.69971	16.6927	50.8028	3.43276	2.07205
12	Residencial Rural	238.64	2.54334	1.47769	104.048	184.458	204.03
13	Residencial Urbano		73.2951	187.798	56.9075	26.0884	
14	Uso Publico	12.649	8.34976	14.5499	8.40582	8.64983	2.73196
15	Usos Electricos y de Comunicaciones				0.390725		

A la izquierda de la interfaz **Group Stats**, aparecerá la tabla con los resúmenes de uso de suelo (sumatoria) del área o superficie ***en cuerdas*** por cada barrio del Municipio de Arroyo.
1 cuerda = 0.971 acres o 0.393 hectáreas

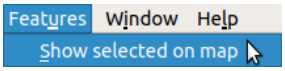
Esta tabla puede exportarse a formato csv para manipulaciones posteriores o para generar gráficas en Excel o Calc de Open Office.



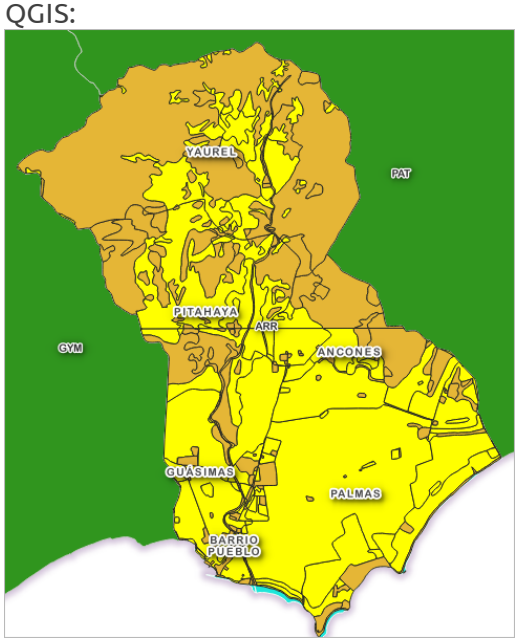
☐ Puede seleccionar celdas (ctrl+click) de esta tabla y verlas en el visor:
  ☐ Luego haga **click** en **Features > Show selected on map**



	1	2	3	4	5	6	7
1	…io	Ancones	Barrio Pueblo	Guásimas	Palmas	Pitahaya	Yaurel
2	**b_usos**						
3	Areas Agricolas	549.203	14.3138	375.114	2138.29	922.5	447.14
4	Areas Boscosas	535.62	2.98995	16.2034	87.0972	880.192	2492.73
5	Areas Comerciales	1.76927	14.9763	0.348249	3.74117		1.16279
6	Areas Hidrograficas-Hidrologicas	3.52851	6.96517	8.80471	5.44357	30.223	14.7439
7	Areas Industriales		3.46783	2.52607	28.4322	19.5386	
8	Areas de Extraccion					20.53	
9	Formaciones Minerales		0.98017	1.02029	25.8648		
10	Infraestructura de Transportacion		2.67661		0.169641		
11	Recreacion al Aire Libre	3.3418	3.6997	16.6928	50.8028	3.43276	2.07205
12	Residencial Rural	238.639	2.54333	1.47769	104.048	184.458	204.03
13	Residencial Urbano		73.2951	187.798	56.9075	26.0884	
14	Uso Publico	12.649	8.34976	14.5499	8.40582	8.64983	2.73195
15	Usos Electricos y de Comunicaciones				0.390724		



Áreas seleccionadas vistas en el visor de QGIS:



- ☐ **Descarte esta selección** haciendo **click** en el botón **Deselect features** .
- ☐ **Cierre** la forma **Group Stats**.

5A-3: Dissolve: Agregar áreas contiguas con datos iguales: Diferencias entre modelos OGC y topología en GRASS

Dissolve tiene como propósito agregar elementos (líneas o polígonos) contiguos con la misma característica en la tabla de atributos. En este ejemplo vamos a experimentar cómo un proceso me puede generar un geodato válido dentro de GRASS pero al mismo tiempo puede generar mensajes de error al correr otro geoproceso, basado en otro estándar como el Simple Features de la OGC.

Estos errores son tan comunes, que vale la pena recrearlos. El geodato Overlay es correcto dentro del modelo antiguo topológico de GRASS. Es un modelo sólido que no permite que áreas estén solapadas ni con líneas que sobresalgan, etc. Durante este proceso el algoritmo nos devolverá un mensaje de error de geometría no válida.

Utilizaremos el layer temporal **Overlay**, el cual usamos en sección de Group Stats.

- ☐ **Abra la tabla de atributos de** este geodato **Overlay**, haciendo **right-click encima** del layer y escogiendo **Open Attribute Table** .

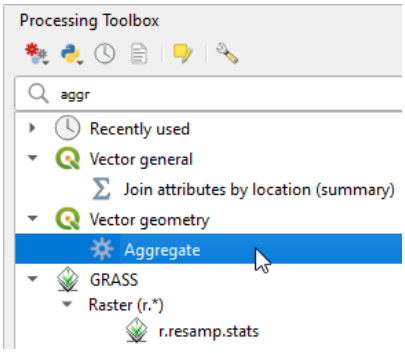
Note que el campo **b_usos** tiene *'Áreas Agrícolas'* repetido varias veces. En este caso, esto significa que *'Áreas Agrícolas'* incluye usos más específicos como Pastos, Caña, y otros.

lucode	b_tipo	b_descripcio	b_usos	cuerdas
1115	As	Cana	Areas Agric...	0.6749016...
1190	Ai	Agricultura...	Areas Agric...	179.65630...
1130	Ag	Cocos	Areas Agric...	5.4684346...
1185	Ax	Pastos	Areas Agric...	9.9371993...
1185	Ax	Pastos	Areas Agric...	5.4804222...
1185	Ax	Pastos	Areas Agric...	3.0804339...

Vamos a *generalizar* o agregar el geodato por usos generales, para *una clasificación menos detallada* de uso de suelos.

Función Aggregate para generalizar datos

☐ Para aplicar la función **Aggregate**, deberá ir al **panel Processing Toolbox** y en la caja de texto, escriba **agg**.



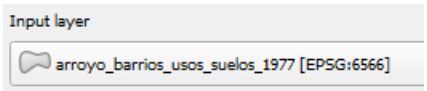
Este algoritmo nos da opciones tales como poder eliminar campos innecesarios y resumir datos en una sola función..

☐ Haga **doble click** en este algoritmo **Aggregate**, bajo ***Vector geometry***

Aparecerá la forma **Aggregate**



☐ En la sección **Input layer**, escoja el **geodato arroyo_barrios_usos_suelos_1977**.

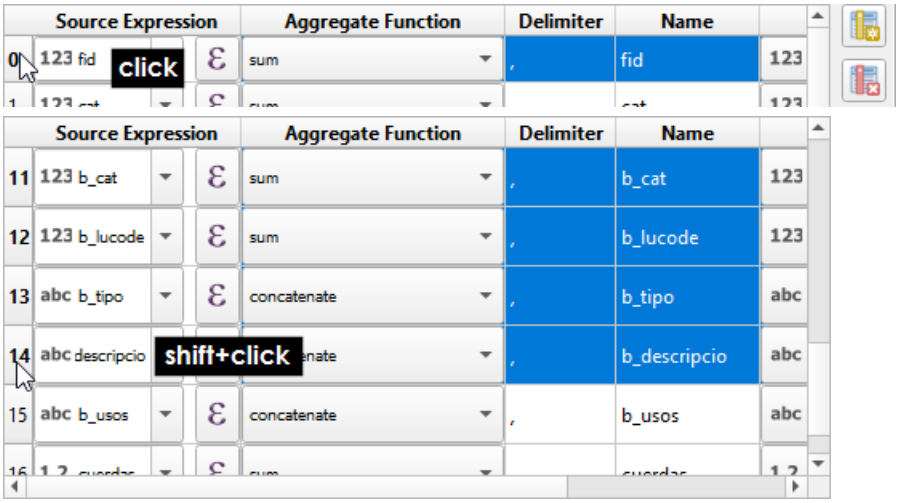


☐ En el apartado **Group by expression**, escoja el campo **b_usos**.

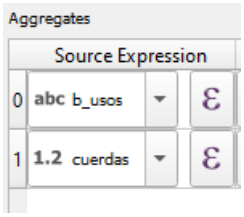
b_usos es el campo que vamos a usar como fuente para agregar (generalizar) los datos. Es un campo de descripción más abarcadora de uso de suelos. El campo "**descripcio**" tiene otros nombres más específicos de usos de suelo. En otras palabras, vamos desde más específico para entonces generalizar o agregar. Muchas veces es necesario hacer estos procesos cuando debemos calcular por áreas más abarcadoras, por ejemplo.

En la sección **Aggregates**, vamos a seleccionar primero los campos que vamos a borrar **EXCEPTO** los campos **b_usos** y **cuerdas**.

- ☐ Presione **shift+click** desde el campo **0** al campo **14**



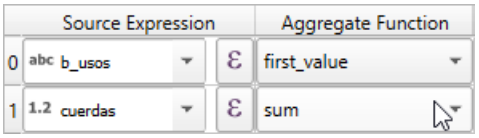
- ☐ **Una vez que los campos estén seleccionados (en azul)**, haga **click** en el botón **Delete selected field** para borrarlos.
- ☐ Solo deben quedar los campos **b_usos** y **cuerdas**.



- ☐ Bajo el botón drop down **Aggregate Function**, **cambie** la función **concatenate** del campo **b_usos** y escoja la función **first_value**.

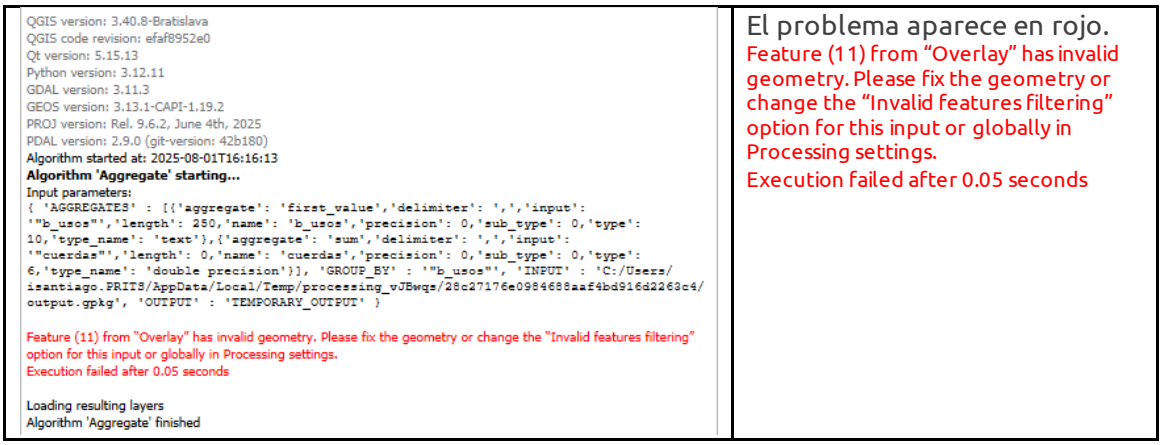


- ☐ En el caso del campo **cuerdas**, deje la función **sum**, ya que es precisamente lo que buscamos, la suma de áreas en cuerdas de todos los polígonos que componen un determinado uso.



- ☐ Deje el resto de las opciones como están y haga **click** en el botón **Run**.

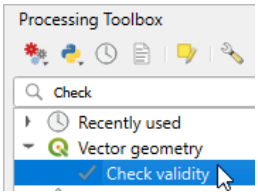
Verá el **mensaje de error** de la función **Aggregate**:



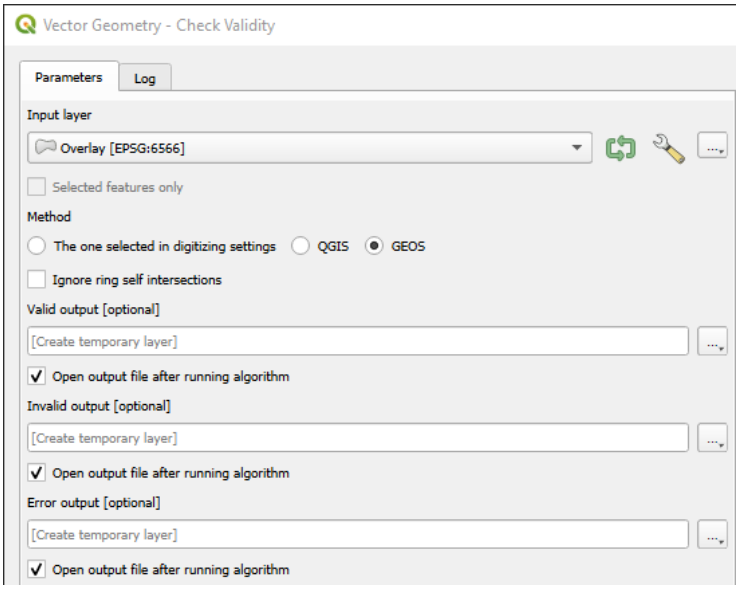
El problema aparece en rojo.
Feature (11) from "Overlay" has invalid geometry. Please fix the geometry or change the "Invalid features filtering" option for this input or globally in Processing settings.
Execution failed after 0.05 seconds

¿Por qué pasa esto?
Esto significa que dentro del modelo Simple Features, una o más geometrías rompen una o más de las reglas del estándar. Podemos examinar el error usando la herramienta **Check validity**.

- ☐ NO CIERRE LA FORMA AGGREGATE
- ☐ Vaya a la **caja** de **texto Search** del panel **Processing Toolbox** y escriba **Check**

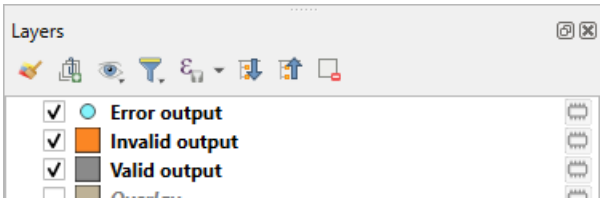


- ☐ Haga **doble click** en la función **Check validity**, localizada bajo el grupo **Vector geometry**.
- ☐ Siga los parámetros como están en esta pantalla. Asegúrese de escoger el layer temporal Overlay porque es el que nos da mensaje de error.

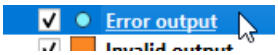


- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para que nos dé el diagnóstico, el cual aparecerá en el visor de QGIS.

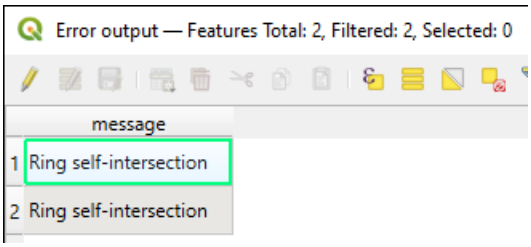
- ☐ Verá **tres** nuevos **layers temporales**. **Error output** (puntos), **Invalid output** (polígonos) y **Valid output** (polígonos)



- ☐ Seleccione (**click**) en el layer **Error output**. Este tiene la localización y las causas de errores.



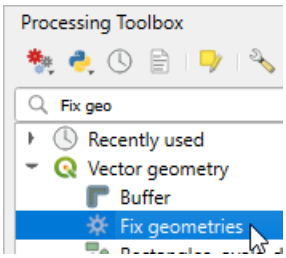
- ☐ **Abra** la **tabla** de atributos del geodato **Error output**.
- ☐ La tabla nos muestra dos récords con **error *self-intersection*** en el anillo que encierra cada polígono. Esto no está permitido en el modelo Simple Features y nos devolverá error cuando queramos usar funciones que estén basadas en ese modelo, excepto las de GRASS.



No solamente esto ocurre con datos que provengan de GRASS. El **modelo de geodatos Esri también nos puede devolver este tipo de errores**, porque Esri no sigue el modelo Simple Features.

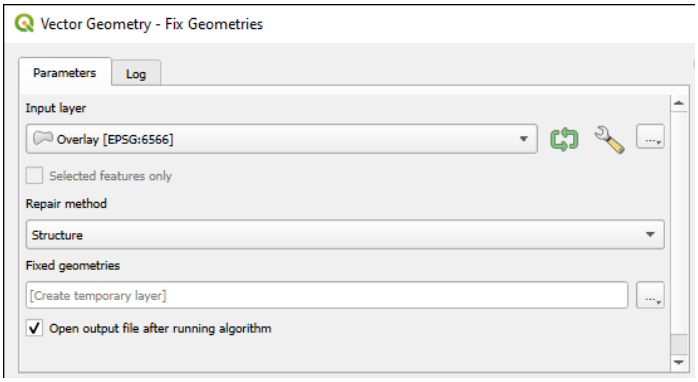
Estos errores se pueden subsanar usando la herramienta **Fix geometries** sin modificar significativamente el geodato.

- ☐ En la caja de texto **Search** del panel **Processing Toolbox**, escriba **Fix geo**. Encontrará la función bajo el grupo **Vector geometry**.

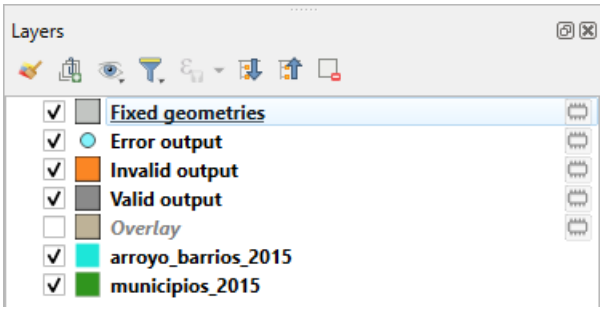


- ☐ Haga **doble click** en la función **Fix geometries**

- ☐ **Siga las opciones** como están en esta pantalla. **Asegúrese** que el Input layer será **Overlay**, el cual es el layer que nos dio el mensaje de error.

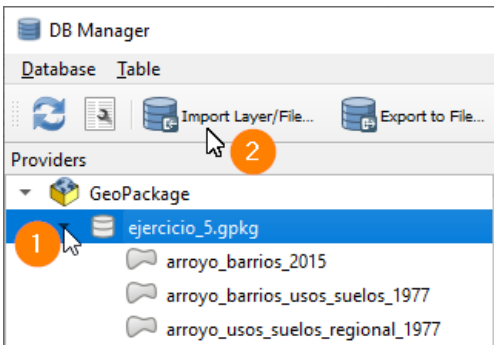


- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el geoproceso y **poder adecuar este geodato** al **modelo Simple Features**.
- ☐ El geodato aparecerá en el visor de QGIS y el panel Layers con el nombre Fixed geometries.

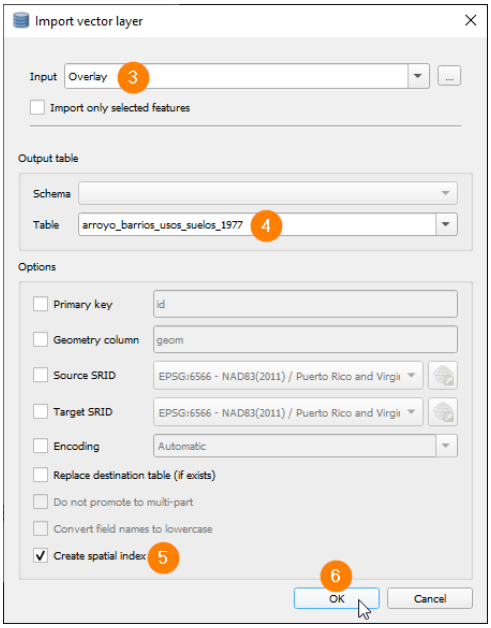


Ahora podemos guardar este layer temporal en el banco de datos GeoPackage:

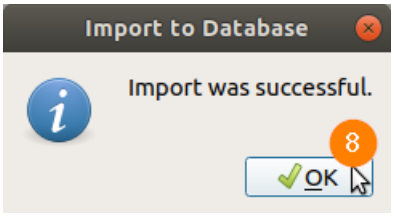
- ☐ Haga **click** en el botón **DBManager** .
- ☐ Siga el procedimiento, según la figura:



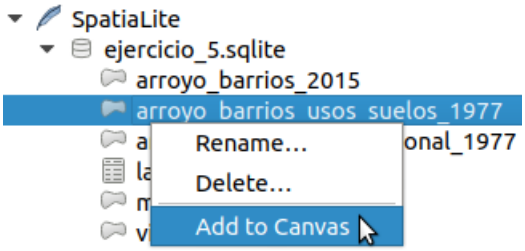
1: Haga **click** en el nodo del banco de datos **ejercicio_5.gpkg** para establecer conexión.
2: Haga **click** en el botón **Import layer/file**.



❸: Escoja layer **Overlay**
❹: **Escriba arroyo_barrios_usos_suelos_1977**
❺: **Check** en **Create spatial index**
❻: **Click OK**
❼: Click **OK** en la forma Import Database

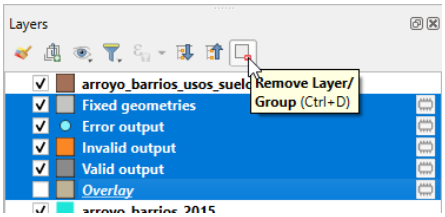


☐ Añada este nuevo geodato al visor. Haga **right click** encima del geodato/tabla **arroyo_barrios_usos_suelos_1977**



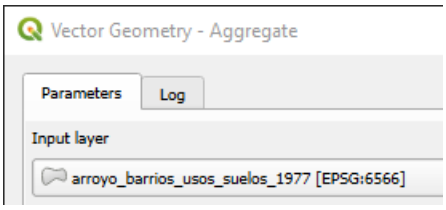
☐ **Cierre** la forma **DB Manager**.

☐ **Remueva** el resto de los geodatos temporales incluyendo **Overlay**.

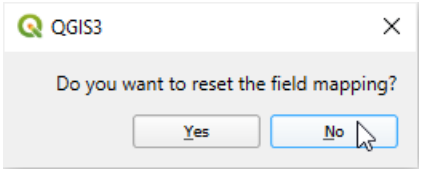


☐ **Regrese** a la forma Vector geometry Aggregate.

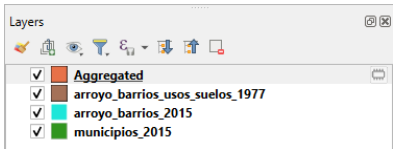
☐ Cambie el Input layer a arroyo_barrios_usos_suelos_1977

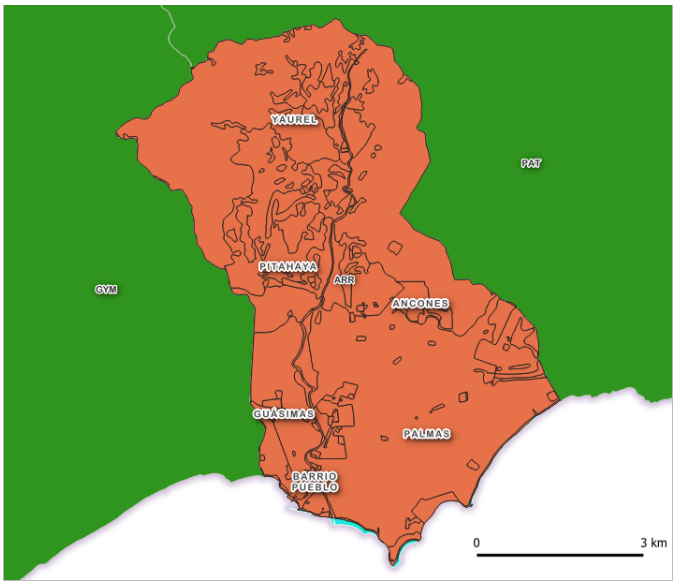


- ☐ Haga **click** en el botón **No** en la forma QGIS3 Do you want to reset the field mapping?

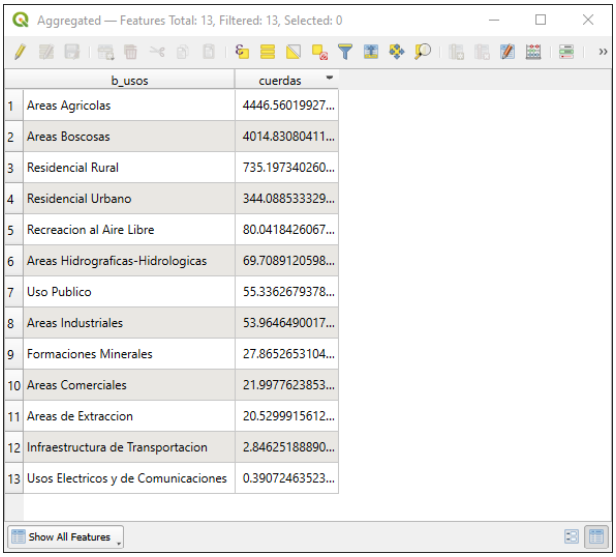


- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para reiniciar el proceso.
- ☐ Aparecerá el layer temporal **Aggregated** en la lista de layers del panel Layers y en el visor.





- ☐ Abra la tabla de atributos  para que vea los campos agregados por el primer récord y la sumatoria de cuerdas.



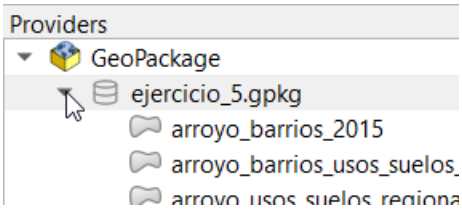
	b_usos	cuerdas
1	Areas Agricolas	4446.56019927...
2	Areas Boscosas	4014.83080411...
3	Residencial Rural	735.197340260...
4	Residencial Urbano	344.088533329...
5	Recreacion al Aire Libre	80.0418426067...
6	Areas Hidrograficas-Hidrologicas	69.7089120598...
7	Uso Publico	55.3362679378...
8	Areas Industriales	53.9646490017...
9	Formaciones Minerales	27.8652653104...
10	Areas Comerciales	21.9977623853...
11	Areas de Extraccion	20.5299915612...
12	Infraestructura de Transportacion	2.84625188890...
13	Usos Electricos y de Comunicaciones	0.39072463523...

- ☐ **Cierre** la forma **Aggregate**
- ☐ **Cierre** esta tabla.

Exportar el geodato temporal a la base de datos GeoPackage

- ☐ Vamos a integrar este geodato temporal en la base de datos que estamos usando.

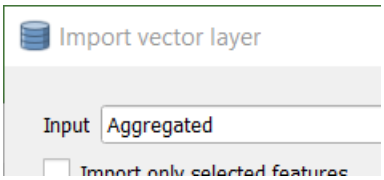
  Vaya al **menú principal** y escoja **Database > DB Manager > DB Manager**. 
- ☐ Bajo la sección **Providers,** expanda el nodo de **Geopackage** y el nodo del archivo **ejercicio_5.gpkg**



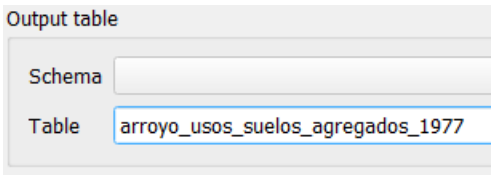
- ☐ Haga **click** en el botón **Import Layer File**



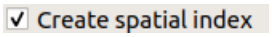
- ☐ En la forma **Import vector layer**, vaya al apartado **Input** y escoja el geodato temporal **Aggregated**.



- ☐ En el apartado **Output table**, escriba **arroyo_usos_suelos_agregados_1977**

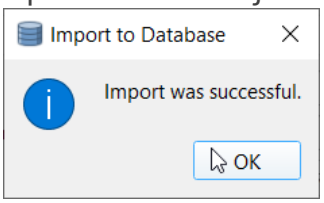


- ☐ Bajo la sección **Options,** al final, haga **check** en la opción **Create spatial index**.

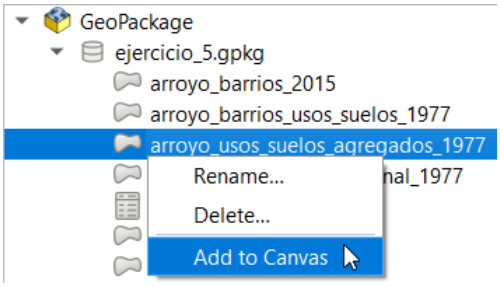


- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los parámetros y cerrar la forma **Import vector layer**.

Deberá aparecer el mensaje de importación exitosa.

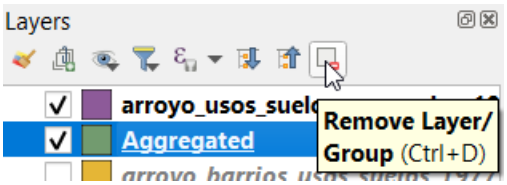


☐ Añada este nuevo layer al visor, haciendo **right-click** encima del nombre **arroyo_usos_suelos_agregados_1977** y escogiendo la opción **Add to canvas**.



☐ **Cierre** la forma **DB Manager**.

☐ **Remueva** el geodato temporal **Aggregated**.

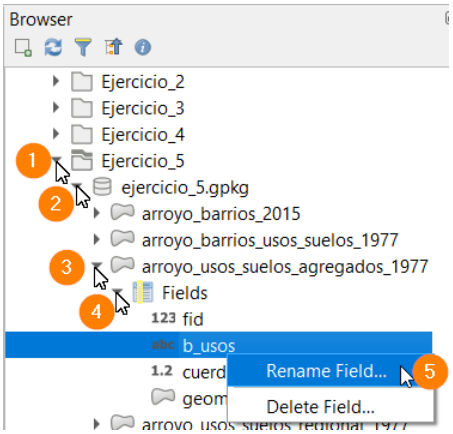


El geodato/layer/tabla SpatiaLite aparecerá en el visor y la tabla de contenido de QGIS.

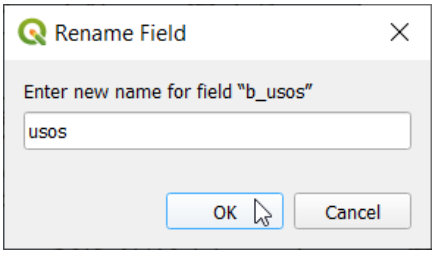
Cambiar el nombre de un campo

Antes, debemos cambiar el nombre del campo b_usos en el geodato arroyo_usos_suelos_agregados_1977.
Se tiene que renombrar el campo a "usos", como estaba en el geodato original.

☐ Vaya al panel Browser y localice el banco de datos ejercicio_5.gpkg.
Expanda el **nodo** de este archivo,
luego **expanda** el **nodo** del geodato **arroyo_usos_suelos_agregados_1977**
Haga **right click encima** del campo **b_usos** y escoja la opción **Rename Field…**



☐ En la caja de texto de la forma **Rename Field**, cambie el nombre a **usos**

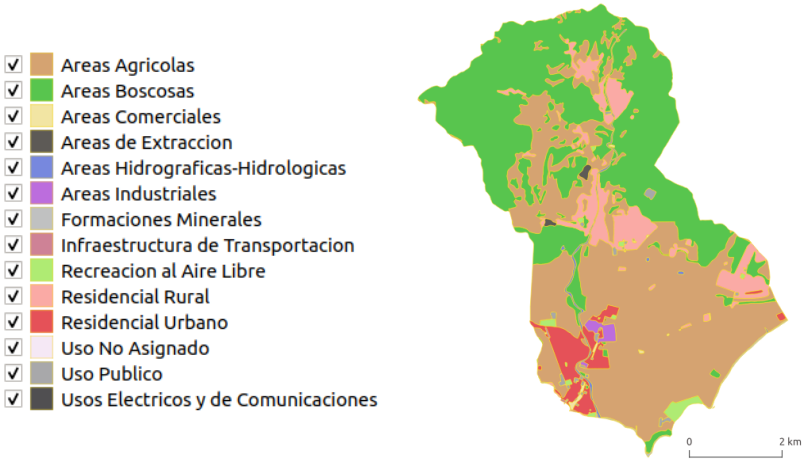


Haga **click** en el botón **OK** para registrar el cambio de nombre y cerrar la forma.

☐ Haga **click** en el botón **Refresh** para **actualizar el contenido del geodato** en el panel Layers.

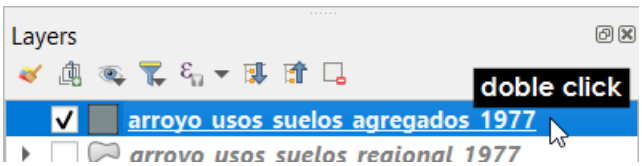
Asignar una definición de colores (simbología) a partir una tabla de simbología GeoPackage

Podemos cambiar el aspecto del mapa usando un archivo con simbología predefinida. Este un archivo está guardado **dentro del banco de datos GeoPackage** o puede guardarse en un archivo XML externo.

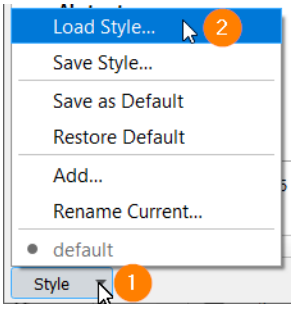


Para asignar esta simbología, acceda a las propiedades del layer **arroyo_usos_suelos_agregados_1977**.

☐ Haga **doble click encima** del **nombre** de este layer para que aparezca la forma **Properties**.

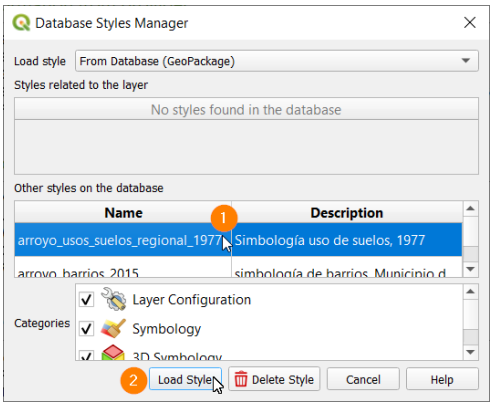


- ☐ Haga **click** en el botón **Style > Load Style**

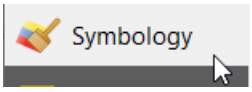


Aparecerá la forma **Database Styles manager**.

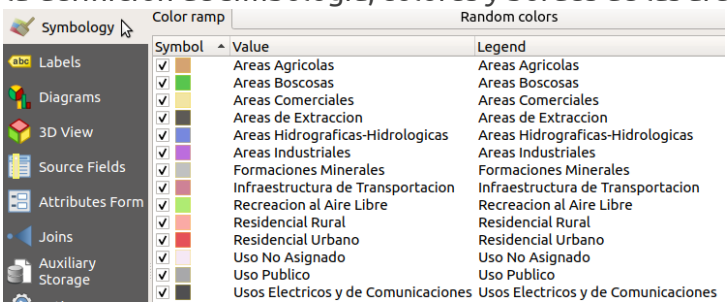
- ☐ En la sección **Load Style**, mantenga la opción **From Database (GeoPackage)**
- ☐ En la sección **Other Styles on the database**, localice y escoja el style **arroyo_usos_suelos_regional_1977** dentro del banco de datos ejercicio_5.gpkg



- ☐ Presione el botón **Load style** para traerlo.
- ☐ De regreso a la forma **Layer Properties**, haga **click** en el ítem **Symbology**.



Notará la definición de simbología, colores y bordes de las áreas.



- ☐ Presione el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

Así deberá aparecer el layer:



Esto termina este ejemplo con la función **Aggregate** en QGIS, que es análoga a la función **Dissolve**.

- ☐ Guarde el proyecto con el nombre: **ejercicio_5_parte1.qgs** dentro de la carpeta **Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**
- ☐ **Cierre** QGIS.

5A-4: Geoprocesamiento vectorial con GRASS

Por qué usar GRASS:
1: Porque provee herramientas topológicas y *cluster tolerance* para la validación de geometrías planas 2D. Cluster tolerance permite colapsar geometrías insignificantes.
2: Porque tiene cientos de herramientas para manipular y analizar datos geográficos, tanto vectoriales como matriciales, además de incluir módulos para el procesamiento

Por lo tanto, vamos a hacer la prueba con la interfaz de **GRASS**. GRASS es un SIG completo y es el software SIG libre de más antigüedad.

La función **Union** se utiliza cuando **necesitamos incluir geometrías y atributos de dos o más geodatos**. Se incluye todo el contenido de dos o más geodatos en uno solo, el cual contendrá todas las geometrías y atributos. Es análogo al concepto de sumar y puede aplicarse a récords en tablas.
Ejemplos:
1. Combinar geodatos de distintas susceptibilidades en un solo geodato. Por ejemplo, una región o gobierno municipal desea combinar distintos mapas de riesgos en uno solo para evaluarlos simultáneamente.

2. Por el contrario, buscar idoneidad, uniendo distintos geodatos de interés en uno solo. Por ejemplo, buscar áreas idóneas para desarrollar, tomando geodatos de áreas naturales protegidas, áreas previamente urbanizadas, áreas inundables, terrenos llanos, reservas

agrícolas, suelos potencialmente agrícolas, parcelación, distancia a infraestructura vial, etcétera.

Aplicaremos el **ejemplo #1. Combinar geodatos de distintas susceptibilidades a deslizamiento de terrenos**.

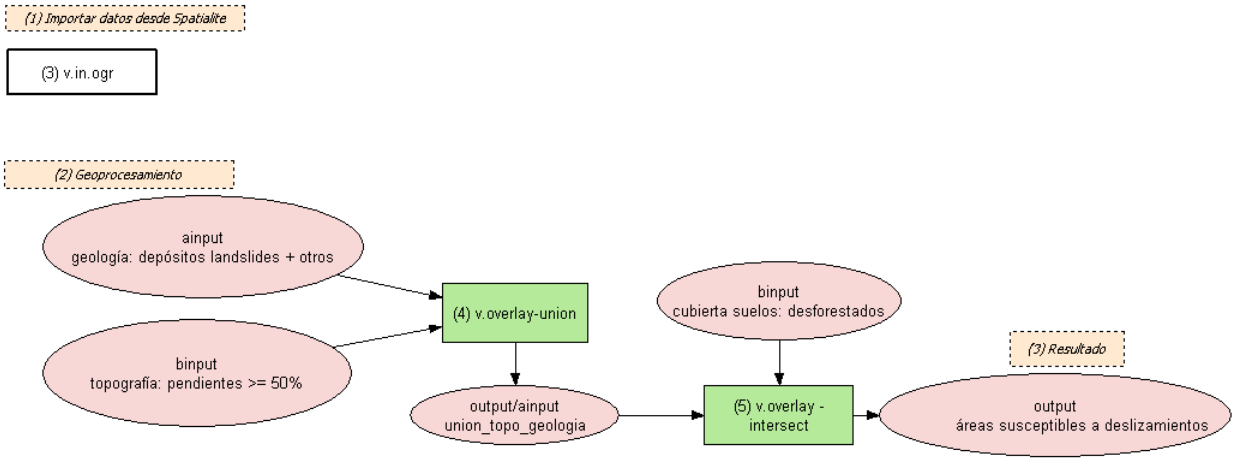
Para hacer el ejemplo necesitará descargar los geodatos:

- ☐ Pendientes de 50% o mayores
- ☐ Unidades geológicas registradas como depósitos de deslizamientos: (Ql, Qm, Qc) y las unidades geológicas que hayan pasado por una meteorización profunda (suelos lateríticos y saprolitas).
- ☐ Cubierta de suelo 2006 generalizada. Solo para propósitos de este ejemplo.

En esta parte E del ejercicio, vamos a:

- ☐ Definir un directorio y espacio de trabajo "GRASS_DATA" y "mapset". El mapset se define con un sistema de referencia espacial único.
- ☐ Importar los geodatos de un banco de datos GeoPackage a GRASS.
- ☐ Realizar las tareas de geoprocesamiento ***Union*** e ***Intersect*** de los datos referentes a susceptibilidad de deslizamientos de terreno.

El siguiente modelo gráfico simplificado, muestra las funciones y resultados de los geoprocesos:



Preparar directorios Location y MAPSET desde GRASS

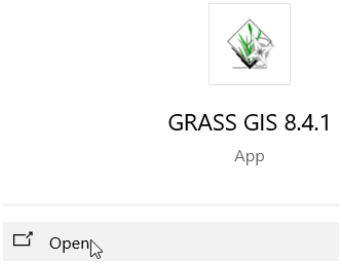
Preparemos el ambiente o espacio de trabajo para trabajar con GRASS

Abra una nueva sesión de GRASS.

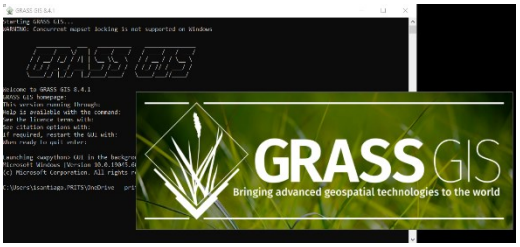
- ☐ En la caja de texto Search principal de Windows escriba la palabra grass.



- ☐ Haga **click** en el shortcut **Open** de **GRASS GIS 8.4.1**



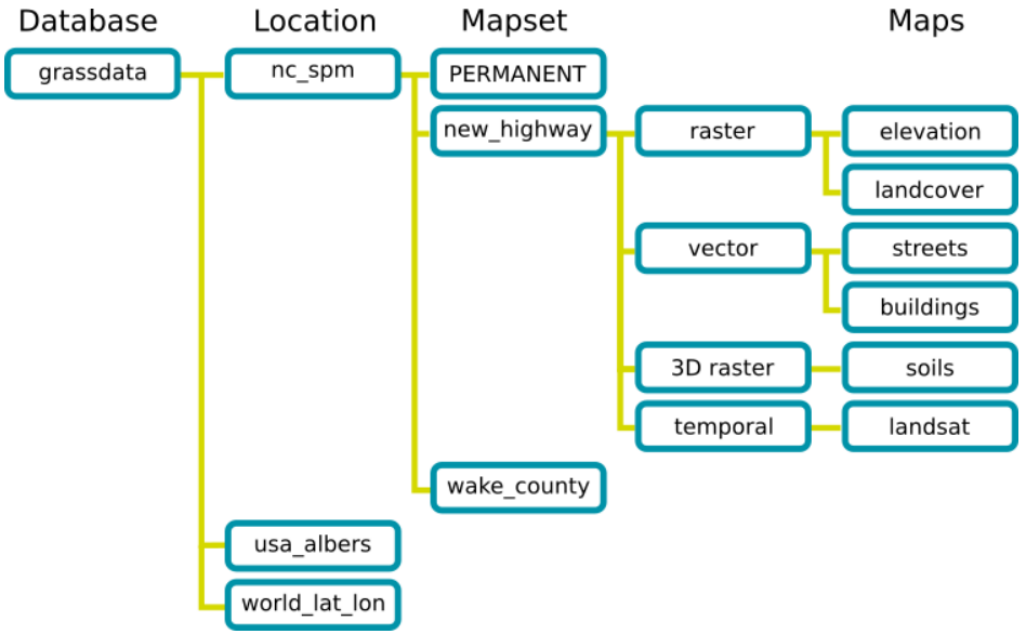
- ☐ Aparecerá el splashscreen de **GRASS**.



Para trabajar en **GRASS**, **es necesario establecer el ambiente de trabajo** (**MAPSET**) **que se utilizará**.

Un MAPSET está circunscrito a solo un sistema de referencia espacial.

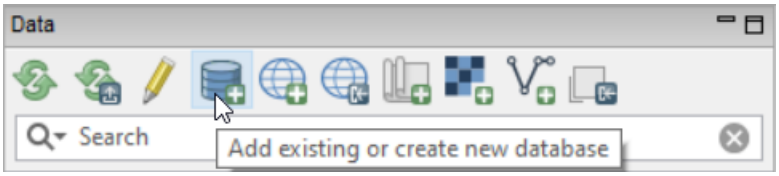
Este "***mapset***" es muy parecido a la nomenclatura de *Workstation ArcInfo de Esri*, en el cual se trabajaba por directorio-folder (*workspace*) y cada "cobertura" era un folder dentro de otro folder superior.



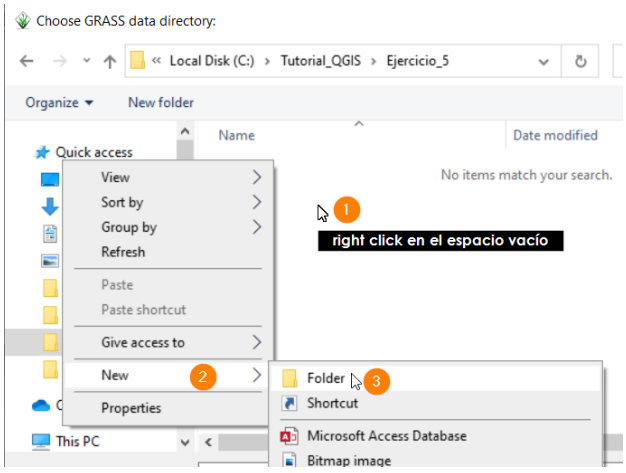
Recuperado de https://grass.osgeo.org/grass82/manuals/grass_database.html (19 septiembre 2023)

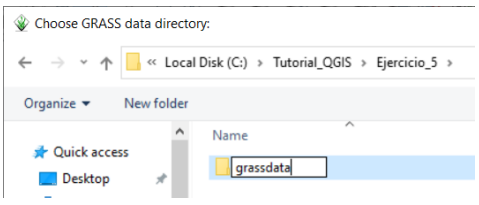
Comencemos por **definir la base de datos GRASS**

- ☐ Para esto, vaya al panel **Data** y haga **click** en el botón **Add existing or create new database**



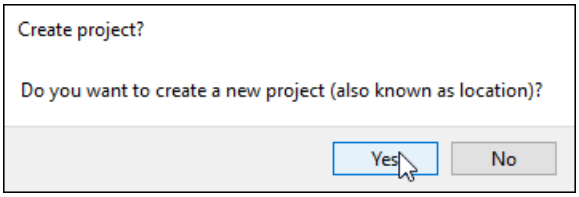
- ☐ Haga un **folder nuevo** con el nombre **grassdata** en el folder C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\





- ☐ Haga **click** en el botón **Select Folder**.

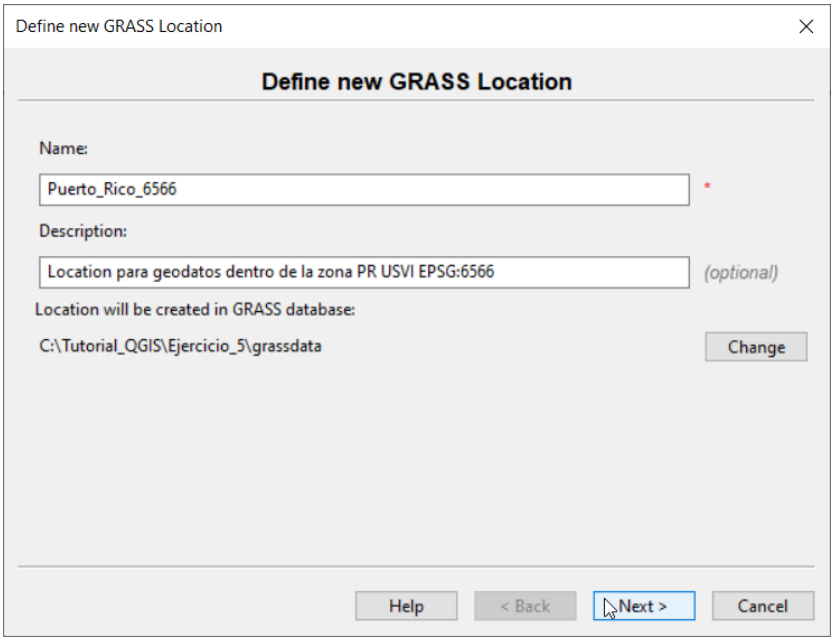
☐ Aparecerá la forma **Create Project?**. Haga **click** en el botón **Yes** para definirla.



Aparecerá la forma **Define new GRASS Location**.

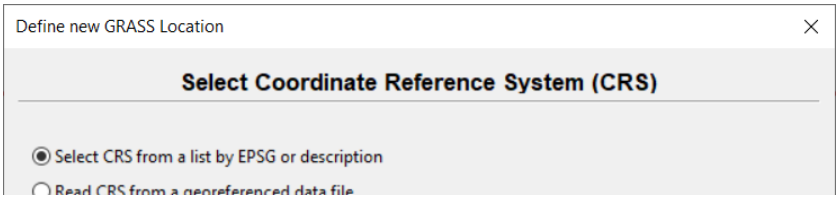
☐ En la caja de texto **Name**: escriba **Puerto_Rico_6566**

☐ En la caja de texto **Description** escriba algo como Lugar para geodatos dentro de la zona PR USVI EPSG:6566

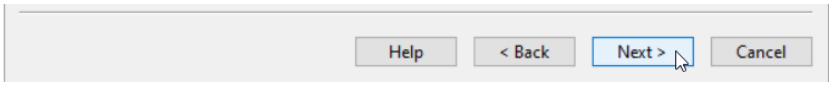


☐ Haga **click** en el botón **Next**.

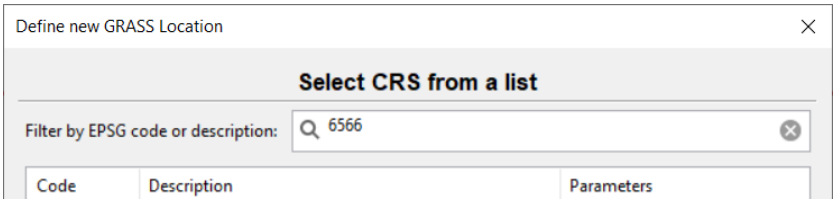
☐ En la parte **Select Coordinate Reference System (CRS)**, mantenga o escoja la opción **Select CRS from a list by EPSG or Description**.



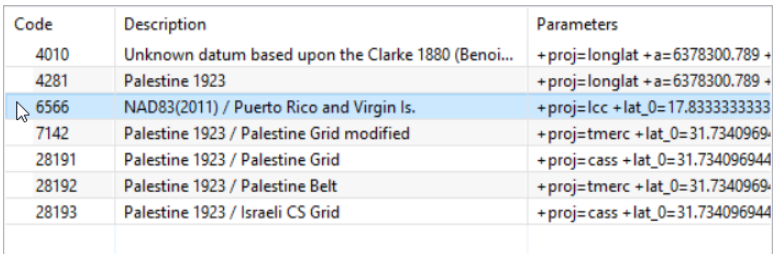
☐ Haga **click** en el botón **Next** para continuar…



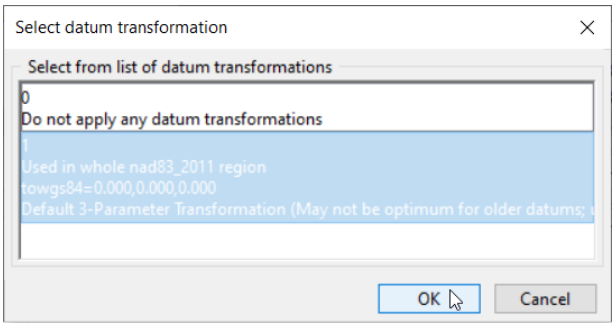
- ☐ En esta próxima pantalla, vaya a la caja de texto **Filter by EPSG code or Description:** y escriba **6566**. Este número es el código EPSG del sistema de coordenadas planas para PR y las Islas Vírgenes de EEUU.



- ☐ Haga **click** en el récord **6566**



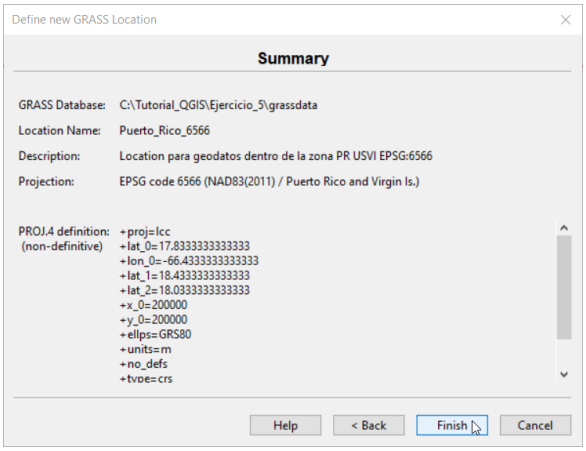
- ☐ Proceda a hacer **click** en el botón **Next** para continuar.
- ☐ En la forma **Select datum transformation** que aparecerá, asegúrese de que la **opción 1 Used in whole nad83_2011 region**… esté activada (en azul). No vamos a hacer transformaciones de coordenadas, pero es buena práctica escoger el método de transformación de coordenadas que mejor sirva nuestros propósitos.



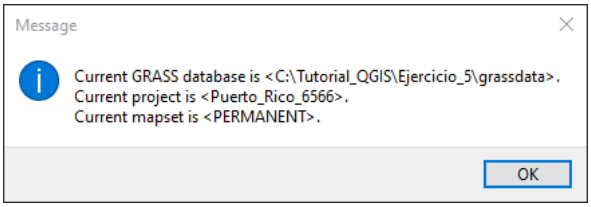
Haga **click** en el botón **OK** para continuar.

- ☐ En la pantalla final **Summary**, le mostrará los términos definidos de la base de datos y del Location generado. Haga **click** en el botón **Finish** para aceptar los términos y

cerrar esta forma.

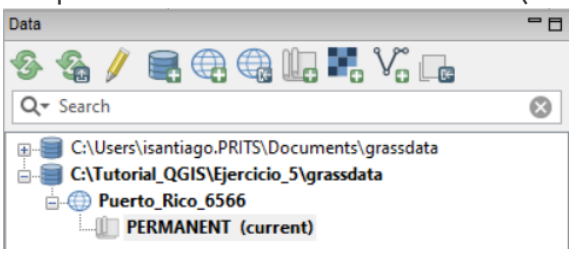


☐ Haga **click** en el botón **OK** de la forma informativa **Message**. Esta le indica que la **base de datos** corriente es **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**, el lugar (Location) es **Puerto_Rico_6566** y el mapset (aún no definido) es el patrón (default) **PERMANENT**.

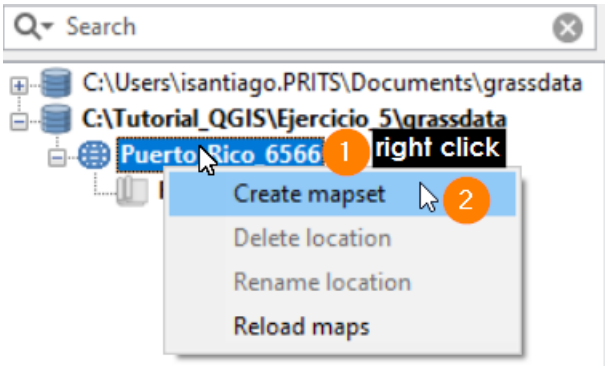


Notará que en el panel **Data**, el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata** está en **negrilla**.

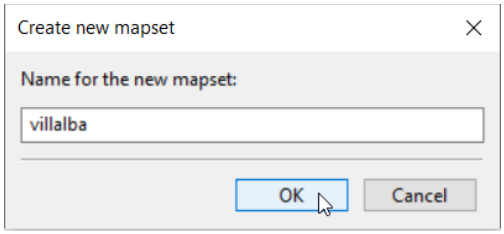
Eso indica que está activo como base de datos(*GISBASE*) y lugar (*Location*) corriente de GRASS.



☐ Para crear un **mapset**, haga **right click** encima del *Location* **Puerto_Rico_6566** y escoja la opción **Create mapset**



☐ En la forma **Create new mapset**, escriba **villalba** en la caja de texto.



☐ Haga **click** en el botón **OK** para generar el mapset.

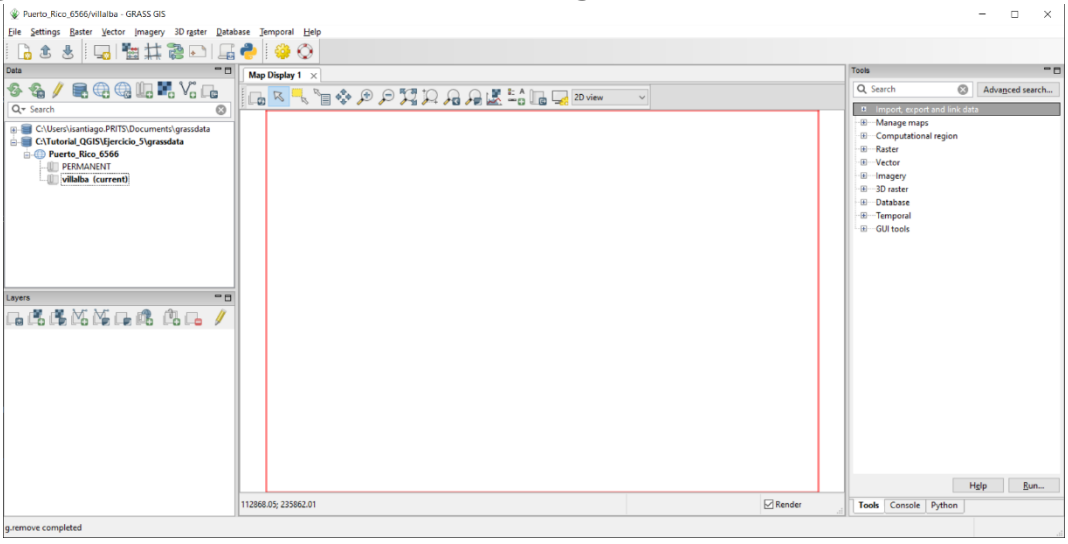
☐ Haga **click** en el botón **OK** en la forma **Message.**



Por qué estamos creando otro mapset

El mapset por defecto (default) es PERMANENT. Sin embargo, este mapset, generado automáticamente fue pensado para que tuviese **layers de referencia *read-only***. Estos layers son los que generalmente **no hay que modificar**. Por otra parte, **podemos producir otro(s) mapset(s)**, asignando el nombre del municipio "Villalba", al cual vamos a añadir datos y realizar los geoprocesos.

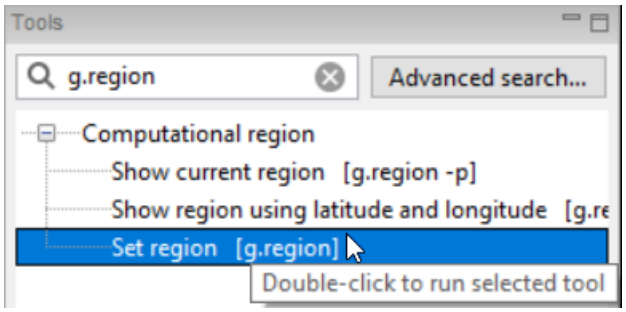
Luego de todos los cambios, así luce la interfaz gráfica de GRASS, versión 8.4:



Definir la región de cómputos g.region

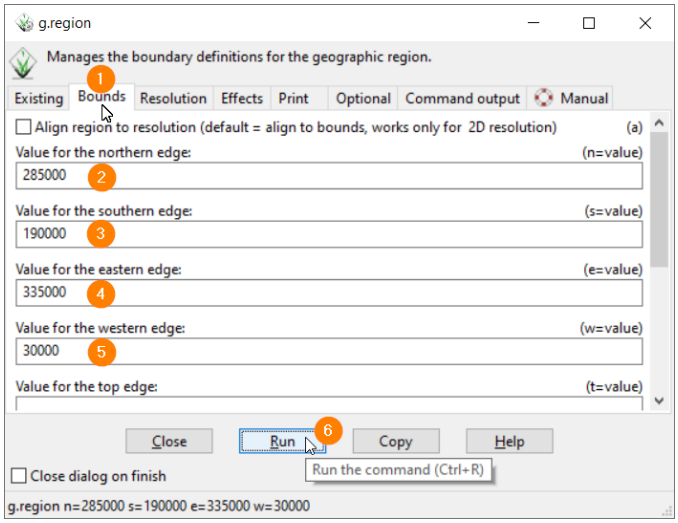
Una de las particularidades de GRASS es que debemos definir la región de cómputos. Es un concepto que viene del procesamiento de datos matriciales (ráster).

- ☐ Para definir una región, vaya a la derecha de la interfaz gráfica de GRASS, al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **g.region** para comenzar a definirla.



- ☐ Haga **doble click** en la función **Set region [g.region]**

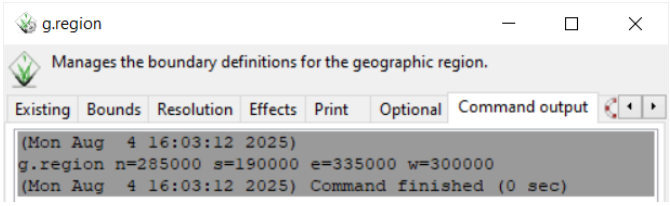
- ☐ Aparecerá la forma **g.region**. Haga **click** en el tab **Bounds**.



- ☐ En la sección **Value for the northern edge:** escriba **285000**
- ☐ En la sección **Value for the southern edge:** escriba **190000**
- ☐ En la sección **Value for the eastern edge:** escriba **335000**
- ☐ En la sección **Value for the southern edge:** escriba **30000** (treinta mil)

- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para definir la región de cómputos.

- ☐ Cuando aparezca el mensaje **Command finished**, **cierre** la forma g.region.



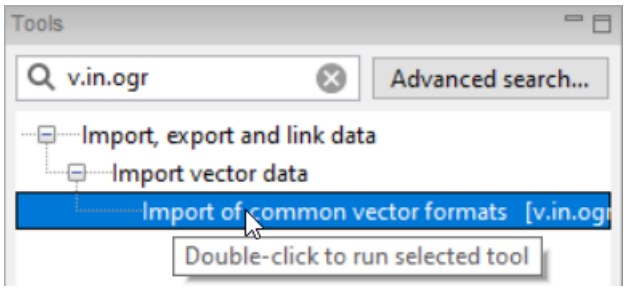
El mapset está listo para comenzar a añadir datos.

Vamos ahora a usar las herramientas de este programa para importar los layers del banco de datos GeoPackage al formato nativo de GRASS.

Importar el layer de geología

El layer **villalba_geol_landslide_prone** se deriva de varios mapas geológicos ubicados en el entorno del Municipio de Villalba. Está compuesto de unidades geológicas de depósitos no consolidados, y suelos lateríticos. Estas unidades geológicas son las de mayor riesgo a deslizamientos inducidos por lluvias.

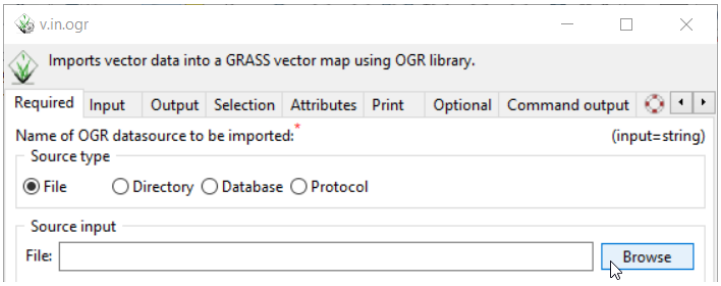
☐ Para comenzar, vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **v.in.ogr**.



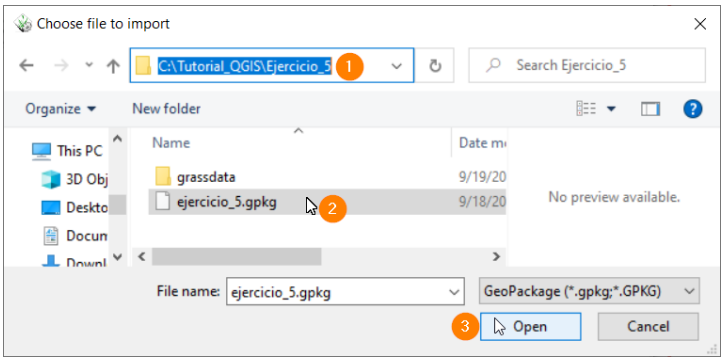
☐ Haga **doble click** en la función **Import of common vector formats [v.in.ogr]**.

Aparecerá la forma **v.in.ogr**.

☐ En el tab **Required**, use la opción **File**. En la sección **Source input**, haga **click** en el botón **Browse.**

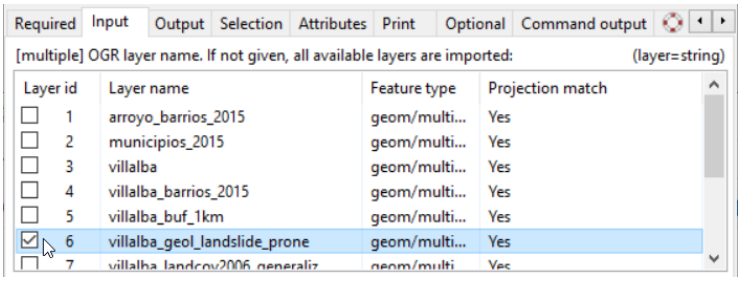


☐ Localice el banco de datos GeoPackage **ejercicio_5.gpkg** que está en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**. Escoja (**click**) este archivo y presione el botón **Open**.

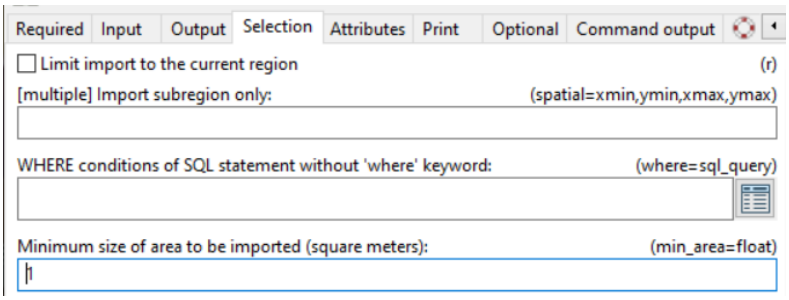


☐ De regreso a la forma **v.in.ogr**, haga **click** en el tab **Input**.

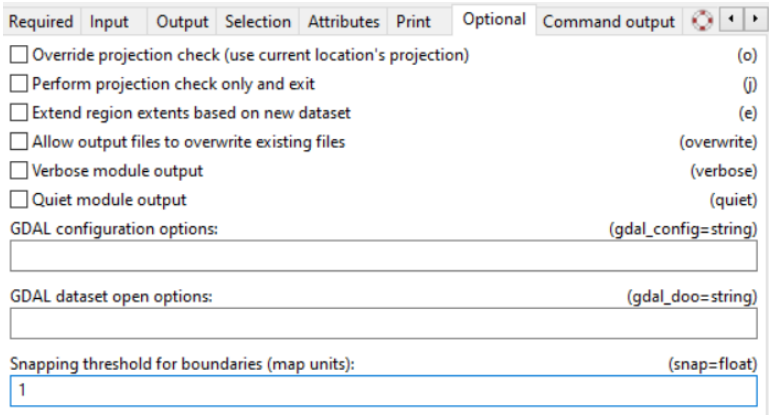
☐ Verá la lista de geodatos (layers). Escoja **check** el **layer #6**: **villalba_geol_landslide_prone**



☐ Haga **click** en el tab **Selection**. Vaya a la sección **Minimum size of area to be imported** y **escriba 1.** Esto significa que no importaremos áreas menores de 1 metro cuadrado.

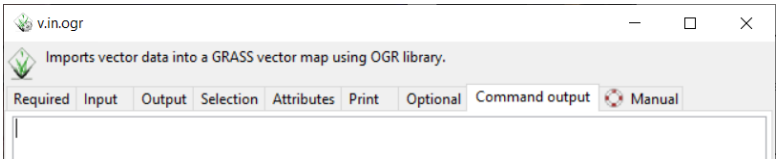


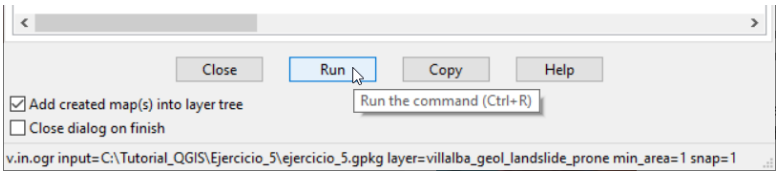
☐ Haga **click** en el tab **Optional** y en la sección **Snapping threshold for boundaries (map units)** escriba **1**. Esto significa que no se permitirá tener sliver Polygons.



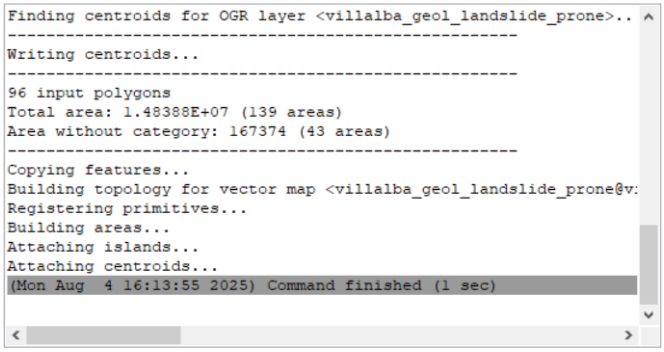
¿Para qué son estas dos opciones? Estas nos sirven para eliminar elementos demasiado pequeños y, por consiguiente, irrelevantes para el procesamiento.

☐ Haga **click** en el tab **Command output**. Abajo en esta forma podrá ver la sintaxis de la función v.in.ogr. Haga **click** en el botón **Run**.



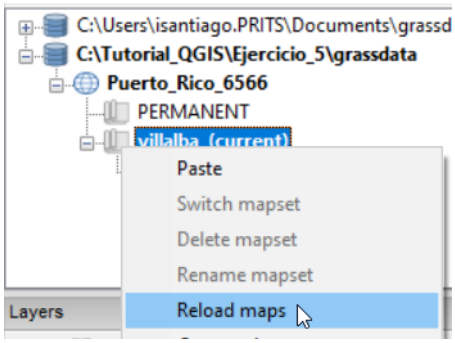


☐ En esa pantalla podemos ver los resultados del proceso

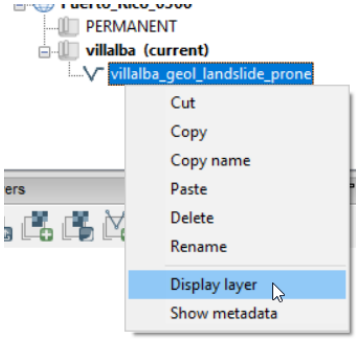


☐ **No cierre la forma v.in.ogr**. La vamos a usar más adelante.

☐ Si el layer no aparece en la pantalla:

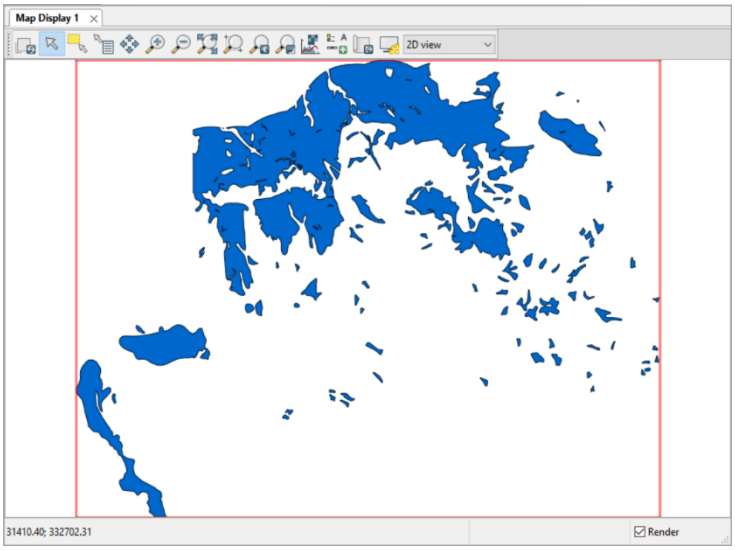


☐ Haga **right click** encima del mapset **villalba** (current) y escoja la opción **Reload maps**.



☐ Haga **right click** encima del layer **villalba_geol_landslide_prone** y escoja la opción **Display layer**.

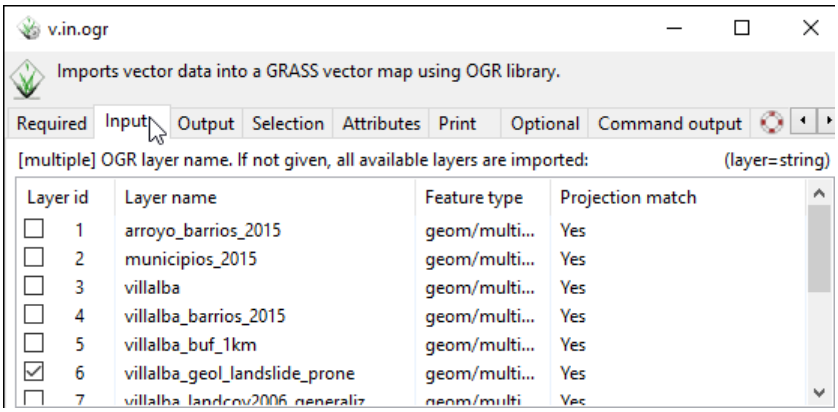
☐ Así debe aparecer este layer en el tab **Map Display 1**. El color puede variar.



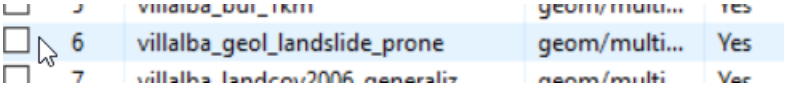
Importar el layer de pendientes mayores o iguales a 50%

Pasemos a importar el segundo geodato: áreas con pendientes >= 50% y mayores de dos cuerdas (0.786 hectáreas).

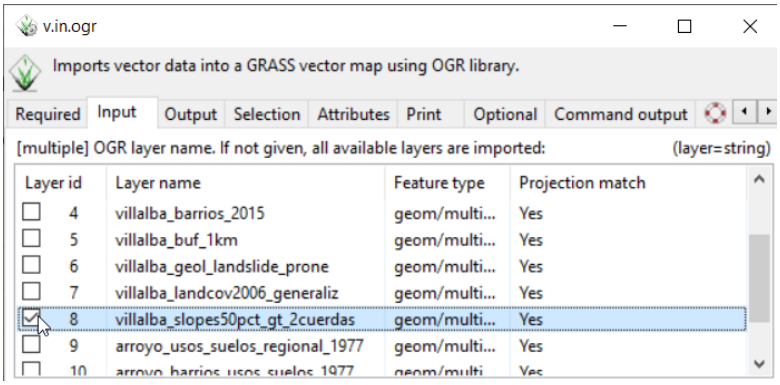
☐ Regrese a la forma **v.in.ogr**, de la sección anterior. Haga **click** en el tab **Input.**



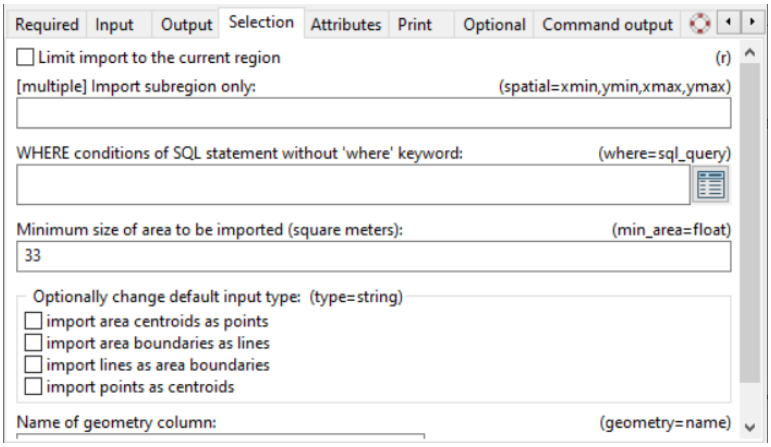
☐ Haga **uncheck** en el **ítem #6**, ya que es el que acabamos de importar a GRASS.



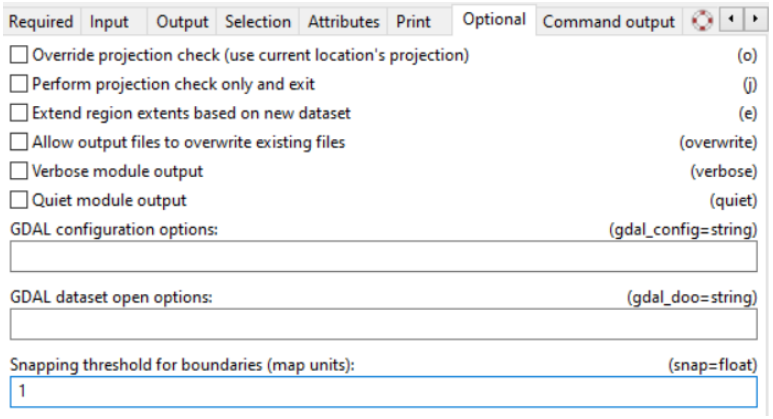
☐ Haga **check** en el **ítem #8 villalba_slopes_50pct_gt_2cuerdas**



☐ Haga **click** en el tab **Selection**. Vaya a la sección **Minimum size of area to be imported (square meters)** y **escriba 33**



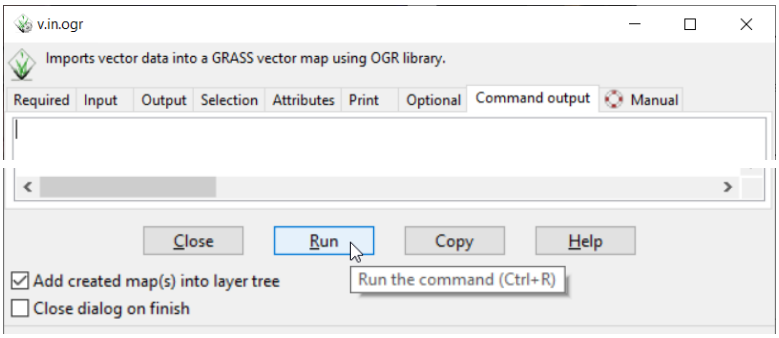
☐ Haga **click** en el tab **Optional** y en la sección **Snapping threshold for boundaries (map units)** escriba **1**



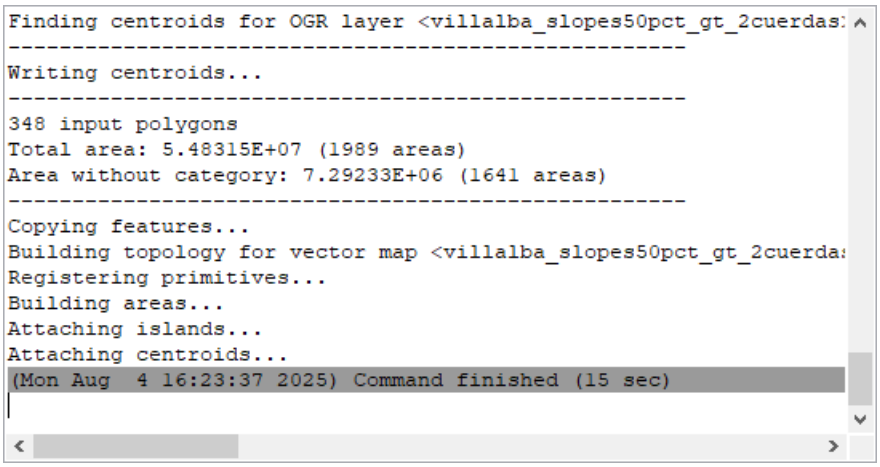
☐ Haga **click** en el tab **Command output**. Abajo en esta forma podrá ver la sintaxis de la función v.in.ogr.

```
v.in.ogr input=C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\ejercicio_5.gpkg layer=villalba_slopes50pct_gt_2cuerdas...
```

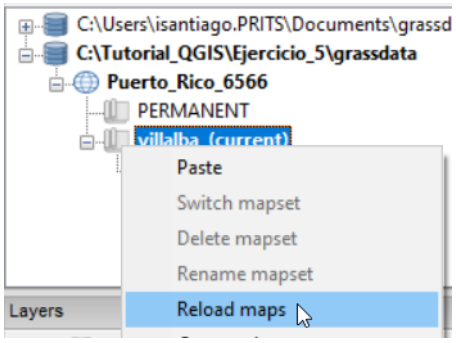
☐ Haga **click** en el botón **Run**.



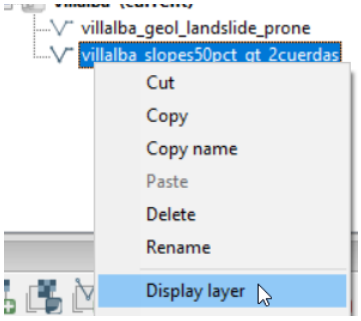
En esa pantalla podemos ver los resultados del proceso:



☐ Si el layer no aparece en la pantalla:

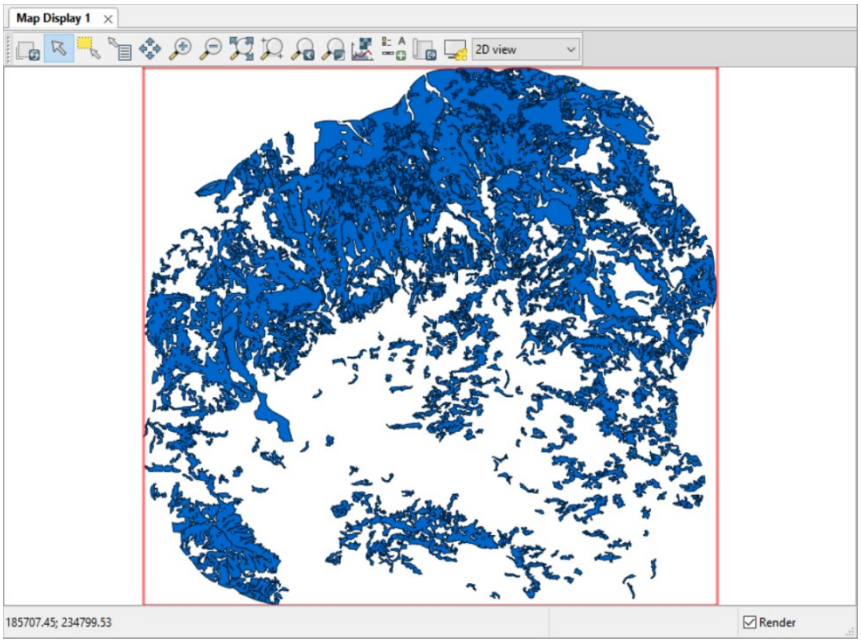


☐ Haga **right click** encima del mapset **villalba** (current) y escoja la opción **Reload maps**.

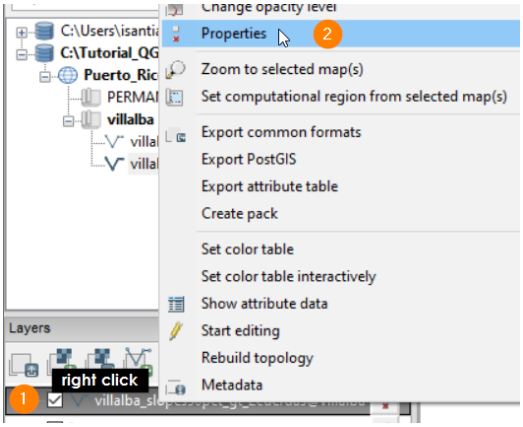


☐ Haga **right click** encima del layer **villalba_slopes50pct_gt_2cuerdas** y escoja la opción **Display layer**.

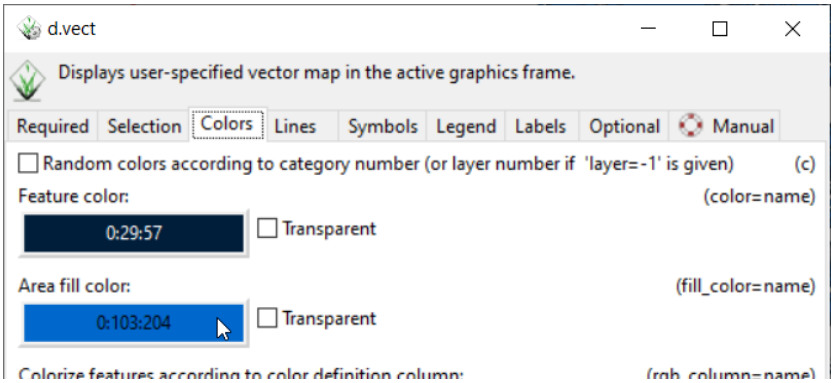
☐ Así deben aparecer los layers en el tab **Map Display 1**. Debemos cambiarle el color para distinguir mejor las áreas.



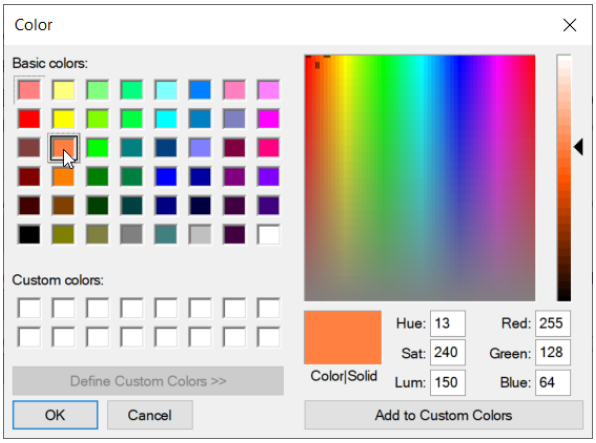
☐ Para cambiar el color de estas áreas, vaya al panel **Layers** y haga **click** en el layer **villalba_slopes50pct_gt_2cuerdas**. Escoja la opción **Properties**.



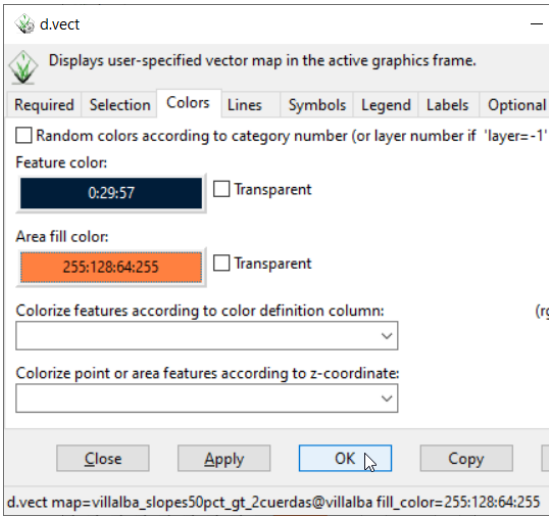
☐ En la forma **d.vect** que aparecerá, haga **click** en el tab **Colors**. Haga **click** en el botón **Area fill color:**



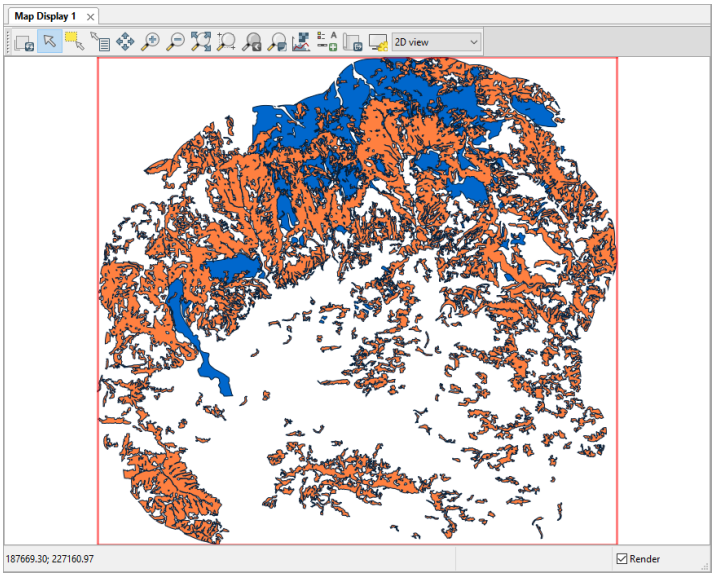
☐ Escoja (**click**) la **caja** con el **color ladrillo** y haga **click** en el botón **OK**.



☐ De regreso a la forma **d.vect**, haga **click** en el botón **OK** para guardar los cambios y cerrar la forma.

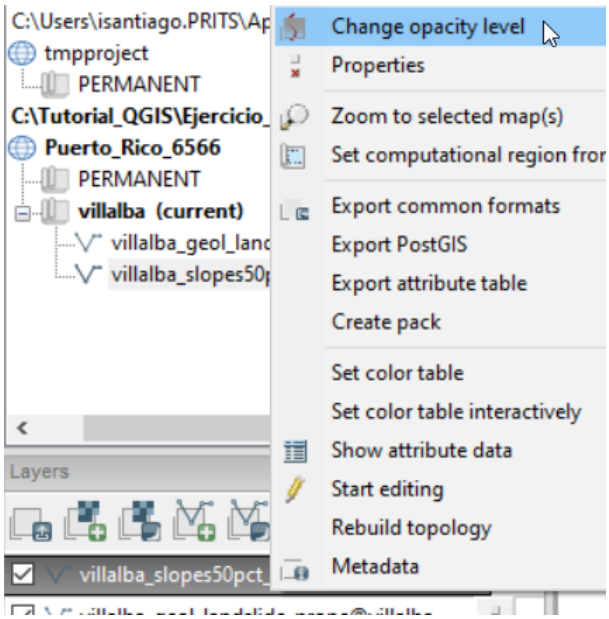


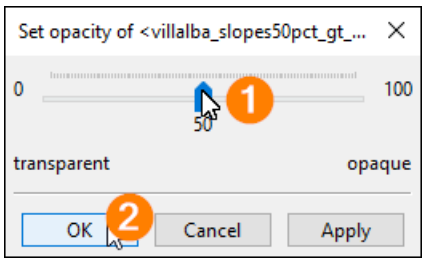
Así debe verse el layer con el color cambiado:



Cambiar la transparencia del layer

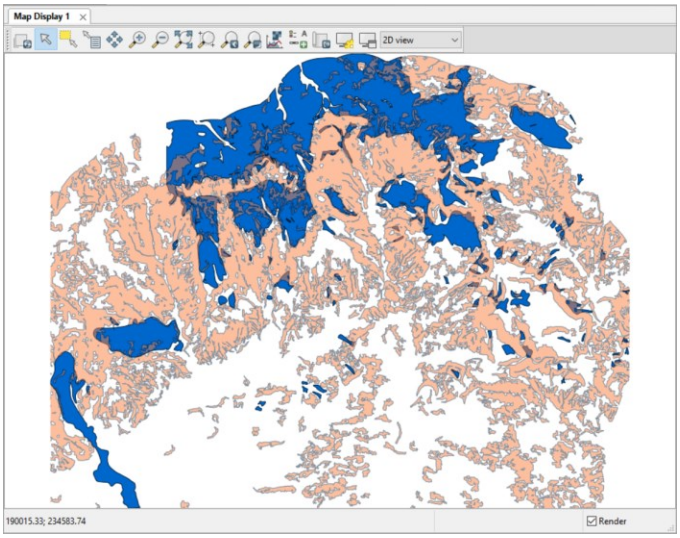
☐ Para hacer este último layer traslúcido, haga **right click** en el layer **villalba_slopes50pct_gt_2cuerdas@villalba** y haga **click** en la opción **Change Opacity level**.





☐ **Deslice** el botón corredor a **50%**

☐ Así debe verse el layer traslúcido 50%:



Tome un tiempo para explorar estos geodatos. El geodato de pendientes >=50% se deriva de un ráster de pendientes en porciento, el cual a su vez se deriva de un modelo digital de elevaciones.

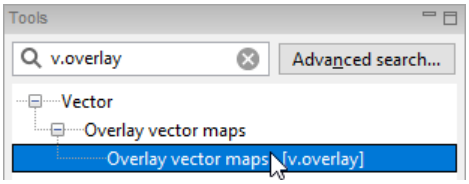
Unión geométrica en GRASS

Queremos usar la función UNION porque:

- debemos **preservar la totalidad de** las **áreas con pendientes mayores o iguales a 50%** y, **además,**
- debemos **preservar todas las unidades geológicas identificadas previamente como de muy alta susceptibilidad**.

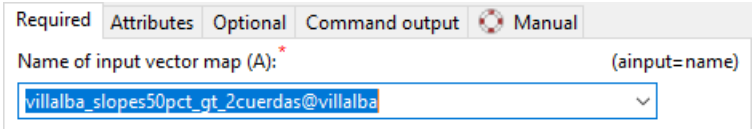
Habiendo ya preparado los layers en GRASS, pasemos a usar este módulo.

☐ En la caja de texto **Search**, escriba **v.overlay.**
Haga **doble click** en la función **v.overlay**.



☐ En la forma **v.overlay**, presione el tab **Required**

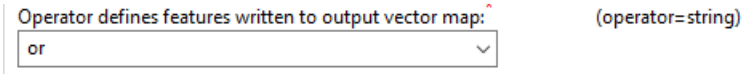
☐ En la sección **Name of input vector map (A):** escoja el layer villalba-**slopes50pct_gt_2cuerdas@villalba.**



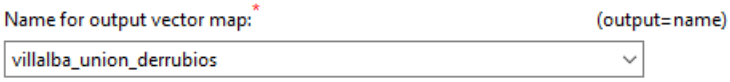
☐ En la sección **Name of input vector map (B)** escoja el layer **villalba_geol_landslide_prone@villalba.**



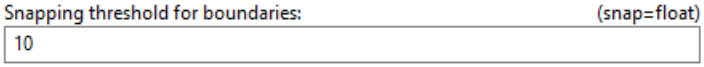
☐ En el apartado **Operator defines features written to output vector map:** escoja la opción **OR**



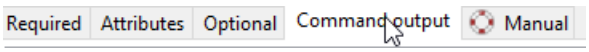
☐ En la sección **Name of output vector map:** escriba **villalba_union_derrubios**



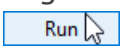
☐ Haga **click** en el tab **Optional**.
vaya más abajo a la sección **Snapping threshold for boundaries**, y escriba **10**



☐ Haga **click** en el tab **Command output**



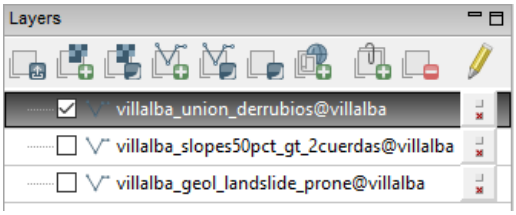
☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el módulo/función.



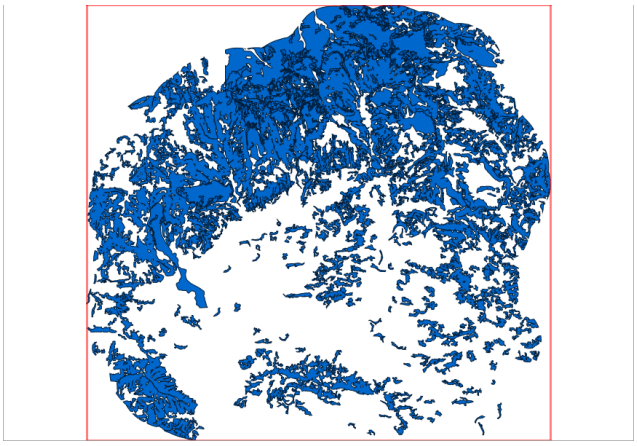
- ☐ Una vez terminado…

```
v.overlay complete.
(Tue Aug  5 13:25:05 2025) Command finished (42 sec)
```

- ☐ **Cierre** la forma **v.overlay**
- ☐ Vaya al panel **Layers**.
  Apague (**uncheck**) los layers **villalba_slopes**… y **villalba_geol_landslide**…
  Solamente deje visible el layer **villalba_union_derrubios**



Luego de haber apagado ambos layers, el geodato debe aparecer en el visor así:

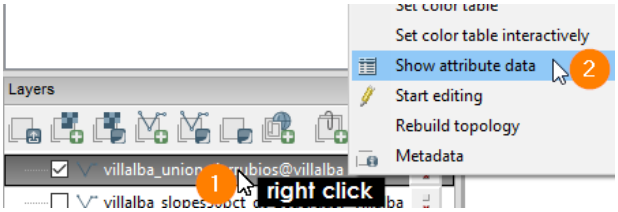


Tenemos en este geodato la **unión** de todas las **áreas con susceptibilidad alta a deslizamientos (pendientes >=50%)** ***además*** de las **áreas** que habían sido **identificadas como** las **de más alto riesgo a deslizamientos** usando el mapa de unidades geológicas a escala 1:20,000.

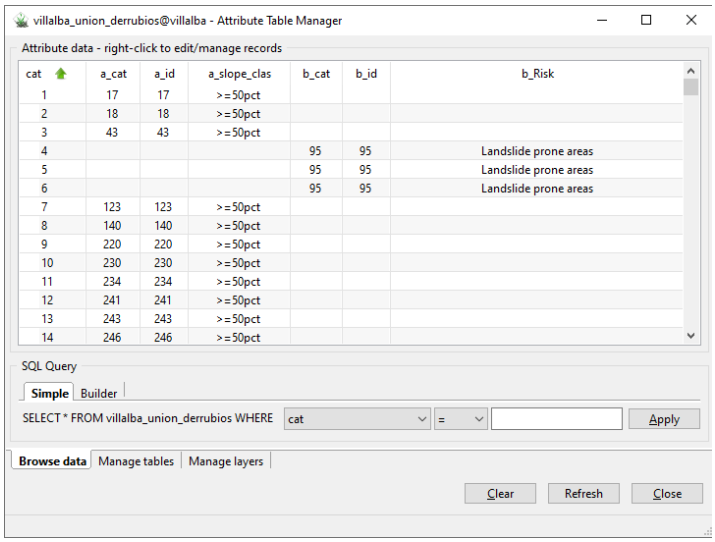
Este mapa podría usarse como guía para mantener estas áreas cubiertas con bosques para evitar la erosión, sedimentación de los embalses aledaños, así como también minimizar el riesgo a deslizamientos.

Estamos viendo la unión geométrica.
Para ver la unión de las tablas, haga lo siguiente:

- ☐ En el panel **Layers**, haga **right click** en el layer **villalba_union_derrubios** y escoja la opción **Show attribute data**.



- ☐ Aparecerá la **tabla de atributos** del geodato que acabamos de derivar.



cat	a_cat	a_id	a_slope_clas	b_cat	b_id	b_Risk
1	17	17	>=50pct			
2	18	18	>=50pct			
3	43	43	>=50pct			
4				95	95	Landslide prone areas
5				95	95	Landslide prone areas
6				95	95	Landslide prone areas
7	123	123	>=50pct			
8	140	140	>=50pct			
9	220	220	>=50pct			
10	230	230	>=50pct			
11	234	234	>=50pct			
12	241	241	>=50pct			
13	243	243	>=50pct			
14	246	246	>=50pct			

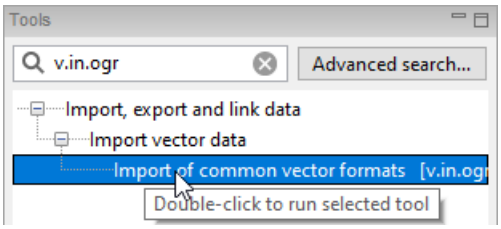
Note que la tabla tiene los campos de la tabla de atributos del geodato **villalba_geol_landslide_prone**: a_cat, a_id, a_a_slope_clas, así como también los campos de la tabla del geodato **villalba_slopes50pct_gt_2cuerdas**: b_cat, b_id, b_Risk. Verá también que hay muchos **espacios vacíos**, que existen porque estos corresponden a áreas que no se solapan entre los dos geodatos originales. Esa es prueba de la necesidad de usar la función de unión.

Importar el layer de cubierta de terrenos usando WHERE condition SQL

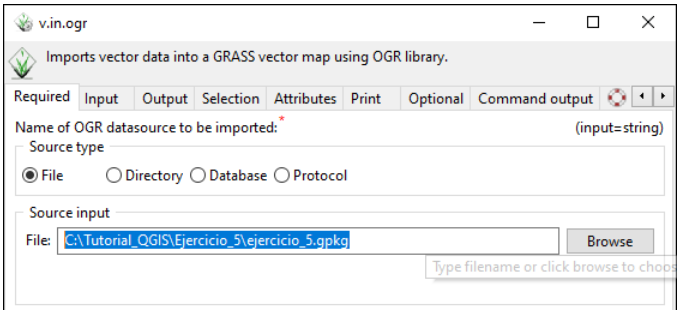
Un paso más adelante sería **determinar cuáles áreas deberían tener prioridad para incentivar la densificación de cubierta arbórea variada**. Esto lo podemos hacer usando un mapa de cubierta de terrenos que muestre áreas que no son bosques. El tercer layer **villalba_landcov2006_generaliz** fue preparado en 2006 y tiene estas distinciones de cubierta de terrenos:

'bosques y arboledas'
'cafetales'
'cuerpos de agua'
'desarrollados o baldios'
'pastos y arbustos'

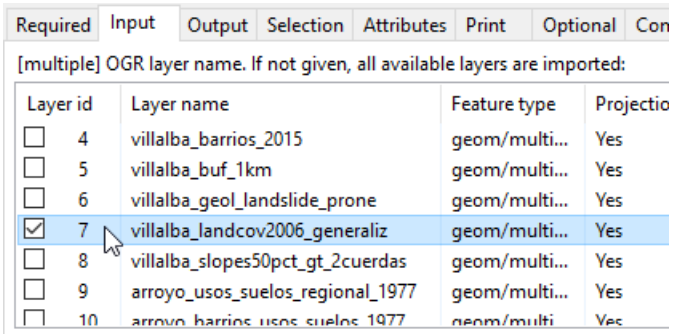
☐ Repita el procedimiento de abrir el módulo **v.in.ogr**, descrito anteriormente.



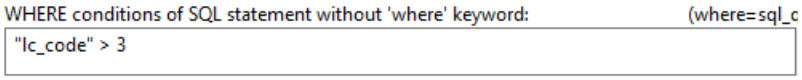
☐ Busque el banco de datos GeoPackage que está en **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\ejercicio_5.gpkg**



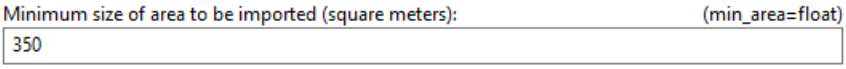
☐ Haga **click** en el tab **Input** y escoja (**click**) el **layer #7 villalba_landcov2006_generaliz**



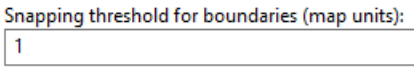
☐ Active (**click**) el tab **Selection**.
En la sección **WHERE conditions of SQL statement without "where" keyword:** escriba **"lc_code" > 3**
INCLUYA LAS COMILLAS DOBLES



☐ En la parte **Minimum size of area to be imported (square meters)**, escriba **350**



☐ Haga **click** en el tab **Optional**. En la sección **Snapping threshold for boundaries (map units)**, escriba **1**

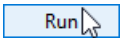


Podemos notar que en la sección **Minimum size of area to be imported**, se establece un límite de **350 metros cuadrados** para no generar áreas menores de ese tamaño. Esto tiene que ver con datos considerados como **insignificantes**, resultado del origen de estos datos.

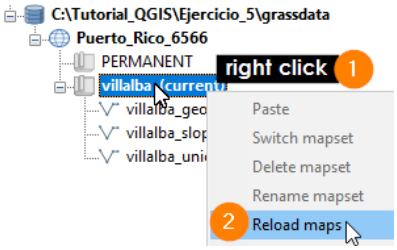
Es importante que se escriba el enunciado tal y como está escrito: **comillas dobles para el nombre del campo**: "lc_code". Si **no** se escribe idéntico, GRASS importará **todo** el contenido del layer.

Esta opción nos permite *discriminar* lo que vamos a importar. Solo necesitamos traer las cubiertas que no estén asociadas a bosques ni humedales.

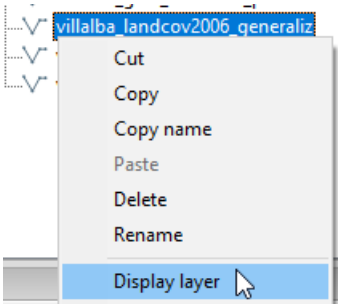
- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr la importación.



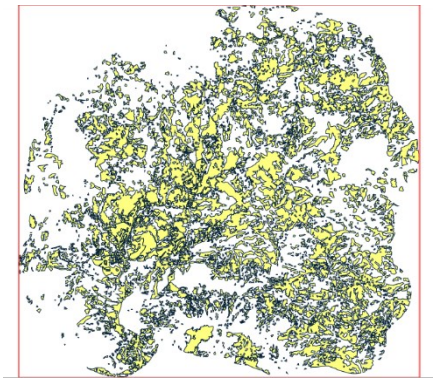
- ☐ Cuando termine el proceso de importación, use la función **Reload maps** para refrescar el mapset y listar el geodato importado.

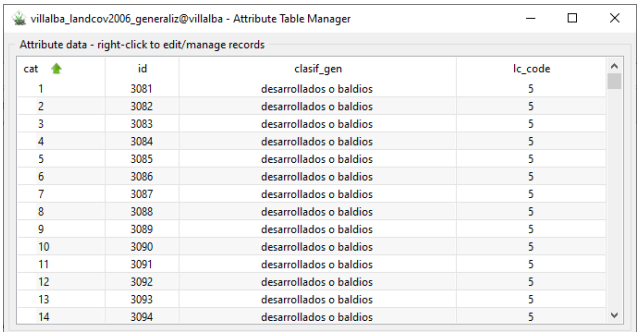


- ☐ Proceda a hacer **right click** en el layer **villalba_landcov2006_generaliz** y escoja la opción **Display layer**, para que aparezca en el visor de GRASS.



Este es el resultado. **Cubierta de terrenos que no sean bosques, 2006:**





cat	id	clasif_gen	lc_code
1	3081	desarrollados o baldios	5
2	3082	desarrollados o baldios	5
3	3083	desarrollados o baldios	5
4	3084	desarrollados o baldios	5
5	3085	desarrollados o baldios	5
6	3086	desarrollados o baldios	5
7	3087	desarrollados o baldios	5
8	3088	desarrollados o baldios	5
9	3089	desarrollados o baldios	5
10	3090	desarrollados o baldios	5
11	3091	desarrollados o baldios	5
12	3092	desarrollados o baldios	5
13	3093	desarrollados o baldios	5
14	3094	desarrollados o baldios	5

- ☐ Inspeccione la tabla. No debe haber récords con clasificación de bosques. De lo contrario deberá rehacer esta parte.

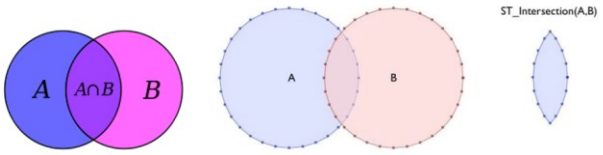
Queremos tener las áreas de riesgos que no son bosques ni cuerpos de agua para:

1. **Reforestación** en áreas de pastos o agrícolas. Esto puede hacerse con proyectos agroforestales que incluyan diversos tipos de árboles, leguminosas con frutales, plátanos y cafetos.
2. Trabajar un **plan de prevención** o **vigilancia** en **zonas habitadas** para **evitar deslizamientos**.

Intersección geométrica

La intersección geométrica nos generará un layer que contendrá aquellas **áreas coincidentes** entre el layer de susceptibilidad y el de usos. En computación se le llama una operación lógica AND. Ambas condiciones se evalúan y el resultado devuelto es el conjunto de elementos que coinciden.

La intersección devuelve la geometría de la zona de coincidencia entre dos o más geodatos.

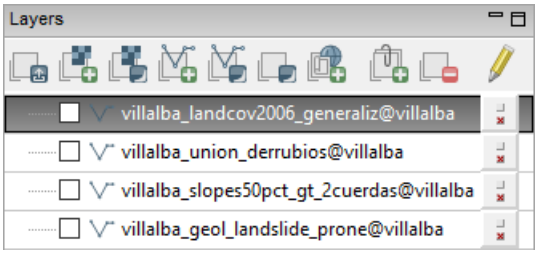


Ahora pasemos a usar la función/módulo **Intersection** para intersecar:

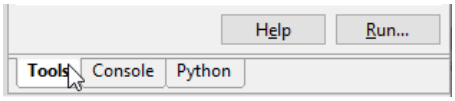
- el geodato de **cubierta de terrenos**
- y el **geodato derivado** de la **unión** entre el **geodato geológico** con **el geodato de pendientes >50%**

Vamos a usar el módulo **v.overlay**.

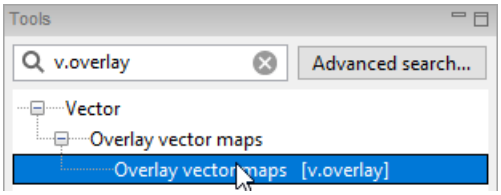
☐ Primero, apague cualquier layer que esté habilitado para el visor.
Haga **uncheck** a todos los layers.



☐ Haga **click** en el tab **Tools**, localizado en la parte inferior derecha de la interfaz gráfica de GRASS.

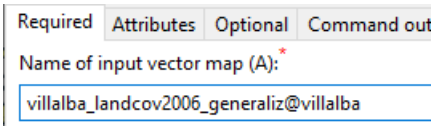


☐ En la caja de texto **Search**, escriba **v.overlay.**
Haga **doble click** en la función **v.overlay**.

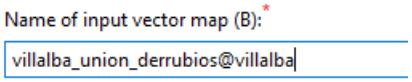


☐ En la forma **v.overlay**, presione el tab **Required**

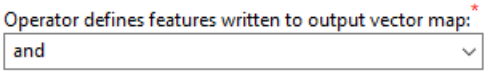
- ☐ En la sección **Name of input vector map (A):** escoja el layer **villalba_landcov2006_generaliz**



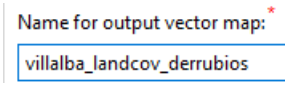
- ☐ En la sección **Name of input vector map (B)** escoja el layer **villalba_union_derrubios**



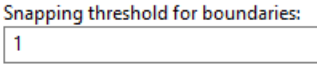
- ☐ En el apartado **Operator defines features written to output vector map:** escoja la opción **AND**



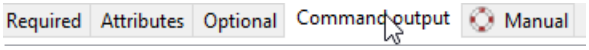
- ☐ En la sección **Name of output vector map:** escriba **villalba_landcov_derrubios**



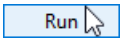
- ☐ Haga **click** en el tab **Optional**.
  vaya más abajo a la sección **Snapping threshold for boundaries**, y escriba **1**



- ☐ Haga **click** en el tab **Command output**



- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el módulo/función.

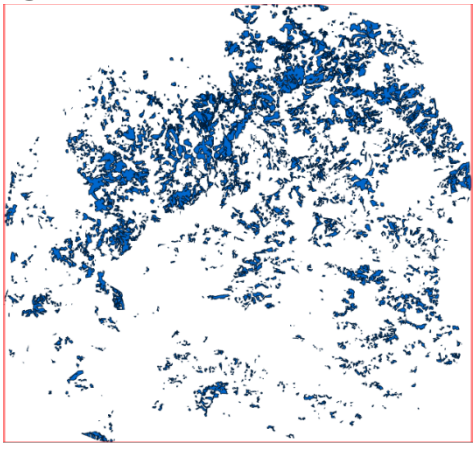


- ☐ El layer aparecerá en el visor

Recuerde: **AND** es el equivalente al geoproceso **INTERSECT**. Nos devolverá geometrías y atributos de ambas tablas, donde haya solape.

Vaya al panel **Layers**.

El geodato debe verse así. Estamos viendo la **intersección** geométrica:

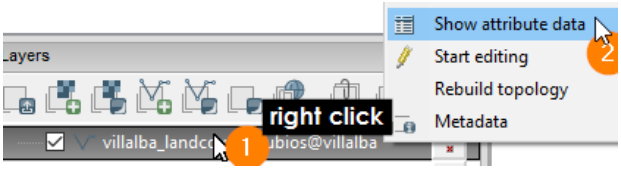


Tenemos en este geodato la **intersección** de: **1: áreas con susceptibilidad alta a deslizamientos (pendientes >=50%)** ***además*** de las **áreas** que habían sido **identificadas como** las **de más alto riesgo a deslizamientos** usando el mapa de unidades geológicas a escala 1:20,000. **2: geodato de cubierta de terrenos: no bosques.**

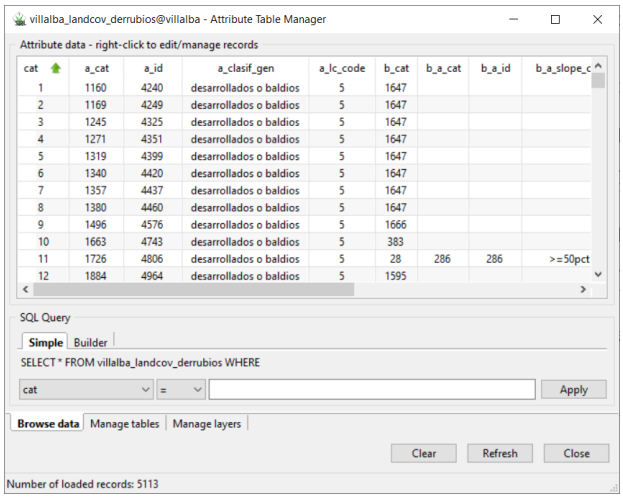
Este mapa podría usarse como guía para mantener estas áreas cubiertas con bosques para evitar la erosión, sedimentación de los embalses aledaños, así como también minimizar el riesgo a deslizamientos.

Para ver la intersección de las tablas de los geodatos, haga lo siguiente:

☐ En el panel **Layers**, haga **right click** en el layer **villalba_landcov_derrubios** y escoja la opción **Show attribute data**.



☐ Aparecerá la **tabla de atributos** del geodato que acabamos de derivar.

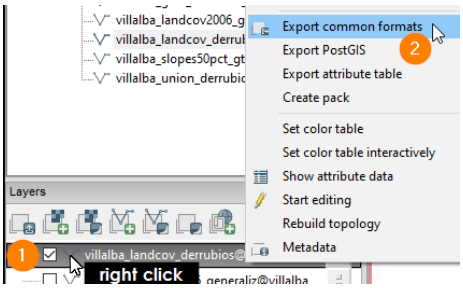


Note que la tabla tiene los campos de las tablas de atributos que hemos estado integrando. Esta contiene datos del layer de cubierta de terreno, el geológico y el layer de pendientes del terreno.

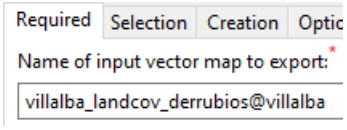
Exportar el layer GRASS a un layer GeoPackage

En GRASS la simbología está aún atada a campos numéricos donde asociamos un código numérico con tres valores RGB. Una alternativa menos trabajosa es exportar los layers de interés a formato GeoPackage. De esta manera, podemos usar QGIS para simbolizar según los distintos datos en una columna o campo de la tabla de atributo.

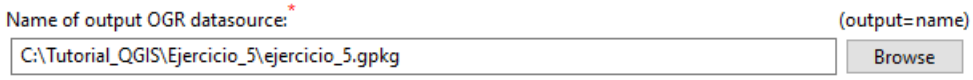
☐ Para exportar el layer **villalba_landcov_derrubios** a formato GeoPackage, haga **right click encima** del layer **villalba_landcov_derrubios** y escoja la opción **Export common formats**.



☐ En la forma **v.out.ogr** que aparecerá, en el tab Required, vaya a la sección **Name of input vector map to Export** y **mantenga** el nombre **villalba_landcov_derrubios@villalba**



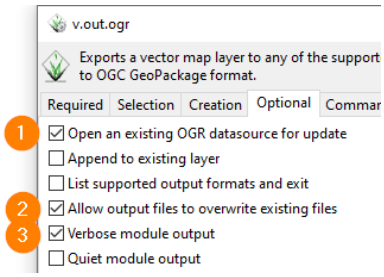
- ☐ En el apartado **Name of output OGR datasource**, use el botón **Browse** para escoger el archivo GeoPackage **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\ejercicio_5.gpkg**



- ☐ En la sección **Data format to write**, mantenga la opción de formato **GPKG**, que significa "GeoPackage"

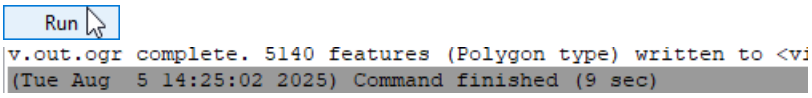


- ☐ **No** haga cambios en el tab **Selection**
- ☐ **Tampoco** haga cambios en el tab **Creation**
- ☐ En el tab **Optional**, haga **check** en las siguientes opciones

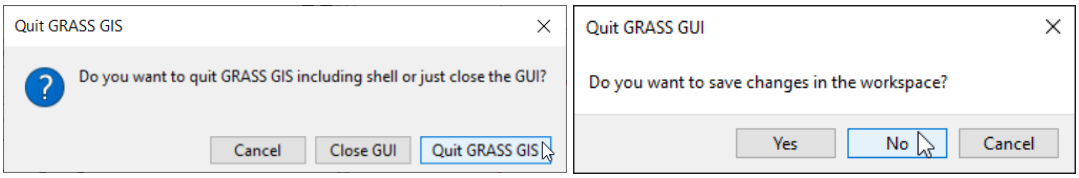


  - ☐ **Check** en **Open an existing datasource for update**
  - ☐ **Check** en **Allow output files to overwrite existing files**
  - ☐ Opcional: **Check** en **Verbose module output**

- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para hacer la exportación del layer a formato GeoPackage, *dentro* del archivo ejercicio_5.gpkg como un layer más de ese banco de datos.

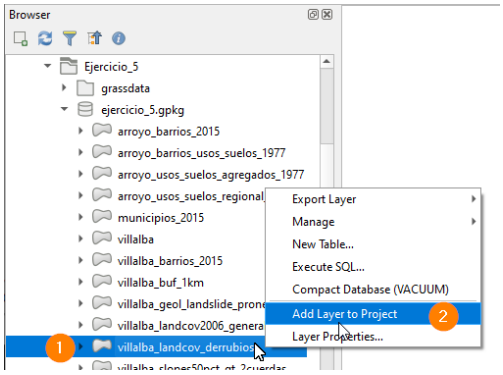


- ☐ Luego de completado el trabajo de esta función, puede **cerrar** la forma v.out.ogr.
- ☐ **Cierre** el programa **GRASS**. Vaya al **menú principal** y escoja **File** > **Quit GRASS GIS**.



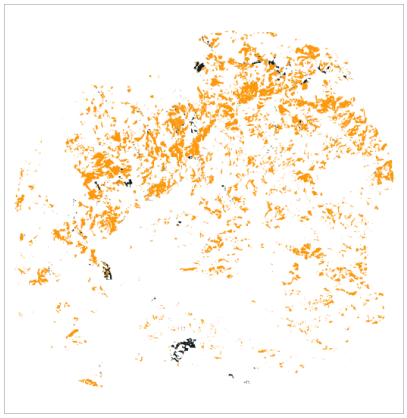
Usaremos QGIS para comprobar que produjimos el layer, traer el layer al visor y aplicar simbología.

- ☐ Abra una sesión de QGIS.
- ☐ En el panel **Browser** localice el banco de datos **ejercicio_5.gpkg** dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**.
- ☐ Al expandir el nodo de este banco de datos, verá el layer **villalba_landcov_derrubios.**

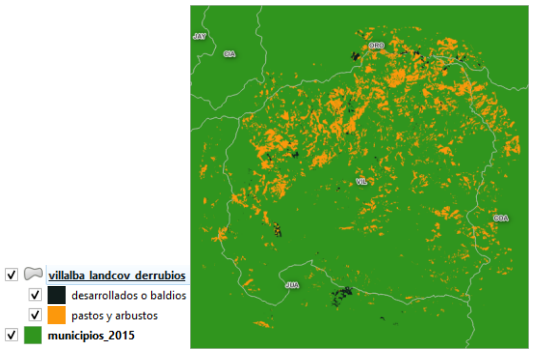


- ☐ Haga **right click** en el layer **villalba_landcov_derrubios**
- ☐ **Escoja** la opción **Add Layer to Project**

☐ Así aparece el *layer con simbología predefinida* para propósitos de esta práctica.



Si le añadimos el layer de municipios y lo colocamos debajo del layer **villalba_landcov_derrubios**, deberá verse así:



La finalidad de esta parte es primero **unir datos con información distinta** (geología y pendientes >50%) luego **intersecar áreas de manejo críticas** escogidas por su **tipo de cubierta de terreno**. Todo esto con la finalidad de **planificar dónde se debe establecer políticas de conservación de suelos** contra la erosión y evitar peligros de deslizamientos de terrenos.

Note las áreas en **negro**. Estas deben inspeccionarse con mayor detalle para descartar si son **áreas construidas en zonas de riesgo**. Las áreas en color **naranja** son las **áreas de riesgo que no tienen cubierta boscosa**. En estas otras áreas se puede incentivar el desarrollo de bosques o proyectos agroforestales. En particular, se podría incentivar el cultivo del café de sombra, junto con árboles nativos de la familia de las leguminosas, además de frutales como cítricos resistentes a enfermedades como el "citrus greening", junto con plátanos y guineos.

- ☐ **Guarde** el proyecto QGIS con el nombre **Ejercicio_5.qgs.**
- ☐ **Cierre** QGIS.

Con esto concluimos esta sección de geoprocesamiento vectorial con GRASS. Más adelante se incluye una sección de procesamiento de datos ráster usando GRASS.

5A-5: Aplicación en biología: genética poblacional (Opcional)

Uso de tabla con coordenadas puntuales XY en sistema de referencia espacial WGS84

El insecto "*Diaphorina citri*" es una plaga en cítricos, siendo el vector que transmite la enfermedad del *citrus greening* (causado por la bacteria *Candidatus liberibacter* sp.). El árbol muere entre dos a cinco años luego de ser infectado por esta bacteria. El estudiante Luis Y Santiago-Rosario del programa graduado de biología de la Universidad Interamericana en Bayamón realizó un muestreo que permite observar poblaciones alrededor de la isla en cuanto a su genética y la comparación de poblaciones del insecto.



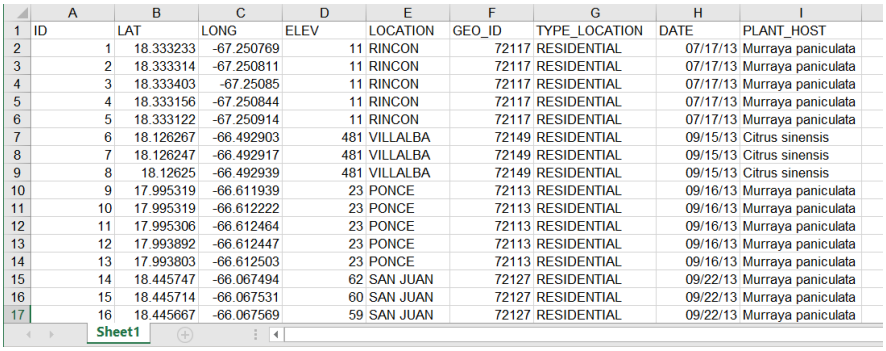
Diaphorina citri en una hoja tierna de árbol cítrico. Fuente: *https://es.wikipedia.org/wiki/Diaphorina_citri#/media/Archivo:Asian_Citrus_Psyllid_adult.jpg*



Ejemplo de un árbol cítrico sano al fondo y otro infectado (a la izquierda), mostrando los signos de la enfermedad. Fuente:

https://apps.lucidcentral.org/pppw_v12/images/entities/citrus_huanglongbing_greening_230/late_stage.jpg

Esta es la tabla con las ubicaciones registrando el muestreo de árboles contaminados en distintos lugares.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID	LAT	LONG	ELEV	LOCATION	GEO_ID	TYPE_LOCATION	DATE	PLANT_HOST
2	1	18.333233	-67.250769	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
3	2	18.333314	-67.250811	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
4	3	18.333403	-67.25085	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
5	4	18.333156	-67.250844	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
6	5	18.333122	-67.250914	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
7	6	18.126267	-66.492903	481	VILLALBA	72149	RESIDENTIAL	09/15/13	Citrus sinensis
8	7	18.126247	-66.492917	481	VILLALBA	72149	RESIDENTIAL	09/15/13	Citrus sinensis
9	8	18.12625	-66.492939	481	VILLALBA	72149	RESIDENTIAL	09/15/13	Citrus sinensis
10	9	17.995319	-66.611939	23	PONCE	72113	RESIDENTIAL	09/16/13	Murraya paniculata
11	10	17.995319	-66.612222	23	PONCE	72113	RESIDENTIAL	09/16/13	Murraya paniculata
12	11	17.995306	-66.612464	23	PONCE	72113	RESIDENTIAL	09/16/13	Murraya paniculata
13	12	17.993892	-66.612447	23	PONCE	72113	RESIDENTIAL	09/16/13	Murraya paniculata
14	13	17.993803	-66.612503	23	PONCE	72113	RESIDENTIAL	09/16/13	Murraya paniculata
15	14	18.445747	-66.067494	62	SAN JUAN	72127	RESIDENTIAL	09/22/13	Murraya paniculata
16	15	18.445714	-66.067531	60	SAN JUAN	72127	RESIDENTIAL	09/22/13	Murraya paniculata
17	16	18.445667	-66.067569	59	SAN JUAN	72127	RESIDENTIAL	09/22/13	Murraya paniculata

Sheet1

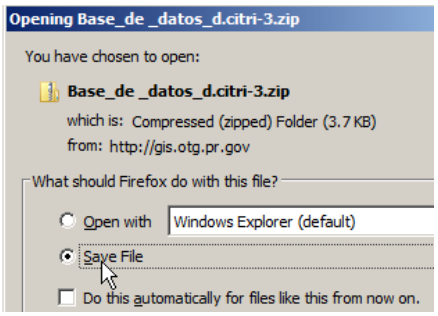
La tabla contiene coordenadas en puntos. El **sistema de referencia espacial presunto es EPSG:4326 WGS84** (**World Geodetic Survey 1984**), **latitud y longitud en grados decimales**. La mayoría de los instrumentos **GPS de bajo costo** y teléfonos **celulares usan este sistema** de **referencia espacial**.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
ID	LAT	LONG	ELEV	LOCATION	GEO_ID	TYPE_LOCATION	DATE	PLANT_HOST
1	18.333233	-67.250769	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata
2	18.333314	-67.250811	11	RINCON	72117	RESIDENTIAL	07/17/13	Murraya paniculata

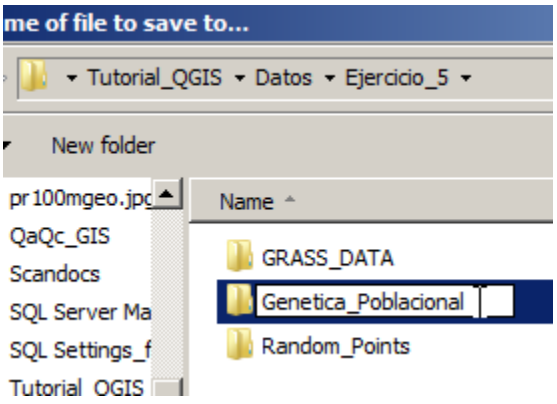
☐ **Descargue** esta **tabla** en el **enlace** a continuación:

TABLA EXCEL MUESTREO

☐ En el navegador, utilice la opción de **guardar** el archivo comprimido zip.



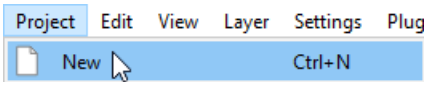
Acuérdese dónde guardó el archivo zip. Es posible que lo guarde por defecto en el folder "Downloads" de su perfil de usuario si está usando Windows.



☐ **Extraiga** el contenido del archivo comprimido en el folder **Tutorial_QGIS\ Ejercicio_5\Genetica_Poblacional**

Esta tabla servirá como input para generar un mapa de puntos que podremos sobreponer a otros mapas disponibles en el servidor de geodatos del gobierno.
Todos los récords con identificadores deberán tener una coordenada x y. De lo contrario, habrá mensajes de error o problemas en la parte que continuará.

☐ Pasemos a abrir una sesión de **QGIS**.

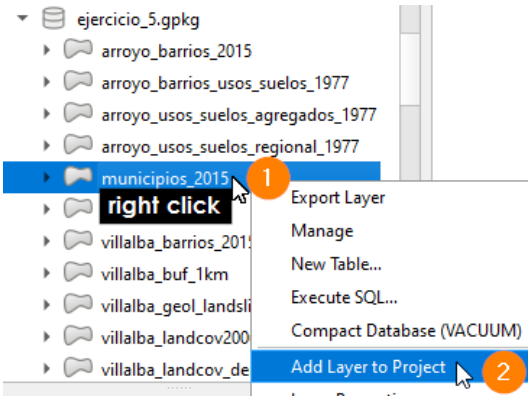


Uso de geoalgoritmo Points layer from a table

Este algoritmo es **útil para** aquellas personas que tienen **tablas con coordenadas puntuales** guardadas en hojas de cálculo **Excel** o **LibreOffice**.

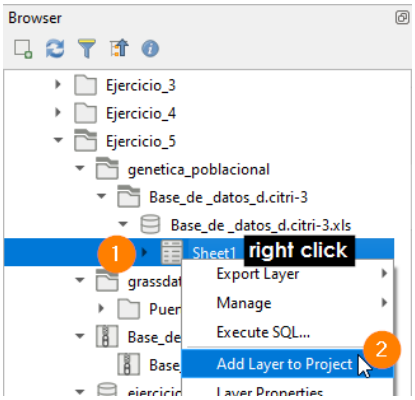
☐ Antes de generar las coordenadas de la tabla, traigamos el geodato de los municipios. Vaya al panel **Browser** y expanda el nodo del banco de datos **ejercicio_5.gpkg**.

☐ Haga **right click** en el layer **municipios_2015** y escoja la opción **Add Layer to Project**.

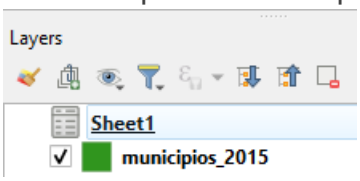


Ahora, traiga la tabla Excel con los datos de coordenadas.

☐ Vaya al panel **Browser** y localice el archivo **base_de_datos_citri-3.xls**, el cual está dentro del folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\genetica_poblacional**

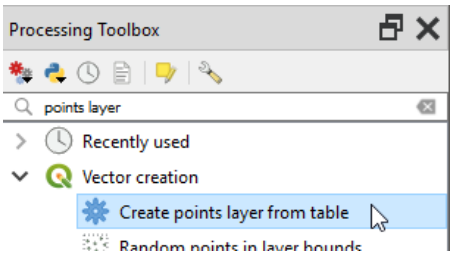


La tabla **Sheet1** aparecerá en el panel **Layers**.



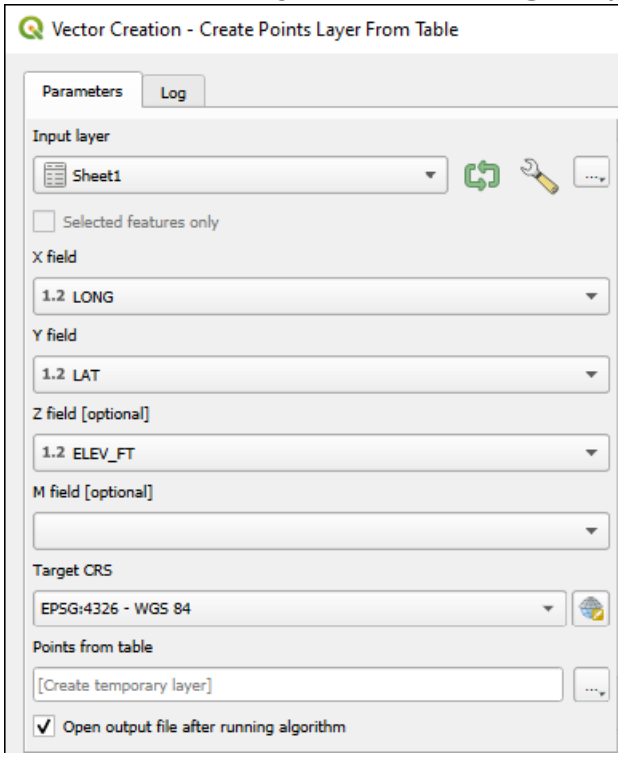
Pasemos entonces a **convertir las coordenadas de la tabla en puntos en el mapa**.

- ☐ Vaya al **menú principal** y escoja **Processing > Toolbox**.
- ☐ En la caja de texto **Search**, escriba **points layer**



- ☐ Haga **doble click** en el algoritmo **Points layer from table**

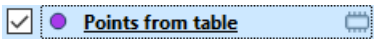
Aparecerá la forma **Points layer from table**. Siga los pasos:



- ☐ En **Input layer**, asegúrese que la tabla sea **Sheet1**.
- ☐ En **X field**, escoja el campo **LONG.**
- ☐ En **Y field**, escoja el campo **LAT.**
- ☐ En **Z field**, escoja el campo **ELEV_FT.**
- ☐ En **Target CRS**, mantenga **EPSG:4326.**
- ☐ En **Points from table**, mantenga **[Create temporary layer].**
- ☐ Mantenga **check** la opción **Open output file after running algorithm.**

☐ Haga **click** en el botón **Run** para convertir las coordenadas de la tabla en puntos en el mapa.

El nuevo geodato (layer) aparecerá como uno temporal. Note el icono de temporalidad (*chip* de memoria RAM)



Luego podremos guardarlo y exportarlo a otro formato. Este nuevo geodato utilizará otro sistema de referencia espacial

Por ahora podrá ver las coordenadas en forma de puntos:

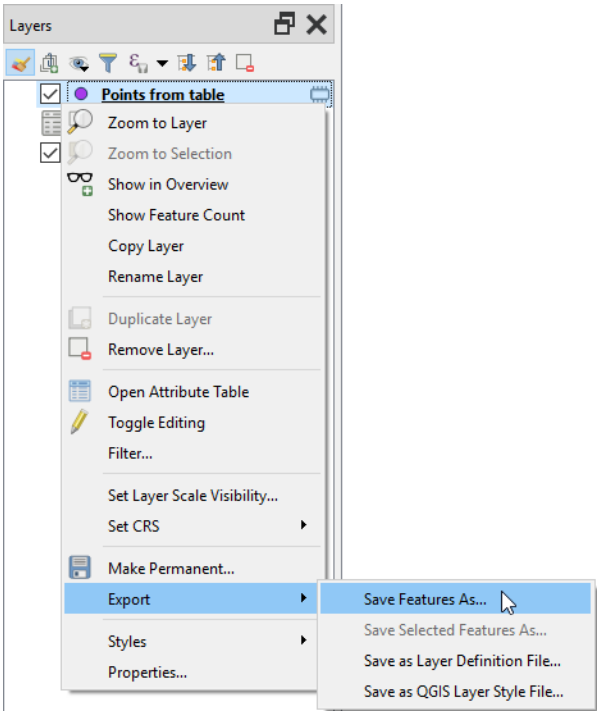


Exportar las coordenadas como un shapefile con otro sistema de coordenadas (reproyección)

Supongamos que **estas coordenadas** deben **someterse a una agencia del gobierno para alguna evaluación ambiental**. Las **agencias del gobierno en Puerto Rico** utilizan el **sistema de referencia espacial establecido** en la **Ley 264 de 2002**. Esta ley fue sustituida por la Ley 184 de 2014. Dicha ley dispone el uso del *sistema de referencia espacial*: ***Sistema estatal de coordenadas planas*** *con* ***proyección cartográfica Cónica conforme de Lambert, datum norteamericano de 1983 o su revisión más reciente*** *y* ***metros como unidad de medida***. Como ya hemos visto anteriormente, para estos ejercicios el sistema tiene como identificador el código **EPSG:6566**.

Para **exportar a shapefile y a la vez reproyectar** los puntos originales en WGS84 a **EPSG:6566**…

- ☐ Haga **right-click encima del layer temporal** con los puntos y escoja **Export > Save Features As…**

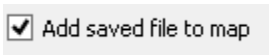


Aparecerá la forma **Save vector layer as…**

- ☐ En el apartado **Format**, mantenga la opción **ESRI Shapefile**.
- ☐ En el apartado **File name**, haga **click** en el botón **Browse**
  Guarde el nuevo archivo dentro del folder
  C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\Genetica_Poblacional
- ☐ Póngale nombre. En este ejemplo usaremos **citri3_6566.shp**
- ☐ Presione el botón **Save**.
- ☐ En **CRS**, escoja el sistema **EPSG:6566**



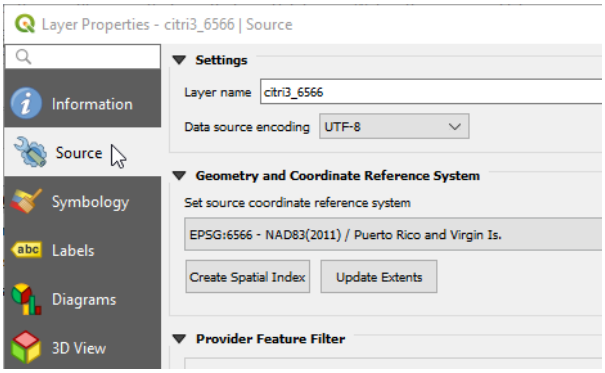
- ☐ En el apartado **CRS**, **escoja** de la lista el sistema **EPSG:6566**.
- ☐ Haga **click** en la opción **Add saved file to map**:



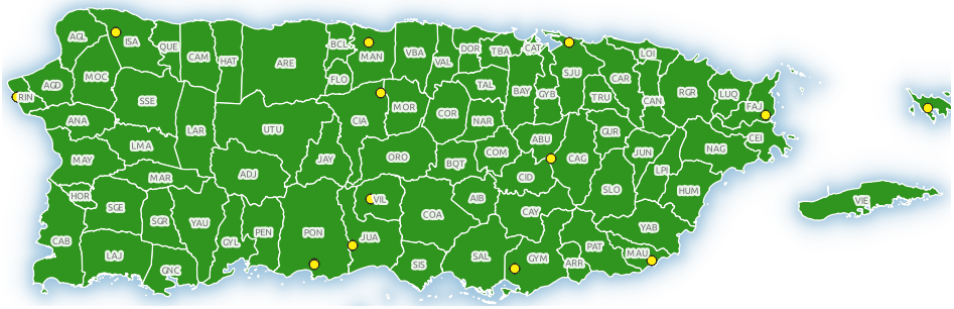
- ☐ Presione **OK** para comenzar a generar el nuevo shapefile reproyectado.

Compruebe que el nuevo geodato está referenciado en el sistema **6566**.

- ☐ Haga **right click encima del nuevo geodato** (**layer**) y escoja **Properties**.
- ☐ En la forma **Layer Properties**, escoja el ítem **Source**.



En el apartado **Coordinate reference system** podrá ver la etiqueta con el código del sistema de referencia espacial **EPSG:6566, NAD83(2011)** / Puerto Rico & Virgin Is.
El mapa muestra los puntos del nuevo shapefile con las coordenadas.



Esto concluye este ejercicio.

- ☐ Guarde el proyecto con el nombre: **ejercicio_genetica_poblacional.qgs** en su folder de **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\Genetica_Poblacional**.
- ☐ **Cierre** QGIS.

5B. Procesamiento ráster usando GRASS: Análisis del terreno y aritmética de rásters

Tópicos de esta sección:

5B. Procesamiento ráster usando GRASS: Análisis del terreno y aritmética de rásters 254
5B-1: Análisis de terreno (geomorfometría) 256
5B-2: Importar el MDT en GRASS 258
5B-3: Determinar los parámetros de la región ráster 262
5B-4: Derivar ráster de inclinación (pendientes) en por ciento a partir del MDT 264
5B-5: Derivar el ráster de orientación de las pendientes (aspect) 267
5B-6: Reclasificar rásters para el modelo 269
Generar el componente de pendientes 271
Asignar paleta de color al ráster reclasificado 273
Mostrar leyenda del ráster 274
Parámetro topográfico morfométrico 276
Parámetro de exposición 279
5B-7: Integrar el layer de embalses al modelo 282
Convertir el layer vectorial a ráster 283
Cambiar valores NULL en un layer ráster 285
5B-8: Aplicar el cómputo de rásters (map algebra) 286
Herramienta r.mapcalc 286
5B-9: Reducir amplitud de valores del ráster de riesgos (recode) 289
Asignar descripciones a las categorías generadas por r.recode 292
5B-10: Aplicar una máscara al ráster IM reclasificado 295
Importar el layer de barrios del Municipio de Villalba 295
5B-11: Cuantificar cobertura de zonas de riesgo por barrio dentro del área municipal 299
Convertir el layer vectorial de barrios a formato ráster 299
Aplicar módulo r.report para calcular áreas ocupadas 301
5B-12: Visualizar geodatos en 3D 304

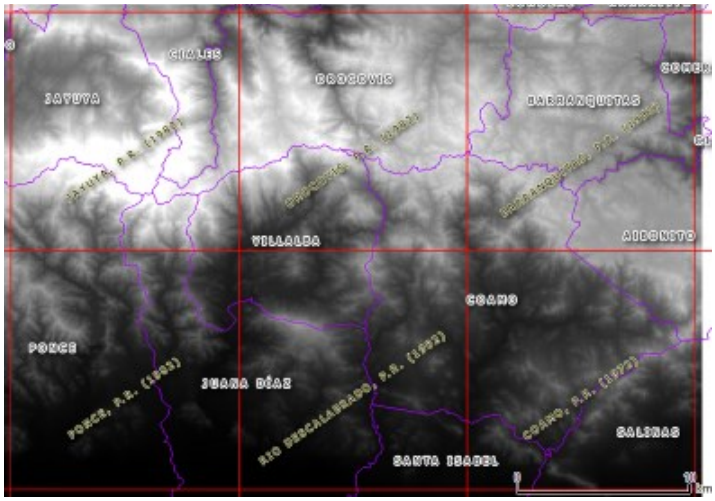
La interfaz 3D Map View de QGIS 306
Preguntas 309

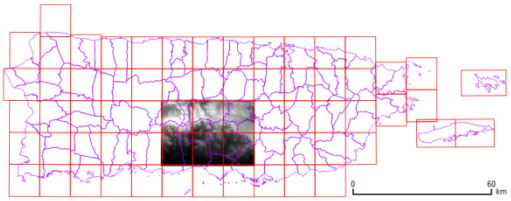
Introducción

El procesamiento de geodatos matriciales (ráster) necesitaría otro libro aparte. La motivación de este ejercicio es experimentar el manejo de rásters porque son parte importante de cualquier conjunto de geodatos, especialmente para las entidades que administran recursos naturales. GRASS ofrece una gran variedad de módulos para el manejo de geodatos matriciales.

5B-1: Análisis de terreno (geomorfometría)

En esta parte se experimentará la derivación geodatos ráster a partir de un modelo digital de elevaciones (MDT o DEM en inglés). Se proveerá un MDT, el cual se derivó de geodatos vectoriales de elevación, presentes en un mapa base detallado de la Isla. Este contenía puntos con coordenadas x, y, z, cuerpos de agua superficial con elevaciones integradas, además de crestas y hondonadas topográficas, donde cada vértice contenía elevación. Se trata de una región compuesta por un espacio ocupado por seis cuadrángulos topográficos: 1,098 km cuadrados o 423.9 millas cuadradas. El MDT tiene resolución espacial (detalle) de 5 x 5m por celda (píxel).





Detalle del MDT y su localización.

Dentro de esta zona se encuentran las partes más elevadas de la isla, en la Cordillera Central.

Primero usaremos **GRASS** para obtener derivados de la elevación: ***pendientes* en por ciento** y ***orientación de las pendientes (aspect)***. Estos se usarán como inputs para una parte de lo que sería un modelo más completo de susceptibilidad a incendios forestales. Solamente consideraremos el aspecto topográfico, que es el más fácil de obtener, teniendo como partida un MDT.

Segundo, **reclasificaremos** los rásters de **pendientes** y **aspect** para que se adapten a los parámetros del modelo topográfico

Tercero, aplicaremos **solamente** la **fórmula** para el modelo de **índice topográfico-geomorfológico** (IM) obtenida del estudio publicado por Belhadj-Aissa et al. (2003) ***Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie*** https://www.fig.net/resources/Proceedings//fig_proceedings/morocco/proceedings/TS13/TS13_4_belhadjaissa_et_al.pdf p. 10. Accedido en septiembre 25, 2023.

IM = 3*p* + (*m* * *e*)*r

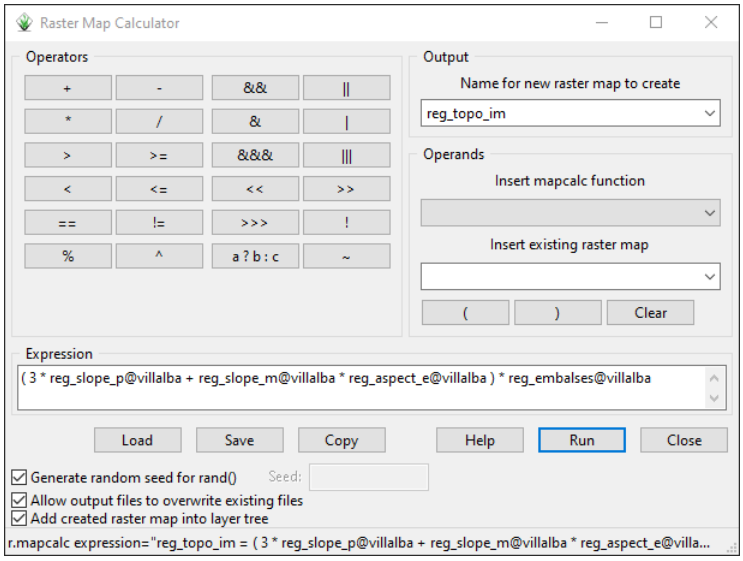
donde,

p = ***pendiente*** en por ciento

m = ***topomorfología*** **(elevación basada en categorías de pendientes)**

e = ***exposición*** (basado en categorías de orientación de las pendientes)

r = ***embalses***. *Se registran como 0.*



Los términos ***IM, p***, ***m***, y ***e*** serán **capas ráster** *derivadas* del **MDT (DEM)**. Note la ***importancia*** (peso) que se le da al componente topográfico de **pendientes *p***, otorgándole **tres veces su peso**. Además, el **componente *m*** se deriva en función de la **pendiente**.

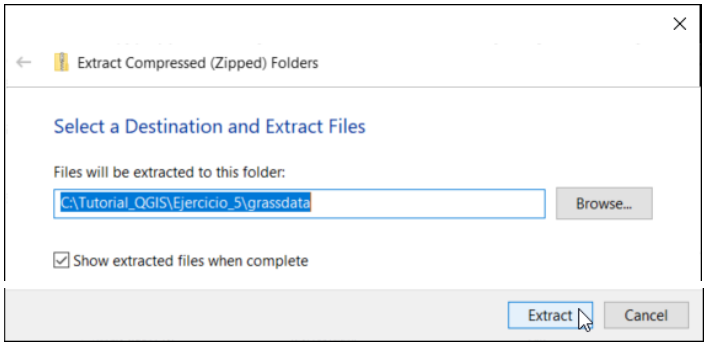
Los ***embalses (r)*** es un layer o componente añadido al modelo original para atemperarlo a la realidad local. Queremos separar los embalses del resto del índice IM. Los embalses están en un **layer vectorial** en el banco de datos **ejercicio_5.gpkg** y deberá ser convertido a un layer ráster para integrarlo al modelo.

Este modelo se aplicó en Argelia. Otros estudios y guías en España y Francia repiten más o menos las mismas recomendaciones en cuanto al componente topográfico.

Para empezar,

- ☐ **Descargue el** siguiente archivo (**reg_dem.zip**) desde esta dirección:
  Este archivo zip contiene un archivo MDT en formato *Erdas Imagine* (*img*) y otros archivos de texto requeridos para continuar los ejercicios.

- ☐ **Descomprima el archivo reg_dem.zip en el folder existente C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**



5B-2: Importar el MDT en GRASS

A través de las bibliotecas de programación GDAL, GRASS puede importar múltiples formatos ráster, por ejemplo, el formato *img* del programa comercial de manejo de imágenes y datos ráster, Erdas Imagine.

Para comenzar, usaremos el mapset anterior del entorno de Villalba.

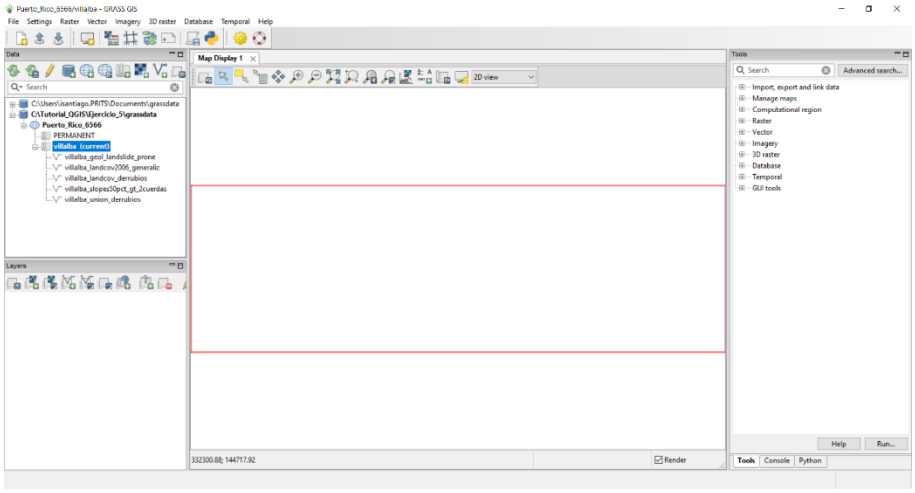
☐ **Abra** una **nueva sesión** de **GRASS**. Vaya a la caja de texto Search de Windows y **escriba grass**



☐ Aparecerá el icono de GRASS, en este caso versión 8.3.0. Deberá hacer **click** en la opción **Open**.



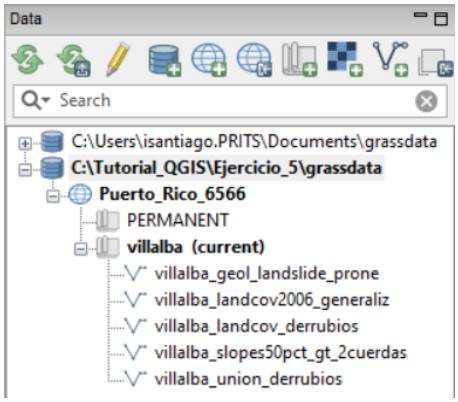
☐ Aparecerá la interfaz gráfica de **GRASS**.



La pantalla (o panel) de la izquierda (Data) sirve para traer los layers e invocar los diferentes módulos o funciones. La pantalla de la derecha se usa para visualizar y para digitalizar/editar layers. Note la caja roja, la cual muestra la región de trabajo.

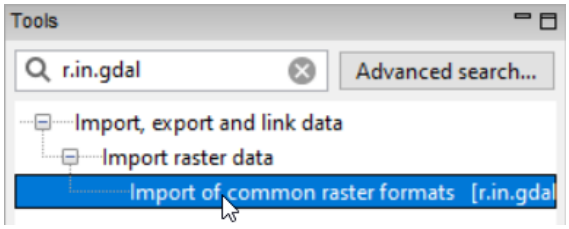
☐ Fíjese que en el panel **Data** esté activo (**en negrilla)** el ***mapset* villalba**, dentro del ***Location* Puerto_Rico_6566** los cuales están en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**. De lo contrario, estará en el directorio

equivocado.



Vamos a importar el primer geodato ráster: el **modelo digital de elevaciones**.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto Search, escriba **r.in.gdal**



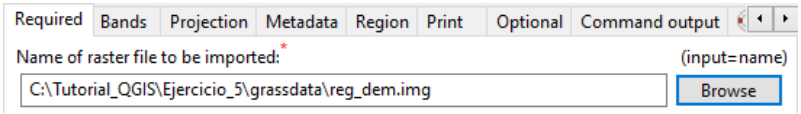
☐ Haga **doble click** en la función **Import of common raster formats [r.in.gdal]**

Aparecerá la forma **r.in.gdal**, donde va a especificar las opciones:



☐ En el tab **Required**, vaya a la sección **Name of raster file to be imported**, y

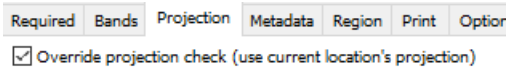
☐ Haga **click** en el botón **Browse** para traer el archivo **reg_dem.img**, localizado en el folder **Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**



☐ En este mismo tab, vaya a la sección **Name for output raster map**, y escriba **reg_dem**.



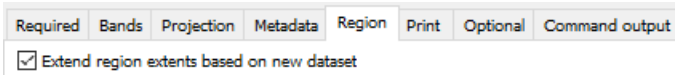
☐ Haga **click** en el tab **Projection** y haga **check** en la opción **Override projection check (use current location's projection)**.



☐ Haga **click** en el tab **Metadata** y en la sección **Title for resultant raster map**, **escriba MDT Regional**

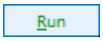


- ☐ Haga **click** en el tab **Region** y haga **check** en la opción **Extend region extents based on new dataset**.

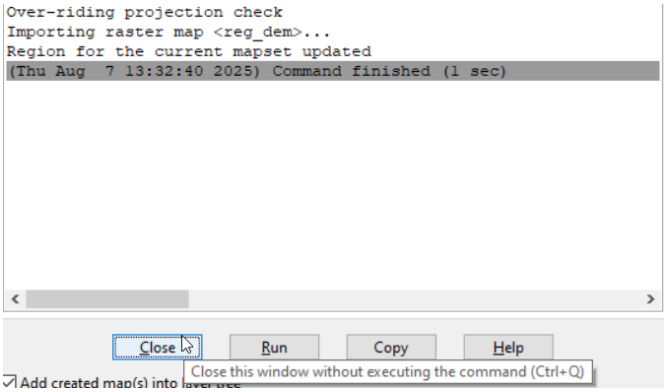


- ☐ Abajo en esta forma, mantenga **check** en la opción **Add created map(s) into layer tree**. Esto, para añadir el mapa al panel derecho: **Map Display: 1**



- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr este módulo. 

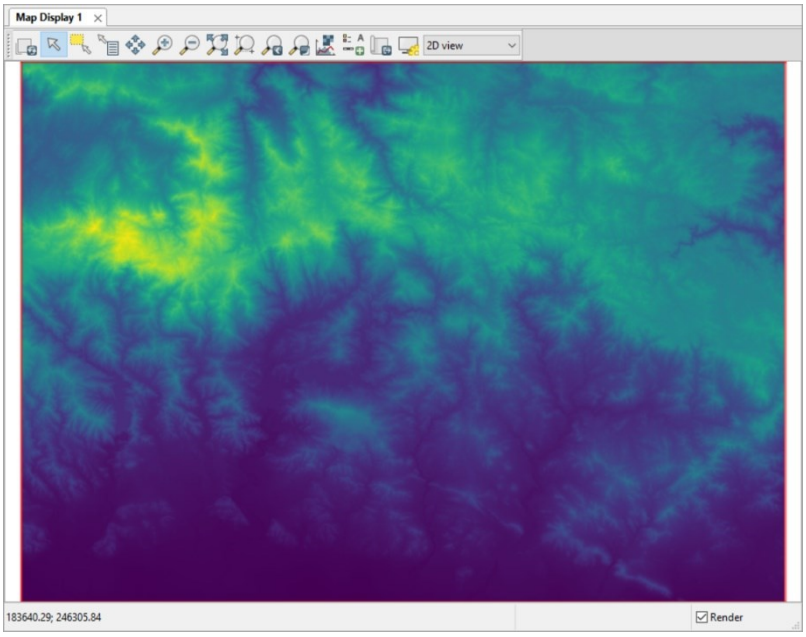
- ☐ **Espere** que termine de procesar y haga **click** en el botón **Close** para cerrar esta forma.



- ☐ Cuando aparezca el MDT importado **reg_dem@villalba** en el panel **Layers**, haga **click** en el botón  **zoom to selected layer(s)** que está en el visor **Map Display 1**.

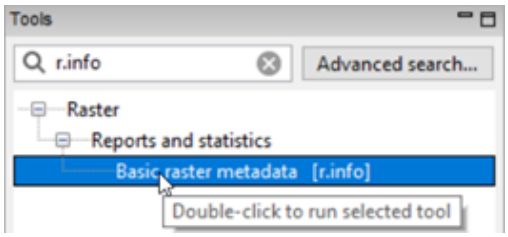


Así debe aparecer el MDT en el panel **Map Display 1**



Para ver la **información descriptiva** de este ráster, usemos el comando **r.info** de GRASS.

☐ En la caja de texto **Search** del panel **Tools**, escriba **`r.info`**

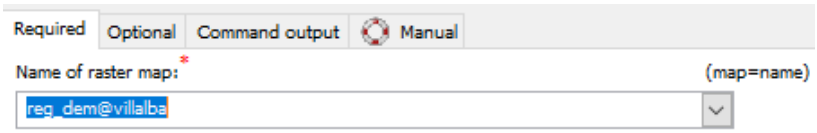


☐ Haga **doble click** en la función **Basic raster metadata [r.info]**

Aparecerá la forma **r.info [raster, metadata]**

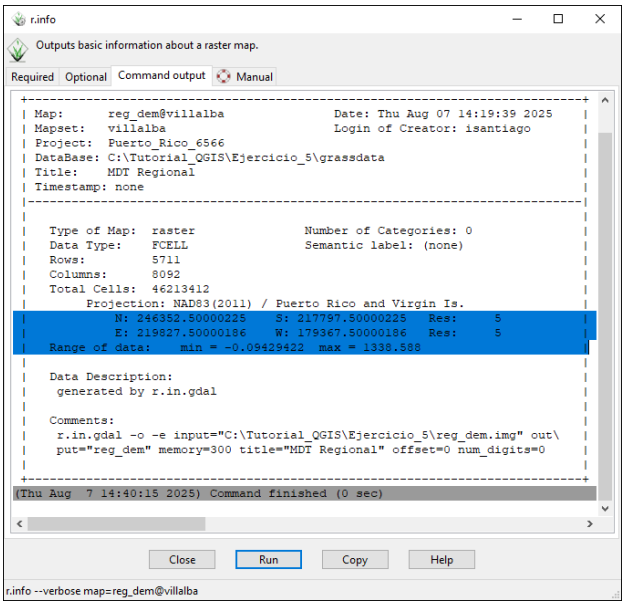


☐ En el tab **Required** escoja el único ráster que debe aparecer ahora: **reg_dem@villalba**.



☐ Presione el botón **Run**.

Fíjese en los **parámetros mínimo y máximo** (Range of data). Estos son los números reales **Range of data** del archivo img original (min = -0.9429422 max = 1338.558). Por lo tanto, no ha habido cambios en los datos.



☐ Presione el botón **Close** para cerrar esta forma.

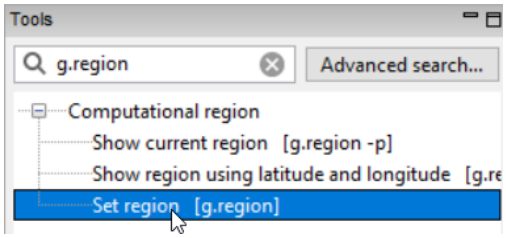
5B-3: Determinar los parámetros de la región ráster

Antes de continuar, deberíamos asegurarnos de que los demás rásters derivados tengan la misma resolución espacial (nivel de detalle, tamaño de la celda). Por ejemplo, el MDT regional tiene una **resolución** de **5 x 5 metros**. Los demás deben tener la misma resolución.

Esto se hace para evitar generar rásters con menor resolución. Por ejemplo, **si combinamos dos rásters con resoluciones espaciales diferentes, el resultado tendrá la resolución del ráster con menor detalle**.

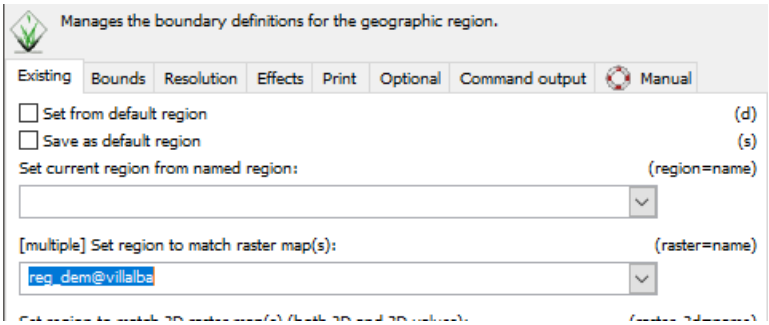
Además, debemos hacer que la región de trabajo sea compatible con la extensión territorial del MDT para no generar píxeles vacíos (NODATA) fuera de esta extensión.

- ☐ En el panel **Tools**, vaya a la caja de texto Search y escriba el nombre de la función **`g.region`**

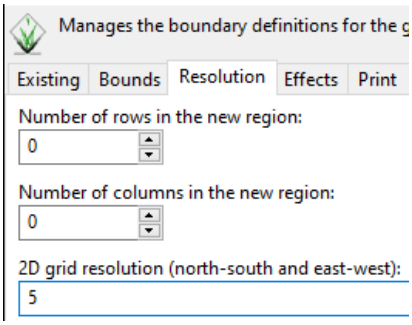


- ☐ Haga **doble click** en la función **Set region [g.region]**

- ☐ En la forma **g.region** que aparecerá, haga **click** en el tab **Existing**.
- ☐ En el apartado **[multiple] Set region to match to match this raster map**: seleccione el ráster **reg_dem@villalba**



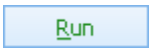
☐ Haga **click** en el tab **Resolution** y en el apartado **2D grid resolution (north-south and east-west)**, escriba **5**.



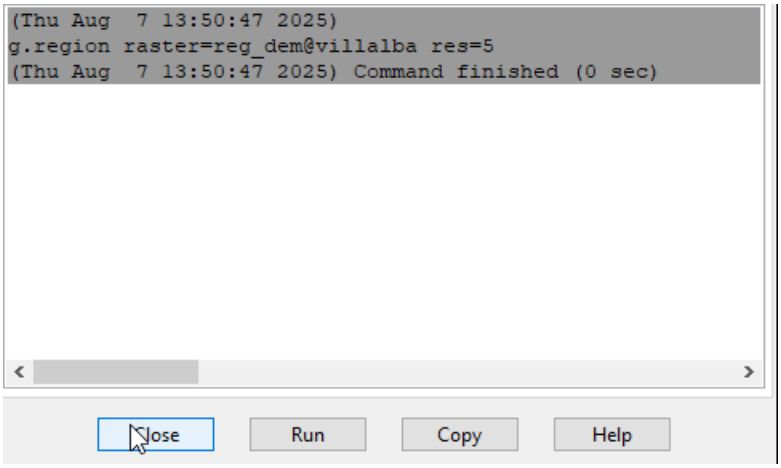
Fíjese abajo en esta forma, en cómo se ejecuta realmente el módulo por la línea de comandos:

```
g.region raster=reg_dem@villalba res=5
```

☐ Presione el botón **Run** para correr este módulo.

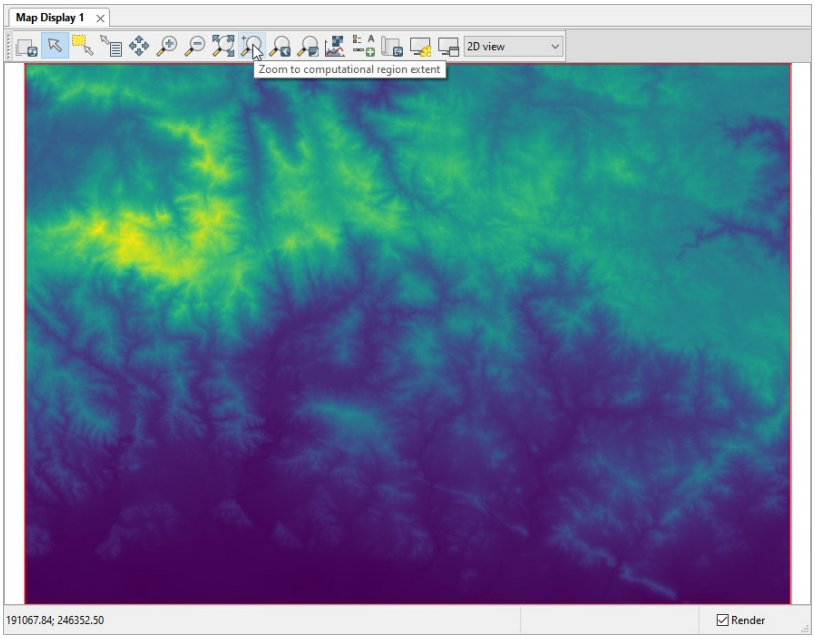


☐ **Cierre** esta forma **g.region**.



☐ Asegúrese que la región cubre todo el ráster de elevación.

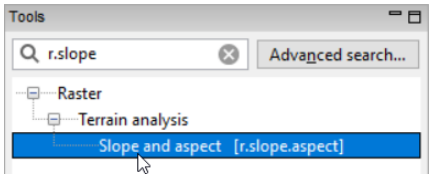
Haga **click** en el botón **Zoom to computational region extent** 



5B-4: Derivar ráster de inclinación (pendientes) en por ciento a partir del MDT

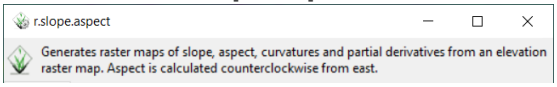
En esta parte procederemos a generar el **ráster de pendientes (slope)**. Este debe usar **porcentajes** como unidad de inclinación, **según lo requiere el modelo** mencionado al principio de esta sección de análisis ráster. Aunque podemos generar múltiples rásters: *pendiente*, *orientación*, etcétera, por el momento, generaremos el ráster de pendientes en porcentajes.

☐ Para generar el ráster de **pendientes**, vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.slope**

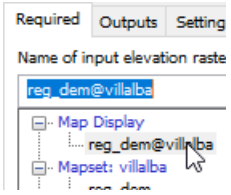


☐ Haga **doble click** en la herramienta **[r.slope.aspect]**.

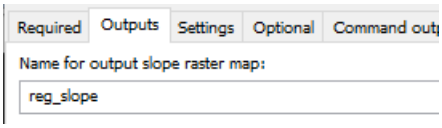
Aparecerá la forma **r.slope.aspect**



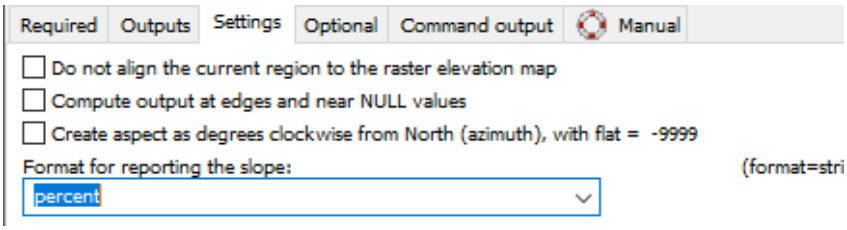
☐ En el tab **Required**, escoja cualquiera de los MDT **reg_dem** del Map Display o mapset porque son lo mismo.



☐ Haga **click** en el tab **Outputs** y en la caja de texto de la sección **Name for output slope raster map**, escriba **reg_slope**.

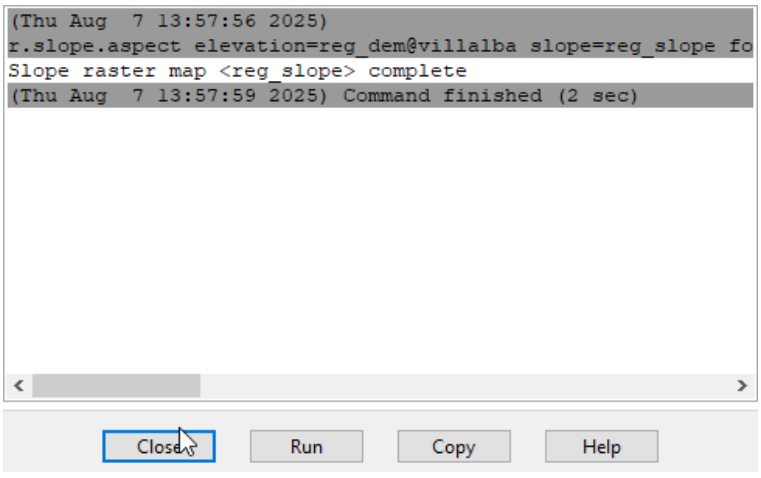


☐ Haga **click** en el tab **Settings** y en la sección **Format for reporting the slope** escoja **Percent**.

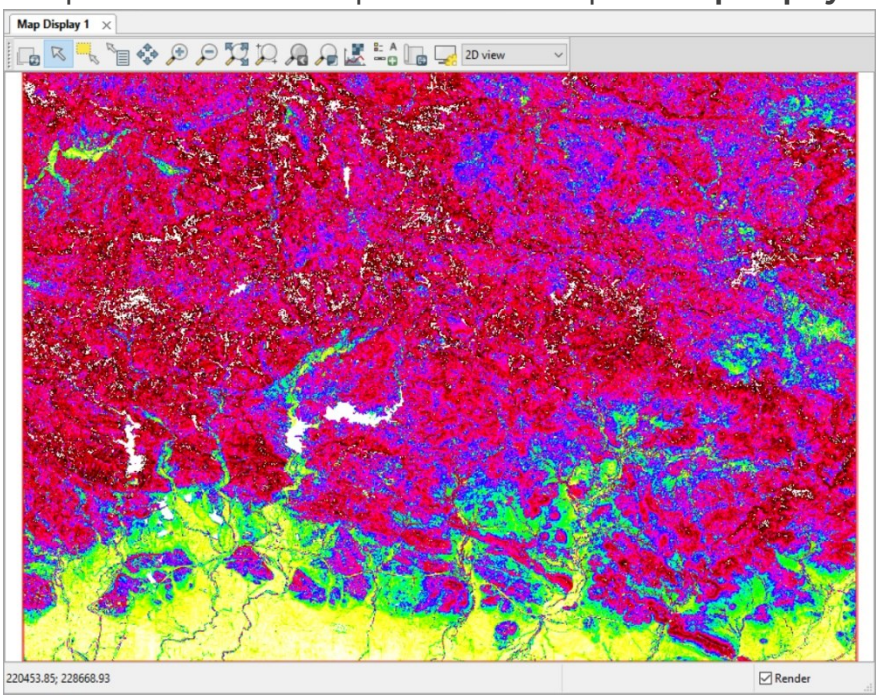


☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr este módulo.

☐ Espere que finalice el proceso y **cierre** la forma



Así aparece este ráster de pendientes en el panel **Map Display 1**



Note la **extensión** de la **región de trabajo** (con **borde rojo**), el **ráster** de **pendientes** en colores amarillo (llano), verde (ondulado), azul (transición) rojos y púrpuras (escarpado). Los cuerpos de agua aparecen en color blanco.
Los colores representan valores numéricos.

☐ Use la herramienta **r.info** para ver los metadatos de este layer ráster.

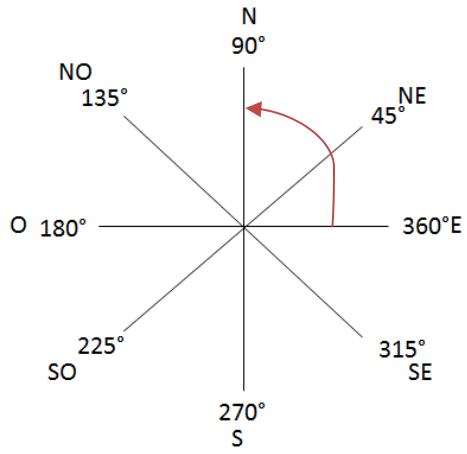
```
+----------------------------------------------------------------------------+
| Map:      reg_slope@villalba             Date: Thu Aug 07 14:52:40 2025    |
| Mapset:   villalba                       Login of Creator: isantiago       |
| Project:  Puerto_Rico_6566                                                 |
| DataBase: C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata                           |
| Title:    percent slope                                                    |
| Timestamp: none                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |
|   Type of Map:  raster              Number of Categories: 1865             |
|   Data Type:    FCELL               Semantic label: (none)                 |
|   Rows:         5711                                                       |
|   Columns:      8092                                                       |
|   Total Cells:  46213412                                                   |
|        Projection: NAD83(2011) / Puerto Rico and Virgin Is.                |
|            N: 246352.50000225    S: 217797.50000225   Res:     5           |
|            E: 219827.50000186    W: 179367.50000186   Res:     5           |
|   Range of data:    min = 0  max = 1864.074                                |
|                                                                            |
|   Data Source:                                                             |
|    raster elevation file reg_dem@villalba                                  |
|                                                                            |
|                                                                            |
|   Data Description:                                                        |
|    generated by r.slope.aspect                                             |
|                                                                            |
|   Comments:                                                                |
|    slope map elev = reg_dem@villalba                                       |
|    zfactor = 1.00 format = percent                                         |
|    min_slope = 0.000000                                                    |
|                                                                            |
|    r.slope.aspect elevation="reg_dem@villalba" slope="reg_slope" format\   |
|    ="percent" precision="FCELL" zscale=1.0 min_slope=0.0 nprocs=1 memor\   |
|    y=300                                                                   |
|                                                                            |
+----------------------------------------------------------------------------+
(Thu Aug  7 14:54:03 2025) Command finished (0 sec)
```

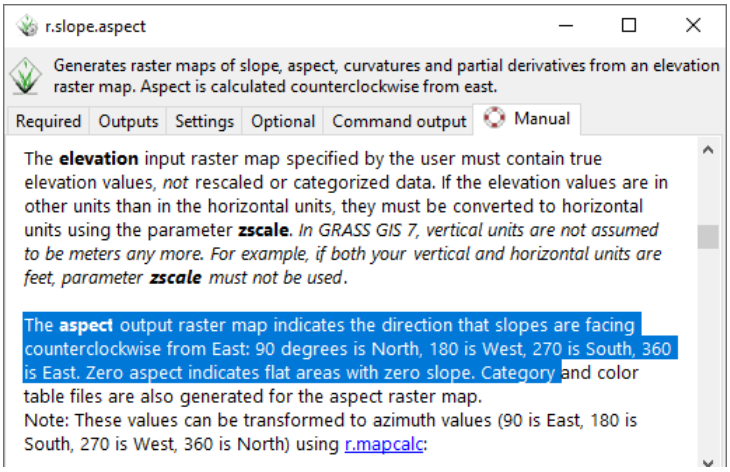
La amplitud de valores de pendientes va desde 0 hasta 1864.07%.

Esto puede suceder en áreas extremadamente escarpadas con pendientes perpendiculares donde la conversión de grados a pendientes genera estos valores altos.

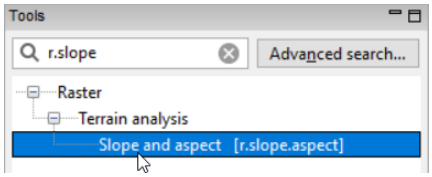
5B-5: Derivar el ráster de orientación de las pendientes (aspect)

El próximo dato para esta parte del modelo es un ráster que contenga los valores de orientación de las pendientes (*aspect*). **A diferencia de otras herramientas SIG de manejo de rásters, el módulo de GRASS computa la orientación de manera diferente, con origen en el este y en contra de las manecillas del reloj**. La orientación de las pendientes se registra en grados, partiendo del:
este = 360°, noreste = 45°, norte = 90, oeste =180°, sur = 270° y regresa al este con 360°
El **cero** se reserva para **áreas** completamente **llanas** con **pendiente = 0**.



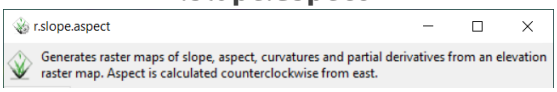


☐ Para generar el ráster de **orientación de pendientes**, vaya al panel **Tools** y escriba **r.slope**

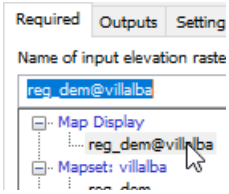


☐ Haga **doble click** en la herramienta **[r.slope.aspect]**.

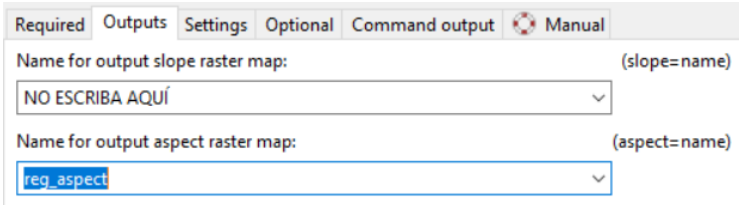
Aparecerá la forma **r.slope.aspect**



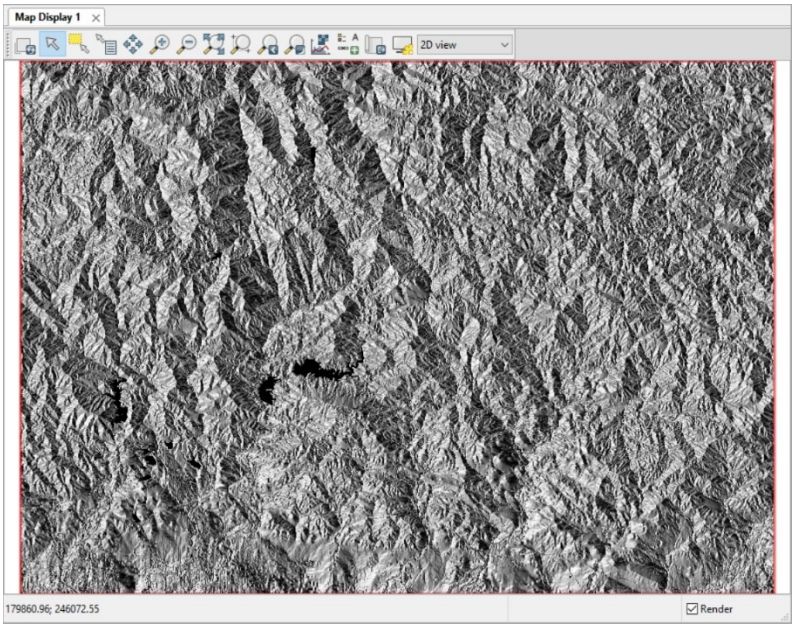
☐ En el tab **Required**, escoja cualquiera de los MDT **reg_dem** del Map Display o mapset porque son lo mismo.



☐ Haga **click** en el tab **Outputs** y en la caja de texto de la sección **Name for output slope raster map**, escriba **reg_aspect**.



☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el módulo
Así aparece el ráster de orientación de las pendientes (**aspect)**:



Nota:
Settings > ☐ Create aspect as degrees clockwise from North (azimuth), with flat = -9999
Es posible generar un ráster de orientaciones el cual tenga como partida Norte = 0 pero no lo usaremos en este tutorial. La razón es conveniencia porque los materiales (archivos de texto para reclasificar más adelante) se prepararon para un ráster aspect con orientación Este = 360 y 0 = flat (pendiente=0).

☐ **Cierre** la forma **r.slope.aspect**.

5B-6: Reclasificar rásters para el modelo

Ahora debemos reclasificar los valores que están en los rásters de pendientes y aspect para adecuarlos a la fórmula que vamos a aplicar para el modelo geomorfométrico.

Recuerde el modelo:

$$IM = 3p + (m * e) * r$$

donde,

p = pendiente en por ciento

m = parámetro de topomorfología (elevación basada en categorías de pendientes)

e = exposición (categorías de orientación de las pendientes)

r = embalses

Tanto *IM, p*, *m*, y *e* serán capas ráster derivadas del MDT, el ráster de embalses se deriva de un layer vectorial

Según el estudio publicado por Belhadj-Aissa et al. (2003) ***Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie*** https://www.fig.net/resources/Proceedings//fig_proceedings/morocco/proceedings/TS13/TS13_4_belhadjaissa_et_al.pdf p. 10. Accedido en septiembre 25, 2023, el ráster de **pendientes** debe ser reclasificado dos veces para generar dos rásters:

Primero, para reclasificar las **pendientes en clases**: parámetro de **inclinación** (***p***).

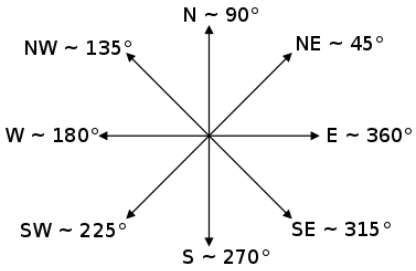
Ponderación (peso)	Clase de pendientes	Criterios
1	Menos de 15%	Áreas donde la maquinaria agrícola puede intervenir
2	Entre 15 y 30%	Áreas que necesitan otros métodos (Tractores topadores)
3	Entre 30 y 60%	Áreas que necesitan maquinarias más especializadas
4	Más de 60%	Áreas que solo permiten intervención manual

Segundo, para representar **niveles de elevación** según la pendiente (parámetro topo-morfológico (***m***).

Peso	Clase de pendientes	Clase morfológica
1	Menos de 3%	Llano
2	Entre 3 y 12.5%	Bajo piemonte
3	Entre 12.5 y 25%	Alto piemonte
4	Más de 25%	Montañoso

Tercero, el ráster de **orientación de pendientes** (aspect), el cual es llamado "**de exposición**" **(*e*)** será reclasificado de la siguiente manera:

Peso	Orientación	Desviación en grados
0	Plano	Slope = 0
1	Norte (umbría)	247.5 a 292.5
2	Noreste	292.5 a 337.5
2	Este	337.5 a 22.5
4	Sureste	22.5 a 67.5
6	Sur (solana)	67.5 a 112.5
6	Suroeste	112.5 a 157.5
5	Oeste	157.5 a 202.5
3	Noroeste	202.5 a 247.5



En GRASS el Este = 360°

Nota: Luego de una corta investigación, proponemos ampliar la clasificación del parámetro de exposición, desviándonos un poco del modelo original.

Cuarto, extraer el layer de **embalses** desde el banco de datos **ejercicio_5.gpkg** a un layer vectorial GRASS, convertirlo a un layer ráster y cambiar las celdas NULL (fuera de los embalses) asignándoles valor 1.

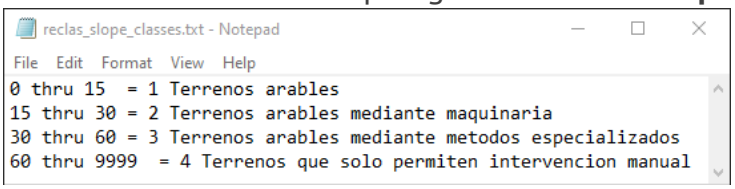
función	Descripción
v.in.ogr	Importar layer geopackage de embalses.
v.to.rast	Convertir el layer GRASS de embalses a forma ráster.
r.null	Asignar valor 1 a celdas NULL. (Celdas que están fuera de los embalses).

Una vez tenemos estas clases definidas, pasemos a explicar un poco cómo manejar ***reclasificaciones de rásters*** en GRASS.
Para **reclasificar** un ráster, podemos hacer primero un archivo de texto que tenga:

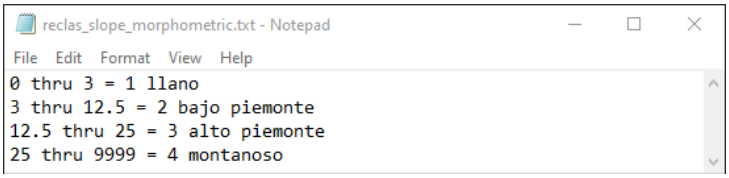
- la *amplitud* de los datos,
- el *código* de la clase (número) y
- una *descripción* (opcional).

NOTA importante sobre GRASS es que **los rásters reclasificados *se manejan como tablas con referencia al ráster original*.** Por lo tanto, debe tener cuidado de no borrar el ráster que origina el ráster reclasificado porque el ráster derivado perderá su ***referencia***.

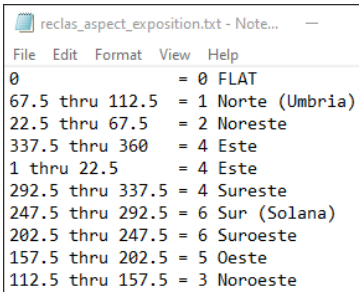
Este es el archivo de texto para generar el ráster de **pendientes** reclasificadas (***p***):



Otro para generar el ráster que contendrá el parámetro de **topomorfología** (***m***)



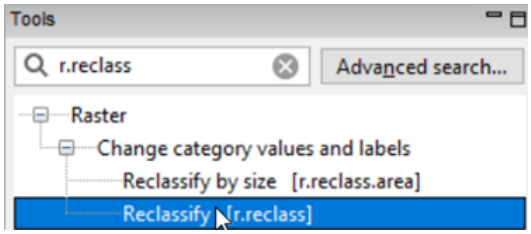
Y el archivo para el parámetro de **exposición** (***e***)



Generar el componente de pendientes

Pasemos a reclasificar el ráster de pendientes para generar el ráster representando el componente de pendientes reclasificadas ***(p)***.

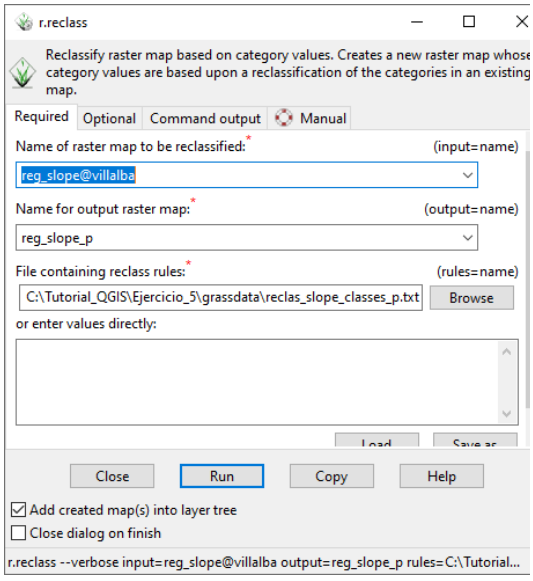
☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.reclass**



☐ Haga **doble click** en la herramienta **Reclassify [r.reclass]**

Aparecerá la forma **r.reclass**.

☐ Siga estos pasos:



☐ En el tab **Required**, dentro del apartado **Raster map to be reclassified**, escoja **reg_slope (reg_slope@villalba)**

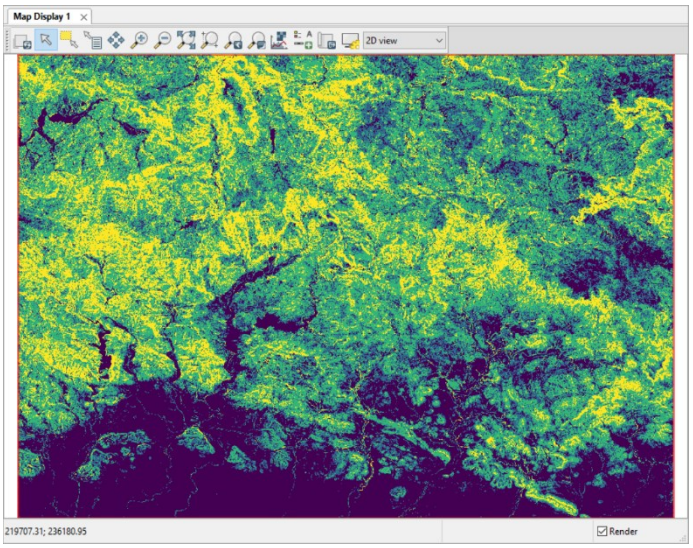
☐ En el apartado **Name for output raster map**, en la caja de texto escriba **reg_slope_p** indicando que es el ráster que contendrá los valores **p**.

☐ En el apartado **File containing reclass rules**, haga **click** en el botón **Browse** y localice el archivo de texto llamado **reclas_slope_classes_p.txt**. Este se encuentra en el directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el módulo.
Recuerde la tabla de reclasificación que estamos usando para generar este parámetro.

```
0 thru 15   = 1 Terrenos arables
15 thru 30  = 2 Terrenos arables mediante maquinaria
30 thru 60  = 3 Terrenos arables mediante metodos especializados
60 thru 9999  = 4 Terrenos que solo permiten intervencion manual
```

☐ Así debe quedar el ráster resultante.



☐ **Cierre** la forma **r.reclass**.

☐ Abra la función **r.info** para este ráster. Use la opción **Verbose**, que está en el tab **Optional**. ☑ Verbose module output

```
(Thu Aug  7 15:40:16 2025)
r.info --verbose map=reg_slope_p@villalba
+----------------------------------------------------------------------------+
| Map:      reg_slope_p@villalba          Date: Thu Aug 07 15:39:32 2025     |
| Mapset:   villalba                      Login of Creator: isantiago        |
| Project:  Puerto_Rico_6566                                                 |
| DataBase: C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata                           |
| Title:    Parámetro p (región)                                             |
| Timestamp: none                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |
|   Type of Map:  reclass             Number of Categories: 4                |
|   Data Type:    CELL                Semantic label: (none)                 |
|   Rows:         5711                                                       |
|   Columns:      8092                                                       |
|   Total Cells:  46213412                                                   |
|        Projection: NAD83(2011) / Puerto Rico and Virgin Is.                |
|            N: 246352.50000225    S: 217797.50000225   Res:     5           |
|            E: 219827.50000186    W: 179367.50000186   Res:     5           |
|   Range of data:    min = 1  max = 4                                       |
|                                                                            |
|   Data Source:                                                             |
|    Reclassified map based on:                                              |
|      Map [reg_slope@villalba] in mapset [villalba]                         |
|                                                                            |
|   Data Description:                                                        |
|    generated by r.reclass                                                  |
|                                                                            |
|   Comments:                                                                |
|    r.reclass --verbose input="reg_slope@villalba" output="reg_slope_p" \   |
|    rules="C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\reclas_slope_classes.txt" title=\   |
|    "Parámetro p (región)"                                                  |
|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
|   Reclassification of [reg_slope@villalba] in mapset [villalba]            |
|                                                                            |
|         Category        Original categories                                |
|                                                                            |
|          1              0-14                                               |
|          2              15-29                                              |
|          3              30-59                                              |
|          4              60-9999                                            |
+----------------------------------------------------------------------------+
(Thu Aug  7 15:40:17 2025) Command finished (0 sec)
```

Data type: CELL significa que este ráster está compuesto de números enteros.
Range of data significa cuáles son los valores que contiene el ráster mín=1, máx=4
Data source: está diciendo cuál es el ráster de origen.
Comments nos documentó el comando GRASS que usamos: r.reclass y el resto de los parámetros…
El último cuadro muestra una descripción de las categorías numéricas y el rango original que están representando. Por ejemplo la categoría 1 representa los valores originales de pendientes de 0 a 14 y así sucesivamente.

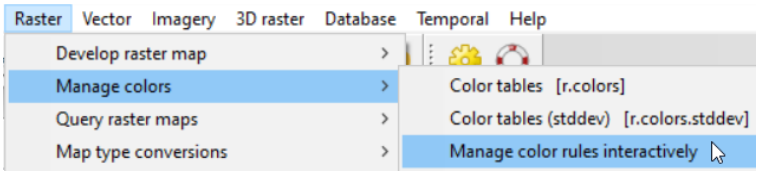
Asignar paleta de color al ráster reclasificado

Podemos cambiar la paleta de color a este layer reclasificado. Le asignaremos una paleta de colores predefinida. **Esta se guarda en un archivo de texto**, de la siguiente manera:

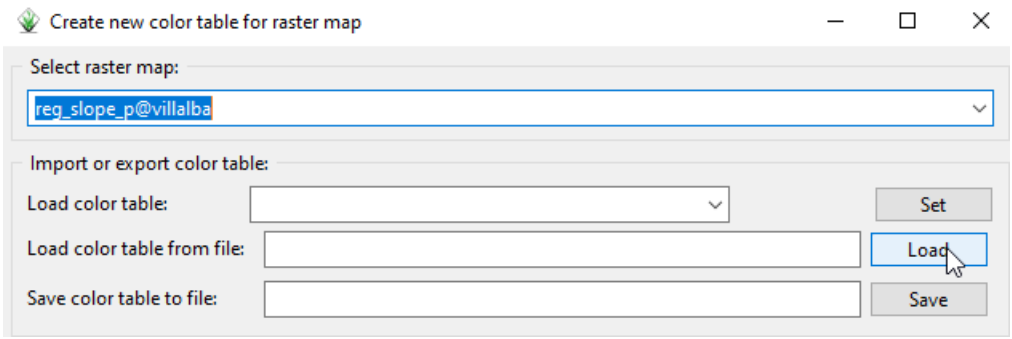
```
1 232:185:146
2 255:237:173
3 198:225:113
4 0:151:0
```

1 al 4 corresponden a las **categorías del ráster** reclasificado. **232:185:146** corresponde a las combinaciones de niveles de color RGB para cada categoría. Estas no deben contener espacios al final.

- ☐ Para cambiar la paleta de colores, vaya al menú principal y escoja **Raster > Manage colors, Manage color rules interactively**.

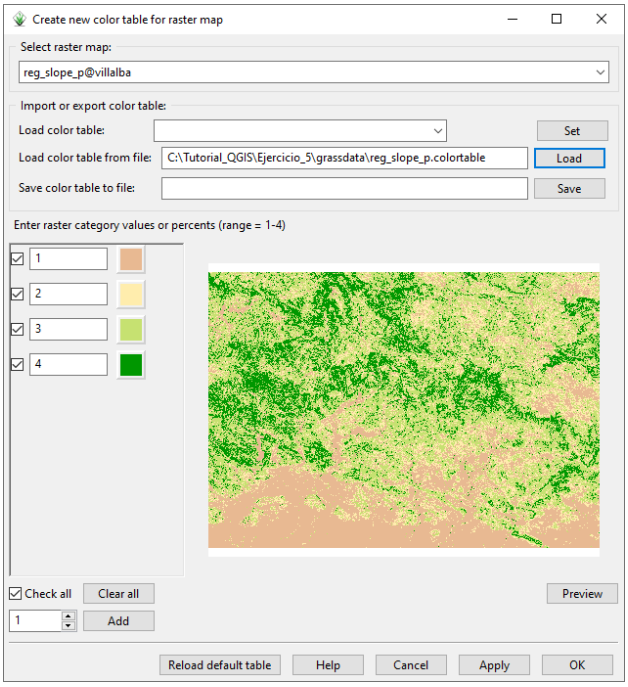


- ☐ En la forma **Create new color table for raster map** que aparecerá, vaya a la sección **Import or export color table**. Vamos a importar un archivo con las definiciones de colores.



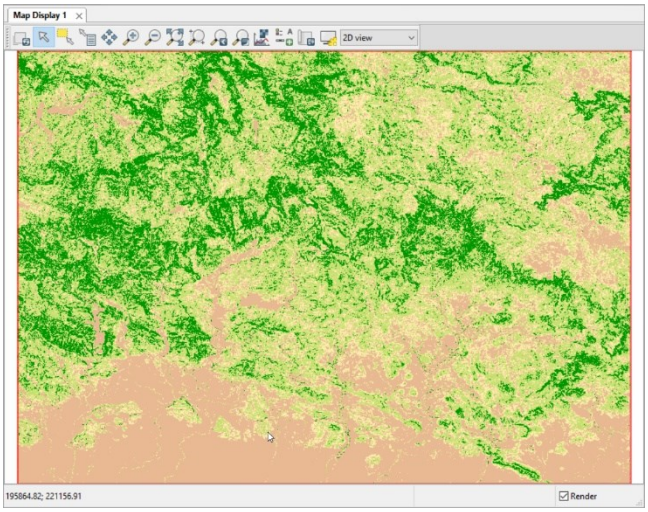
- ☐ En el apartado **Load color table from file**, haga **click** en el botón **Load** y escoja el archivo de texto **reg_slope_p.colortable**, localizado en **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

☐ Así debe aparecer la forma, luego de haber traído el archivo de texto con la definición de colores.



☐ Haga **click** en el botón **OK** para asignar los colores al ráster.

Así debe aparecer el ráster en el panel **Map Display 1**



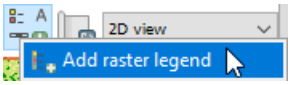
Mostrar leyenda del ráster

Podemos mostrar la leyenda para tener una idea de la relación de colores y las categorías.

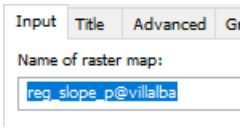
☐ En el panel **Map Display: 1** haga **click** en el botón **Add map elements**



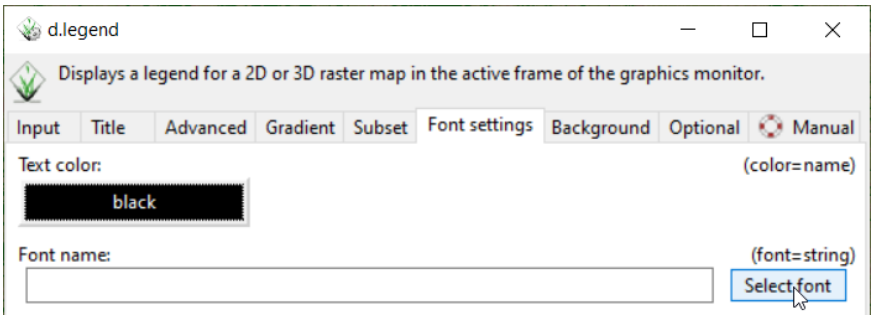
☐ Escoja la opción **Add raster legend**



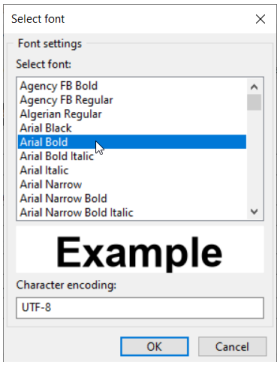
☐ En la forma **d.legend** que aparecerá, en el tab **Input**, mantenga el ráster map **reg_slope_p**.



☐ Haga **click** en el tab **Font Settings**; en el apartado **Font name**, haga **click** en el botón **Select font**.

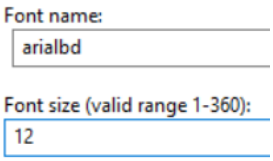


☐ En la forma **Select font** que aparecerá, escoja el tipo de letra **Arial Bold.**



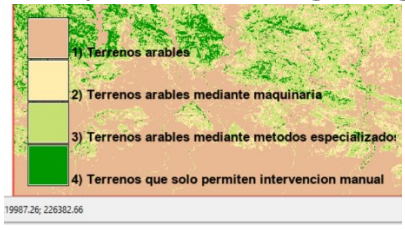
Haga **click** en el botón **OK** para aceptar este tipo de letra.

☐ De regreso a la forma **b.legend**, vaya al apartado **Font size** y escriba 12

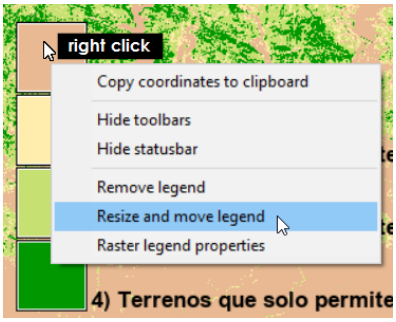


☐ Haga **click** en el botón **OK** para integrar la leyenda al panel **Map Display 1**.

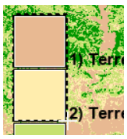
La leyenda aparecerá así… Algo exagerada…. Afortunadamente la podemos ajustar



☐ Haga **right click encima** de la leyenda y **escoja** la opción **Resize and move legend**



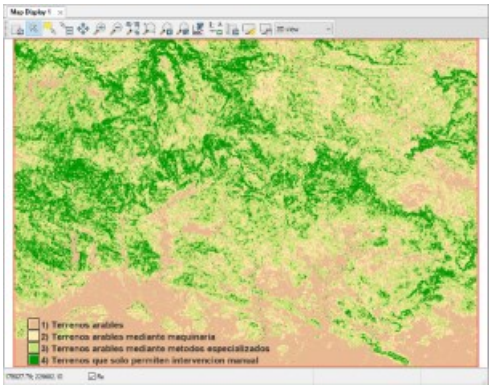
☐ Use el mouse **left-click-arrastrar** para **hacer una caja** del tamaño de los primeros dos cuadros de la leyenda:



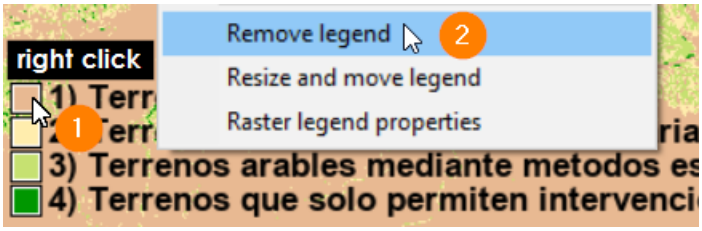
… y suelte el botón del mouse

☐ La leyenda aparecerá mucho más pequeña, pero legible.



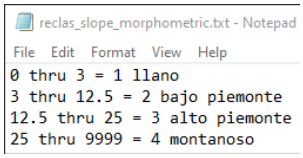


☐ Puede remover la leyenda haciendo **right click encima** de la **leyenda** y escoja la opción **Remove legend**



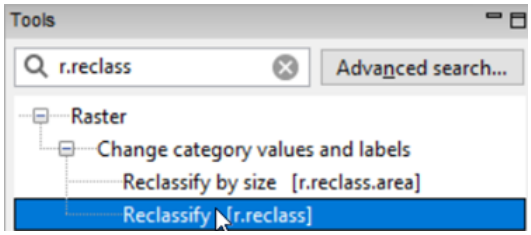
Parámetro topográfico morfométrico

Pasemos a reclasificar el ráster de pendientes para **generar el ráster representando el parámetro topográfico-morfométrico *(m)***. Recuerde que este se **basa en pendientes y no en elevaciones**:



Este archivo de texto tiene las definiciones de las categorías que se usarán para definir el ráster que tendrá el parámetro morfométrico de este modelo.

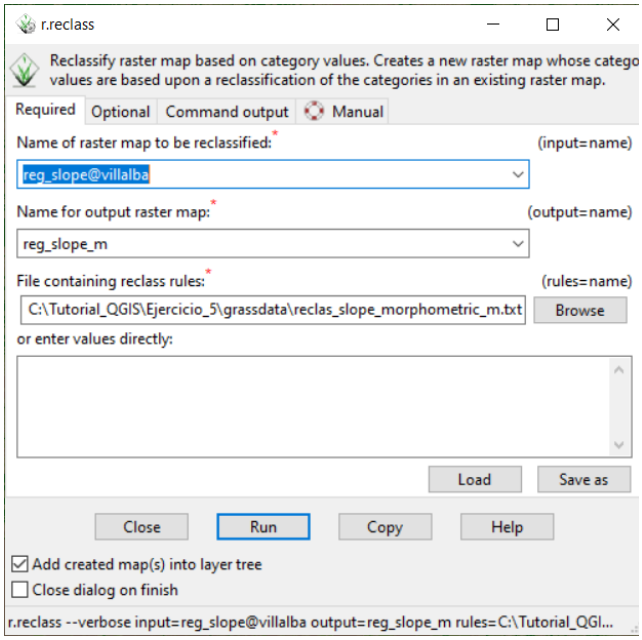
☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.reclass**



☐ Haga **doble click** en la herramienta **Reclassify [r.reclass]**

Aparecerá la forma **r.reclass**.

☐ Siga estos pasos:



☐ En el tab **Required**, dentro del apartado **Raster map to be reclassified**, escoja **reg_slope (reg_slope@villalba)**

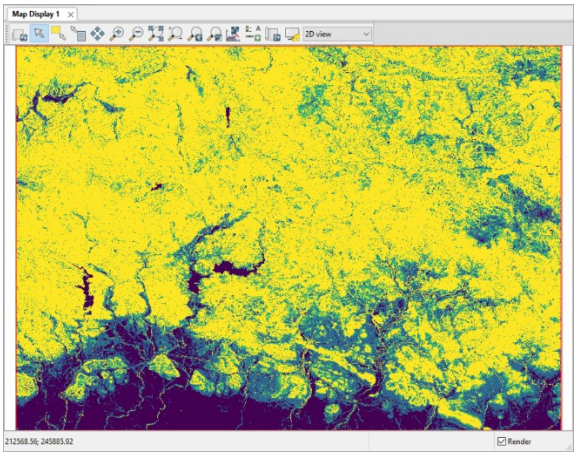
☐ En el apartado **Name for output raster map**, en la caja de texto escriba **reg_slope_m** indicando que es el ráster que contendrá los valores **m**.

☐ En el apartado **File containing reclass rules**, haga **click** en el botón **Browse** y localice el archivo de texto llamado **reclas_slope_morphometric_m.txt**. Este se encuentra en el directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

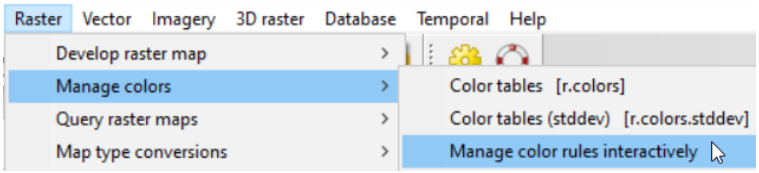
☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr el módulo.

☐ **Cierre** la forma **r.reclass**.

☐ Así debe quedar el ráster resultante.

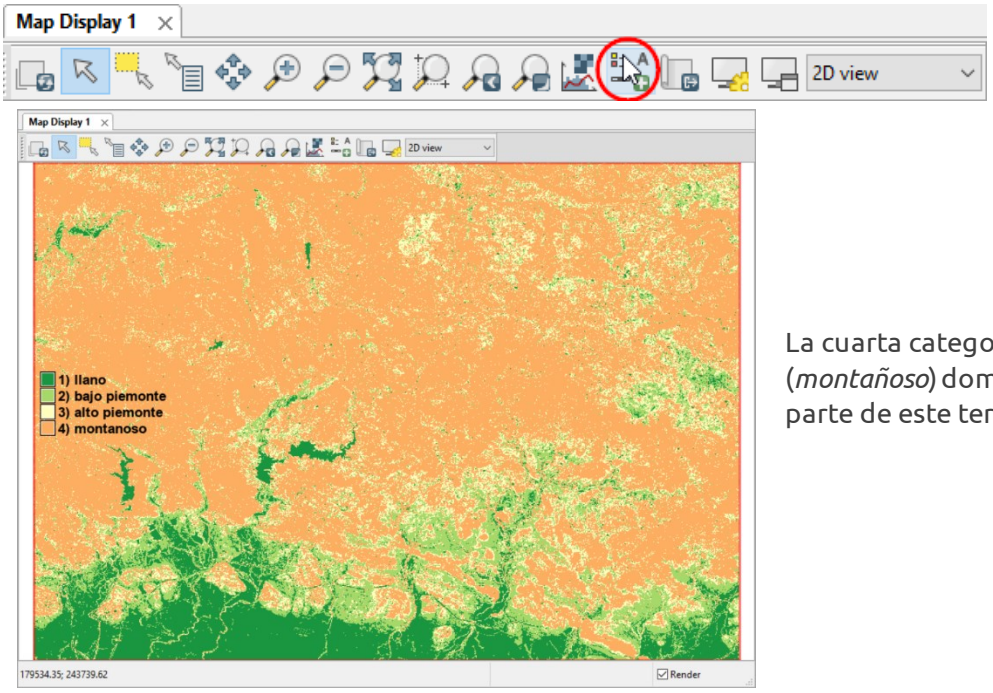


☐ Use el método descrito anteriormente para asignar paletas de color al ráster. **Raster > Manage colors, Manage color rules interactively**.



☐ Así aparece el ráster cuando le **asignamos la paleta de colores reg_slope_m.colortable**.

☐ Añadimos la leyenda.



La cuarta categoría (*montañoso*) domina la mayor parte de este territorio.

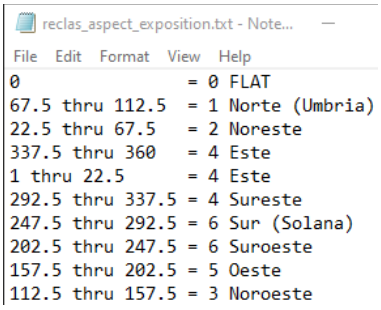
Parámetro de exposición

Pasemos ahora a generar el ráster para el **parámetro de exposición** (***e***). Este se deriva del ráster de orientación de la pendiente (aspect). El estudio citado, en la pág. 8 explica:

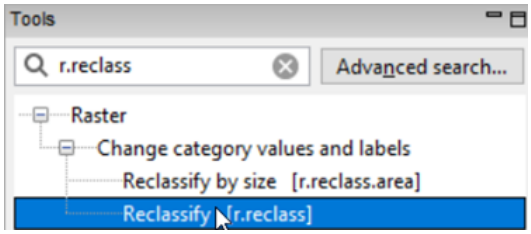
> *"La exposición solar nos da información sobre la posible distribución de la vegetación. La exposición incide sobre la humedad de la vegetación, que a su vez afecta la inflamabilidad y combustibilidad de manera indirecta."*

Por lo tanto, el objetivo es **resaltar las caras de las montañas que reciben mayor radiación solar en la tarde** (sur – suroeste – noroeste), ya que perderán más humedad. Por consiguiente, las caras de las montañas que miran al sureste – este – noreste - norte, deben tener mayor humedad, ya que son las caras de las montañas que reciben la radiación solar en la mañana.

Este es el archivo de texto que contiene los rangos de valores y las nuevas categorías del ráster de exposición.



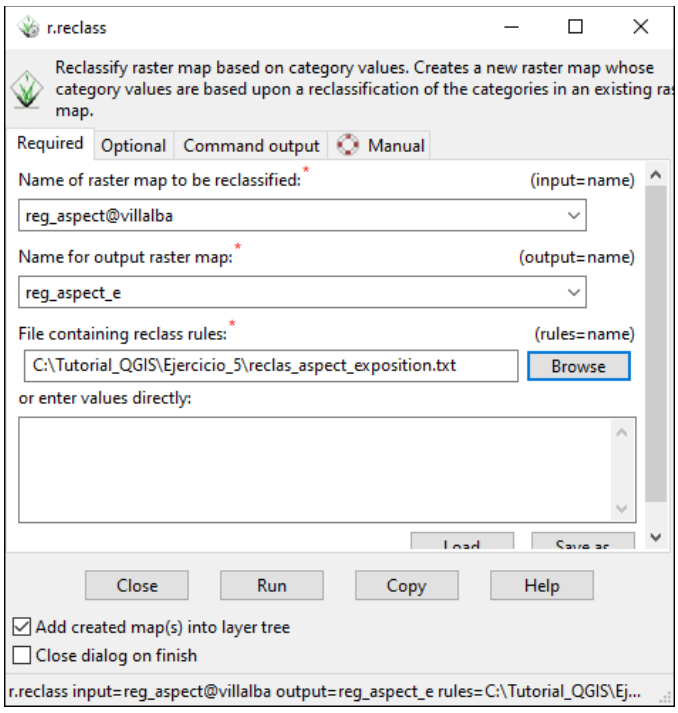
☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.reclass**



☐ Haga **doble click** en la herramienta **Reclassify [r.reclass]**

Aparecerá la forma **r.reclass**.

☐ Siga estos pasos:

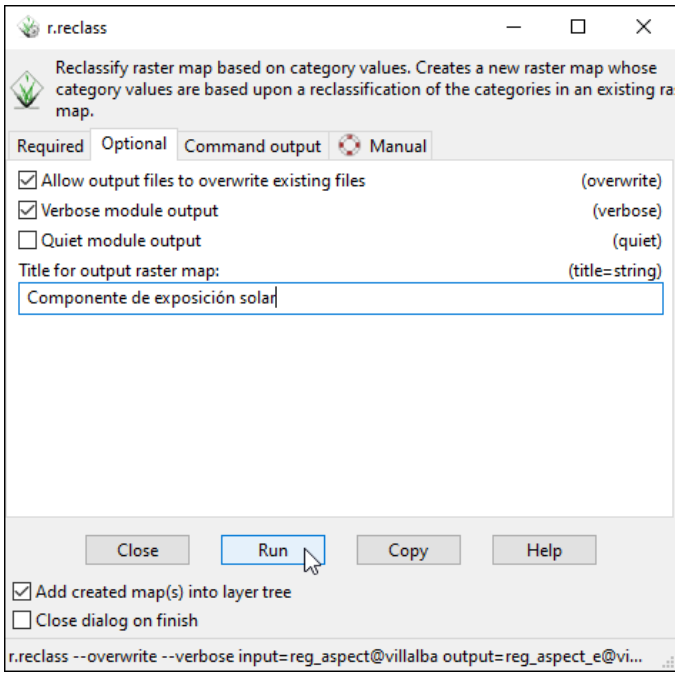


☐ En el tab **Required**, dentro del apartado **Raster map to be reclassified**, escoja **reg_aspect (reg_aspect@villalba)**

☐ En el apartado **Name for output raster map**, en la caja de texto escriba **reg_aspect_e** indicando que es el ráster que contendrá los valores **e**.

☐ En el apartado **File containing reclass rules**, haga **click** en el botón **Browse** y localice el archivo de texto llamado **reclas_aspect_exposition.txt**. Este se encuentra en el directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

☐ Continúe en el tab **Optional**



☐ Haga **check** en la opción **Allow output files to overwrite existing files**. Esta opción se usa cuando el layer existe y queremos reescribirlo.

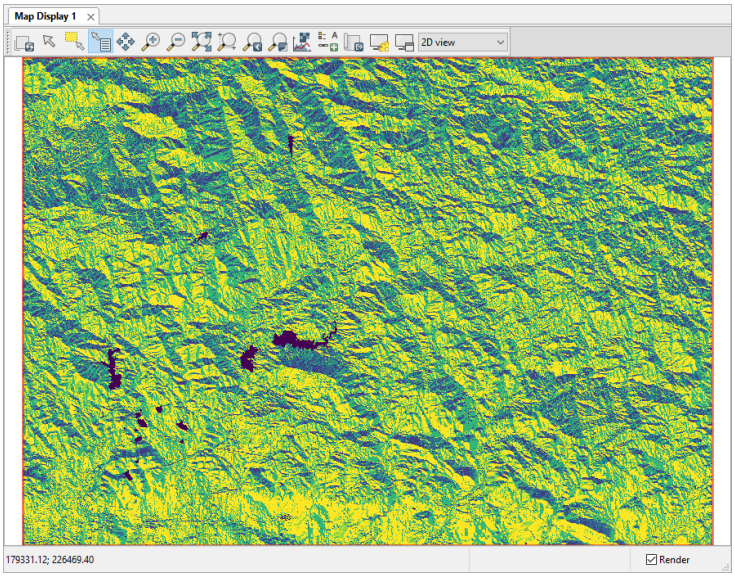
☐ Haga **check** en la opción **Verbose module output** para ver más detalles de la función al momento de ejecución.

☐ En la sección **Title for output raster map** escriba **Componente de exposición solar**.

☐ Haga **click** en el botón **Run** para ejecutar este módulo.

☐ **Cierre** la forma **r.reclass**.

Así debe quedar el ráster resultante.

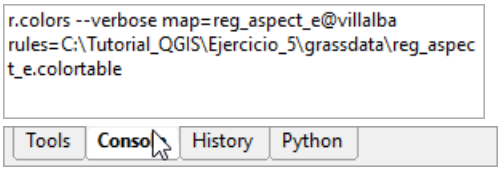


☐ Use la función **r.colors** para asignar la secuencia de colores preparada.

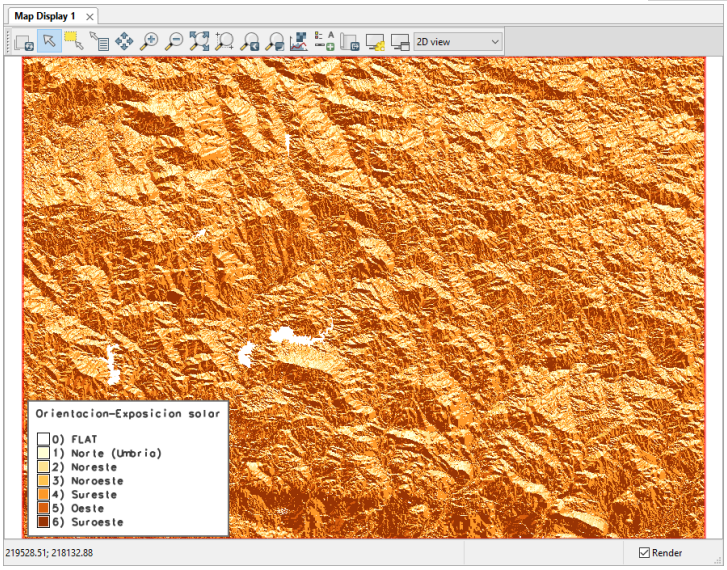
☐ Haga **copy/paste** del siguiente comando en la **consola de comandos de GRASS**:

r.colors --verbose map=reg_aspect_e@villalba rules=C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata\reg_aspect_e.colortable

☐ Presione **enter** para ejecutar esta función.



Así aparece el ráster, luego de aplicarle la paleta de color **reg_aspect_e.colortable**.



La paleta de color que usamos es *secuencial.*
Fuente: **ColorBrewer**
https://colorbrewer2.org/#type=sequential&scheme=YlOrBr&n=6

Según el estudio publicado, las áreas de mayor riesgo son las áreas en tonos desde anaranjado hasta marrón (4, 5 y 6).

La categoría **SUR** (Solana) **se consolidó** con la categoría **SUROESTE** (6) porque tienen el mismo nivel de riesgo.

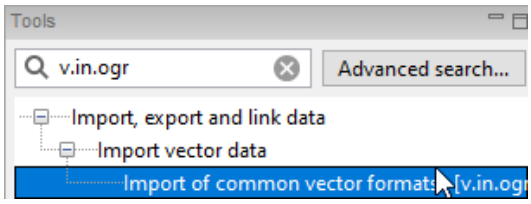
5B-7: Integrar el layer de embalses al modelo

En esta parte vamos a realizar un proceso de conversión del layer vectorial de embalses que está dentro del banco de datos geopackage. Este será convertido a un layer vectorial de GRASS. Este layer vectorial a su vez se convertirá a formato ráster. Finalmente, el layer ráster será modificado para que las celdas que estén fuera de los embalses tengan valor =1 en lugar de NULL.

función	Descripción
v.in.ogr	Importar layer geopackage de embalses.
v.to.rast	Convertir el layer GRASS de embalses a forma ráster.
r.null	Asignar valor 1 a celdas NULL. (Celdas que están fuera de los embalses).

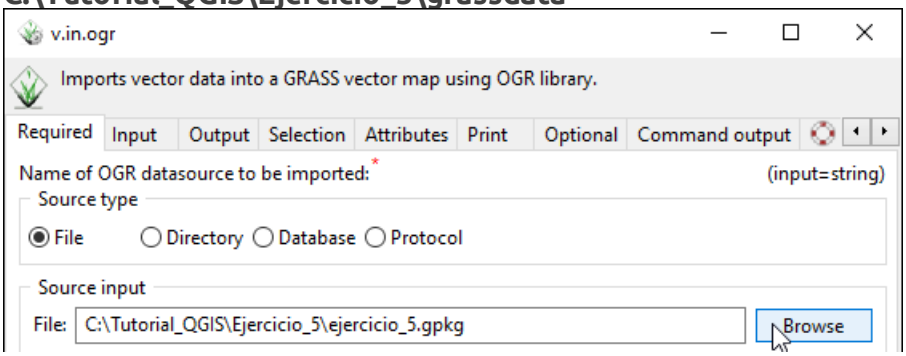
Para comenzar este proceso, vamos a importar primero el layer de embalses a GRASS.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **v.in.ogr**

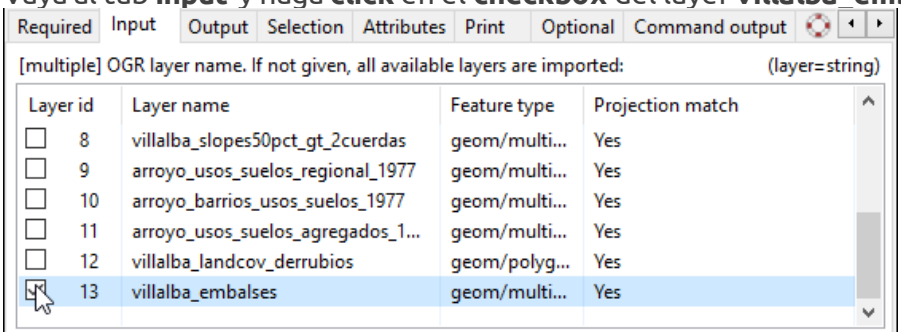


☐ Haga **doble click** en la herramienta **Import of common vector formats [v.in.ogr]**

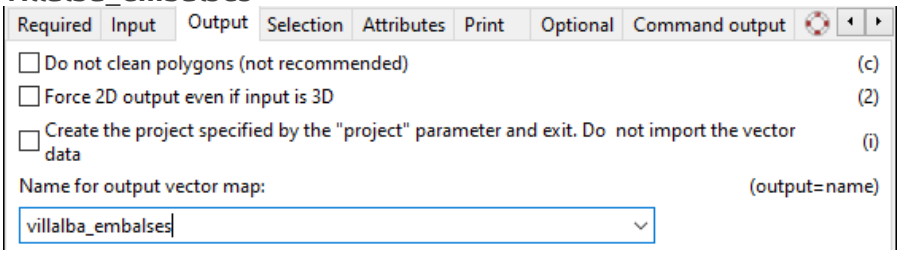
☐ En el tab **Required**, vaya a la sección **Source input** y haga **click** en el botón **Browse**.
☐ Escoja el archivo **ejercicio_5.gpkg** el cual está en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**



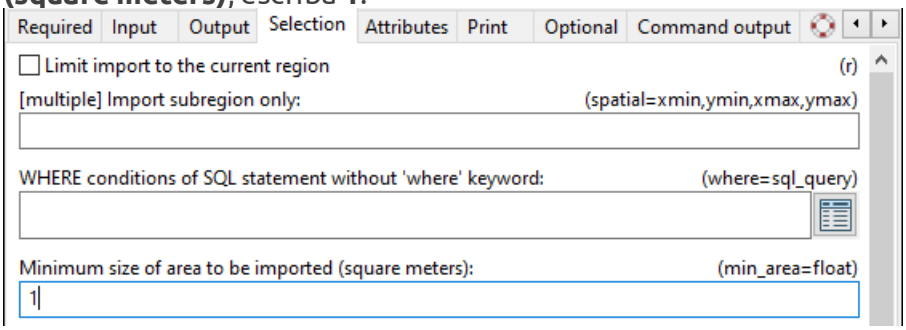
☐ Vaya al tab **Input** y haga **click** en el **checkbox** del layer **villalba_embalses**.



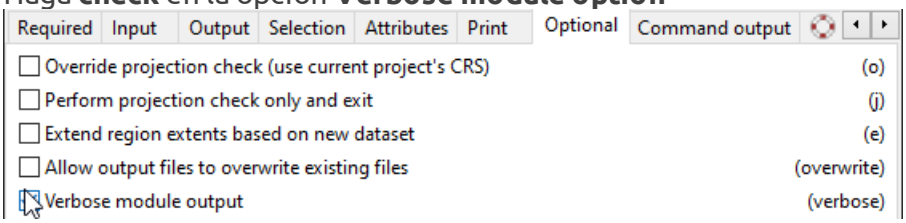
☐ Vaya al tab **Output** y en la sección **Name for output vector map**, escriba **villalba_embalses**



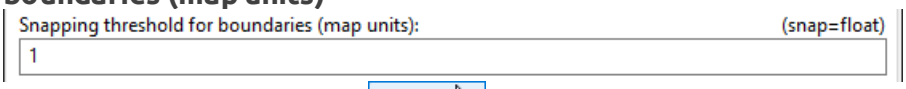
☐ Muévase al tab **Selection** y en la sección **Minimum size of area to be imported (square meters)**, escriba **1**.

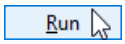


☐ Vaya al tab **Optional**:
Haga **check** en la opción **Verbose module option**



☐ En este mismo tab **Optional**, escriba **1** en la sección **Snapping threshold for boundaries (map units)**



☐ Haga **click** en el botón **Run** 

para importar este layer a GRASS.

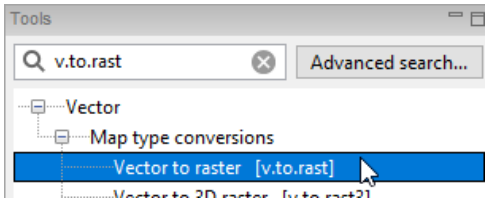
Convertir el layer vectorial a ráster

Para este proceso que estamos realizando, todos los layers están en formato ráster. Por consiguiente, cambiaremos el formato de este último layer vectorial a matricial (ráster) para entonces aplicar la fórmula matemática que nos generará el índice topográfico de susceptibilidad a incendios. Una vez convertido a un layer ráster, será necesario aplicar un proceso para cambiar las celdas que están fuera de los embalses (NULL) tendrán valor = 1.

Estas son las funciones de GRASS que vamos a usar en esta parte:

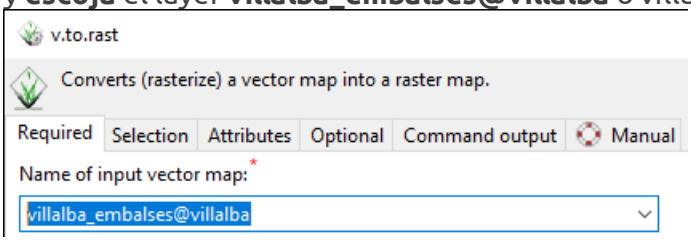
función	Descripción
v.to.rast	Convertir el layer GRASS vectorial de embalses a formato ráster.
r.null	Asignar valor 1 a celdas NULL. (Celdas que están fuera de los embalses).

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **v.to.rast**

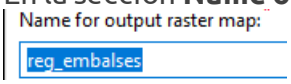


☐ Haga **doble click** en la herramienta **Vector to raster [v.to.rast]**

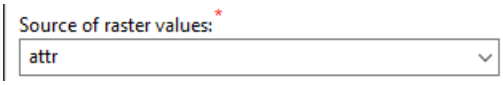
☐ En el tab **Required** de la forma **v.to.ras**t, vaya a la sección **Name of input vector map** y **escoja** el layer **villalba_embalses@villalba** o villalba_embalses (es lo mismo).



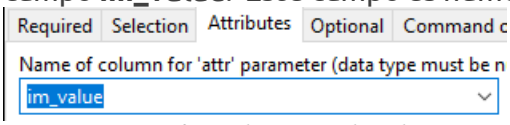
☐ En la sección **Name of output raster map** escriba **reg_embalses**



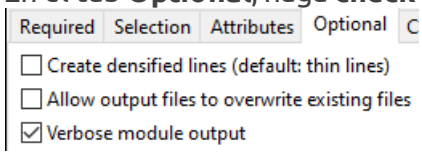
☐ En la sección **Source of raster values**, escoja la opción **attr**.



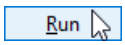
☐ Vaya al tab **Attributes** y en la sección **Name of column for 'attr' parameter** escoja el campo **im_value**. Este campo es numérico y asigna el valor 0 a cada represa o lago.



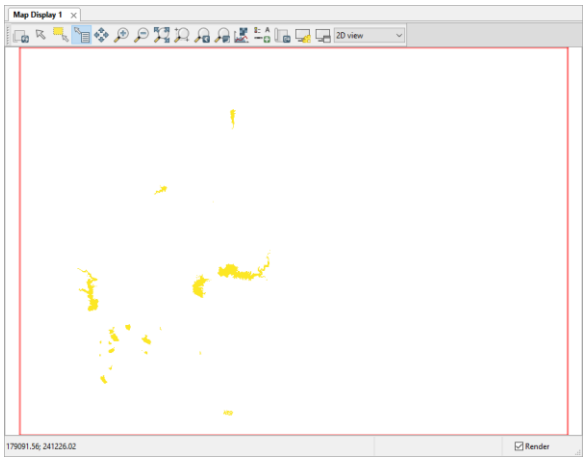
☐ En el tab **Optional**, haga **check** en la opción **Verbose module output**.



Hacer check en la opción **Allow output files to overwrite existing files** permite **reescribir** el archivo, **borrando** el anterior y **creando** un **archivo nuevo**. La opción **Verbose** se usa para dar más detalles de la ejecución de la función.

☐ Haga **click** en el botón **Run** 

para convertir este layer a formato ráster.



El **nuevo layer** ráster **muestra** los **embalses** con **valor cero en amarillo**. Las **celdas fuera** de los **embalses** tienen **NULL** o un valor **vacío**.

Este layer no puede usarse como insumo del modelo todavía porque **tenemos que cambiar las celdas NULL y asignarles valor = 1**.

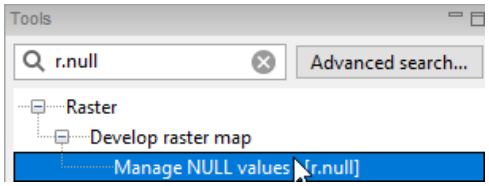
Luego de esta reasignación, podemos usar la operación de multiplicación para **asignar** el **valor final IM=0** a las celdas que correspondan **a los embalses**.

Cambiar valores NULL en un layer ráster

Ya que tenemos el layer ráster de los embalses, debemos cambiar los valores NULL a 1 para poder hacer la operación final de multiplicación.

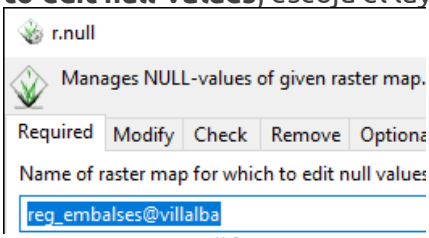
función	Descripción
r.null	Asignar valor 1 a celdas NULL. (Celdas que están fuera de los embalses).

- ☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.null**.

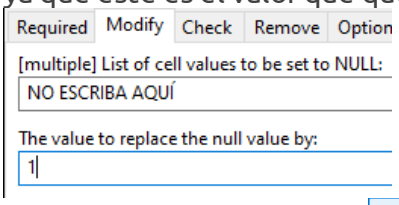


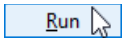
- ☐ Haga **doble click** en la herramienta **Manage NULL values [r.null]**

- ☐ En la forma **r.null**, vaya al tab **Required** y en la sección **Name of raster map for which to edit null values**, escoja el layer **reg_embalses** o reg_embalses@villalba.



- ☐ Vaya al tab **Modify**. En la sección **The value to Replace the null value by**, escriba **1**, ya que este es el valor que queremos asignar a estas celdas con NULL.



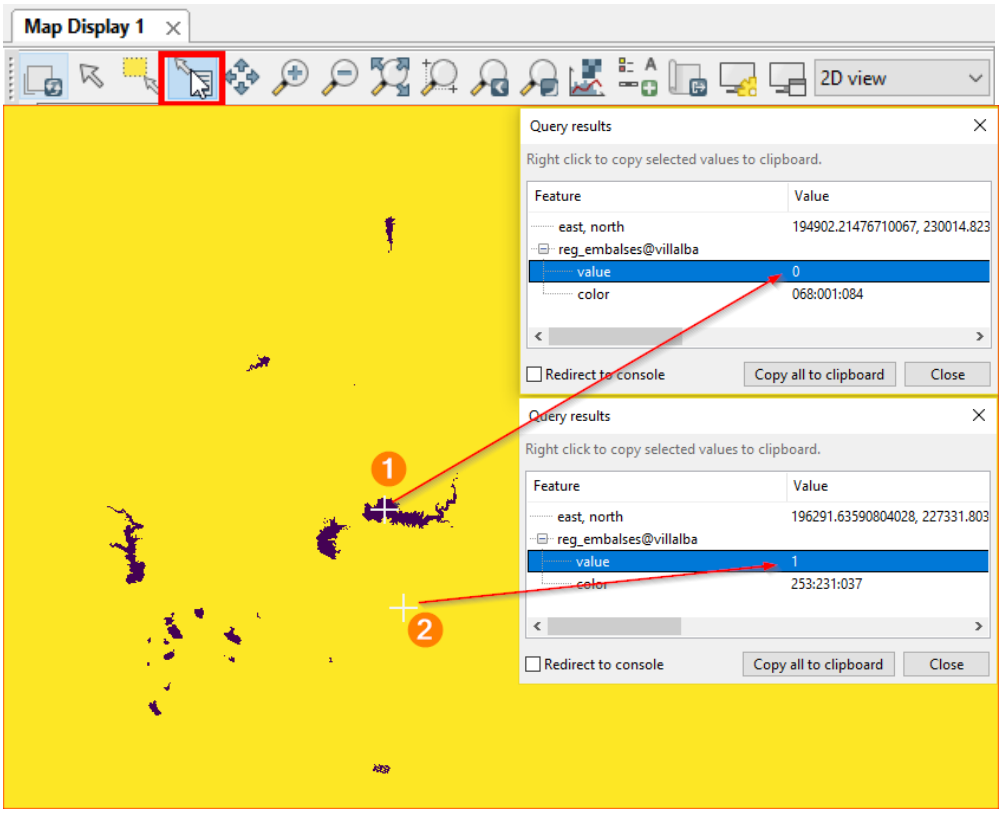
- ☐ Haga **click** en el botón **Run** 

para convertir este layer a formato ráster.

- ☐ Vaya al visor **Map Display 1** y haga **click** en el botón **Render map** para **ver** el **cambio** de **valores**.



- ☐ Puede usar el botón **Query Raster/Vector layer** para comprobar el cambio.



Ya este layer está listo para usar como input para el cómputo del índice.

Fíjese que en GRASS, dado a que la región está definida por el rectángulo rojo que vemos en pantalla, no fue necesario crear otro polígono externo a los embalses.

5B-8: Aplicar el cómputo de rásters (map algebra)

Herramienta r.mapcalc

La herramienta disponible para aplicar el álgebra de mapas es **r.mapcalc.** Vamos a repasar cómo calcular el índice:

$$IM = 3p + (m * e) * r$$

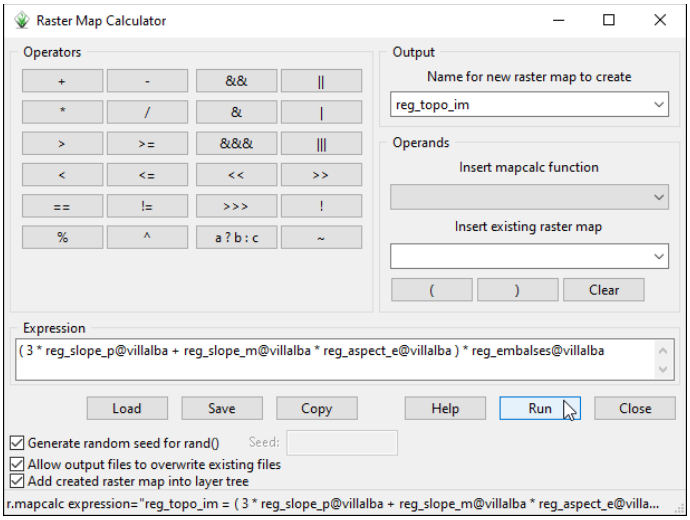
donde,

p = ***pendiente*** en por ciento

m = ***topomorfología*** **(elevación basada en categorías de pendientes)**

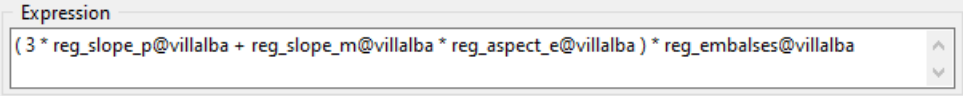
e = ***exposición*** (basado en categorías de orientación de las pendientes)

r = ***embalses***. *Se registran como cero (0).*

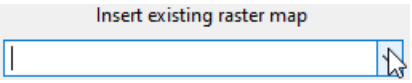


Los términos ***IM***, ***p***, ***m***, y ***e*** serán **capas ráster** *derivadas* del **MDT (DEM)**. Note la ***importancia*** (peso) que se le da al componente topográfico de **pendientes *p***, otorgándole **tres veces su peso**. Además, el **componente *m*** se deriva en función de la **pendiente**. Los **embalses** o **r** es un layer o componente añadido al modelo original para atemperarlo a la realidad local. Queremos separar los embalses del resto del índice IM.

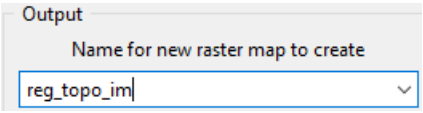
La interfaz que aparece a la derecha nos muestra cómo **escribiremos la fórmula** en la caja de texto **Expression**. El uso de **paréntesis** es importante para dejar para último la operación de multiplicación del layer de embalses.



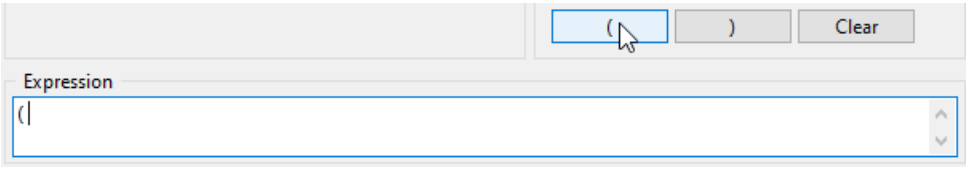
Usaremos los **operadores matemáticos** e **insertaremos** los layers **ráster** desde la sección **Insert existing raster map**.



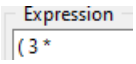
- ☐ En la interfaz **Raster Map Calculator**, vaya a la sección **Output** y en la caja de texto **Name for new raster map to create**, escriba **reg_topo_im**.



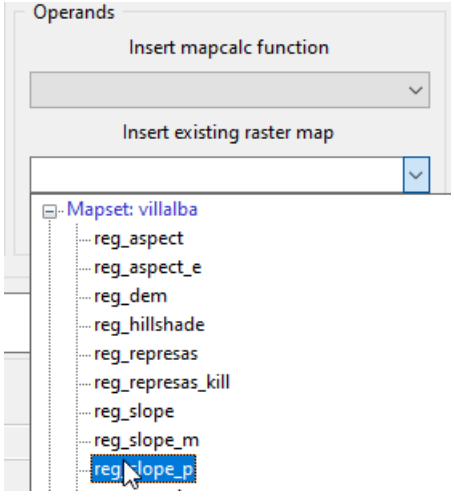
- ☐ Vaya a la caja de texto **Expression** y abra un **paréntesis**. Escribirlo o usar el botón.



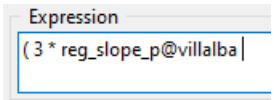
- ☐ Escriba **3** y **asterisco *** después del paréntesis para asignar el peso al factor p.



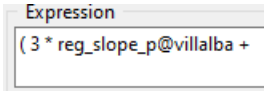
- ☐ Vaya a la sección **Operands**.



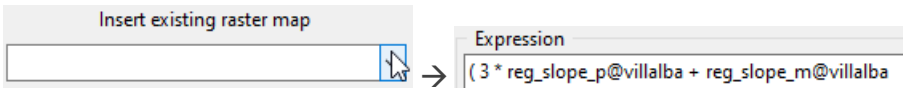
☐ En el apartado **Insert existing raster map**, escoja el layer **reg_slope_p**.
Esta acción insertará el **nombre** del ráster en la caja de texto **Expression**:



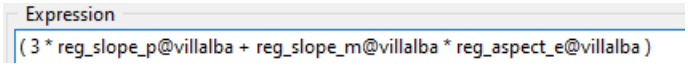
- ☐ En la caja de texto **Expression**, **inserte** el operador de **suma** después del layer reg_slope_p.



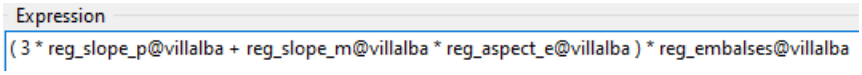
- ☐ Vaya a la sección **Operands** y use el botón combo box para escoger e insertar el layer **reg_slope_m** en la caja de texto **Expression**.



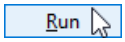
- ☐ **Inserte** el operador de **multiplicación** (asterisco ***) después del ráster reg_slope_m,
  - ☐ **Inserte** el layer ráster **reg_aspect_e** y luego **cierre paréntesis**:



- ☐ Inserte el operador de **multiplicación ***, e inserte el layer **reg_embalses**.

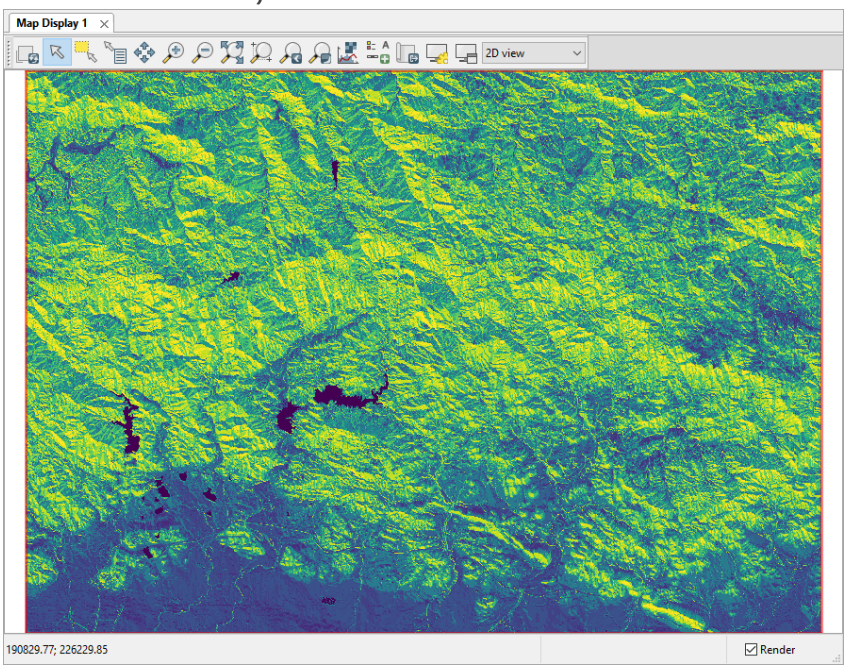


  Primero **multiplica 3 * p**, luego **multiplica m * e**, después **suma** estos productos. Finalmente, **multiplica** el resultado por r (embalses).

- ☐ Haga **click** en el botón **Run** 

para generar el nuevo layer ráster con el índice.

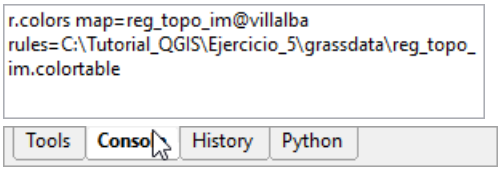
Así aparece el ráster **reg_topo_im**, el cual contiene los **índices geomórficos (IM)** de *susceptibilidad a incendios forestales*.



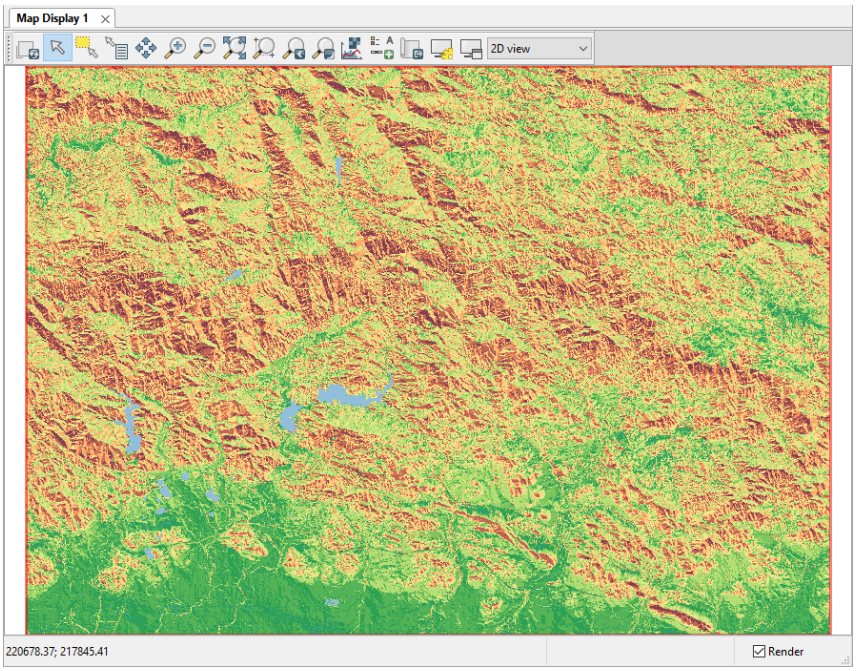
- ☐ Use la función **r.colors** para asignar la secuencia de colores preparada.
  - ☐ Haga **copy/paste** del siguiente comando en la **consola de comandos de GRASS**:

  r.colors map=reg_topo_im@villalba rules=C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata\reg_topo_im.colortable

☐ Presione **enter** para ejecutar esta función.



Así luce el ráster después de haberle aplicado un *esquema de color divergente*, (**reg_topo_im.colortable**) que ayude a ver mejor las diferencias. La amplitud de valores va desde 0 hasta 36. Estos números no tienen unidades: solamente representan un proceso aritmético donde se combinaron ***valores ordinales***. Por lo tanto, los resultados también reflejan un *orden* de susceptibilidad. Refiérase a la sección para asignación de paleta de colores a rásters en GRASS.



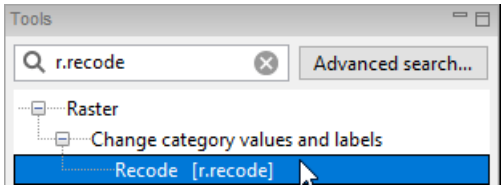
Las **manchas verdes** oscuro (**menor susceptibilidad**) representan áreas llanas, incluyendo el pequeño valle del *río Jacaguas*, donde ubica la zona urbanizada del pueblo de Villalba.

Las áreas en color **marrón corresponden** con las zonas de **mayor riesgo**. Las áreas en azul representan los embalses.

5B-9: Reducir amplitud de valores del ráster de riesgos (recode)

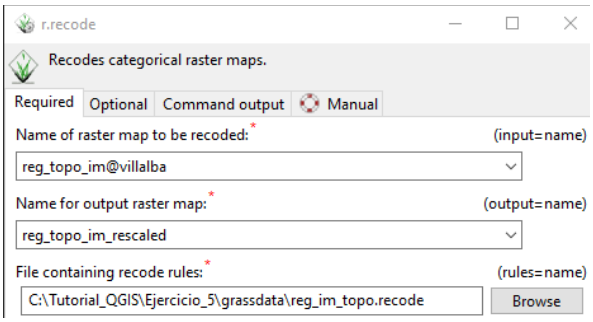
El ráster de riesgos "***reg_topo_im***" incluye áreas fuera del territorio municipal de Villalba. Además, tiene una amplitud (*range*) ***ordinal*** de **niveles desde 0 hasta 36**. Deberíamos ***reducir la amplitud*** este **ráster** para llevarlo a **5 niveles: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto**. Esto nos ayudará luego a presentar el cómputo de área ocupada por cada nivel de riesgo dentro del territorio municipal en la parte final de este ejercicio.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.recode.**



☐ Haga **doble click** en la herramienta **Recode [r.recode]**

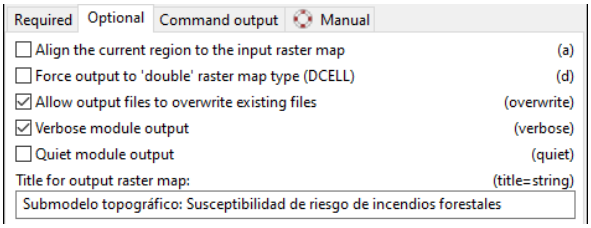
☐ En la forma **r.recode**, siga los siguientes pasos:



☐ En el tab **Required**, escoja de la lista el ráster **reg_topo_im@villalba**

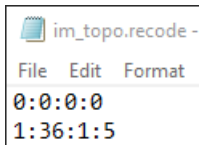
☐ En **Name for output raster map** escriba **reg_topo_im_rescaled**

☐ En la sección **File containing recode rules**, escoja el archivo **reg_im_topo.recode**, localizado en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

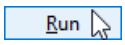


☐ Haga **check** en la opción **Verbose module output**

☐ En la sección **Title for output raster map**, escriba **Submodelo topográfico: Susceptibilidad de riesgo de incendios forestales**



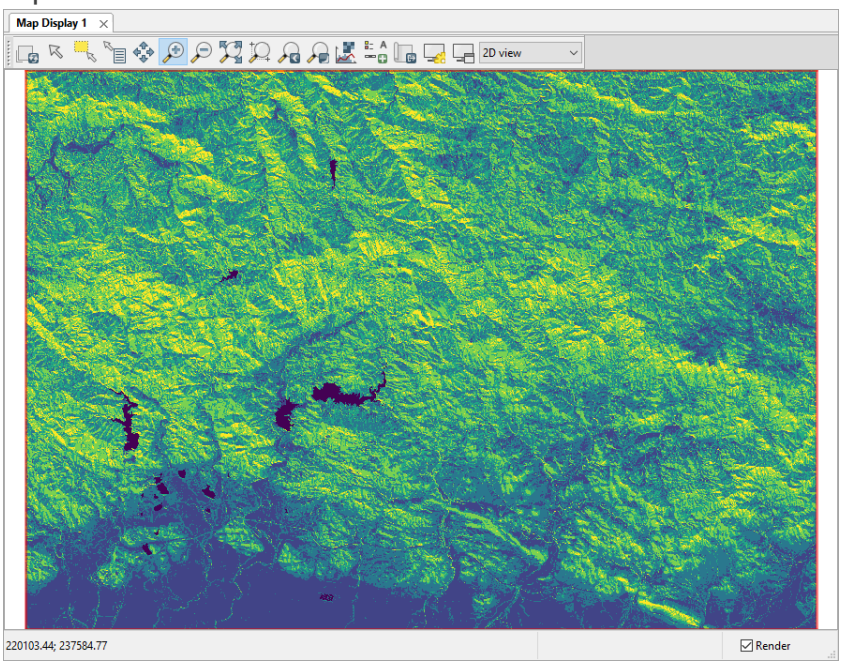
Este es el **contenido** del archivo **im_topo.recode**. Esta pequeña línea sirve para ***escalar la amplitud original*** de **1 a 36 niveles** del ráster fuente, reduciéndola a una nueva amplitud de **1 a 5 niveles** para el nuevo ráster recodificado **reg_topo_im_rescaled**.
El **nivel 0** lo reservamos para distinguir los embalses.

☐ Haga **click** en el botón **Run** 

para hacer la reclasificación.

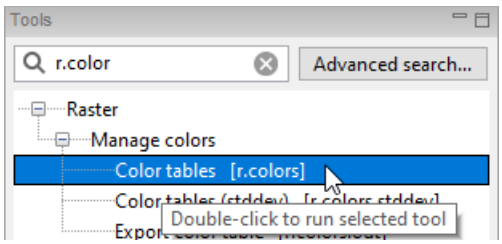
☐ **Cierre** la forma **r.recode** cuando haya terminado el proceso.

Así debe aparecer el ráster reclasificado:



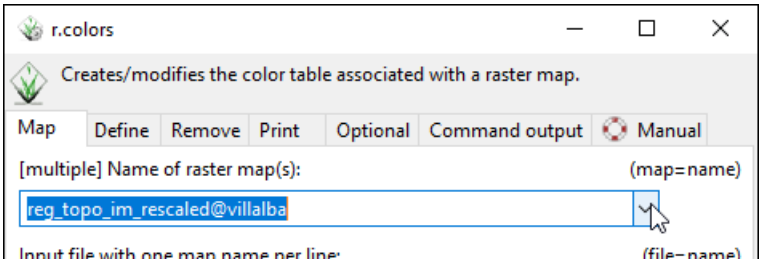
Falta asignarle una secuencia de colores.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.colors.**

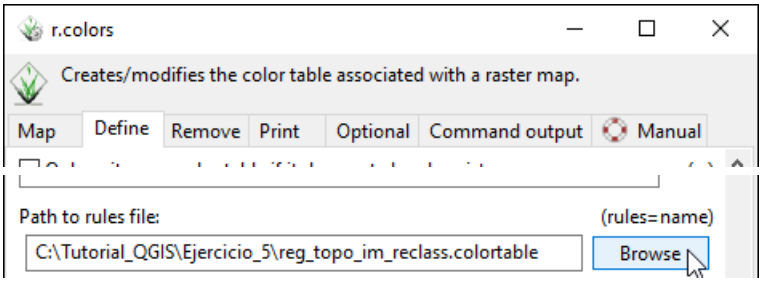


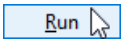
☐ Haga **doble click** en la herramienta **Color tables [r.colors]**

☐ En la forma **r.colors**, vaya al tab **Map** y en el apartado **Name of the raster map(s)**, escoja el layer **reg_topo_rescaled@villalba**.

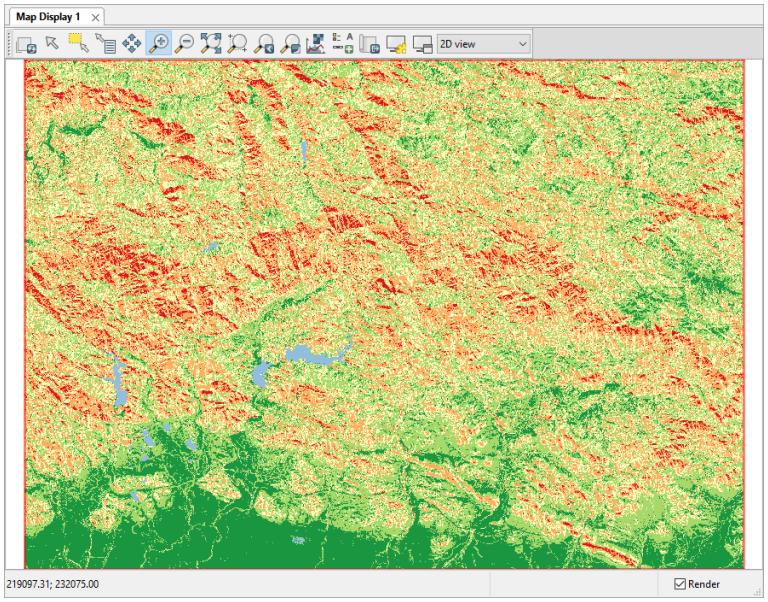


☐ Vaya al tab **Define**. Navegue hacia abajo en este tab hasta la sección **Path to rules file**. En esa sección usará el botón **Browse** para traer el archivo **reg_topo_im_reclass.colortable**, localizado en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**



☐ Haga **click** en el botón **Run**  para asignar la secuencia de colores a este ráster.

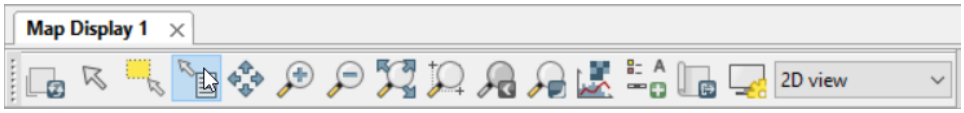
El resultado debe verse así:



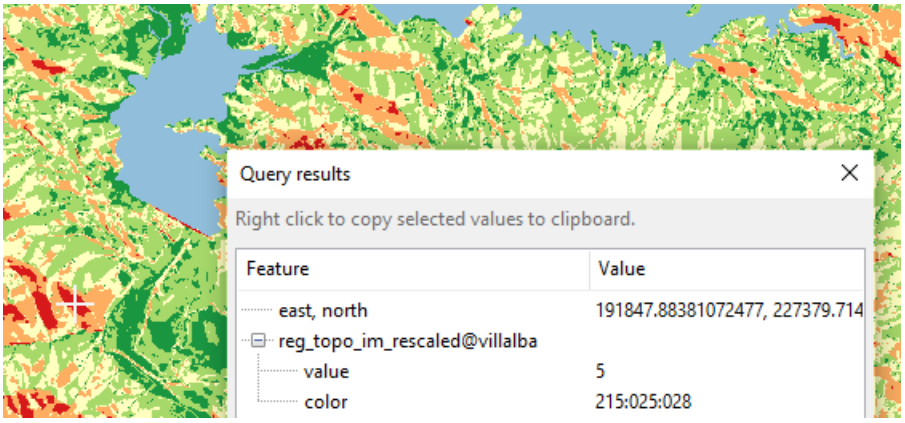
Asignar descripciones a las categorías generadas por r.recode

Hasta ahora hemos reducido los niveles de 21 (3 al 24) a 5 (1 al 5). Es deseable que estos niveles sean expresados además mediante descripciones cortas (category labels).

☐ Si activa el botón **Query Raster/Vector map**,  podrá ver los valores de cada pixel que consulte:

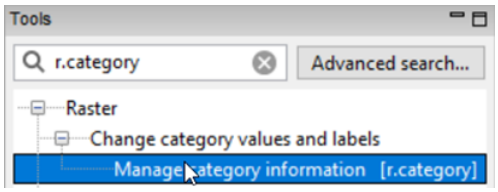


☐ Haga **click** con el cursor en forma de cruz en algún punto de color rojo intenso para ver el valor de la celda escogida.



Vamos ahora a añadirle una descripción a cada nivel.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.category**

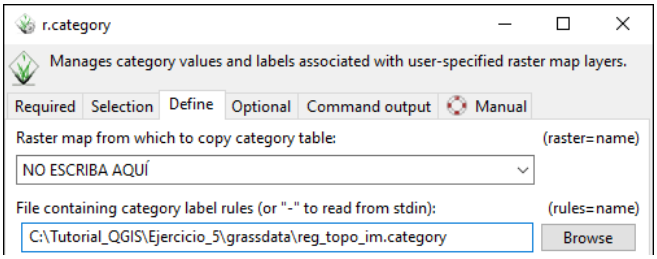


☐ Haga **doble click** en la herramienta **Manage category information [r.category]**

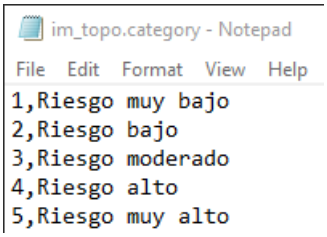
☐ En la forma **r.category**, vaya al tab **Required** y escoja el ráster **reg_topo_im_rescaled@villalba**



☐ Haga **click** en el tab **Define**:

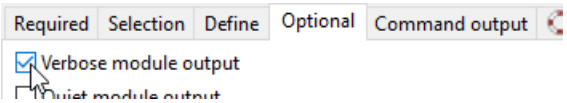


☐ En la sección **File containing category label rules**, escoja el archivo **reg_topo_im.category**, localizado en el folder **C\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata**

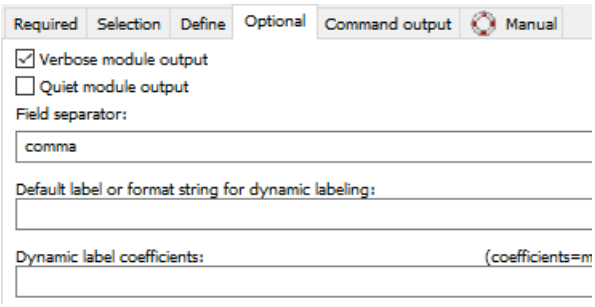


Este es el **contenido** del archivo **im_topo.category**. La descripción de cada clase se relaciona con el número ordinal, seguido de una coma y su etiqueta.

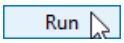
- ☐ Haga **click** en el tab **Optional**. Haga **check** en la opción **Verbose module output**.

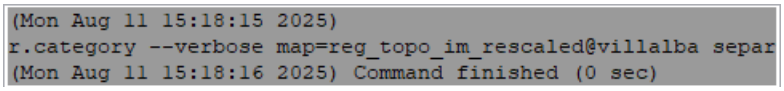


- ☐ En el apartado **Field Separator**, escoja la opción **comma**, porque estamos usando la coma para asignarle las etiquetas a los números, categorías o niveles del ráster.



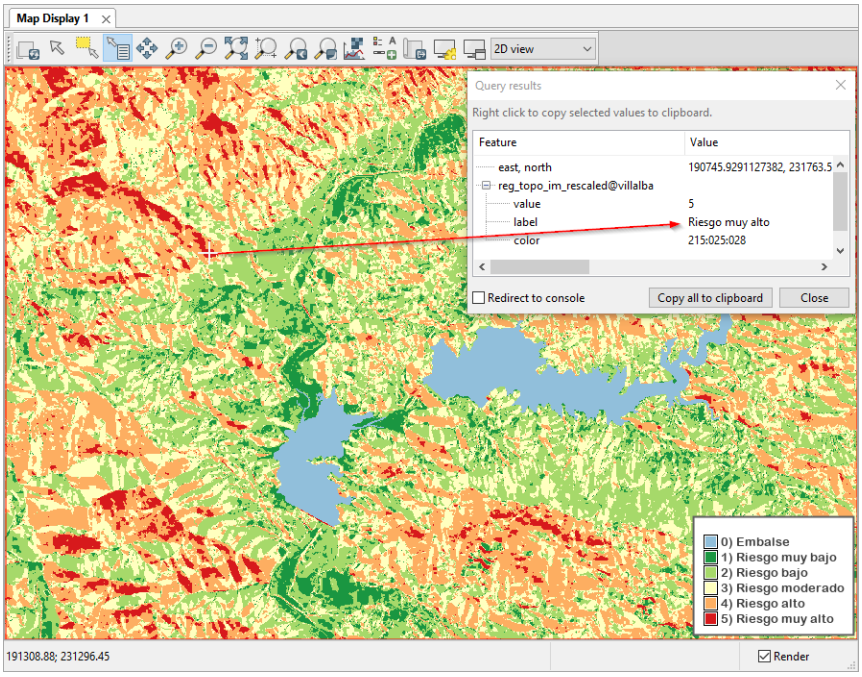
- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr este módulo.





- ☐ Si activa el botón **Query Raster/Vector map**, podrá ver los valores de cada pixel que consulte:





5B-10: Aplicar una máscara al ráster IM reclasificado

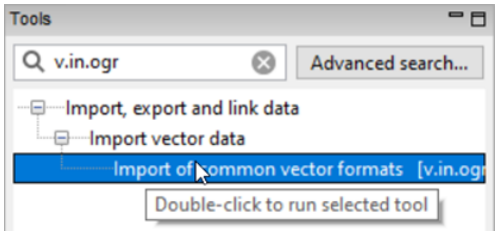
En esta parte haremos algo análogo a la función vectorial ***CLIP***, pero de manera *virtual*. Primero vamos a importar el layer de barrios del Municipio de Villalba. Con este layer definiremos la "máscara" para aislar los cómputos dentro del Municipio e ignorar las celdas que están fuera de los límites municipales. Más adelante, usaremos el layer vectorial de barrios para hacer un cómputo "zonal" de categorías de riesgo por barrio.

Importar el layer de barrios del Municipio de Villalba

Traigamos el **geodato** vectorial de **Barrios del Municipio de Villalba**. Este está en el banco de datos **GeoPackage** "**ejercicio_5.gpkg**".

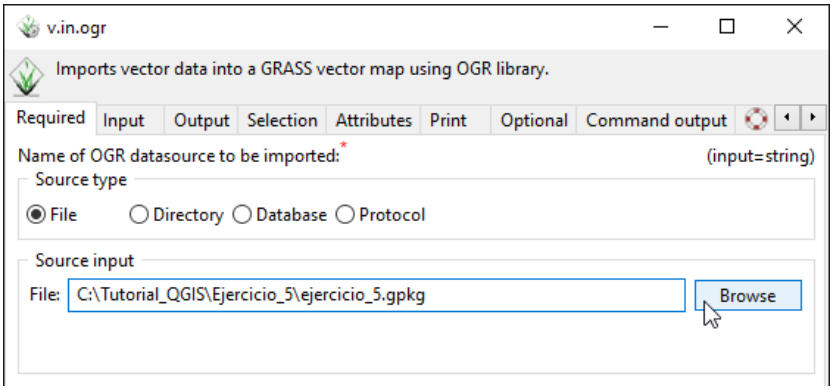
Este mapa de barrios tiene una alteración para propósitos de este tutorial. **El barrio Hato Puerco Arriba fue dividido en una sección SUR y otra sección NORTE**. Esta división se hizo para diferenciar estas zonas dentro del barrio porque es muy alargado y originalmente tiene tanto zonas muy llanas en su lado sur, como zonas muy escarpadas al norte.

☐ En **GRASS**, vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **v.in.ogr**.

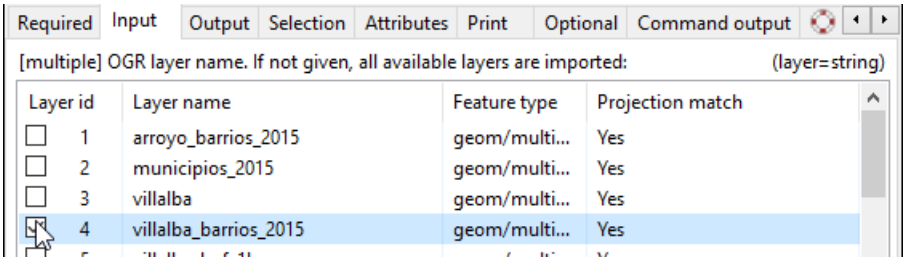


☐ Haga **doble click** en la herramienta **Import of common vector formats [v.in.ogr]**

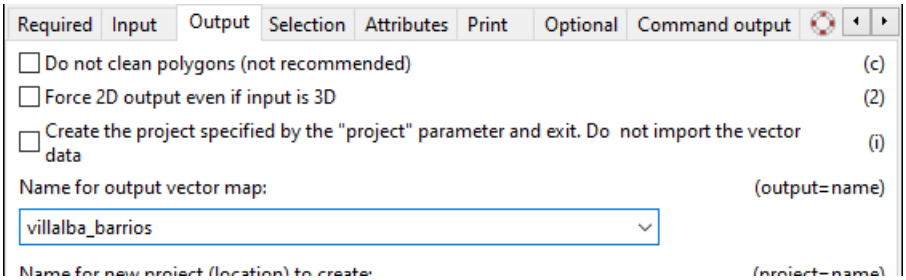
- ☐ En la forma **v.in.ogr** que aparecerá, en el tab **Required**, use el botón **Browse** para escoger el archivo **ejercicio_5.gpkg**, el cual está guardado en el directorio **\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5**



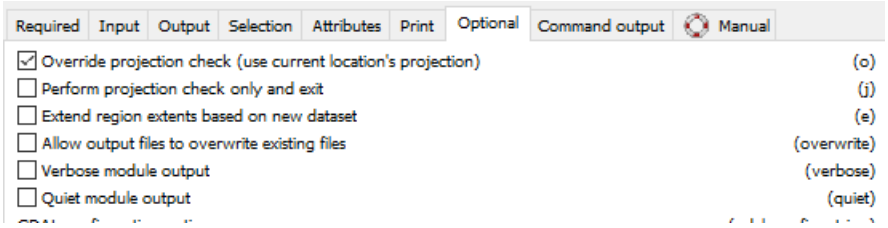
- ☐ Haga **click** en el tab **Input** y escoja el layer **villalba_barrios_2015**. El layer id en este caso es el número **4** pero esto podría variar



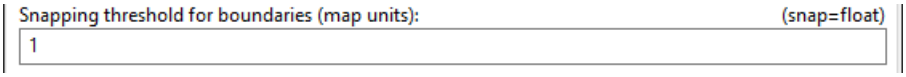
- ☐ Haga **click** en el tab **Output** y en el apartado **Name for output vector map**, escriba **villalba_barrios**.



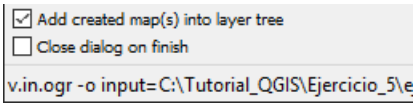
- ☐ Haga **click** en el tab **Optional**, haga **check** en la opción **Override projection check (use location's projection)**. Significa que el geodato a importar adoptará el sistema de coordenadas del "Location" activo de GRASS.



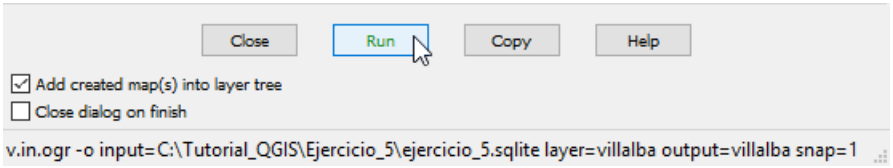
☐ En el apartado **Snapping threshold for boundaries (map units)**, escriba **1**.



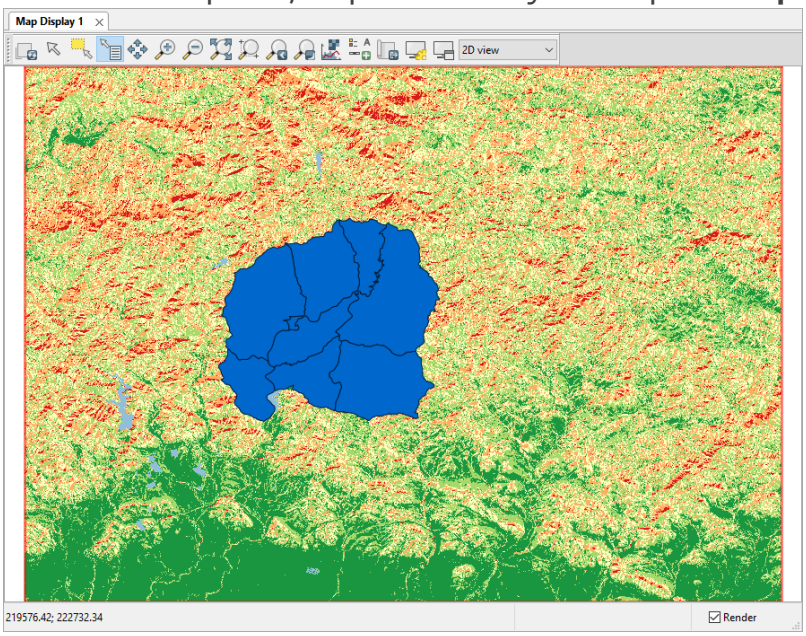
☐ Asegúrese que abajo en esta forma le aparezca **check** en la opción **Add created map(s) into layer tree**



☐ Haga **click** en el botón **Run** para importar el **geodato de barrios del Municipio de Villalba**

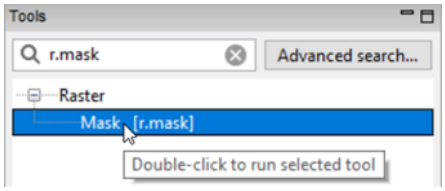


Cuando termine de importar, le aparecerá el layer en el panel **Map Display:1**



Procedamos a generar la máscara para ignorar las celdas que estén fuera del municipio. El informe que presentaremos más adelante estará dentro de los límites municipales.

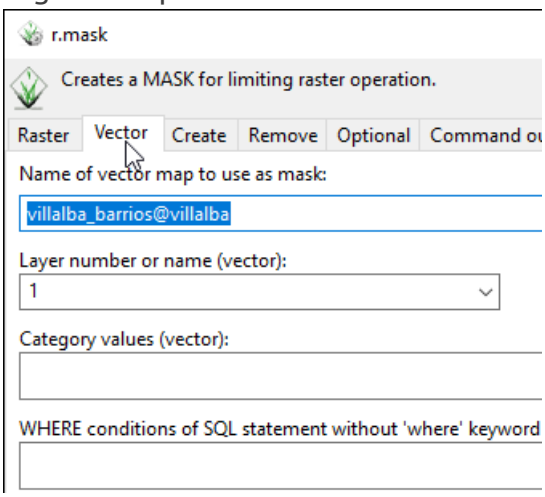
☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.mask**



☐ Haga **doble click** en la herramienta **Mask [r.mask]**

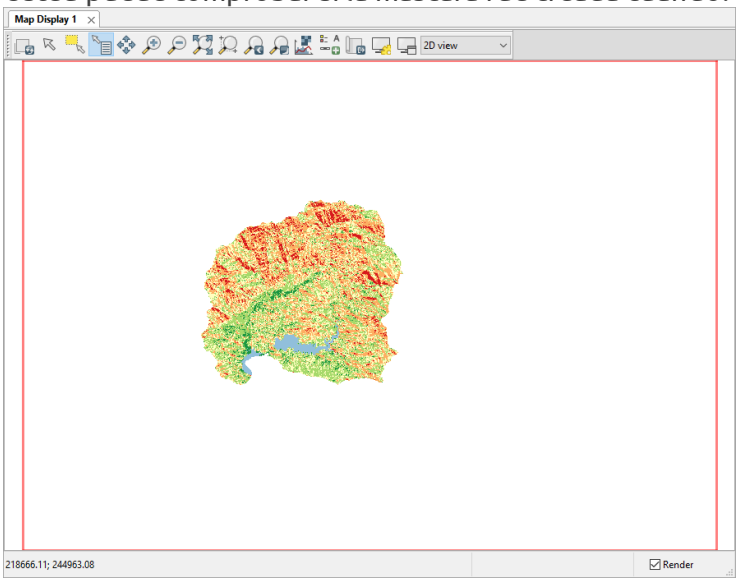
Aparecerá la forma **r.mask**

Siga los siguientes pasos:

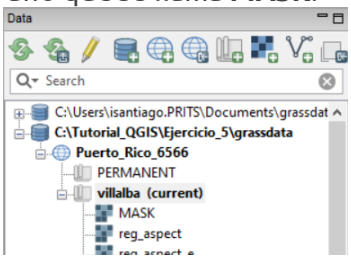


- ☐ Haga **click** en tab **Vector**, vaya a la sección **Name of vector map to use as mask** y escoja el map layer **villalba_barrios@villalba**
- ☐ En **Layer number or name**, escoja **1**
- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para generar la máscara.
- ☐ **Cierre** la forma **r.mask**

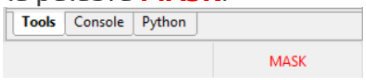
Usted puede comprobar si la máscara fue creada cuando:



1: Podrá ver que el ráster que estaba en el **Map Display** aparece recortado con la forma del Municipio de Villalba
2: Verá que en la lista de rásters hay uno que se llama **MASK**.



3: **Debajo del panel Tools**, en la **esquina inferior derecha** de la interfaz gráfica de GRASS aparecerá la palabra **MASK**.

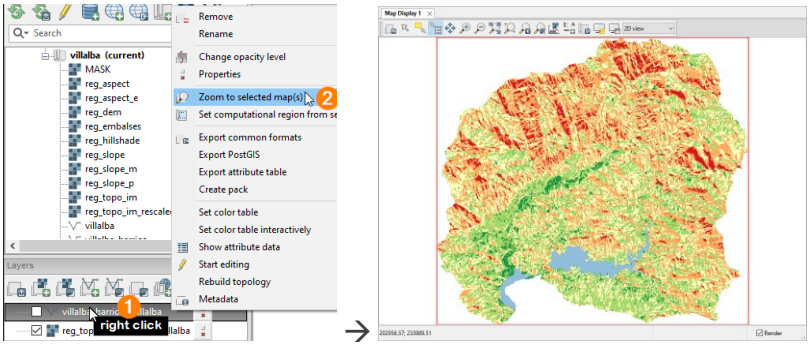


Notará que el ráster regional **reg_topo_im.rescaled** ha sido "**recortado**", aunque de manera **virtual**. El ráster sigue teniendo las mismas dimensiones, **pero las operaciones y cómputos que se hagan en adelante solamente toman en cuenta el espacio dentro de la máscara**.

> "*Raster MASK created*
>
> *All subsequent raster operations will be limited to the MASK area. Removing or renaming raster map named 'MASK' will restore raster operations to normal.*"

- ☐ Para ver este layer "enmascarado" más de cerca, vaya al panel, **Layer Manager**, haga **right click** en el layer vectorial **villalba_barrios@villalba** y escoja **Zoom to selected**

map.



5B-11: Cuantificar cobertura de zonas de riesgo por barrio dentro del área municipal

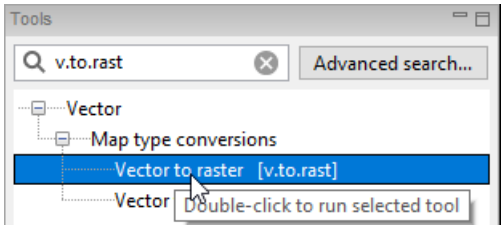
Esta parte es opcional y tiene el propósito de **cuantificar los porcentajes de área ocupada de las zonas de riesgo en el Municipio de Villalba**. Como nos interesa cuantificar ***dentro*** del territorio municipal**, usaremos los límites del municipio**.

Vamos ahora a detallar el proceso a seguir.

Convertir el layer vectorial de barrios a formato ráster

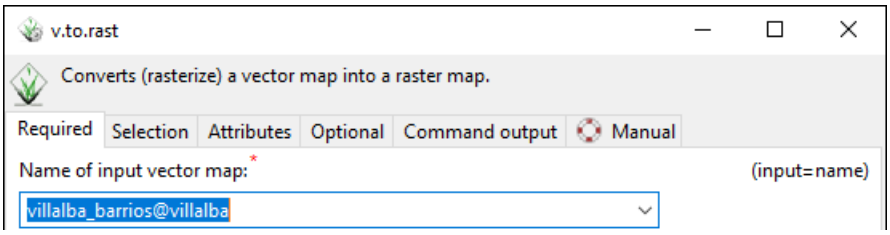
El módulo **r.report** para crear el informe de coberturas de riesgos por barrios, precisa que los layers a evaluar estén en formato ráster. Por lo tanto, debemos convertir el layer vectorial de barrios a formato ráster.

☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **v.to.rast**.



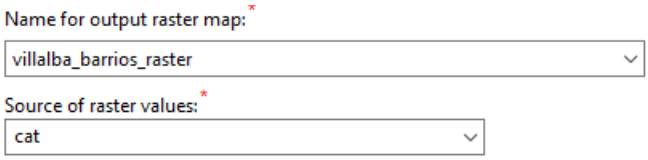
☐ Haga **doble click** en la herramienta **Vector to raster [r.report]**

☐ En la forma **v.to.rast** vaya al tab **Required**. En la sección **Name of input vector map**, escoja el layer **villalba_barrios@villalba**.



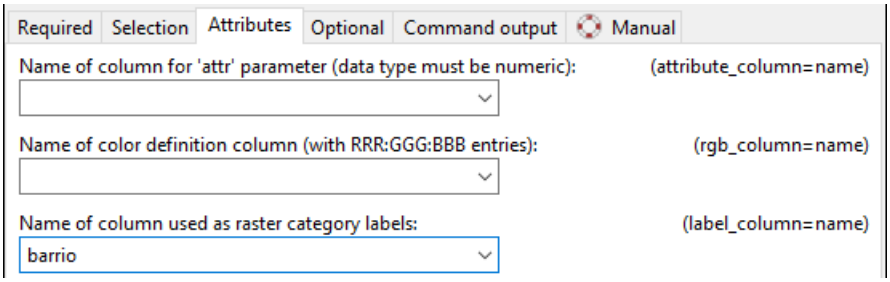
☐ En la sección **Name of output raster map** escriba **villalba_barrios_raster**.

☐ En la sección **Source of raster values** escoja la columna **cat**.

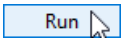


Al escoger la columna "**cat**" el nuevo ráster tendrá la categoría numérica heredada del layer vectorial. Estos son **identificadores numéricos**.

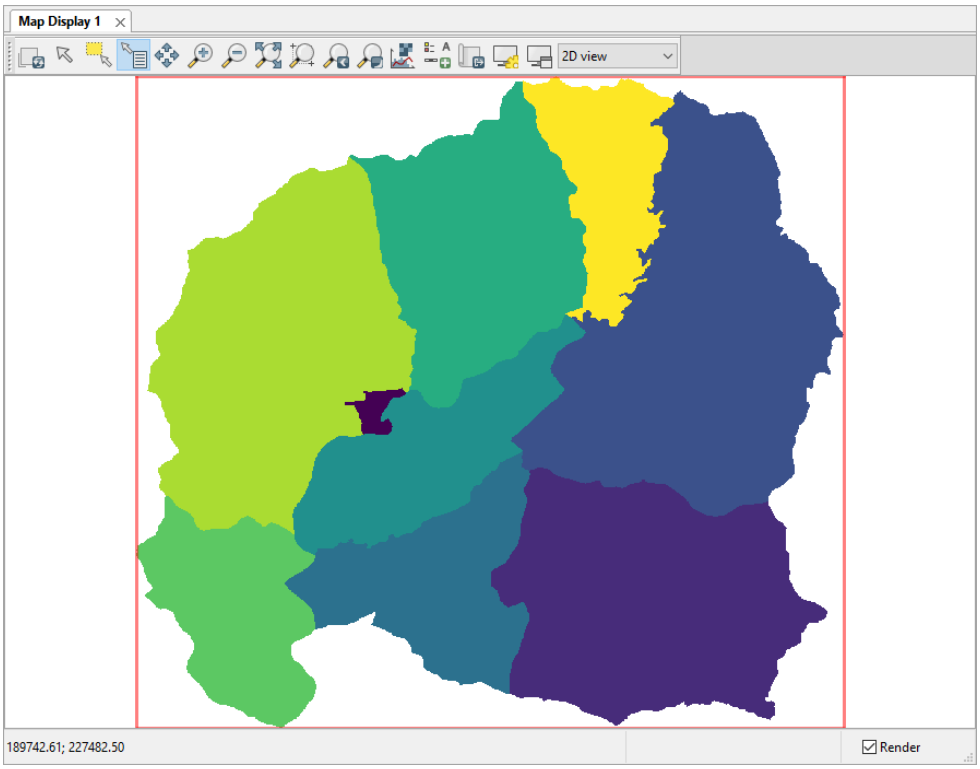
☐ Vaya al tab Attributes. En la sección **Name of column used as raster category labels** escoja la columna barrio.



Esta columna "barrio" **añadirá los nombres de barrios** al ráster layer.

☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr este módulo. 

☐ El nuevo layer ráster de barrios aparecerá en el visor:

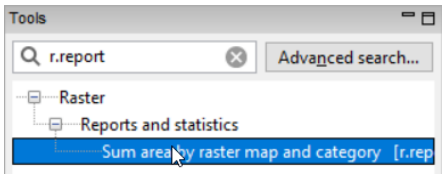


Note la diferenciación entre el barrio central "Hato Puerto Arriba" en sus divisiones Norte en amarillo y Sur en verde oscuro.

Aplicar módulo r.report para calcular áreas ocupadas

En esta parte aplicaremos la función/módulo **r.report** para conocer el **área ocupada** y el **porcentaje de ocupación** de cada **nivel** de **riesgo por** cada **barrio** del Municipio de Villalba.

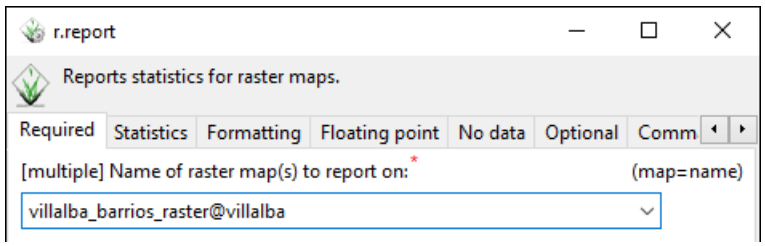
- ☐ Vaya al panel **Tools** y en la caja de texto **Search**, escriba **r.report**.



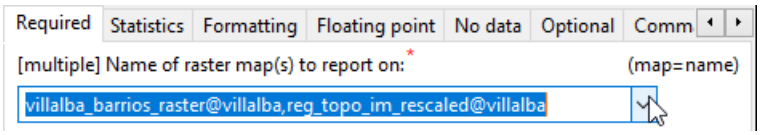
- ☐ Haga **doble click** en la herramienta **Sum area by raster map and category [r.report]**

En la forma **r.report** vamos a **añadir DOS layers de entrada**. Primero ***villalba_barrios_raster*** y luego el layer ***reg_topo_im_rescaled***. **El orden es importante**.

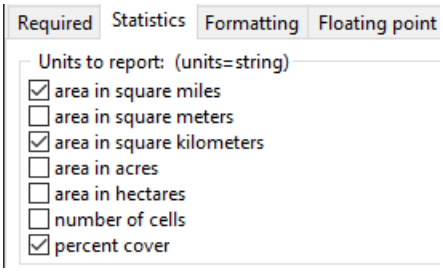
- ☐ En el tab **Required**, vaya a la sección **[multiple] Name of raster map(s) to report on** y escoja el *primer* layer: **villalba_barrios_raster@villalba**.



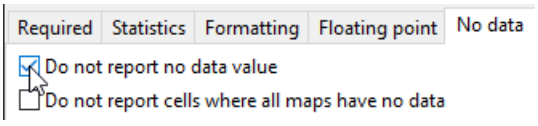
- ☐ **Añada el segundo layer**. Use el mismo botón para que escoja el layer **reg_topo_im_rescaled@villalba**. Estos dos layers deberán aparecer separados por una coma.

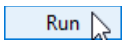


- ☐ En el tab **Statistics**, haga **check** en las opciones **area in square miles**, **area in square kilometers** y **percent cover**.



- ☐ Vaya al tab **No data** y haga **check** en la opción **Do not report no data value**.

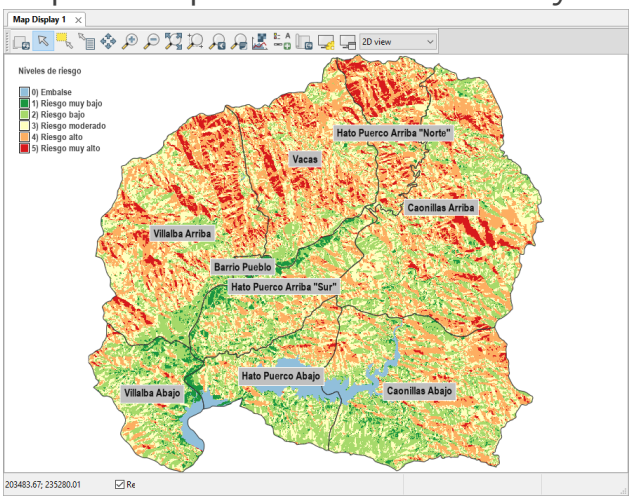


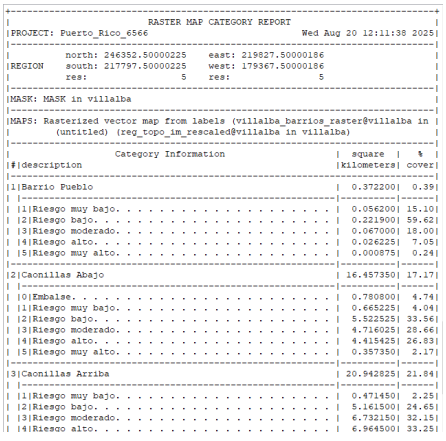
- ☐ Haga **click** en el botón **Run** para correr este módulo. 

☐ Esto es parte del informe generado. Categorías de riesgo por incendios forestales por barrio en el Municipio de Villalba.

```
+-----------------------------------------------------------------------------+
|                         RASTER MAP CATEGORY REPORT                          |
|PROJECT: Puerto_Rico_6566                              Wed Aug 20 12:11:38 2025|
|-----------------------------------------------------------------------------|
|          north: 246352.50000225    east: 219827.50000186                    |
|REGION    south: 217797.50000225    west: 179367.50000186                    |
|          res:                 5    res:                5                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|
|MASK: MASK in villalba                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|
|MAPS: Rasterized vector map from labels (villalba_barrios_raster@villalba in |
|        (untitled) (reg_topo_im_rescaled@villalba in villalba)                |
|-----------------------------------------------------------------------------|
|                  Category Information                      |  square   |   %  |
|#|description                                               |kilometers| cover|
|-----------------------------------------------------------------------------|
|1|Barrio Pueblo                                            |  0.372200|  0.39|
| |---------------------------------------------------------|----------|------|
| |1|Riesgo muy bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.056200| 15.10|
| |2|Riesgo bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.221900| 59.62|
| |3|Riesgo moderado. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.067000| 18.00|
| |4|Riesgo alto. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.026225|  7.05|
| |5|Riesgo muy alto. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.000875|  0.24|
|-----------------------------------------------------------------------------|
|2|Caonillas Abajo                                          | 16.457350| 17.17|
| |---------------------------------------------------------|----------|------|
| |0|Embalse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.780800|  4.74|
| |1|Riesgo muy bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.665225|  4.04|
| |2|Riesgo bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  5.522525| 33.56|
| |3|Riesgo moderado. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  4.716025| 28.66|
| |4|Riesgo alto. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  4.415425| 26.83|
| |5|Riesgo muy alto. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.357350|  2.17|
|-----------------------------------------------------------------------------|
|3|Caonillas Arriba                                         | 20.942825| 21.84|
| |---------------------------------------------------------|----------|------|
| |1|Riesgo muy bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  0.471450|  2.25|
| |2|Riesgo bajo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  5.161500| 24.65|
| |3|Riesgo moderado. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  6.732150| 32.15|
| |4|Riesgo alto. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . |  6.964500| 33.25|
```

Compare el mapa con los resultados. La leyenda fue añadida para facilitar su interpretación.





Para su información, pasamos este informe a Excel y lo formateamos de manera que podamos manipular los datos en una tabla Pivot.

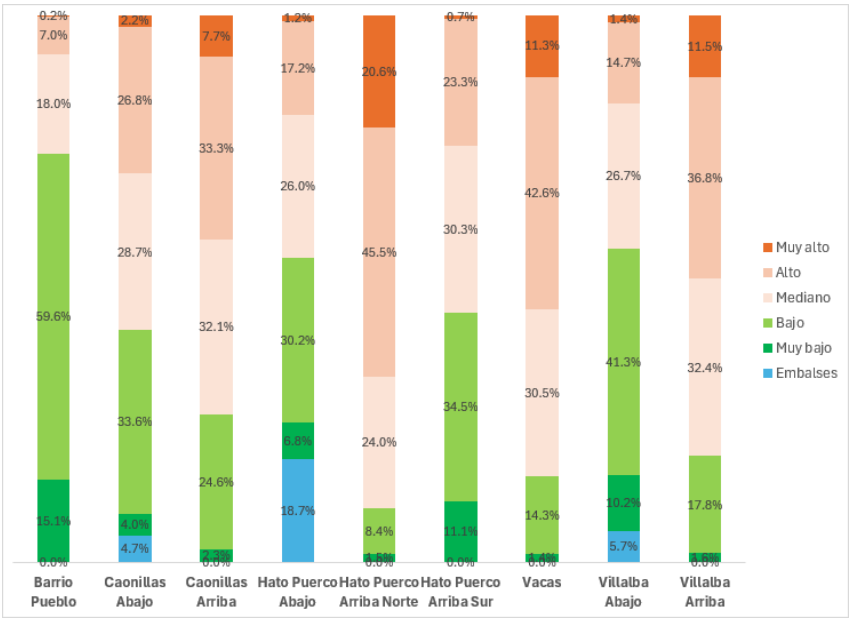
La tabla a continuación muestra el desglose por barrio y añadimos los niveles de riesgo en columnas los porcentajes de ocupación. Las celdas con fondo rojo en la sección derecha de la tabla (niveles mediano, Alto, Muy alto) son porcentajes que superan el 10% de ocupación territorial en cada barrio. Al lado derecho, en la columna separada, las celdas en rojo superan

el 33% de ocupación territorial de los barrios.

Submodelo topográfico: Niveles de riesgo por incendios forestales

	Embalses	Muy bajo	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto	% ocupación niveles 3 a 5
Barrio Pueblo	0.0%	15.1%	59.6%	18.0%	7.0%	0.2%	25.3%
Caonillas Abajo	4.7%	4.0%	33.6%	28.7%	26.8%	2.2%	**57.7%**
Caonillas Arriba	0.0%	2.3%	24.6%	32.1%	33.3%	7.7%	**73.1%**
Hato Puerco Abajo	18.7%	6.8%	30.2%	26.0%	17.2%	1.2%	**44.3%**
Hato Puerco Arriba Norte	0.0%	1.5%	8.4%	24.0%	45.5%	20.6%	**90.2%**
Hato Puerco Arriba Sur	0.0%	11.1%	34.5%	30.3%	23.3%	0.7%	**54.3%**
Vacas	0.0%	1.4%	14.3%	30.5%	42.6%	11.3%	**84.3%**
Villalba Abajo	5.7%	10.2%	41.3%	26.7%	14.7%	1.4%	**42.8%**
Villalba Arriba	0.0%	1.6%	17.8%	32.4%	36.8%	11.5%	**80.6%**

Según la columna separada de porcentajes de ocupación por niveles 3 a 5, casi todos los barrios tienen más de un tercio de área cubierta por estas zonas. El barrio Hato Puerto Arriba "Sección Norte", está casi totalmente (90%) cubierto por estas zonas. Otros barrios como Villalba Arriba y Vacas, tienen 80 o más de territorio ocupado por estas tres zonas de riesgos. En general, los barrios al norte del municipio tienen dos terceras partes o más de su territorio en niveles moderado a muy alto, debido a su configuración topográfica: pendientes empinadas y orientaciones de laderas hacia el sur y suroeste.



Note la distribución del porcentaje de ocupación de las zonas de niveles de riesgo moderado alto y muy alto en tonalidades anaranjadas claras a más saturadas.

Usando los mismos datos, desglosamos área por nivel de riesgo para el territorio municipal de Villalba. Los **niveles de riesgo 3 al 5** (moderado a muy alto) **cubren 68%** del **territorio**.

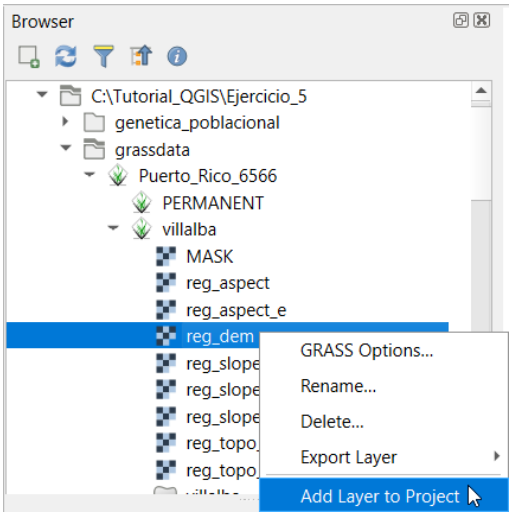
Niveles de riesgo		
	kms2	%
0	2.7	2.8%
1	3.8	4.0%
2	24.2	25.2%
3	28.6	29.8%
4	29.8	31.1%
5	6.8	7.1%
Grand Total	**95.9**	**100.0%**

- ☐ **Cierre** la forma **r.report** y **cierre** el programa **GRASS**. No hay que salvarlo.

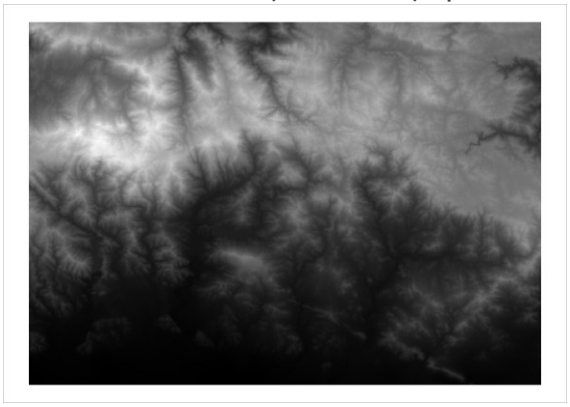
5B-12: Visualizar geodatos en 3D

Para ver este mapa de riesgos en pseudo 3D, podemos usar las opciones de visualización del visor 3D en QGIS. Para esto, necesitaremos traer el modelo digital de elevaciones que generamos en GRASS y luego añadir los demás layers.

- ☐ Primero, abra una sesión de QGIS.
- ☐ Vaya al panel **Browser** y localice el layer de elevaciones **reg_dem**, en el folder o directorio **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_5\grassdata\Puerto_Rico_6566\villalba**.

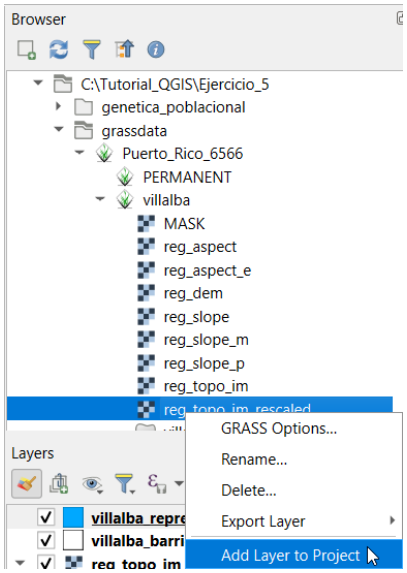


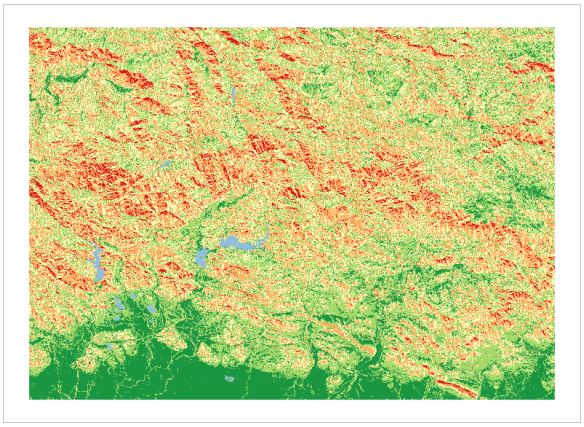
El geodato de elevaciones (en metros) aparecerá en el visor de QGIS:



Añadamos el geodato del componente topográfico para el modelo de susceptibilidad a incendios que trabajamos en la sección anterior.

☐ Vuelva al panel **Browser**, haga **right click** encima del layer **reg_topo_im_rescaled** y escoja la opción **Add Layer to Project**

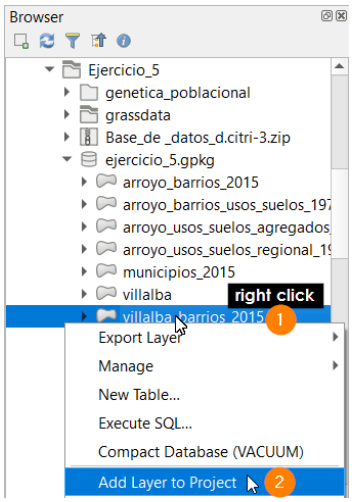




Aparecerá el layer de susceptibilidad en el visor de QGIS.

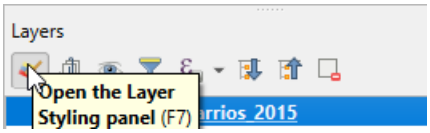
Vamos a añadir el layer de barrios, en formato vectorial.

☐ Vaya al panel **Browser**. Busque el banco de datos **ejercicio_5.gpkg**.

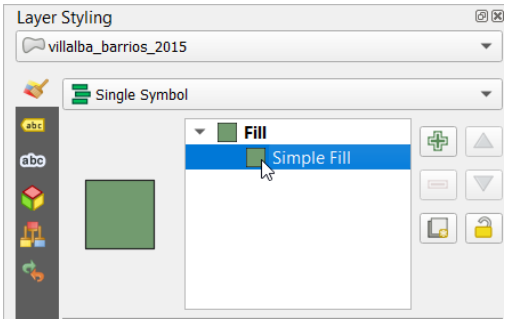


☐ Haga **right click** en el layer **villalba_barrios_2015** y escoja la opción **Add Layer to Project**

☐ Cuando aparezca el layer **villalba_barrios_2015**, **mantenga este layer activo** y presione **F7** para acceder al panel **Layer Styling**. O use el botón **Open Layer Styling Panel**.



☐ En el panel **Layer Styling**, haga **click** en la caja **Simple Fill**.



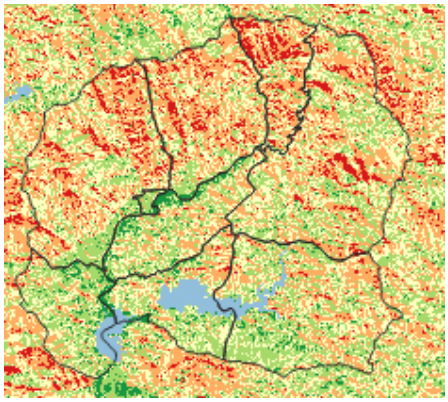
☐ Un poco más abajo en esta forma, haga **click** en el botón drop-down **Fill Color**.



☐ Escoja la opción **Transparent Fill**



☐ Podrá ver el geodato de barrios del municipio de Villalba, solo con los bordes visibles.

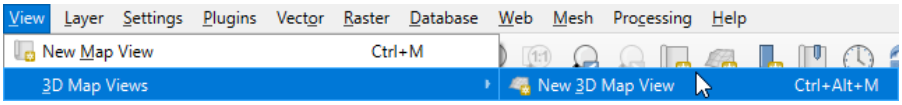


Las áreas en azul son los embalses, Guayabal y el más alargado, Toa Vaca.

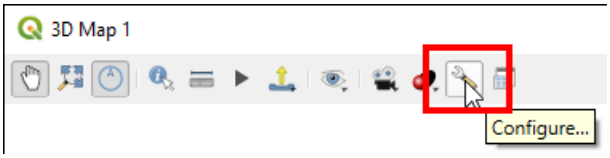
La interfaz 3D Map View de QGIS

Ya tenemos los geodatos mínimos para generar una visualización pseudo 3D: el ráster de elevaciones, el layer de niveles de riesgo y el mapa de barrios de Villalba sobrepuesto.

☐ Vaya al **menú principal** y escoja **View > 3D Map Views > New 3D Map View**.



☐ Aparecerá la interfaz de **3D Map 1**,
Haga click en el botón Configure



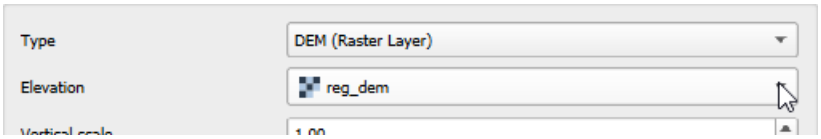
☐ En la forma **3D Configuration** escoja el tab **Terrain** y

☐ En el apartado **Type**, escoja la opción **DEM (Raster Layer)**

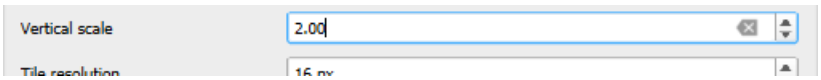


Aparecerá el aviso en rojo "An elevation layer must be selected for a DEM terrain".

☐ En el apartado **Elevation**, escoja el ráster **reg_dem**. Este contiene las ***elevaciones en metros*** de la zona.



☐ En el apartado **Vertical Scale**, escriba **2.0** para destacar un poco más la elevación.

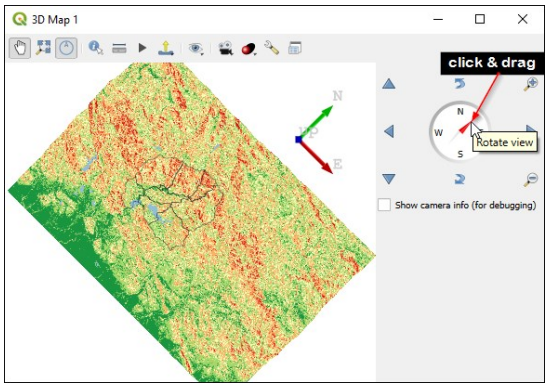


☐ En la sección **Tile resolution**, escriba 64 px.

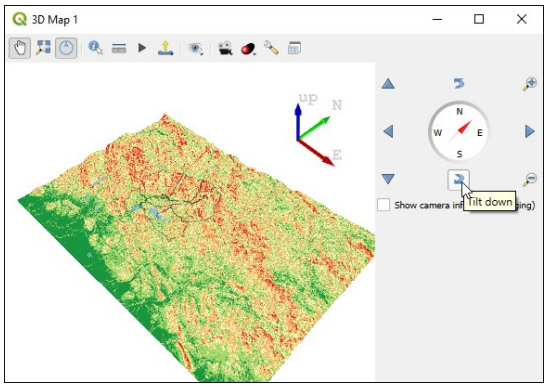


☐ Haga **click** en el botón **OK**, para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

☐ De regreso a la interfaz **3D map 1**,



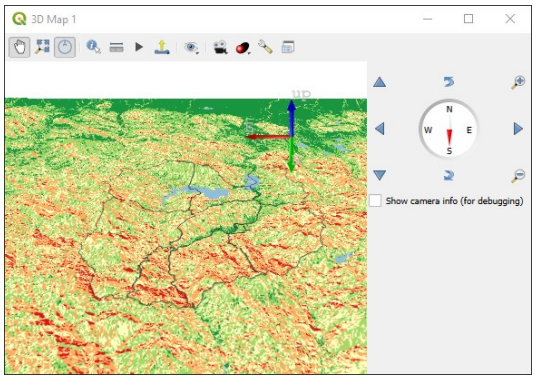
☐ Vaya al lado superior izquierdo y **arrastre la brújula con el puntero** hacia el **noreste**.



☐ Haga **click** como **40 a 50 veces** en el botón **tilt down** para bajar el ángulo. Puede dejar este botón presionado hasta este nivel.



Haga **clicks sucesivos** en el botón **Zoom** para **acercarse** a la **silueta** del **Municipio** de **Villalba.** Use los botones marcados para navegar hacia los lados para centralizar la vista en el municipio.



Vista del mismo lugar mirando en dirección al sur.

☐ **Cierre** esta sesión de **QGIS**

☐ No es necesario guardar este archivo.

Así concluye este ejercicio de aplicación ráster en QGIS y con GRASS.

Preguntas

Mencione las consideraciones antes de comenzar geoprocesamiento (p 181)

1: _____
2: _____
3: _____
4: _____
5: _____

Mencione algunas funciones de **geoprocesamiento vectorial** que fueron utilizadas durante estos ejercicios. (por ejemplo, *buffers*…)

_____
_____
_____
_____

En la parte de geoprocesamiento ráster, explique brevemente de qué se trata el modelado cartográfico que se utilizó en el ejercicio. (p 256)

$$IM = 3p + (m * e) * r$$

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____

6. Producción de mapas para imprimir

Tópicos de esta sección:

6. Producción de mapas para imprimir 310
Principios gráficos: C R A P 311
Print Layout 312
6A: Definir una nueva composición: Print Layout 313
6B: Herramientas de la interfaz Layout 313
6C: Cambiar el tamaño de página 314
6D: Añadir líneas guía a la página 316
Añadir líneas guía verticales 317
Añadir líneas guía horizontales 319
6E: Insertar el mapa en la página 319
6E: Añadir título al mapa 323
6F: Añadir la leyenda 325
Cambiar el tipo de letra (typeface) a las descripciones de la leyenda 327
6G: Añadir escala gráfica 329
6H: Añadir orientación al mapa 332
6i: Añadir fuente de datos 335
6j: Guardar el mapa 337
6K: Exportar la composición (mapa) a formato png 337
Preguntas 339

Principios gráficos: C R A P

Estos principios gráficos fueron tomados del libro **The Non-Designer's Design Book** (1994) de Robin Williams (no es el actor), . Enseña de manera amena y fácil sobre los fundamentos de una buena página para presentación (*layout*). Para los cartógrafos es esencial conocer estas técnicas para poder preparar un mapa con cierto grado de organización visual.
Estos principios son:

- **Contraste**
- **Repetición**
- **Alineación**
- **Proximidad**

Contraste – **Diferenciar elementos que son y deben verse distintos**.

Mínimo **vs** **Máximo**

Repetición – Sirve **para reforzar la coherencia** en el gráfico o la página para impresión.
Podemos:

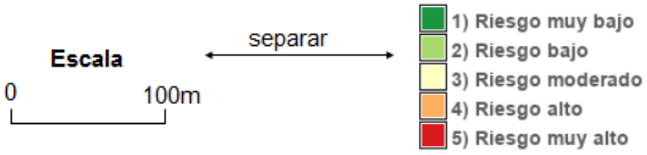
***repetir* un tipo de letra,**
***repetir* un dibujo, gráfico o**
***repetir* algún elemento**

que añada continuidad si se trata de varias páginas.

Alineación – **Para dar coherencia y organización** a la página.



Proximidad – La **cercanía física implica relación**. Los elementos que representan **grupos similares deben estar cerca** unos de otros. A su vez, se deben **separar** elementos que no sean del mismo grupo.



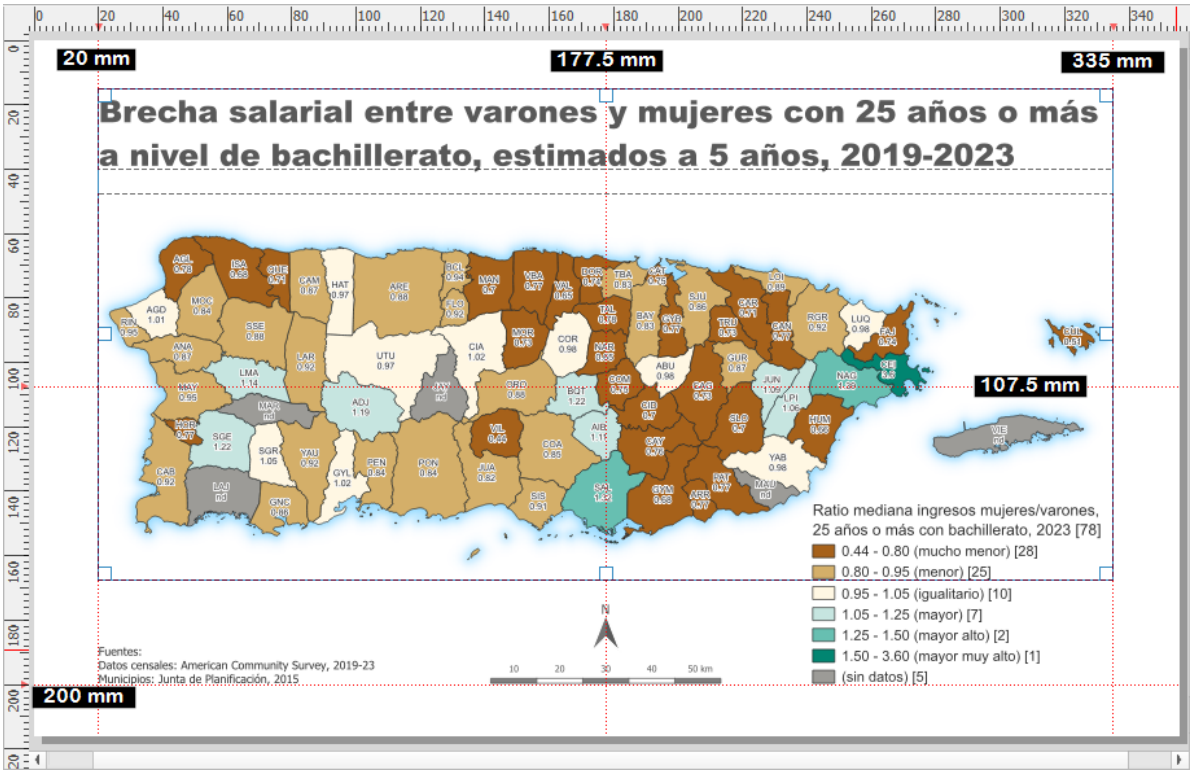
Print Layout

En este ejercicio haremos una composición simple que contenga los elementos gráficos esenciales para hacer un mapa. QGIS tiene un módulo aparte, el cual llaman **Print Layout**. Este módulo se diseñó para poder hacer la composición en espacio en papel para impresión.

☐ Para hacer este ejercicio, deberá usar el proyecto QGIS llamado **ejercicio_4.qgs**. Éste está localizado en el folder **Tutorial_QGIS\Ejercicio_4**.

El proyecto **brecha_salarial_2021.qgz** contiene el layer de municipios con los datos censales que practicó descargar de la interfaz **data.census.gov** con el ejercicio para hacer un **mapa temático**. El layer muestra con diferentes intensidades divergentes de colores rosado a verde, la brecha de ganancias entre varones y mujeres publicado por el Community Survey desde los **años 2019 a 2023**.

Esta es la composición que realizaremos durante este proceso:



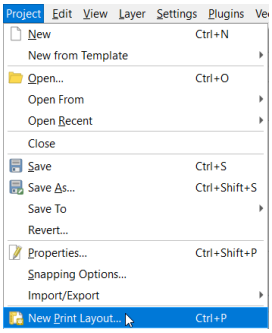
Note las alineaciones de los elementos en esta composición gráfica:

Elementos	Alineación relativa	Alineación (mm)
Título, fuentes, mapa (caja)	Izquierda	X= 20
Fuentes, escala, leyenda	Fondo	Y= 200
Título, escala, norte	Centro	X= 177.5
Mapa (centro X,Y)	Centro (caja)	X= 177.5, Y= 107.5

Para alinear estos elementos podemos disponer de las líneas guía, tal como se hace con programas de diseño gráfico.

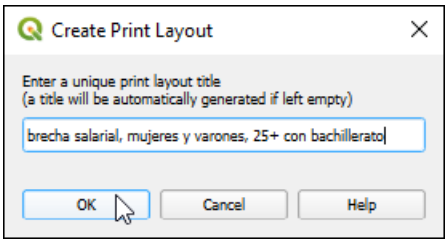
6A: Definir una nueva composición: Print Layout

☐ Para hacer un nuevo mapa para impresión, vaya al **menú principal** y escoja **Project > New Print Layout**



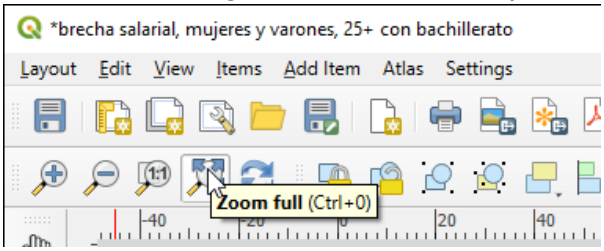
Aparecerá la forma **Create Print Layout**.

☐ En la caja de texto escriba **Brecha salarial, mujeres y varones, 25+ con bachillerato**.



☐ Presione **OK** para iniciar la sesión del **Layout**.

Aparecerá la interfaz **Layout** con el nombre que acabó de escribir



☐ Haga **click** en el botón **Zoom full** para que pueda ver la página completa.

Las unidades por defecto son en milímetros. Nosotros usamos pulgadas en estos casos pero el programa aún está fijo en mostrar unidades métricas (como el resto del mundo)….

6B: Herramientas de la interfaz Layout



La interfaz **Layout** tiene múltiples funciones, entre ellas las de **exportación para formatos gráficos e impresión**,…



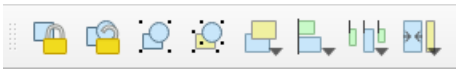
… **navegación**, **acercamiento**, redibujar (***refresh***),…



… añadir **elementos gráficos** (textos, leyenda, escala gráfica, flecha para orientación, formas geométricas, añadir una tabla, añadir marco para exportar en formato html),…



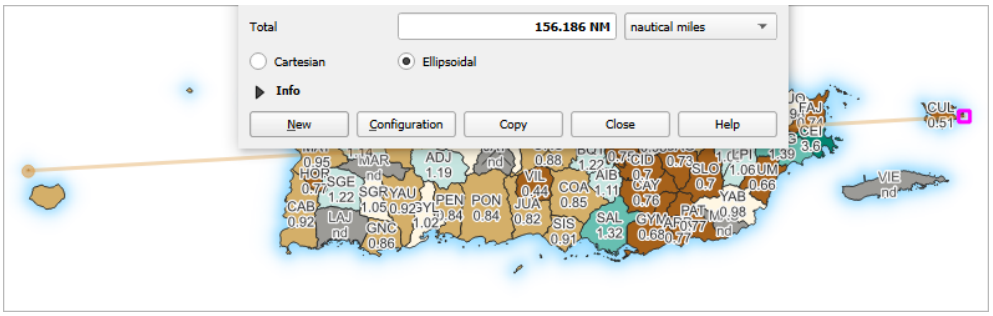
… y manejo de los elementos gráficos, orden de elementos y alineación.



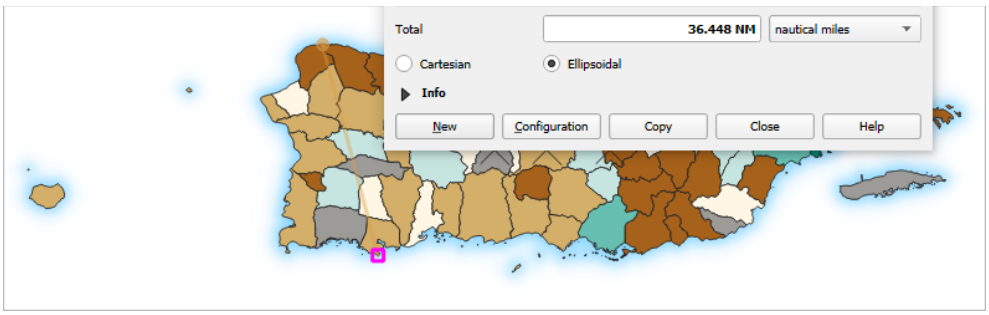
Veremos algunos de ellos más adelante.

6C: Cambiar el tamaño de página

Por defecto, es posible que QGIS nos proporcione un tamaño de página al que no estamos acostumbrados. Para este ejercicio **usaremos** el **tamaño** de página "**Legal**" (**8.5 x 14 pulgadas**). **Este tamaño nos servirá mejor**, ya que **la forma de Puerto Rico es más alargada** en el eje de X, **de oeste a este**; desde la isla de Monito al oeste, hasta la isla Municipio de Culebra al este **que de norte a sur**. En términos numéricos, la extensión oeste-este es alrededor de 4.3 veces mayor que la extensión norte-sur.



Distancia horizontal desde la Isla de Monito hasta la Punta del Este en la isla Culebrita: 156.186 millas náuticas.



Distancia vertical desde la costa del Municipio de Isabela hasta Punta Brea, en el Municipio de Guánica: 36.448 millas náuticas.

Proporción distancia horizontal / vertical: Aproximadamente 4.3.

Para efectos de este ejercicio de impresión de un mapa estadístico, las islas al oeste de Puerto Rico no marcan ninguna diferencia. Esto se debe a que todas estas islas (Desecheo, Mona y Monito) pertenecen al Municipio de Mayagüez. **Por lo tanto, estas islas no se incluirán en el mapa para imprimir en formato PDF**.

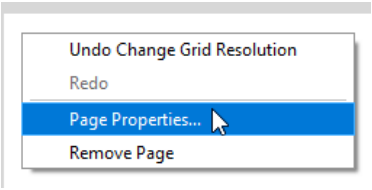
La **distancia horizontal** aproximada desde **Punta Higüero en Rincón** hasta **Punta del Este en la isla Culebrita** del Municipio de Culebra **es 117.046 millas náuticas**.

Entonces la **proporción** distancia **horizontal / vertical** que nos interesa será: **117.046/36.448 = 3.2.**

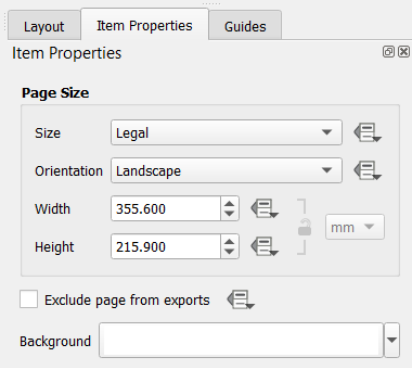
En una **página 14 x 8.5 pulgadas**, la proporción h/v es **1.64**. Esto no es problema ya que necesitamos espacio para el mapa y otros elementos que debemos añadir como el título, leyenda, escala y otros.

Pasemos a definir la página y su orientación.

- ☐ Haga **right-click en** la **página vacía** y escoja **Page Properties…**



- ☐ Vaya **hacia la derecha de la interfaz gráfica del Print Layout**. Localice el tab **Item Properties**.
- ☐ En el apartado **Page size**, en **Size**, seleccione el tamaño de página **Legal**
- ☐ En el apartado **Orientation**, escoja **Landscape**.



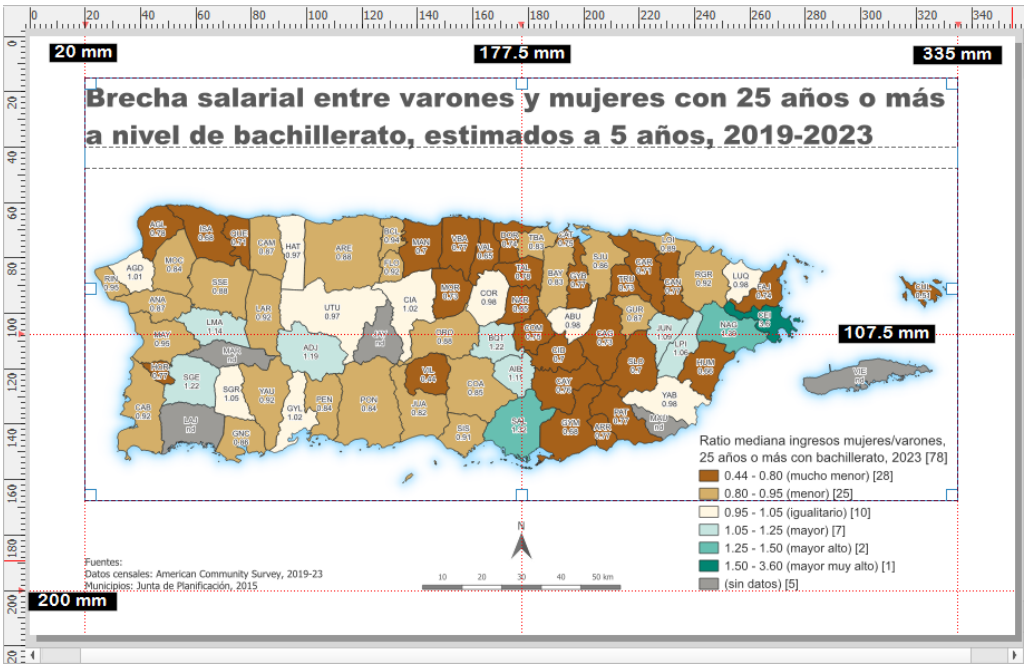
Todavía en esta versión (3.40 LTR), la unidad de medida en página es el **milímetro**. Esto puede se puede cambiar si usamos la opción Custom en el apartado Size.
No obstante, la interfaz no cambiará las unidades a otra unidad.

Dado a lo explicado anteriormente, en el apartado **Orientation**, la página debe quedarse "**Landscape**".

6D: Añadir líneas guía a la página

Las líneas guía nos ayudan a **organizar** los elementos mediante **alineación**. La alineación sirve también como principio de **repetición**, y de **coherencia** a la composición cartográfica.

Fíjese nuevamente en el resultado del mapa:



- La **caja que define** el **mapa** (caja de borde azul) está **alineada** con el **centro** de la **página**.
- El **contenido del mapa** (desde Rincón al oeste hasta Isla Culebrita al este y desde Isabela hasta Guánica al sur) **está alineado con el centro de la página**.
- El **centro del mapa** en relación con la página queda al **centro-oeste del Municipio de Comerío**. **
    - La **línea vertical** a **177.5 mm alinea** el centro de la **escala gráfica** y la **orientación** al **norte**. También alinea la **caja** del **mapa**.
    - La **línea horizontal** a **107.5 mm** alinea el **centro vertical (Y)** de la caja del mapa.
- La **línea horizontal** a **200 mm une** y **organiza** los **elementos** en el **fondo** de la **página**.
- La **línea vertical** a **20 mm alinea** y **une** los elementos **título** y **fuentes**.

****Cuando incluimos las islas de Vieques y Culebra**, el **centroide** del mapa se mueve un poco más al este. **El centroide se desplaza** del Municipio de Orocovis hasta el sur del **Municipio** de **Comerío**. Estas no son medidas geodésicas; sólo estimados para cartografía estadística.

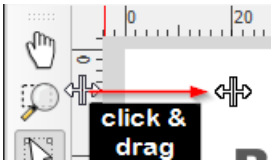


*Distintos centroides. La **cruz** en el **centro** es el **centroide sin considerar islas**. La **cruz** al **este** no considera las islas al oeste como Desecheo, Monito y Mona pero sí incluye desde Rincón hasta las **islas de Culebra y Vieques**. La **cruz** al lado **oeste considera todas las islas** desde el oeste Monito, Mona Desecheo y al este Vieques y Culebra. La **cruz** en el **centro** (Orocovis) solo considera las dimensiones de la "Isla Grande" sin considerar islotes ni islas.*

Añadir líneas guía verticales

Pasemos a definir las líneas guía verticales. Estas se añaden al mapa desde la regla (vertical u horizontal) hasta un lugar en la página. También se pueden añadir desde el panel de configuración de los elementos de la página, al lado izquierdo de la interfaz Layout.

☐ Añadamos la primera línea guía. Haga **click** en la **regla vertical** y **arrastre** hasta **20 mm**.



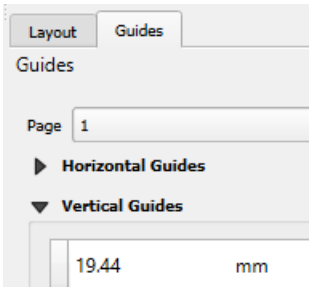
☐ **Coteje que haya quedado en 20 mm**.

☐ Vaya a la derecha de la interfaz del **Map Composer** (**Layout**), al panel de configuración de propiedades de los elementos y diríjase al tab **Guides**.

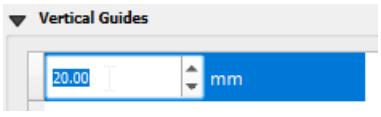
☐ Expanda el nodo de **Vertical Guides**.

☐ En este caso, la línea quedó en 19.44 mm.

Si no quedó en 20 mm, cámbielo a 20 mm.

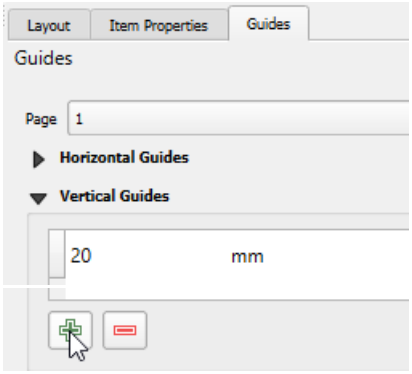


☐ Haga **doble click** en la **celda numérica** y modifique el valor a **20**.



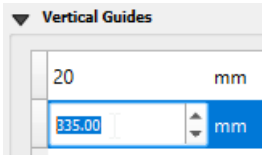
Añada otra línea vertical a 335 mm. Esto corresponde con el ancho total, menos 20 mm.

- ☐ En la pestaña **Guides**, manténgase en la sección **Vertical Guides** y haga **click** en el **botón** de **suma**.

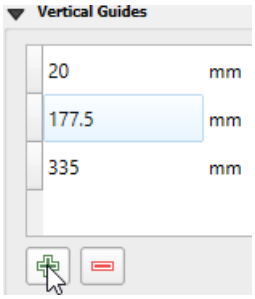


- ☐ Haga **doble click** en el **cero** y escriba **335**.

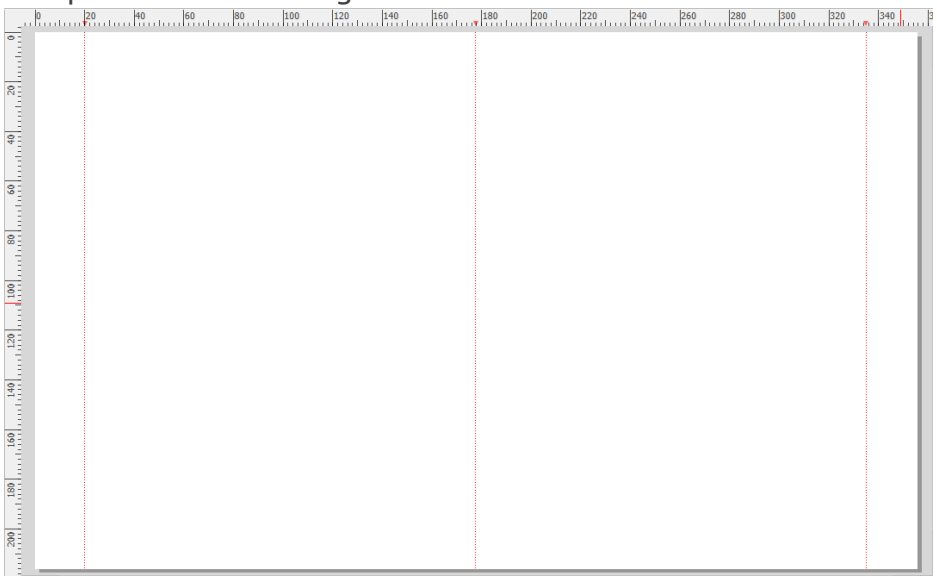




- ☐ **Añada** la **línea guía** del centro a **177.5**



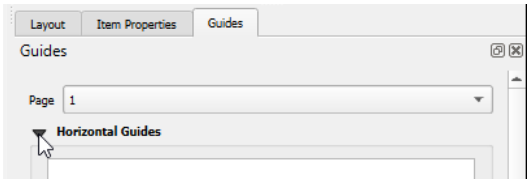
Así aparecerán las líneas guía verticales:



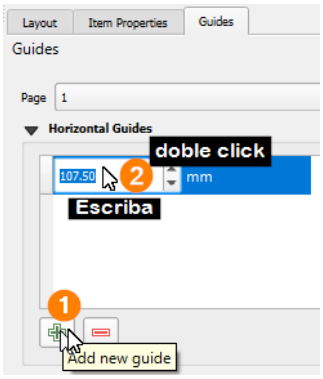
Añadir líneas guía horizontales

Vamos a insertar dos guías horizontales. Las añadiremos desde el panel de configuración.

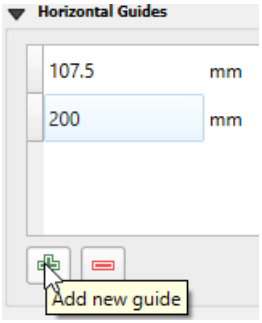
- ☐ Manténgase en la pestaña **Guides**. **Expanda** el nodo **Horizontal Guides**.



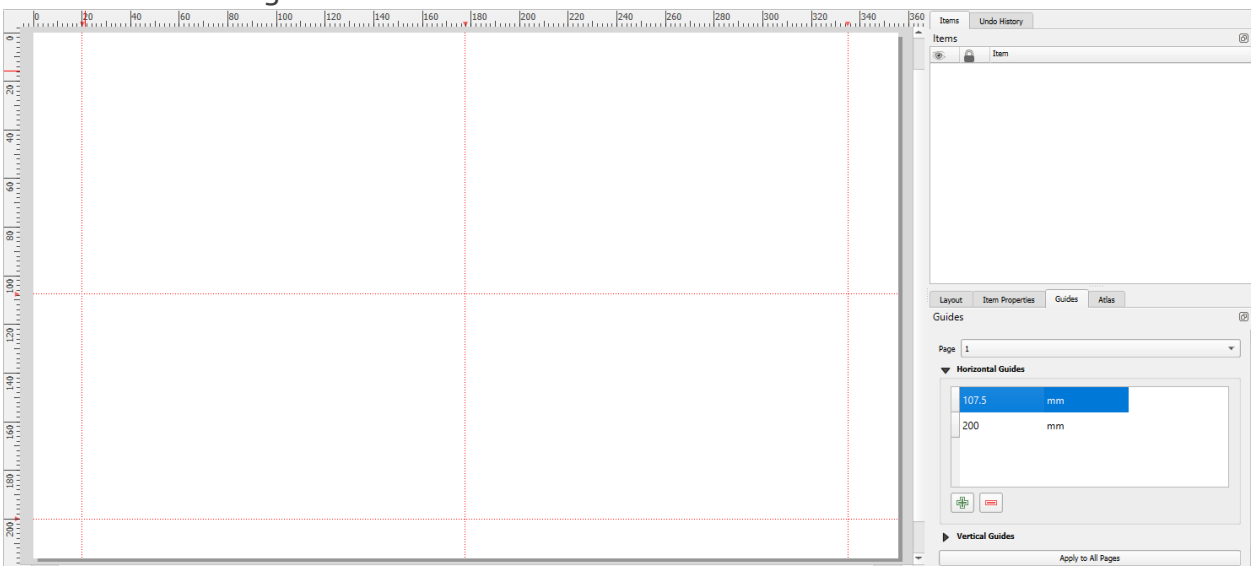
- ☐ Haga **click** en el botón de **suma**.
  - ☐ Haga **doble click** en el valor **0** y escriba **107.5**.



- ☐ **Añada otra línea** guía a **200 mm**.



Estas son las líneas guía necesarias:

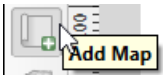


Pasemos a la próxima parte.

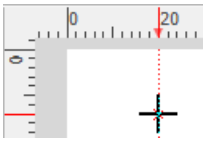
6E: Insertar el mapa en la página

El contenido activo del visor de QGIS aparecerá al traer y definir una caja “map frame”.

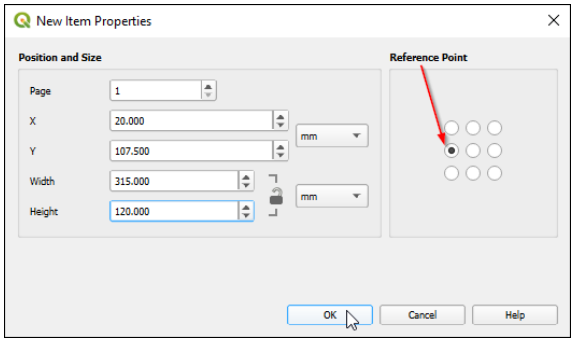
- ☐ Para traer el **map frame** que contiene los layers, haga **click** el botón **Add map**



- ☐ Haga **click dentro** del **espacio** en **blanco dentro** de la **página**.



- ☐ Aparecerá la forma **New Item Properties**

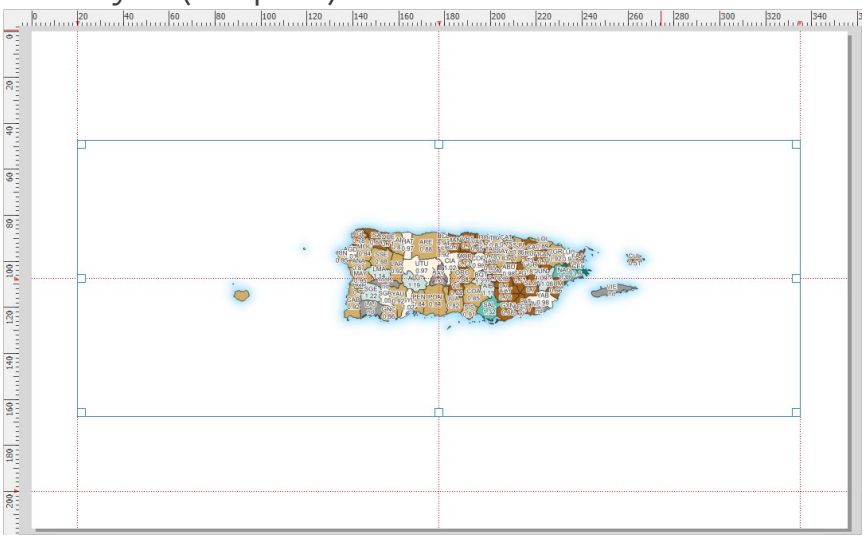


- ☐ En la caja de texto **X**, escriba **20**
- ☐ En la caja de texto **Y**, escriba **107.5**
- ☐ En la caja de texto **Width**, escriba **315**
- ☐ En la caja de texto **Height**, escriba **120**

- ☐ En la sección **Reference Point**, escoja la opción **Centro Izquierda**.

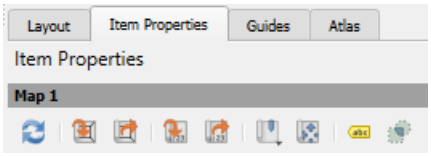
- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar cambios y cerrar esta forma.

Dependiendo de la escala del mapa que está en el Visor (canvas) aparecerá el mapa en la interfaz Print Layout (Composer):



Debemos alinear y ampliar el contenido del mapa, desde Rincón, hasta la isla Culebrita, al este, con la caja map frame. El resto de las islas al oeste no son importantes para este mapa.

☐ Con esta caja *map frame* aún activa (con los cuadrados en los extremos), vaya al tab **Item Properties**.
Fíjese en la serie de botones que presenta este apartado.



- **Update map preview**
- **Set map extent to match main canvas extent**
- **View map current extent in main canvas**
- **Set map scale to match main canvas scale**
- **Set main canvas to match current map scale**
- **Bookmarks**
- **Interactively edit map extent**
- **Labeling settings**
- **Clipping settings**

Los botones se explican brevemente aquí para su información, pero no los vamos a usar.

Update map Preview	Redibujar el contenido del visor en el mapa del Layout.
Set map extent to match main canvas extent	Asignar la extensión territorial de visor a la extensión territorial del map frame.
View current map extent in main canvas	Asignar la extensión territorial del map frame al visor. Lo contrario del botón anterior.
Set map scale to match main canvas scale	Asigna la escala del visor al map frame.
Set main canvas to match current map scale	Asigna la escala del map frame al visor.
Bookmarks	Usar bookmarks disponibles. No necesariamente van a verse igual porque los espacios visor <-> map frame posiblemente sean diferentes.
Interactively edit map extent	Permite que cambiemos la extensión del mapa. Sin embargo, la herramienta "zoom" está implícita en la rueda del mouse. Si queremos hacer un acercamiento "refinado", debemos usar la tecla ctrl y la rueda simultáneamente.
Labeling settings	Se enfoca en controlar el etiquetado para prevenir que aparezcan parcialmente en los bordes del map frame.
Clipping settings	Solo disponible cuando estamos usando la opción de creación de Atlas. Esta opción Atlas se usa cuando disponemos de una cuadrícula que divide un lugar en zonas regulares. Prepara un mapa para cada cuadro que compone la cuadrícula.

Dadas estas opciones, disponemos de herramientas para cambiar la extensión y escala.

Usemos un método menos riguroso porque no precisamos seguir exactamente una escala, como sería el caso cuando vamos a preparar un "Atlas".

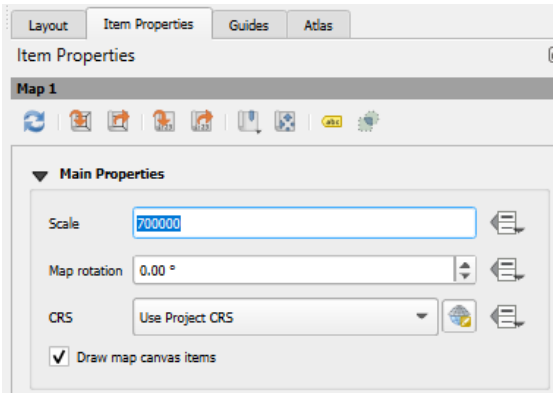
- ☐ Primero, **vamos a centralizar el contenido del mapa** desde Rincón al oeste hasta Culebra al este y desde Isabela al norte con Guánica al sur.

Si su mapa en el visor no está centralizado…

- ☐ **Regrese** al **visor** de la interfaz gráfica de **QGIS**.
- ☐ En el visor, use la herramienta **Zoom in** para hacer una **caja** que vaya desde **Rincón (RIN)** hasta **Culebra (CUL)** y desde **Isabela (ISA)** hasta **Guánica (GNC)**.

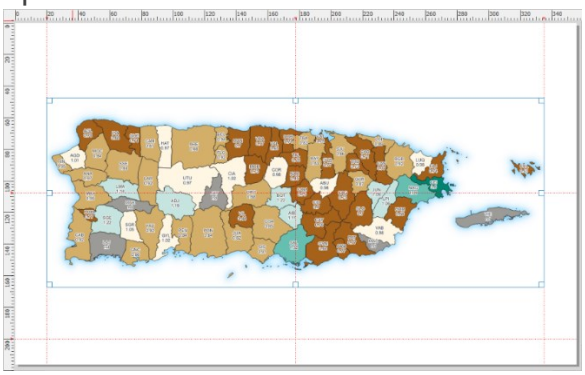


- ☐ **Regrese** a la interfaz **Layout**.



- ☐ En el apartado **Main Properties**, vaya a la caja de texto **Scale** y escriba **700000** (700,000)

El mapa aparecerá así:

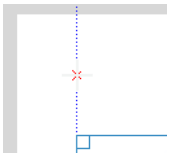


6E: Añadir título al mapa

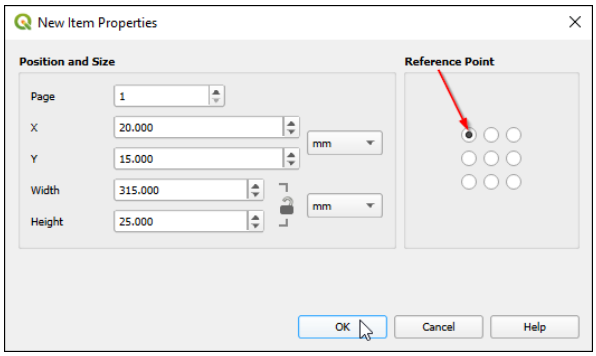
- ☐ El **título** se añade como cualquier etiqueta, usando el botón **Add label**:



- ☐ Haga **click** en un espacio en blanco, **en la parte superior de la hoja**.

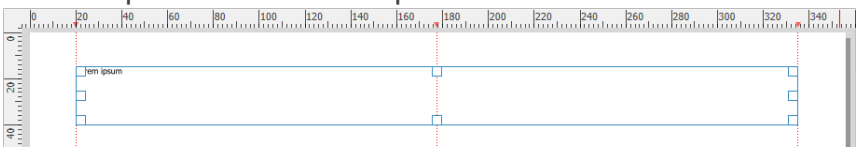


- ☐ En la forma **New Item Properties** que aparecerá, siga estos pasos:

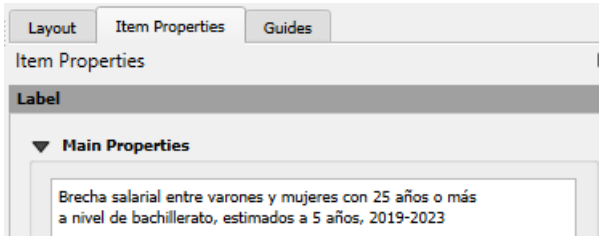


- ☐ **X=20**
- ☐ **Y=15**
- ☐ **Width = 315**
- ☐ **Height = 25**
- ☐ **Reference point: esquina superior izquierda**
- ☐ Haga **click** en el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar la forma.

La caja de texto para el título debe aparecer así:



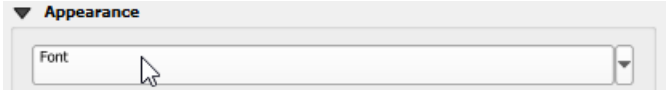
- ☐ Para **añadir contenido al título**, vaya al lado derecho de la interfaz **Layout**, en el **tab Item Properties**, y vaya a la sección **Label** para cambiar el texto.



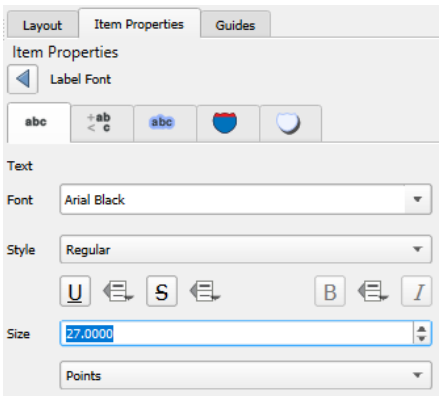
- ☐ En la sección **Label**, en la caja de texto **Main properties**, escriba: **Brecha salarial entre varones y mujeres con 25 años o más a nivel de bachillerato, estimados a 5 años, 2019-2023**

Debe insertar una línea (enter) después de la palabra más.

- ☐ Más abajo en el apartado **Appearance, presione** el botón **Font**:



- ☐ En el tab **Item Properties, Label Font**, cambie las propiedades del tipo de letra:



Font: **Arial Black, style Regular**
Size: **27**

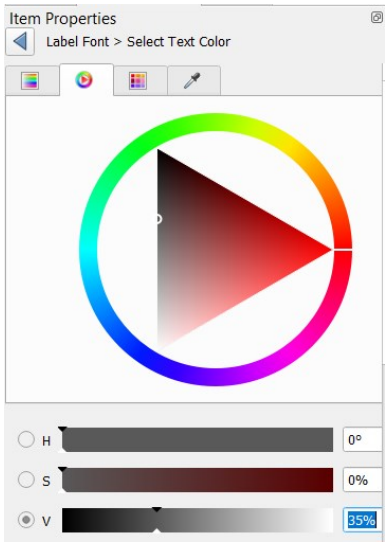
☐ Un poco más abajo, haga **click** en el botón **Color** para ajustar la luminosidad.



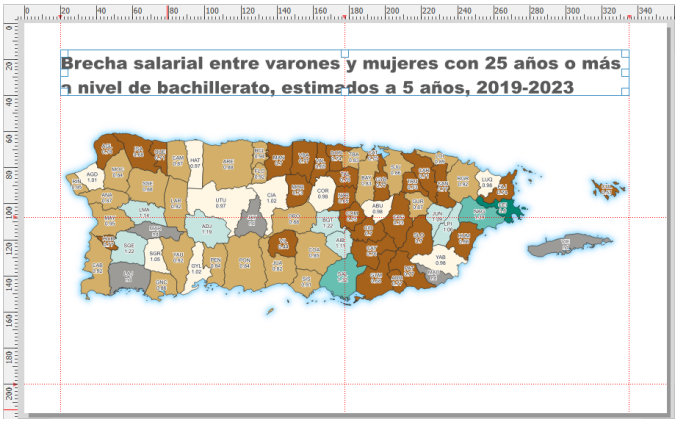
☐ Vamos a cambiar el color del título a un tono de gris oscuro.

☐ En la sección **Item Properties**, **Label Font > Select Text Color**,

☐ Vaya al **apartado V** (*value*) o *luminosidad*, para cambiar al porcentaje a **35%**.



El título es importante para informar al lector del contenido del mapa, no para competir.



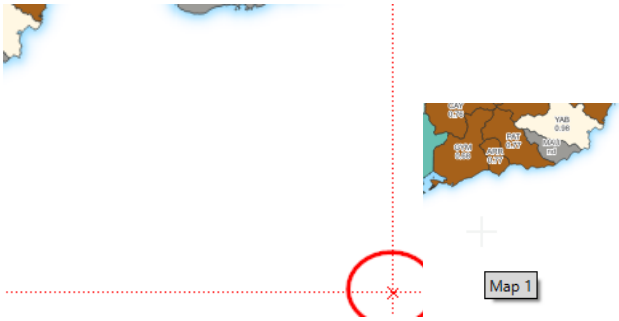
6F: Añadir la leyenda

La leyenda nos ayuda a relacionar los tonos y colores presentes en el mapa con los valores que representa el tema del mapa.

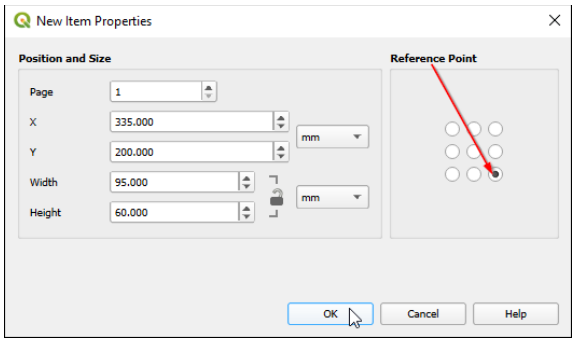
- ☐ Presione el botón **Add Legend**.



- ☐ **Haga click** en el cruce entre la **línea vertical a 335 mm** y la línea **horizontal** a **200 mm**.

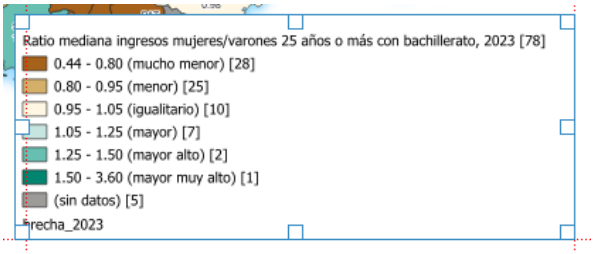


- ☐ Aparecerá la forma **New Item Properties**. Siga estos pasos:

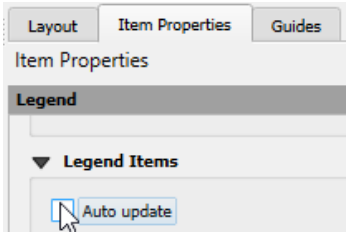


  - ☐ X = **335**
  - ☐ Y = **200**
  - ☐ Width = **95**
  - ☐ Height = **60**
  - ☐ **Reference** Point: **Inferior izquierda**
  - ☐ Presione el botón **OK** para aceptar los cambios y cerrar esta forma.

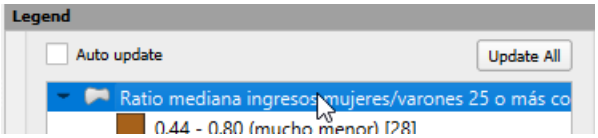
Así aparecerá la leyenda. Cubre parte del mapa, pero lo vamos a arreglar.



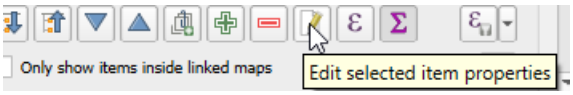
- ☐ En el tab **Item Properties** de la leyenda,
  - ☐ Vaya al apartado **Legend Items** y haga **uncheck** en el ítem **Auto update**.



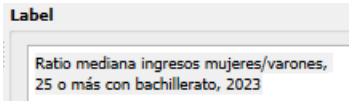
☐ Vamos a **dividir el título en dos líneas** para que la leyenda no cubra el mapa.
Haga **click** en el **título** (nombre) del **layer**.



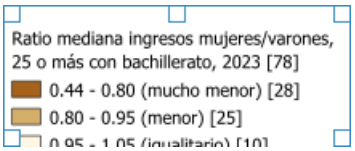
☐ Haga **click** en el botón **Edit selected item properties**.



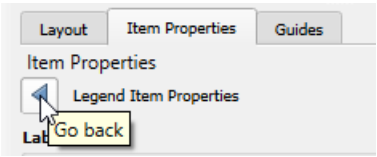
☐ Añada una coma después de la palabra varones, seguido de una línea nueva "enter":
Ratio mediana ingresos mujeres/varones,
25 o más con bachillerato, 2023



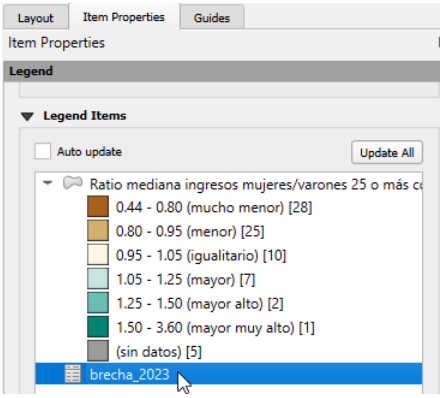
☐ Haga **click** en el botón Refresh , para actualizar la leyenda.



☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar a la pantalla Legend.



☐ Haga **click** en el ítem **brecha_2023**.

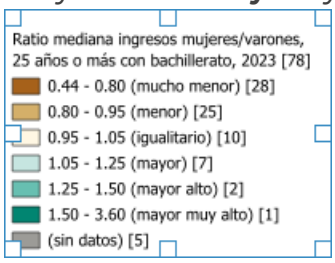


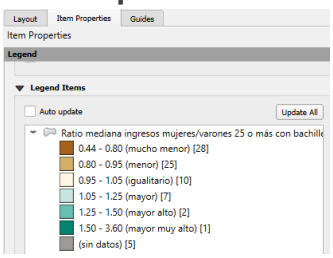
Esta es la tabla externa que se unió a la tabla del geodato. No podemos eliminarla del panel Layers de QGIS, ya que al hacerlo perderemos los datos enlazados (procesojoin) y la representación numérica de los datos por colores.
Por lo tanto, la podemos remover de la leyenda porque no aporta a la explicación/relación de símbolos que debe dar una leyenda.

☐ Para quitar el símbolo de la tabla en la leyenda, haga **click** en el botón "**menos**" que aparece al final del contenido del tab **Legend Items**.



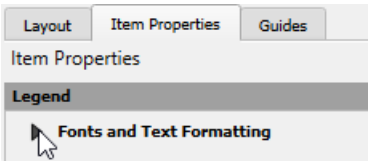
Así aparecerá la leyenda en el **Layout** y en el tab **Item Properties**





Cambiar el tipo de letra (typeface) a las descripciones de la leyenda

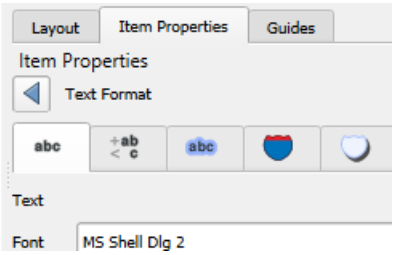
- ☐ En el tab **Item Properties**, con la leyenda activada, expanda (**click**) el nodo **Fonts and Text Formatting**.



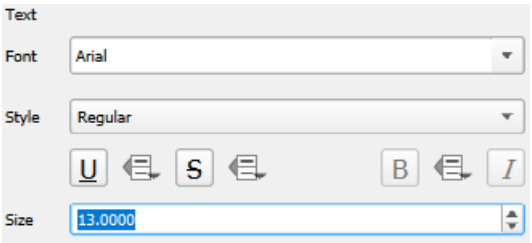
- ☐ Vaya a la sección **Subgroup Headings**. Haga **click** en el botón **Subgroup font**



- ☐ En la sección **Text Format**:



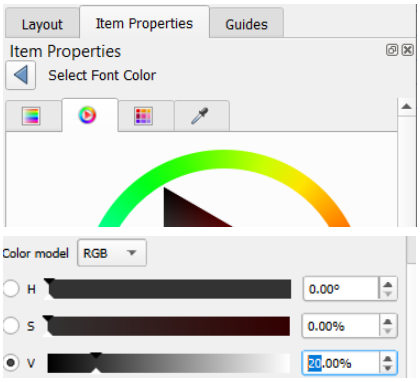
- ☐ **Cambie** el tipo de letra a **Arial**, Style: **Regular**, Size: **13**.



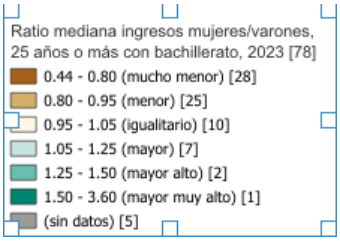
- ☐ Haga **click** en el botón **Font color**



☐ En la sección **HSV**, cambie el nivel de color negro (V) a **20**%

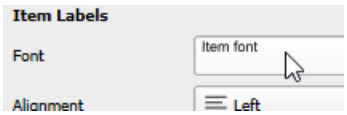


Así aparecerá el título del grupo en la leyenda, el cual representa el nombre del layer.

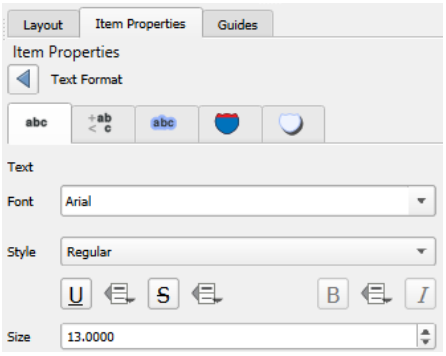


☐ Para **mantener** la **consistencia**, **cambiemos** el **tipo de letra de** las **descripciones** de **la leyenda**.

☐ Vaya a la sección **Item Labels**. Haga **click** en el botón **Item font**.



☐ En la sección **Text format**:



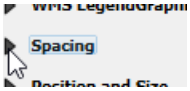
☐ Cambie el tipo de letra a **Arial**,
☐ Style: **Regular**
☐ Size: **13.00**

☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar al formulario anterior.

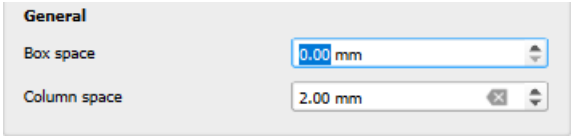


☐ Para **alinear** el contenido de la **leyenda** con la **línea guía** a **200 mm**, debemos quitar el espacio del margen de la caja.

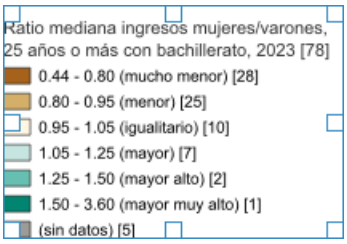
☐ Expanda la sección **Spacing**, y baje hasta la sección **General**.



☐ En la caja de texto **Box Space**, cambie el valor a **0.0**.



☐ Leyenda sin espacio de margen en el fondo de la caja:



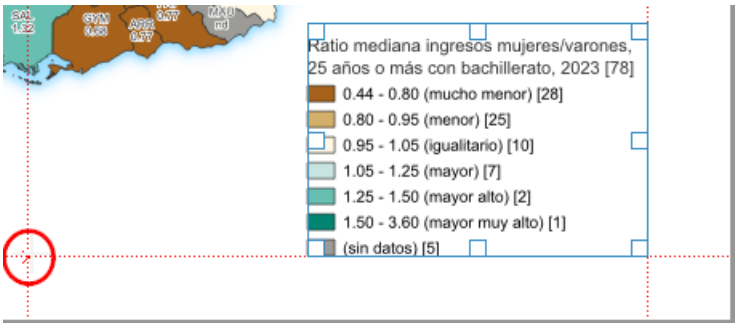
6G: Añadir escala gráfica

La escala gráfica es un símbolo que sirve como una representación de la relación de distancia o tamaño en el espacio del mapa y el tamaño o distancia real en el espacio, terreno, o cuerpo de agua.

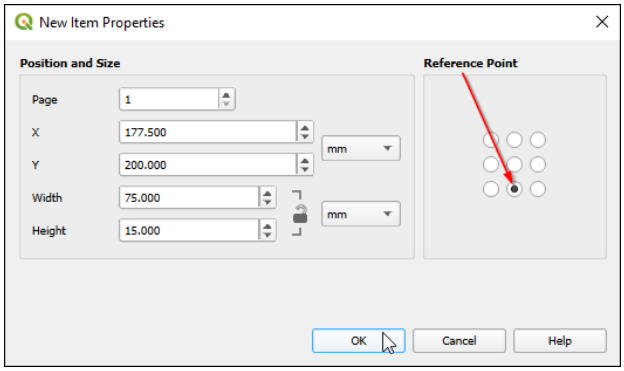
☐ Para añadir la escala gráfica, Use el botón **Add new scalebar**



☐ Ponga la escala debajo la isla, haciendo **click** en el espacio de página:



☐ En la forma **New Item Properties**, siga los siguientes pasos:

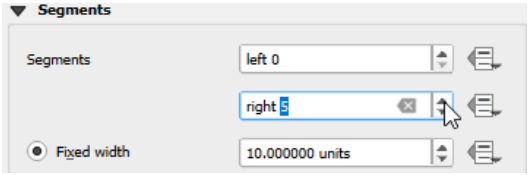


- ☐ X= **177.5**
- ☐ Y = **200**
- ☐ Width = **75**
- ☐ Height = **15**

IMPORTANTE:

- ☐ En la parte **Reference Point**, escoja el **radio-botón** de la **esquina inferior central**.
- ☐ Haga **click** en el botón **OK**.

☐ Vamos a añadir un segmento adicional a la escala para alargarla solo un poco. Mantenga la escala activada.



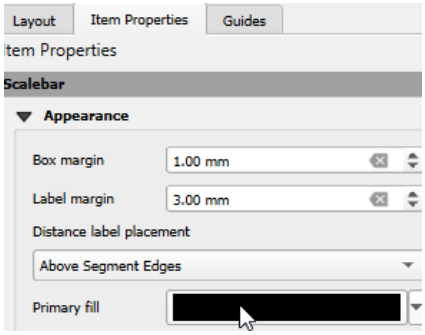
☐ En el tab **Item properties**, más abajo en la sección **Segments**, en **right** haga **click** en el botón para subir y **aumente** a **5** segmentos a la derecha.

☐ En la sección **Height**, baje la altura de la barra a **2 mm**. Esto hace que resalte menos.

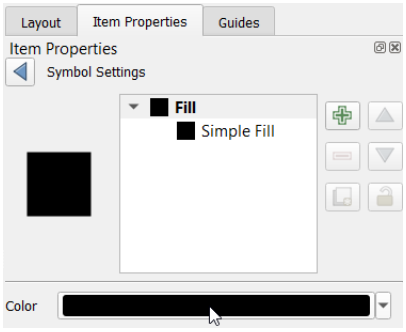


Debemos apagar un poco el contraste blanco/negro de la escala.

☐ **Expanda** la sección **Appearance**. …

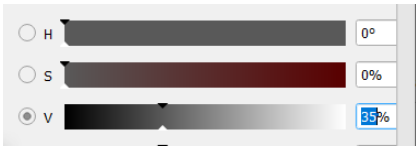


← Haga **click** en el botón **Primary fill**

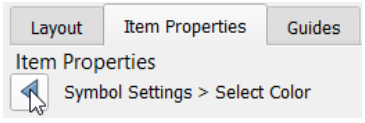


En la parte **Symbol Settings**, haga **click** en el botón **Color**. →

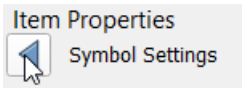
☐ En la sección **Symbol Settings >Select Color** bajo **HSV**, cambie el porcentaje de luminosidad (**V**) a **35%**.



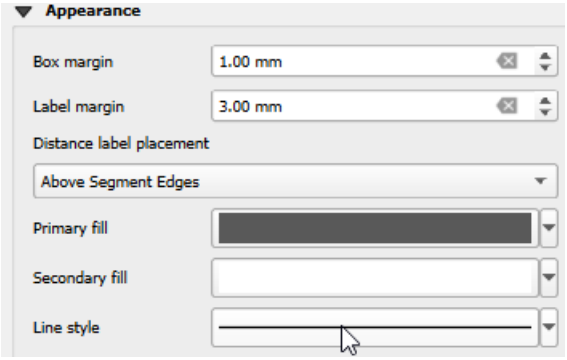
☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar a la sección **Symbol Settings**.



☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar al apartado **Appearance**



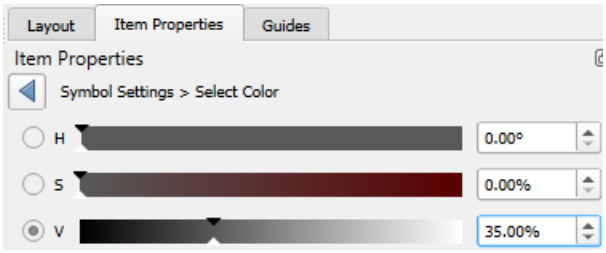
☐ De regreso al apartado **Appearance**, haga **click** en el botón **Line style**.



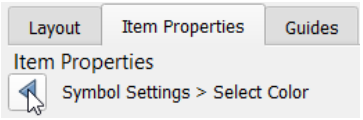
☐ Haga **click** en el botón **Color**.



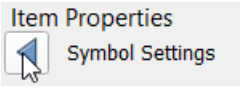
☐ Cambie la luminosidad (**Value**) a **35%**.



☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar a la sección **Symbol Settings**.



☐ Haga **click** en el botón **Go back** para regresar al apartado **Appearance**

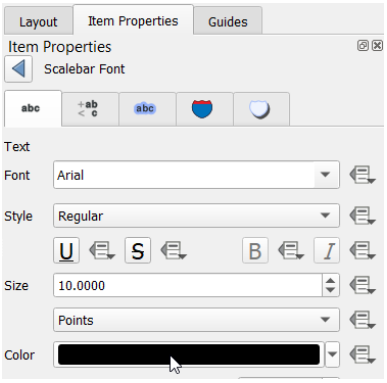


☐

☐ De regreso al apartado **Appearance**, haga **click** en el botón **Font** para cambiar el tipo de letra, color y tamaño.



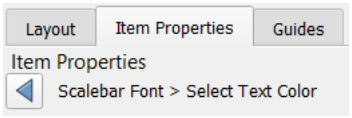
☐ En la sección **Scalebar Font** haga los siguientes cambios

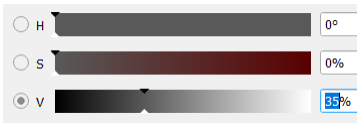


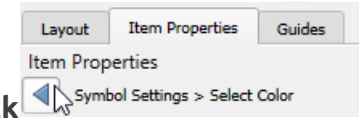
- ☐ Font: **Arial**
- ☐ Style: **Regular**
- ☐ Size: **10**

☐ Haga **click** en el botón **Color**.

☐ En sección **Scalebar Font > Select Text Color**, cambie el color a gris **35%** (V).

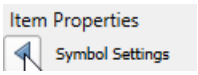




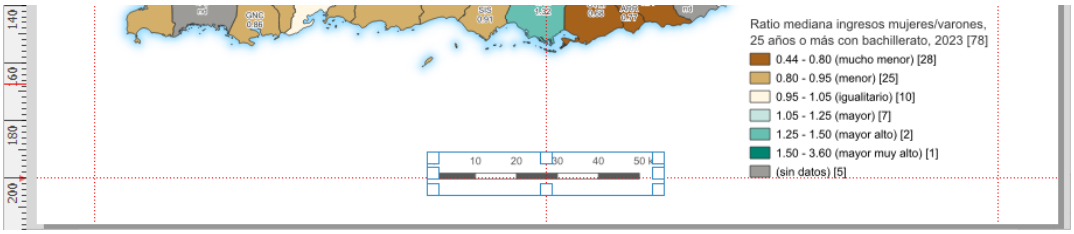
☐ Use el botón **Go back** 

para regresar a la sección **Symbol Settings**.

☐ Use el botón **Go back** para llegar a la sección **Scalebar Appearance**.



☐ De ser necesario, ajuste la posición de la escala para que la barra esté alineada con la guía a 200 mm. Puede usar la flecha hacia abajo del teclado  para tener más control.



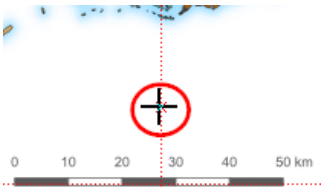
6H: Añadir orientación al mapa

Para esta parte tenemos dos opciones. Una es añadir una flecha y añadir una letra N encima de la punta de esta flecha. La otra opción es usar una imagen o un dibujo vectorial en formato SVG (scalable vector graphics). Estos dibujos están guardados en el directorio de instalación de QGIS, pero la interfaz Layout nos proveerá el listado sin tener que buscar los dibujos svg.

☐ Utilice el botón **Add North Arrow**.

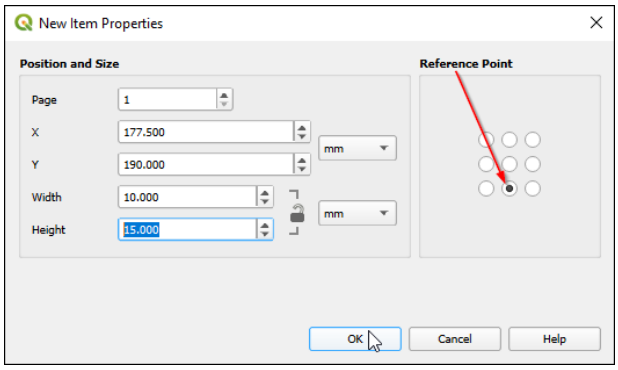


☐ Haga **click** encima de la línea guía a 177.5 mm y más arriba de la escala:



Aparecerá la forma **New Item Properties**.

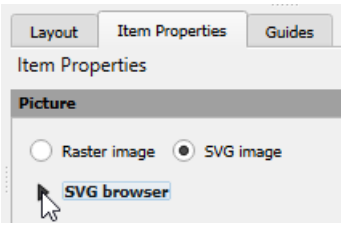
☐ Siga los pasos:



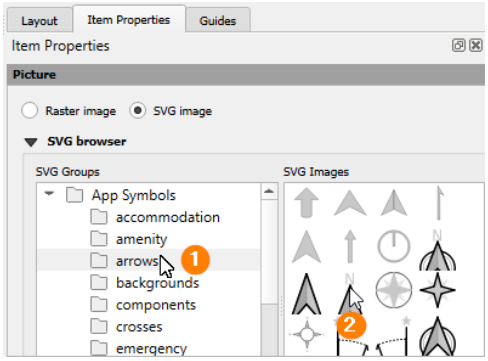
☐ X= **177.5**
☐ Y = **190**
☐ Width = **10**
☐ Height = **15**

☐ En la parte **Reference Point**, escoja el **radio-botón inferior central**.
☐ Haga **click** en el botón **OK**

☐ En el tab **Item Properties**, expanda la sección **SVG Browser**,

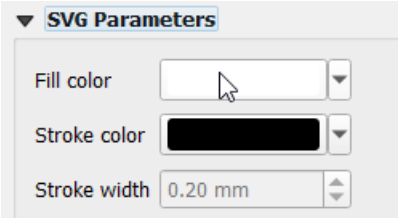


☐ Haga **click** en el folder **arrows** y seleccione **click** en la **quinta flecha** de la segunda fila.

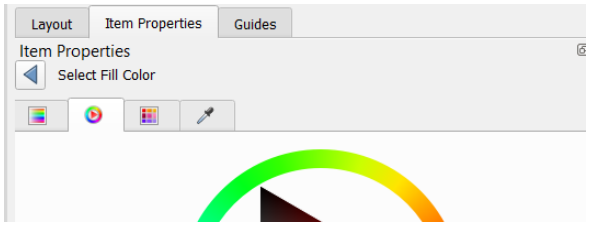


☐ La posición en la fila puede cambiar dependiendo del espacio disponible.
El **nombre** del archivo es **NorthArrow_04.svg**
/svg//arrows/NorthArrow_04.svg

☐ Vaya más abajo en este tab **Item Properties** y en el apartado **SVG Parameters**, haga **click** en el botón **Fill color**.



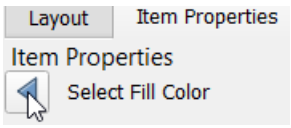
☐ En este apartado **Select Fill Color**:



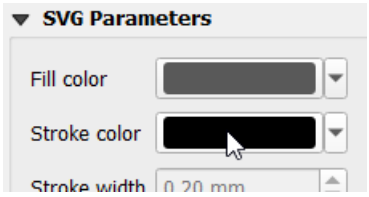


☐ Vaya a la sección **HSV** y en la parte derecha de **V** escriba 35%.

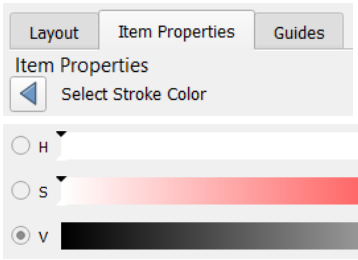
☐ Haga **click** en el botón **Go Back** para regresar a la sección **SVG Parameters**.



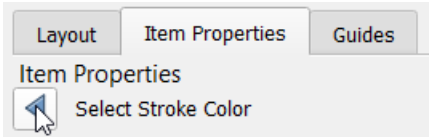
☐ Haga **click** en el botón **Stroke color** para atenuar el color negro de los bordes.



☐ En este apartado **Select Stroke Color**, vaya a la sección **HSV** y a la derecha de **V** escriba **100%**

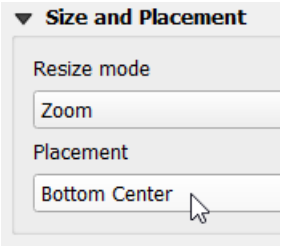


☐ Haga **click** en el botón **Go Back** para regresar a la sección **SVG Parameters**.

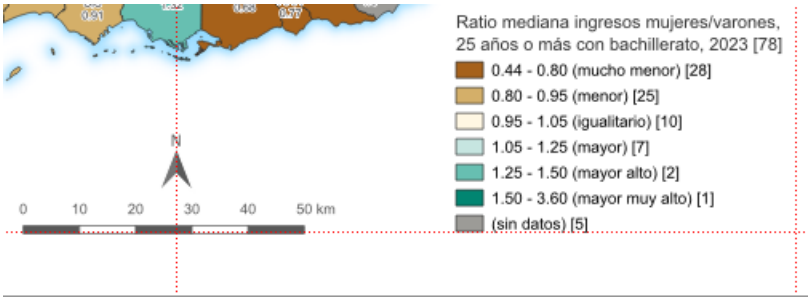


☐ Diríjase ahora a la sección **Size and Placement**. En el apartado **Resize mode**, mantenga la opción **Zoom**. En el apartado **Placement**, cambie la opción a **Bottom**

Center.



La flecha de orientación aparecerá así, una vez haga click en la página para desactivar esta imagen:



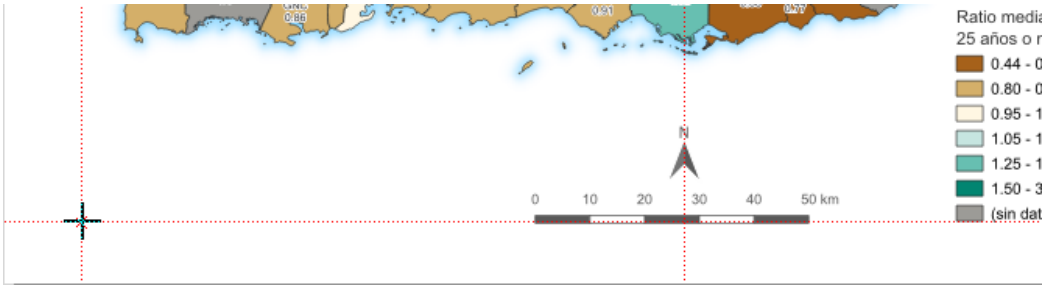
6i: Añadir fuente de datos

Es importante dar a conocer al lector del mapa de dónde se extrajeron los datos que componen el mapa. Para esto podemos usar el botón que usamos para añadir el título.

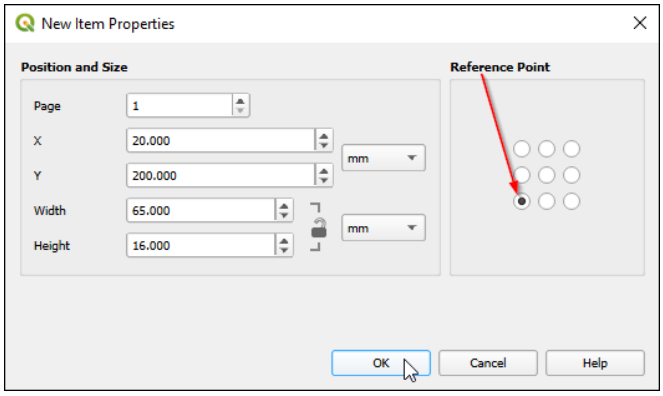
- ☐ Haga **click** en el botón **Add Label**.



- ☐ Ubique (**click**) la caja de texto, alineado con el título del mapa, y alineado con el texto explicativo de la leyenda:



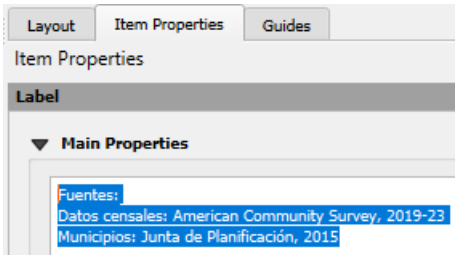
- ☐ En la forma **New Item Properties** siga estos pasos:



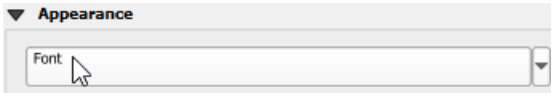
- ☐ X= **40**
- ☐ Y = **200**
- ☐ Width = **65**
- ☐ Height = **16**
- ☐ En la parte **Reference Point**, escoja el **radio-botón inferior izquierdo**.
- ☐ Haga **click** en el botón **OK**

☐ En la sección **Label**, vaya al apartado **Main Properties** y escriba:

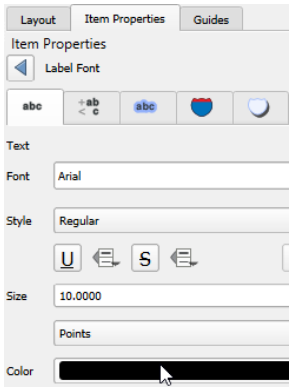
Fuentes:
Datos censales: American Community Survey, 2019-23
Municipios: Junta de Planificación, 2015



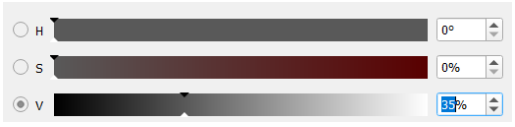
☐ Vaya más abajo a la sección **Appearance**, y haga **click** en el botón **Font**.



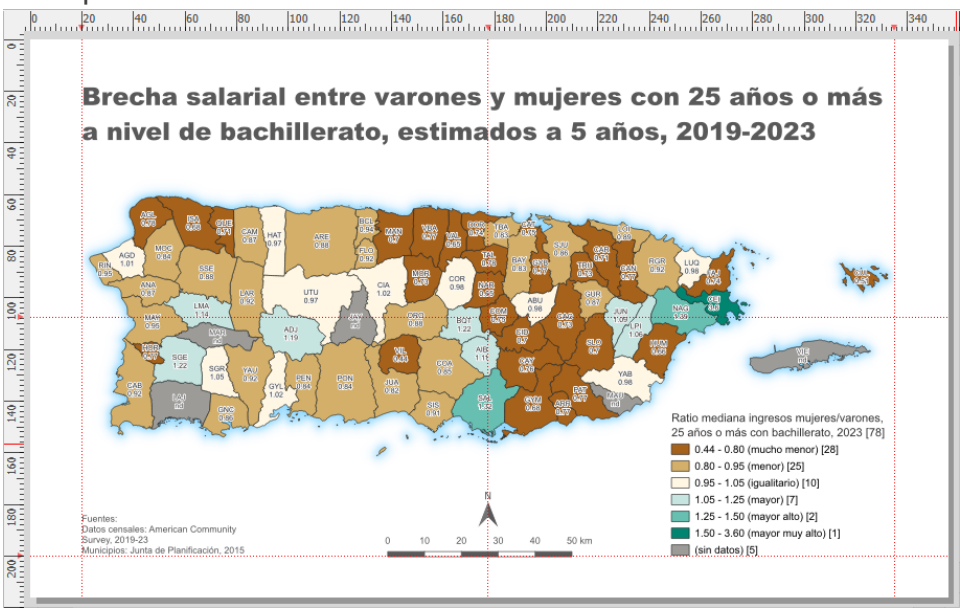
☐ Esto le llevará al apartado **Label Font**.



- ☐ En la sección **Font**, escoja el tipo de letra **Arial**.
- ☐ En **Style**, escoja **Regular**.
- ☐ En la parte **Size** escriba **10.0**
- ☐ Haga **click** en el botón **Color** y en la sección **HSV** y a la derecha de **V**, escriba **35%**.



Su mapa debe verse más o menos así:



6j: Guardar el mapa

☐ Para guardar este Layout, use el botón  **Save Project**.

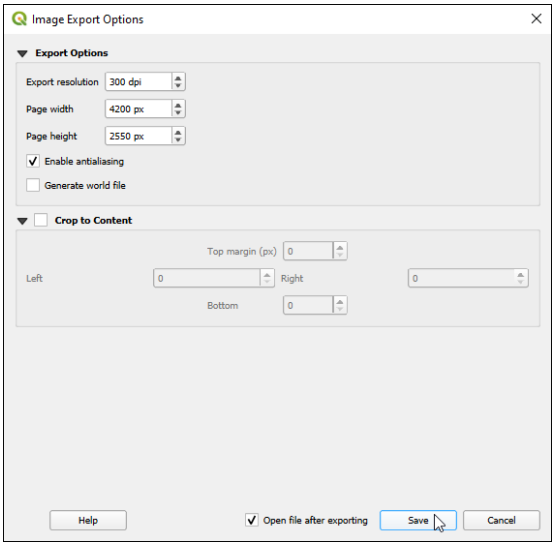
6K: Exportar la composición (mapa) a formato png

QGIS provee para exportar su mapa en varios formatos. En este ejemplo usaremos el formato de imagen PNG (Portable Network Graphics).

☐ Utilice el botón **Export as image**.


☐ Póngale nombre: **brecha_salarial2019-23.png**. **Guárdelo en** el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_6**.

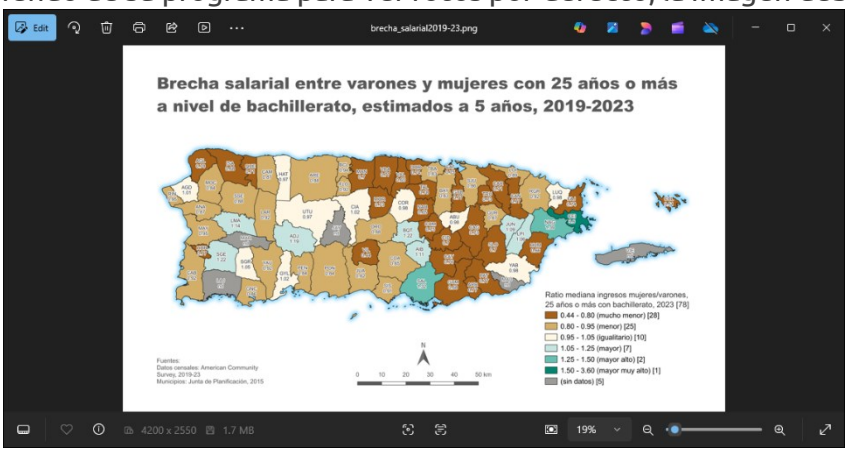
☐ En la forma **Image Export Options** que aparecerá, deje las opciones como están y haga **check** en la opción **Open file after exporting** y **click** en el botón **Save**.



☐ Espere que termine el proceso de generar el archivo imagen png.



Dependiendo de su programa para ver fotos por defecto, la imagen deberá parecerse a esta:



☐ **Cierre** el **Layout**:

☐ Guarde el proyecto QGIS con el nombre **ejercicio_6.qgs** en el folder **C:\Tutorial_QGIS\Ejercicio_6**.

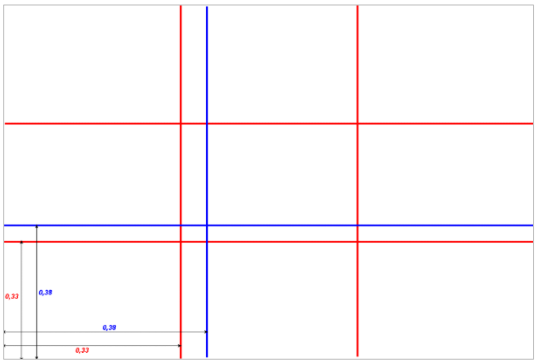
Esto termina este ejercicio.

Preguntas

Mencione los principios gráficos explicados en la página 310 sobre C R A P:
¿Qué significa cada uno de ellos?

Referencias para preparar páginas para impresión (*Page Layout*):

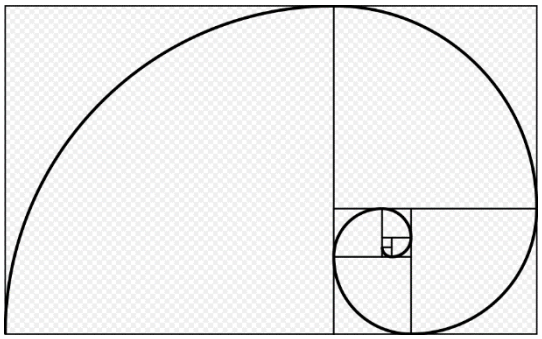
Regla de los tercios: Dividir el espacio de página en nueve partes iguales para mejorar la composición:



Gendelman, Vladimir, **How to Use the Rule of Thirds Effortlessly**, https://www.companyfolders.com/blog/rule-of-thirds-graphic-design, recuperado en octubre 10, 2023

La ilustración muestra la relación entre la **regla de tercios** y la **regla de oro** (líneas azules). Fuente: Wikipedia

Golden rule: Reglas de proporción para producir ilustraciones



Gendelman, Vladimir, **How to Use the Golden Ratio to Create Gorgeous Graphic Designs**, https://www.companyfolders.com/blog/golden-ratio-design-examples, recuperado en octubre 10, 2023.

Nociones de diseño para los no-diseñadores:
Williams, Robin, **Non-Designer's Design Book**, (4th Ed) Peachpit Press, 240 pp.