



# **Introducción a Sistemas de Información Geográfica:**

*Bases de datos geográficas con QGIS y PostGIS*

Centro de Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)

[www.cenat.ac.cr](http://www.cenat.ac.cr)

[cenat@cenat.ac.cr](mailto:cenat@cenat.ac.cr)

2519 5835

Programa de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS)

[prias@cenat.ac.cr](mailto:prias@cenat.ac.cr)

2519 5709

Documento elaborado por:

Bach. Rodolfo Mora Zamora

PRIAS - CeNAT

[rmora@cenat.ac.cr](mailto:rmora@cenat.ac.cr)

27 de febrero del 2013

# Objetivos

## Objetivo general

- Desarrollar la capacidad necesaria para el diseño e implementación de una base de datos geográfica utilizando las plataformas Quantum GIS y PostGIS

## Objetivos específicos

- Desarrollar la capacidad necesaria para la instalación las aplicaciones Quantum GIS y PostGIS
- Adquirir las destrezas necesarias para la configuración una base de datos geográfica en Quantum GIS y PostGIS
- Adquirir las destrezas necesarias en los temas de inserción, modificación y consulta de información en una base de datos geográfica configurada con Quantum GIS y PostGIS

# Contenidos

1. Introducción
2. Descripción de la plataforma
  1. ¿Qué es PostgreSQL?
  2. ¿Qué es PostGIS?
  3. ¿Qué es QuantumGIS?
3. Instalación y configuración
  1. Instalación de servicios
    1. Instalación de servidor PostgreSQL 8.4
    2. Instalación de la extensión espacial PostGIS 1.5
    3. Instalación de QuantumGis 1.8.x Lisboa
  2. Primera configuración
    1. Creación de una nueva base de datos espacial
      1. Creación de esquemas
      2. Creación de tablas
      3. Asignación de atributos
        1. Tipos de datos
      4. Asignación de restricciones básicas
        1. Llave Primaria
        2. Llaves Foráneas
    2. Adición de capas de PostGIS
      1. Asignación del sistema de referencia en QuantumGIS
      2. Carga de datos a las capas PostGIS
        1. Herramientas de PostGIS

2. Ingresar, modificar y eliminar un nuevo dato en una capa
  3. Preparar los datos utilizando la calculadora de atributos
  4. Copiar datos de una capa a otra
4. Consultas
    1. Selección simple
      1. Selección de columnas de una tabla
      2. Filtro por operadores lógico/aritméticos (una sola tabla)
      3. Filtro por operadores de relación (múltiples tablas)
    2. Selección espacial
      1. Filtros por operadores espaciales
      2. Generación de campos por operadores espaciales
    3. Consultas avanzadas
      1. Opciones de agrupación, ordenamiento y operadores de conteo
      2. Subconsultas

## 1 Introducción

En el ámbito de información geográfica se manipulan grandes volúmenes de información que no siempre son de carácter espacial, esta información presenta todo tipo de relaciones: estructuras jerárquicas como las provincias, cantones y distritos, interacciones como la relación entre una propiedad y su propietario, relaciones topológicas como las intersecciones entre los ríos y los distritos. La representación plana de los datos puede resultar muy conveniente para análisis puntuales de la información, por ejemplo listar en una tabla de distritos toda la información pertinente de cantones y provincias, pero a largo plazo esta presentación de los datos puede incurrir en irregularidades de la información, previniendo la correcta actualización y generando problemas de consistencia.

El esquema relacional-transaccional de bases de datos está orientado a prevenir estas anomalías garantizando la no duplicación de la información y la correcta representación de las relaciones evidentes, sin embargo las relaciones no evidentes, como relaciones topológicas, pueden pasarse por alto si no se utilizan las herramientas correctas para almacenar los objetos espaciales. La integración entre bases de datos y sistemas de información geográfica es el paso obvio para solventar estas necesidades y ya existen en el mercado múltiples alternativas que brindan estas poderosas herramientas combinadas.

## 2 Descripción de la plataforma

La creación de una base de datos geográfica con Software Libre requiere la integración de dos poderosas herramientas. Por un lado un sistema administrador de bases de datos (DBMS por sus siglas en inglés) que cuente con una extensión de representación de datos espaciales y un sistema de información geográfica (SIG) que permita el ingreso, visualización e interoperación colaborativa de datos espaciales.

Para resolver estas necesidades se utilizarán el DBMS PostgreSQL con la extensión espacial PostGIS junto con la aplicación SIG Quantum GIS (QGIS).

## **2.1 ¿Qué es PostgreSQL?**

Una base de datos relacional-transaccional es un conjunto de datos almacenados sistemáticamente en un esquema uniforme de tablas y registros donde cada registro cuenta con una identificación única, llamada llave primaria, y múltiples relaciones con otros registros de otras tablas.

La característica transaccional indica que una operación que se solicita a la base de datos se realiza en su totalidad o no se realiza del todo, de manera que si se presenta un error en el proceso de la consulta, la consulta entera es desechada garantizando así la estabilidad de los datos almacenados.

PostgreSQL es un sistema gestor de bases de datos relacionales-transaccionales, o DBMS, en el cuál el usuario administrador tiene la capacidad de crear bases de datos a conveniencia y crear usuarios y asignarles permisos limitados o ilimitados a cada base de datos del sistema según sea requerido.

## **2.2 ¿Qué es PostGIS?**

El DBMS PostgreSQL cuenta con una amplia caja de herramientas para operar datos de tipo numérico, fecha y texto, sin embargo no cuenta con los operadores necesarios para manipular información de corte espacial, por ejemplo datos vectoriales de tipo punto, línea o polígono.

Para adquirir esta funcionalidad se constituye una extensión a las herramientas de PostgreSQL que permite almacenar en una base de datos relacional-transaccional información espacial de tipo vectorial y que le brinda al usuario la capacidad de manipular los datos por medio de múltiples operadores espaciales de consulta y composición de información.

PostGIS es, entonces, una ampliación a las herramientas de PostgreSQL que contempla tipos de dato espaciales, operadores espaciales y restricciones topológicas, entre otras cosas.

## **2.3 ¿Qué es Quantum GIS?**

Las herramientas de administración de información espacial de PostGIS permiten almacenar y operar datos espaciales, sin embargo no cuentan con estrategias para visualizar los datos y la inserción de los datos directamente a la base de datos puede resultar muy compleja.

Quantum GIS (QGIS) es un sistema de información geográfica orientado a cartografía digital que permite entre sus funciones conectarse a una base de datos PostGIS, interpretar las tablas de la base de datos como capas espaciales con sus respectivos atributos y manipularlas en el ambiente de interfaz gráfica que ofrece un SIG tradicional con funciones de cartografía.

# **3 Instalación y configuración**

A continuación se observarán los pasos necesarios para instalar y realizar las configuraciones iniciales de la base de datos geográfica con software libre.

### 3.1 Instalación de servicios

Inicialmente se deben instalar en el equipo el servidor de bases de datos, la extensión espacial y el sistema de información geográfica.

#### 3.1.1 Instalación de servidor PostgreSQL 8.4

En la siguiente dirección

<http://www.enterprisedb.com/products-services-training/pgdownload#windows>

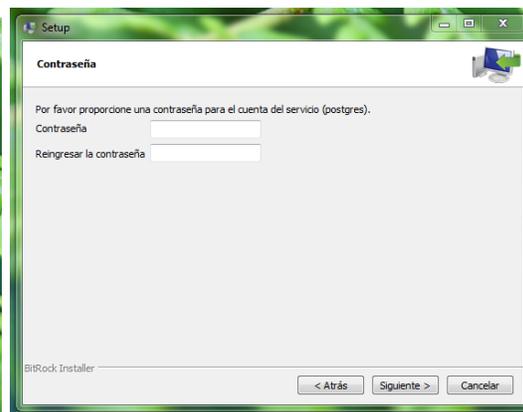
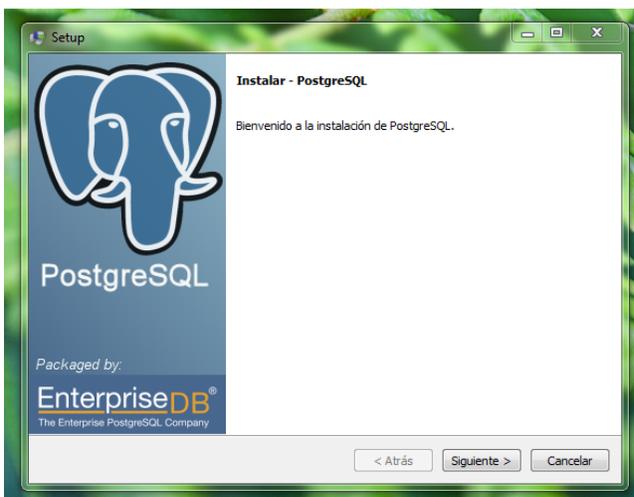
se pueden encontrar los instaladores de la plataforma PostgreSQL.

Descargar el instalador para la versión 8.4.16<sup>1</sup> en la plataforma windows:

Installer version **Version 8.4.16**



Proceder a la instalación del servidor de bases de datos con los parámetros por defecto:



El sistema de instalación le solicitará como parte del proceso que ingrese la contraseña del servicio para el usuario postgres, esta es la contraseña de administración del sistema, debe garantizar que esa contraseña sea segura, únicamente de su acceso y no la debe olvidar.

Después de ingresar la contraseña el sistema instalará PostgreSQL en su sistema, al finalizar

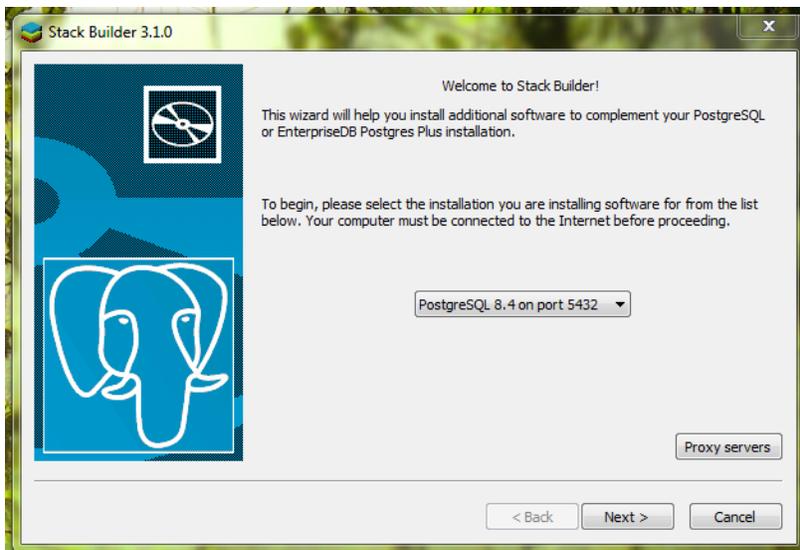
<sup>1</sup> Actualmente está a disposición el servidor de bases de datos PostgreSQL 9.2.3 para la cual se puede instalar la extensión PostGIS 2.0, sin embargo Quantum GIS únicamente soporta la versión PostGIS 1.5

consultará si desea iniciar la aplicación StackBuilder, asegúrese que la opción esté marcada y presione “Terminar”:

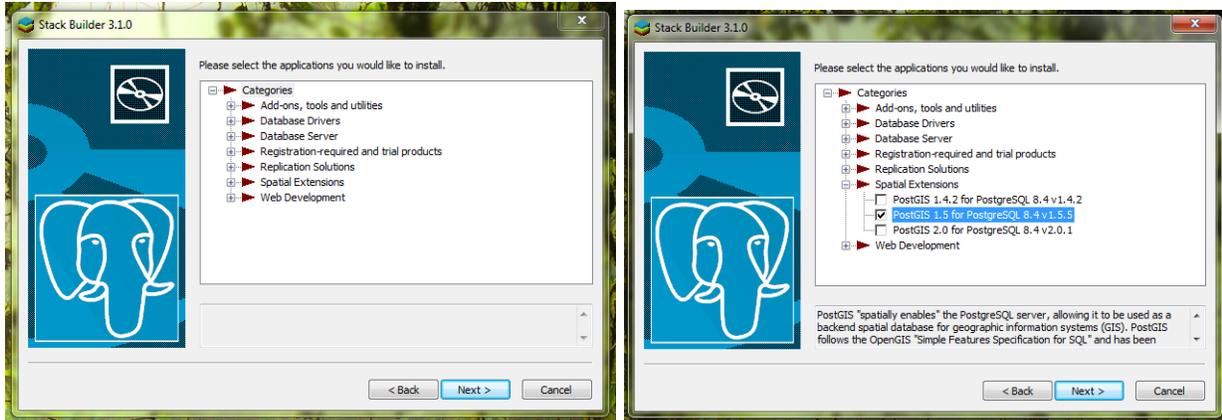


### 3.1.2 Instalación de la extensión espacial PostGIS 1.5

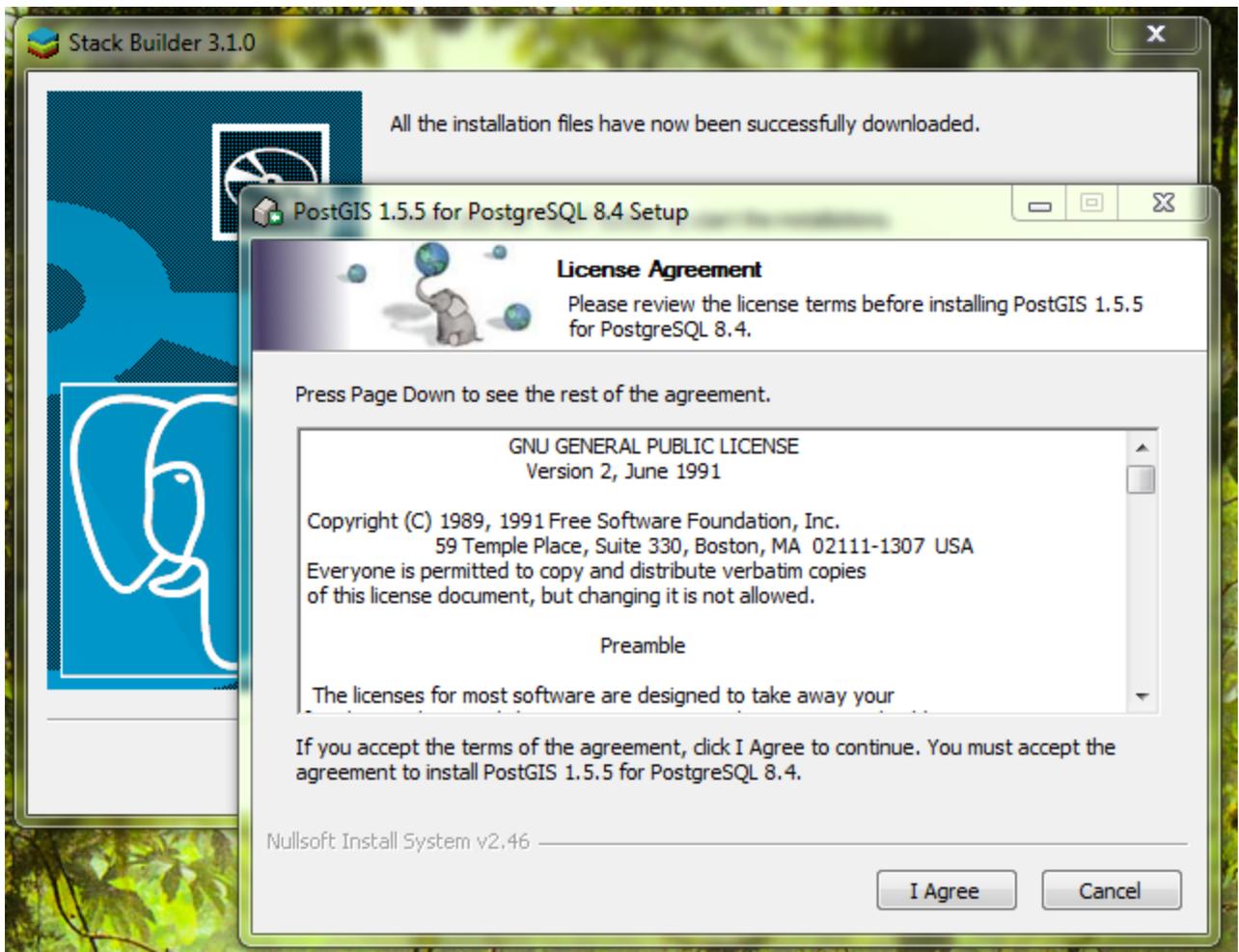
En la aplicación StackBuilder debe seleccionar el servidor instalado de Postgres, en el caso de esta instalación solamente debería listarse la versión 8.4 en el puerto 5432.



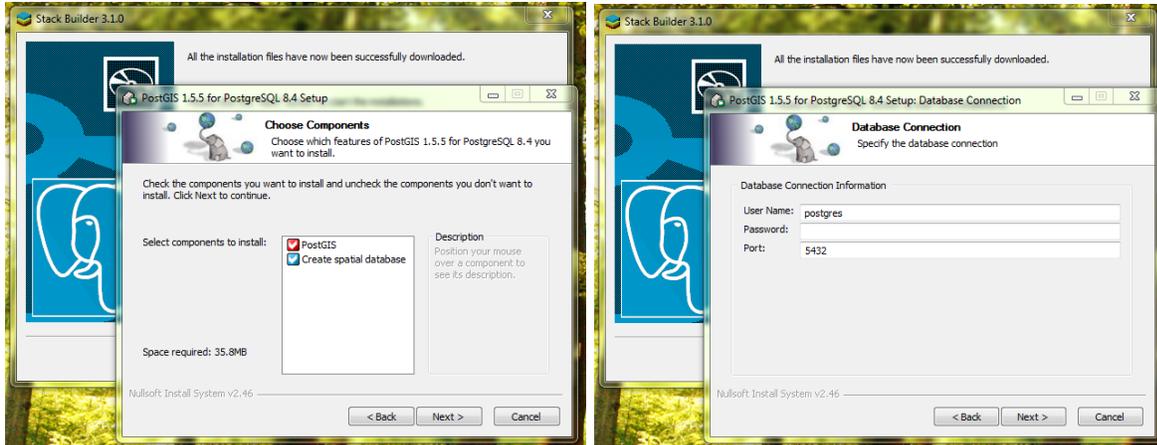
El Stack Builder descargará el directorio de aplicaciones y mostrará todas las posibles extensiones a instalar, seleccionar la opción de Spatial Extensions y marcar la opción “PostGIS 1.4 for PostgreSQL 8.4”



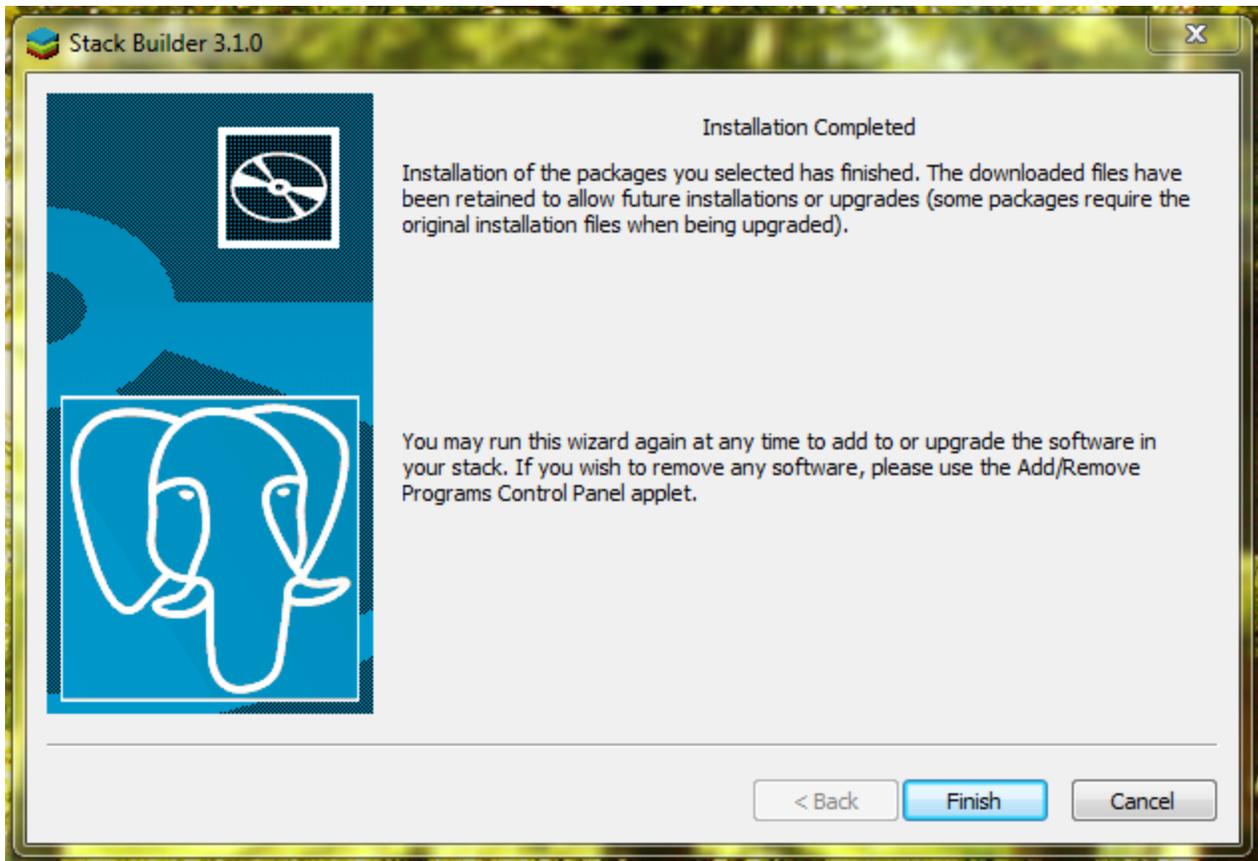
Continuar la instalación con las opciones predeterminadas y el Stack Builder descargará y lanzará el instalador de PostGIS

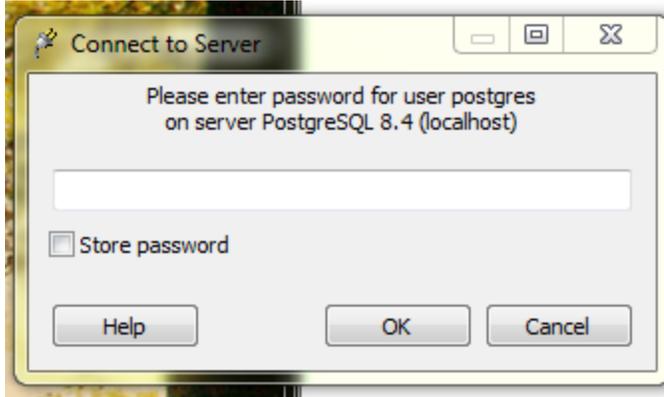
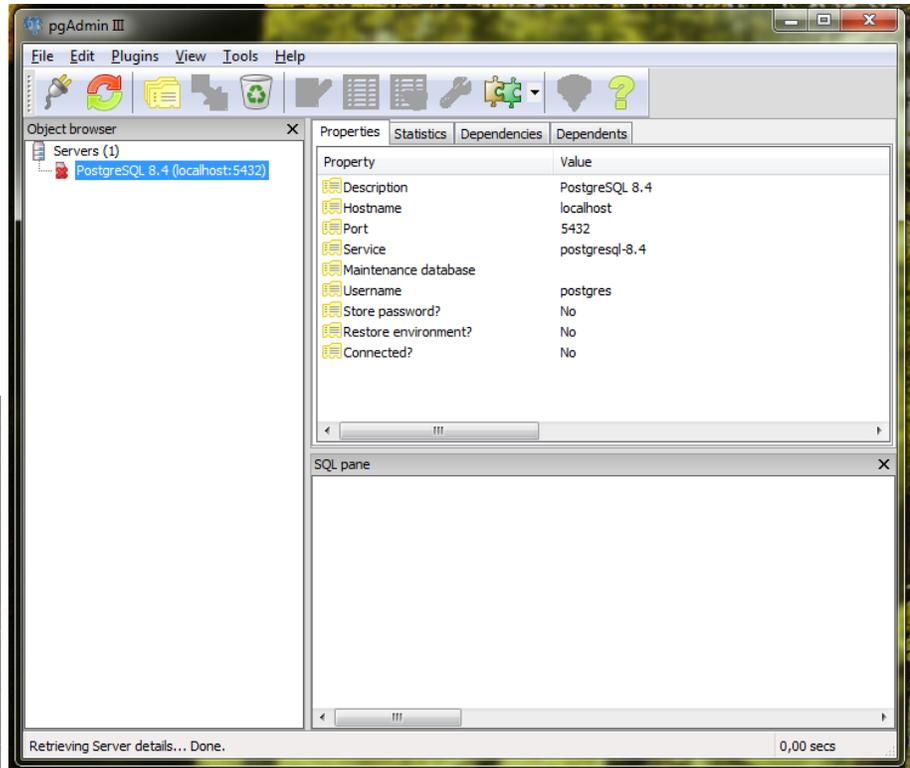
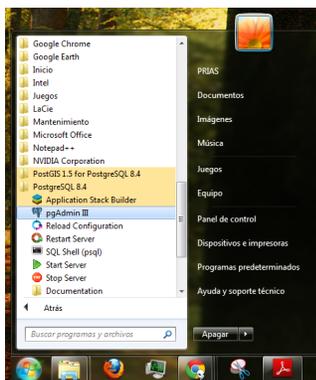


Después de aceptar el contrato de licencia marcar la opción de “Create spatial database” y continuar con la instalación, cuando el instalador le solicite la información de conexión a la base de datos ingrese la contraseña del usuario postgres y continúe con la instalación



Finalizar la instalación del Stack Builder y abrir la interfaz gráfica del administrador de PostgreSQL





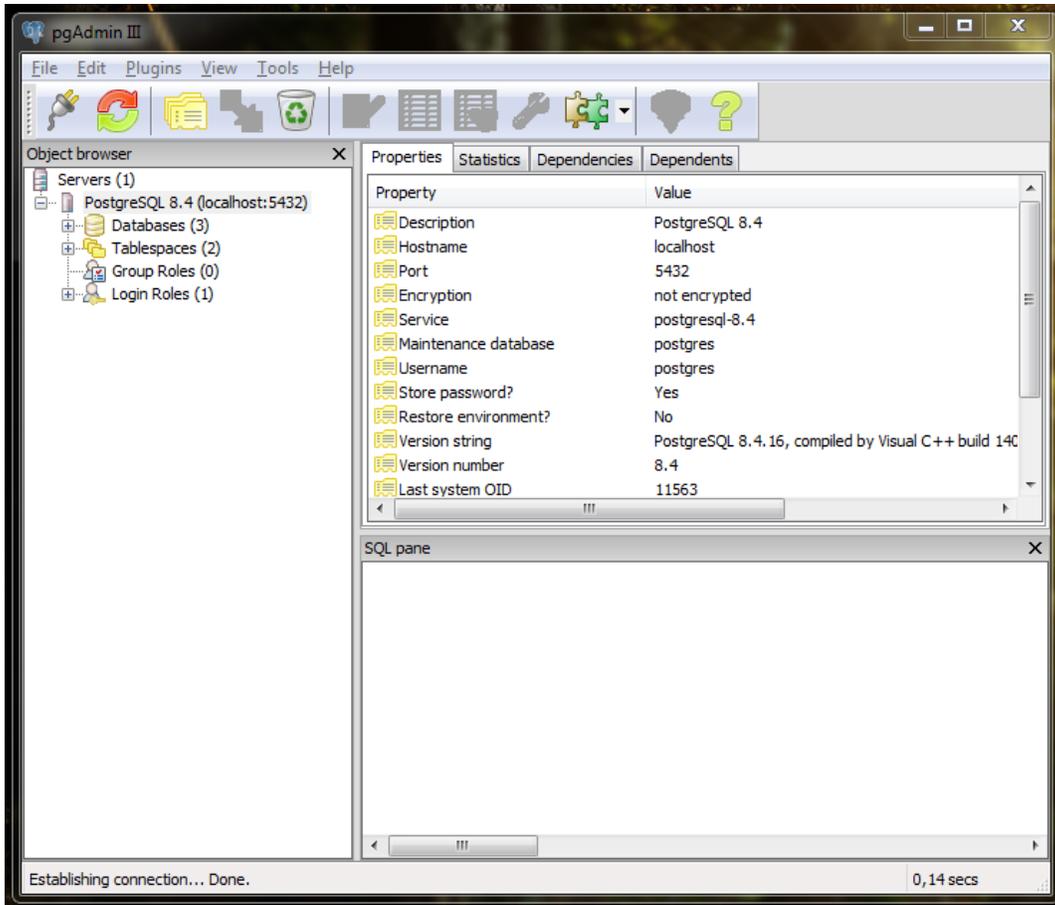
Para conectarse con el servidor instalado dar doble clic sobre el ícono que muestra “PostgreSQL 8.4 (localhost:5432)”<sup>2</sup> e introducir la contraseña del usuario postgres.

Si se marca la opción de “Store password” el sistema guardará la contraseña y no la solicitará de nuevo en el futuro, se recomienda no marcar esta opción por razones de seguridad.

Una vez ingresada la contraseña se mostrarán las opciones de administración para ese servidor:

---

<sup>2</sup> En un ambiente empresarial es posible instalar el servidor de postgres en un equipo y administrarlo desde otro, igualmente desde la misma consola de administración se pueden gestionar múltiples servidores tanto locales como remotos, para eso se utiliza la herramienta de conectar a servidor del pgAdmin III



A este punto el servidor está correctamente instalado y listo para crear bases de datos espaciales.

### 3.1.3 Instalación de Quantum GIS 1.8.x Lisboa

En la siguiente dirección:

<http://hub.qgis.org/projects/quantum-gis/wiki/Download#11-Standalone-Installer-recommended-for-new-users>

Se puede encontrar el instalador para Windows de Quantum GIS.

- 1 Windows
  - 1.1 Standalone Installer (recommended for new users)
  - 1.2 OSGeo4W Installer
  - 1.3 Master

Al marcar la opción de Standalone Installer la página se redirecciona al siguiente apartado:

# 1 Windows

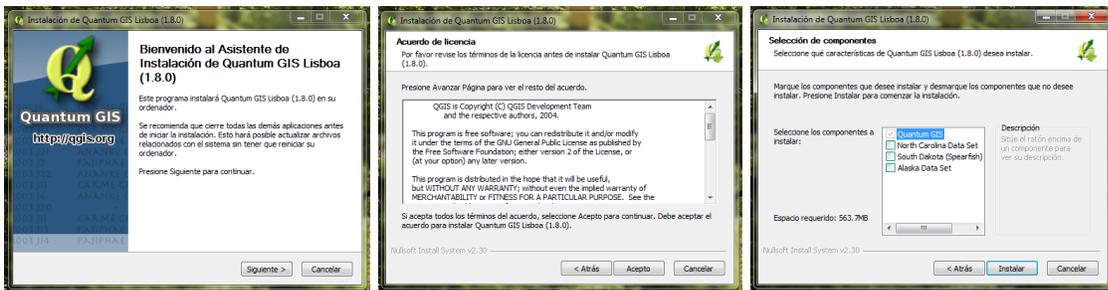
## 1.1 Standalone Installer (recommended for new users)

The standalone windows installer is also based on the OSGeo4W packages and includes GRASS.

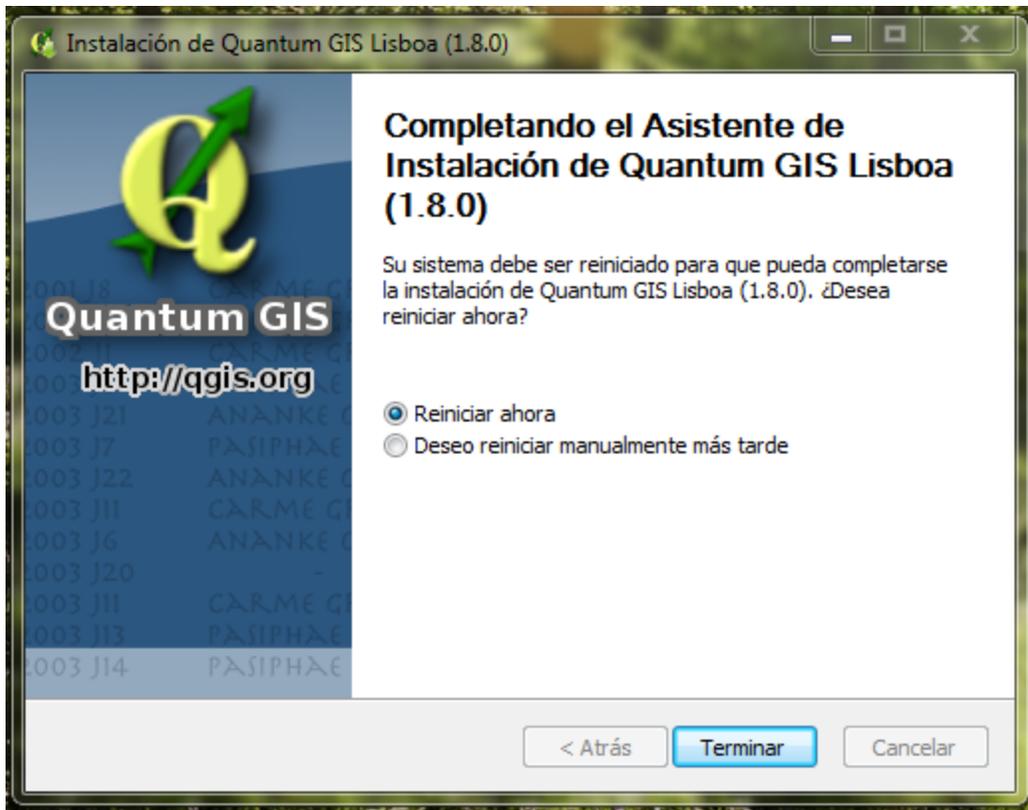
[Download QGIS](#) [md5 checksum](#) [Virus check results](#)  
or the nostalgic, older releases of QGIS Windows standalone installer are available [here](#).

## 1.2 OSGeo4W Installer

El programa se puede descargar de inmediato al pulsar la opción Download QGIS. Una vez descargado el instalador se debe iniciar la instalación con los parámetros predeterminados.



Al finalizar la instalación el instalador le solicitará reiniciar el ordenador, seleccione la opción “Deseo reiniciar manualmente más tarde” y pulse “Terminar”



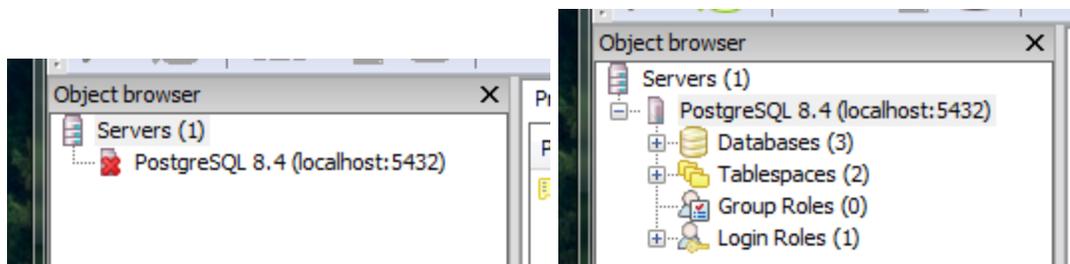
Ya están instaladas todas las aplicaciones necesarias para crear bases de datos geográficas.

## 3.2 Primera Configuración

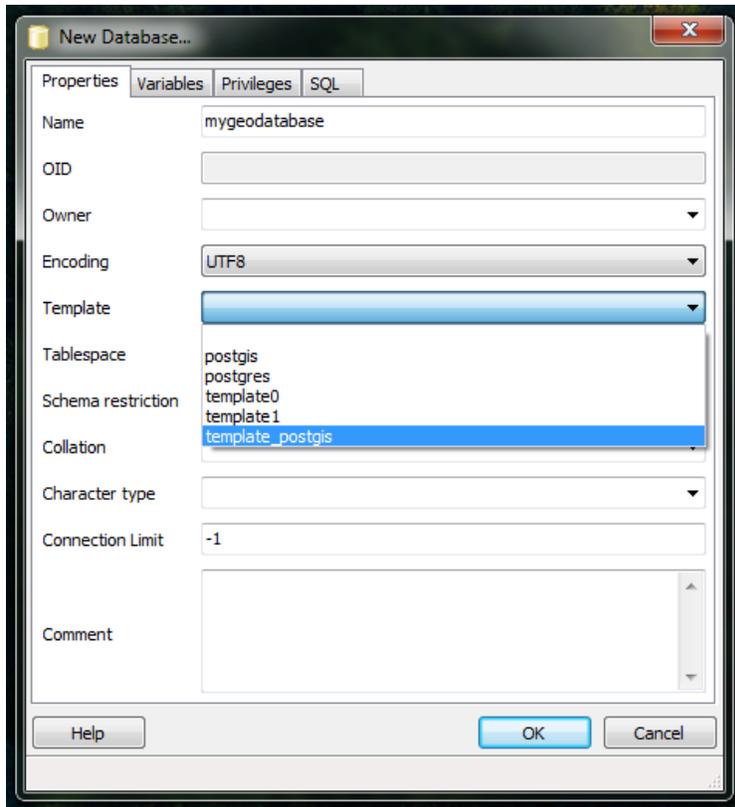
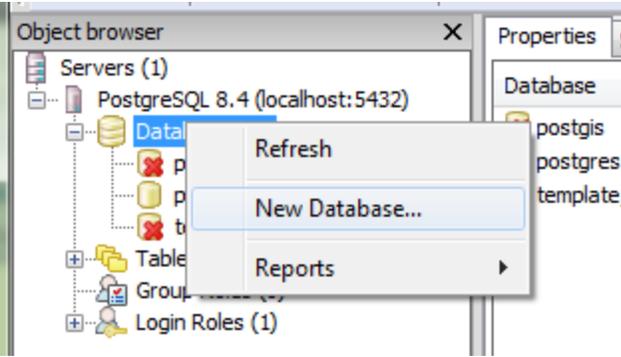
Una vez instalada la plataforma es necesario contemplar algunas configuraciones esenciales que ayudarán a construir de mejor manera la base de datos geográfica.

### 3.2.1 Creación de una nueva base de datos espacial

Para el primer paso es necesario abrir el pgAdmin III y conectarse con el servidor local (doble clic sobre "PostgreSQL 8.4(localhost:5432)")

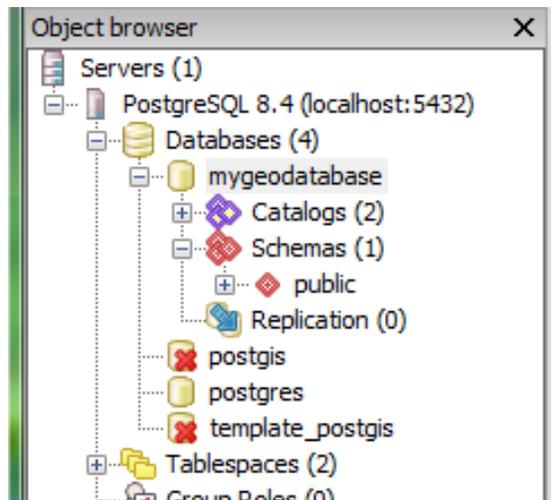
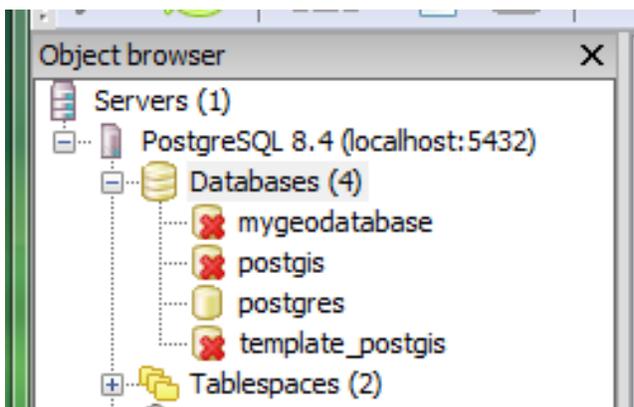


Pulsar con el botón derecho del ratón sobre el ícono "Databases" y seleccionar la opción "New Database".



En el cuadro de diálogo que se muestra introducir el nombre de la nueva base de datos y en el menú "template" seleccionar la opción "template\_postgis".

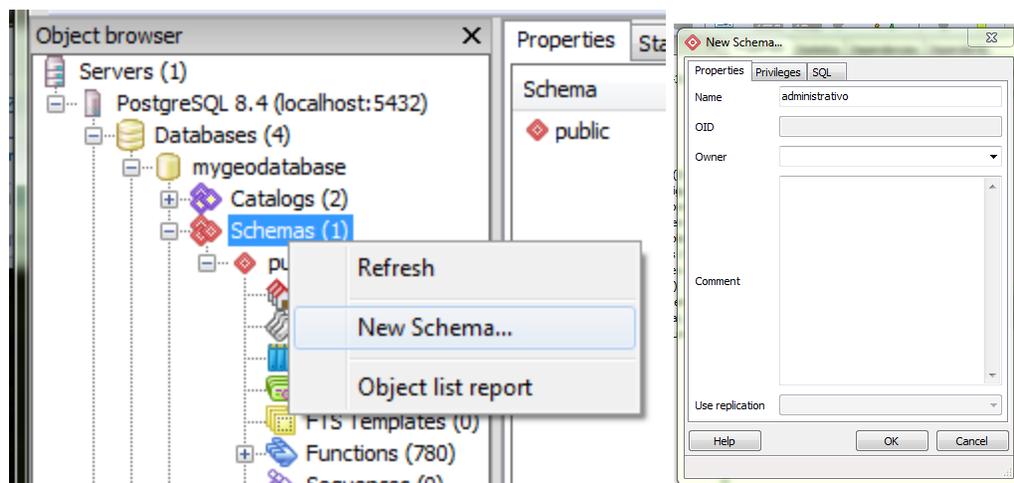
Después de pulsar OK, desplegar el ícono de Databases y aparecerá la base de datos recién creada con un ícono y una X roja, esto significa que la base fue creada con éxito y que actualmente está desconectada de la interfaz. Pulsar sobre el nombre de la base y desplegar el menú de "Schemas"



### 3.2.1.1 Creación de esquemas

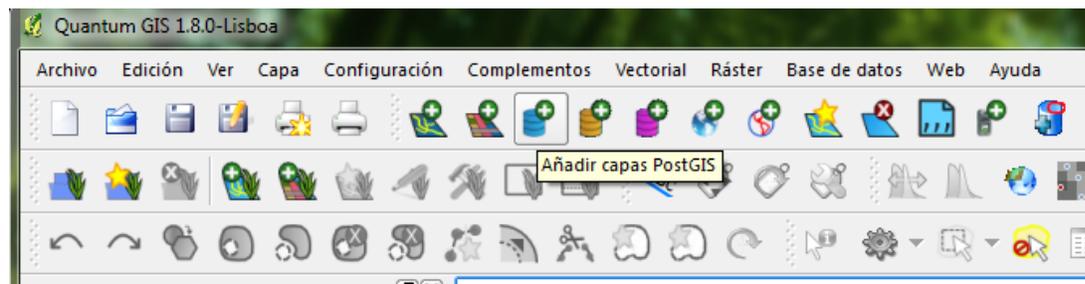
A este punto la base de datos sólo presenta un esquema llamado public, este es el esquema predeterminado con el que se crean todas las bases de datos PostgreSQL. Los esquemas permiten organizar la información con características temáticas similares y permiten asignar a diferentes usuarios diferentes permisos según sea necesario<sup>3</sup>.

Para crear un nuevo esquema pulsar con el botón secundario del ratón sobre el menú “Schemas” y seleccionar la opción New Schema. Asignar un nombre al nuevo esquema y pulsar OK.

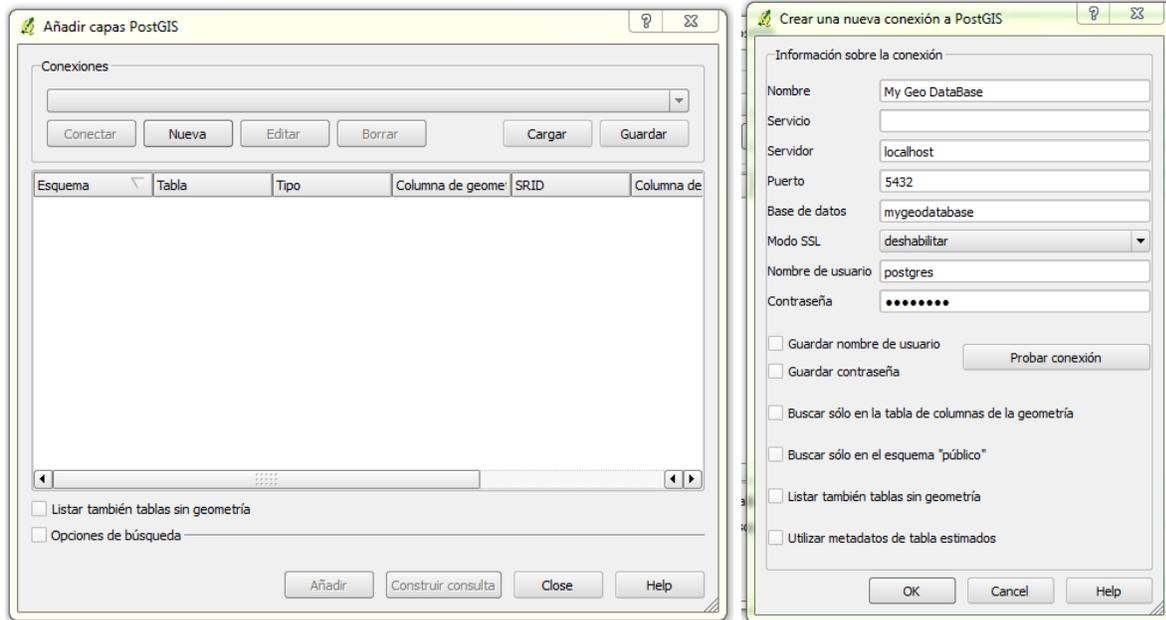


### 3.2.1.2 Creación de tablas

A partir de este punto es necesario continuar la interacción de con la base de datos a través de QGIS. En la interfaz de QGIS pulsar sobre el ícono de “Añadir Capas PostGIS” en el panel de conexiones pulsar sobre el botón de Nueva y en el diálogo que se despliega ingresar los datos de la base de datos recién creada.



<sup>3</sup> El tema de permisos se explorará con mayor profundidad en la sección 5.2.



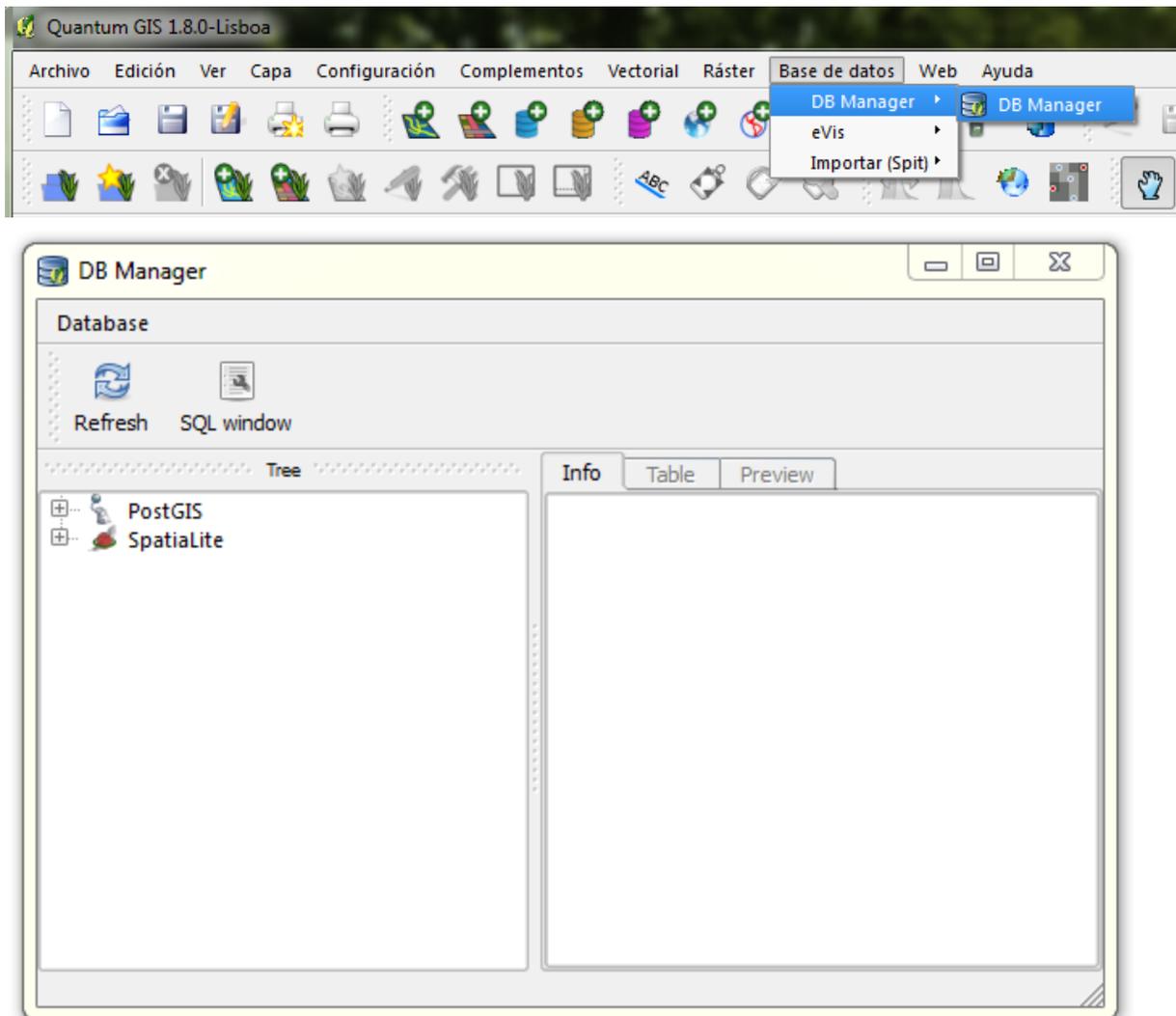
- **Nombre:** Identificador de la conexión en el espacio de trabajo de QGIS, puede tener cualquier valor.
- **Servicio:** Identificador del servicio, se utiliza únicamente si se ha definido un nombre de servicio de PostgreSQL que contenga los datos de conexión, en caso contrario se omite este valor.
- **Servidor:** Dirección IP del equipo en el cuál está instalado el servidor de PostgreSQL, en el caso de ser un servidor local se ingresa localhost.
- **Puerto:** Puerto en el cuál está escuchando el servidor de PostgreSQL, el puerto predeterminado es el 5432.
- **Base de datos:** Nombre de la base de datos, en este campo es importante ingresar el nombre idéntico a como está en el servidor.
- **Modo SSL:** Política de encriptación de los datos de conexión, únicamente se debe cambiar si el servidor de la base de datos ha sido configurado para utilizar encriptación, de lo contrario mantener el valor deshabilitar.
- **Nombre de usuario:** Usuario autenticado en el servidor de base de datos.
- **Contraseña:** Contraseña respectiva.

Si todos los datos están correctos al pulsar el botón "Probar conexión" se debe mostrar un mensaje que indica que la conexión ha sido exitosa:



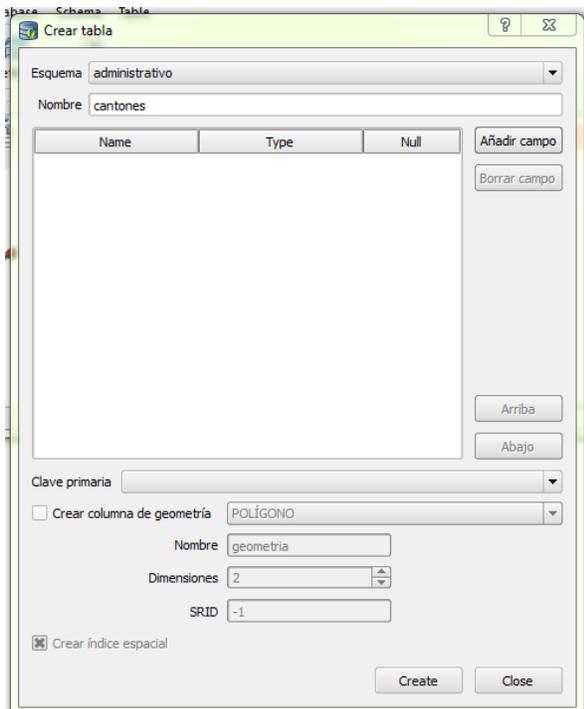
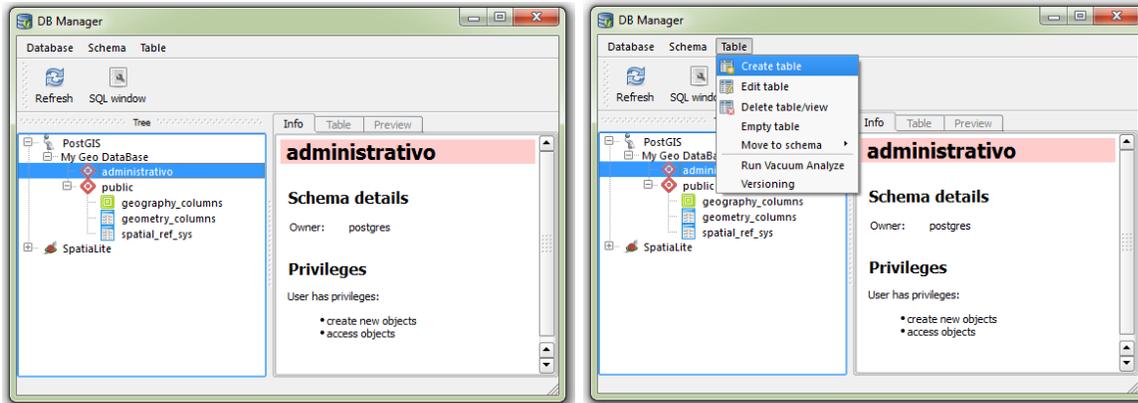
Una vez confirmada la conexión pulsar el botón OK del diálogo hasta regresar a la ventana de Añadir capas PostGIS. En este punto ya existe dentro del espacio de trabajo de QGIS la conexión con esa base de datos específica, se pueden conectar tantas bases de datos en servidores diferentes como sea necesario. El siguiente paso es cerrar el diálogo de Añadir capas PostGIS y abrir el

diálogo del DB Manager de QGIS.



En el diálogo del DB Manager se listan las bases de datos conectadas de PostGIS y SpatialLite<sup>4</sup>. En las conexiones de PostGIS se puede encontrar la conexión realizada previamente, los esquemas que fueron creados en la base de datos espacial y las tablas presentes en cada esquema. Para añadir una nueva tabla es necesario seleccionar el esquema adecuado y en el menú Table seleccionar la opción “Create Table”, esto desplegará el diálogo para crear nuevas tablas.

<sup>4</sup> SpatialLite es la extensión espacial de SQLite, otro DBMS con la característica de que puede portarse ya que se almacenan las bases de datos como archivos.



En el diálogo de Crear tabla se selecciona el esquema en el que se quiere construir la nueva tabla, se le asigna el nombre<sup>5</sup> a la tabla y se asignan los campos de la tabla, incluidos los campos de geometría en el caso de las tablas que tengan representación espacial.

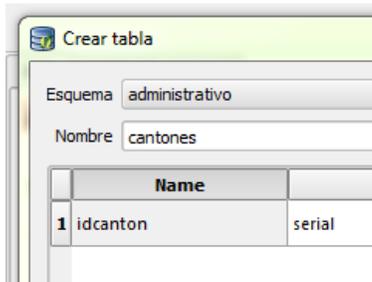
### 3.2.1.3 Asignación de atributos

Con el botón de Añadir campo se agregan nuevos atributos a la tabla, en este diálogo se debe asignar el nombre, el tipo de datos y si el dato puede ser nulo o no.

El nombre del nuevo campo no debe llevar

<sup>5</sup> **Importante:** Por razones de compatibilidad, el nombre de los esquemas, las tablas y las columnas deben escribirse con **todas las letras en minúscula, sin espacios y sin símbolos diferentes al guión bajo “\_”**

mayúsculas, debe iniciar con una letra y no puede contener espacios, tildes, ni símbolos además del guión bajo “\_”.



Crear tabla

Esquema administrativo

Nombre cantones

Name	
1 idcanton	serial

### 3.2.1.3.1 Tipos de Datos

Cada atributo creado debe tener explícitamente un tipo de datos que le indica al sistema qué tipo de valores puede tener el atributo. Los tipos básicos en PostgreSQL permiten guardar números, texto, fecha y hora.

A continuación se describen brevemente los tipos de dato más usados en PostgreSQL:

- **serial**: Número entero que se incrementa automáticamente cuando un registro nuevo es ingresado, es el tipo más conveniente para llaves primarias autogeneradas.
- **integer**: Número entero positivo o negativo.
- **real**: Número con capacidad de almacenar decimales.
- **double precision**: Número con capacidad de almacenar decimales, puede almacenar más dígitos que el real.
- **varchar**: Cadena de caracteres de tamaño variable, es el tipo más conveniente para almacenar texto de gran tamaño.
- **date**: Fecha.
- **time**: Hora.
- **timestamp**: Fecha y hora.

Una vez agregados todos los atributos de la tabla se debe marcar la opción de “crear columna de geometría”, seleccionar el tipo de geometría, el nombre que va a recibir el campo<sup>6</sup>, la cantidad de dimensiones que van a representarse en el campo (2 para (x,y) 3 para (x,y,z)) y el identificador del sistema de referencia a utilizar o -1 si no se quiere definir en este momento.

6	vivienda_o	integer	false
7	vivienda_c	integer	false
8	hectareas	integer	false

Clave primaria: idcanton

Crear columna de geometría: POLÍGONO

Nombre: geometria

Dimensiones: 2

SRID: -1

Crear índice espacial

Create Close

Si se marca la opción de “Crear índice espacial” el DBMS creará un índice que permitirá acelerar las búsquedas que requieran la información espacial de la capa creada.

<sup>6</sup> El nombre de la geometría, al igual que los anteriores debe iniciar con una letra, debe estar completamente escrito en minúsculas y no puede contener espacios, tildes ni símbolos excepto el guión bajo “\_”.

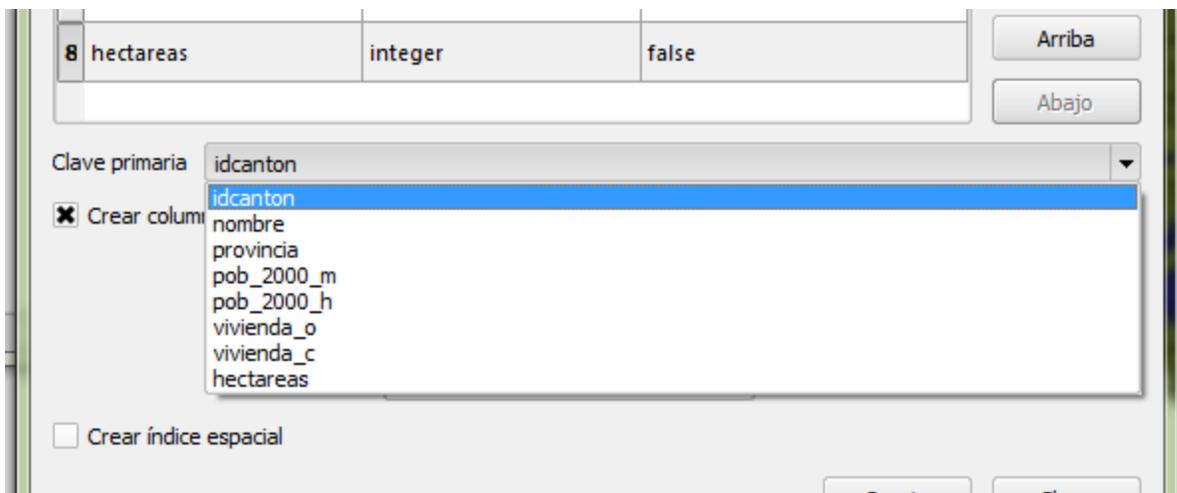
### 3.2.1.4 Asignación de restricciones primarias

Al crear la capa es necesario definir algunas restricciones que la capa debe cumplir para que se mantenga la integridad de la base de datos.

#### 3.2.1.4.1 Llave Primaria

La primera restricción a cumplir antes de terminar la creación de la capa es la definición de la llave primaria, este será el campo que identificará a cada registro de la tabla y por lo tanto es indispensable que el valor de este campo sea único para cada registro de la tabla en la base de datos.

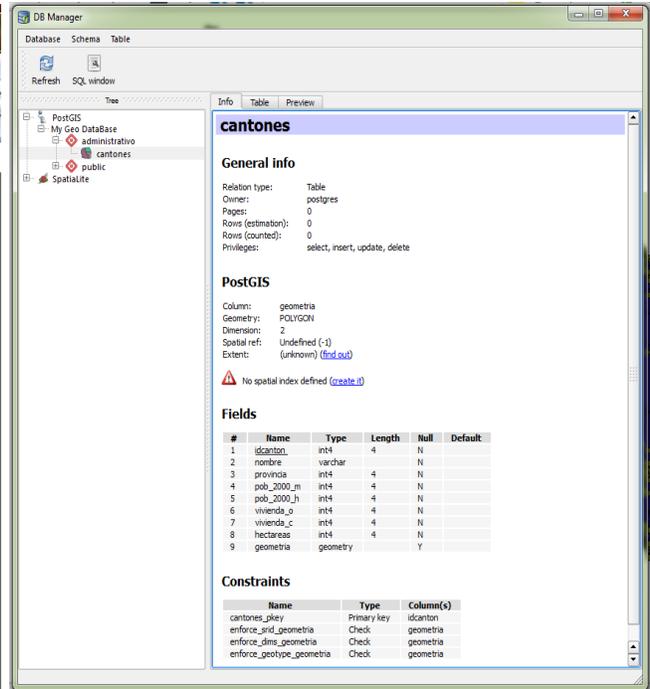
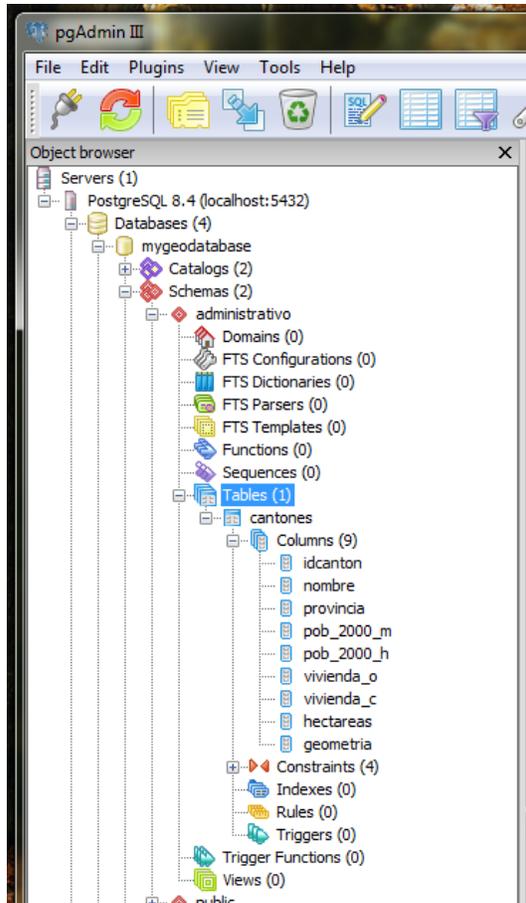
En el diálogo de creación de la tabla, en el campo de “Clave primaria” seleccionar el campo que cumplirá con la función de llave primaria de la tabla



Finalmente pulsar el botón “Create” del diálogo de Crear tabla, este procedimiento creará una tabla en la base de datos PostGIS con una columna de tipo espacial y reportará un mensaje indicando si se presentó algún error o si el procedimiento se ejecutó correctamente.



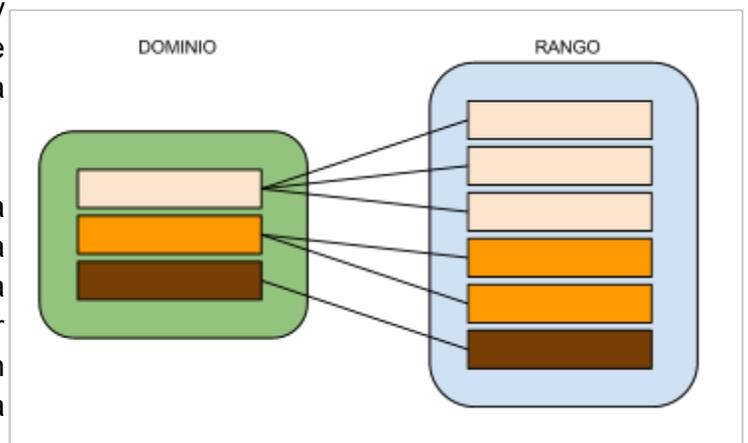
Y, si el proceso fue correcto, pulsar el botón Close del diálogo. En la interfaz de administración del pgAdminIII, así como en la interfaz del DB Manager de QGIS se puede ver la nueva tabla y consultar información sobre su creación.



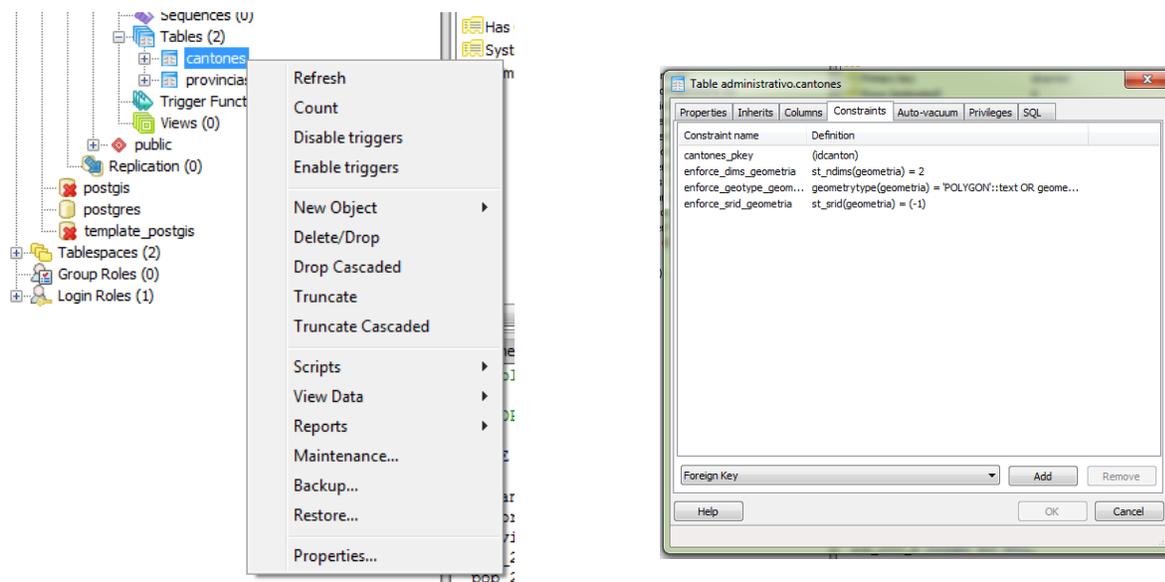
### 3.2.1.4.2 Llaves Foráneas

Otra restricción a considerar antes de cargar datos en una tabla es la de llaves foráneas que identifican las relaciones presentes entre varias tablas. Para asignar esta restricción es necesario tener en el sistema varias tablas que presenten relaciones entre ellas, por ejemplo la relación que existe entre cantones y provincias donde una provincia contiene varios cantones o un cantón está asociado a una provincia.

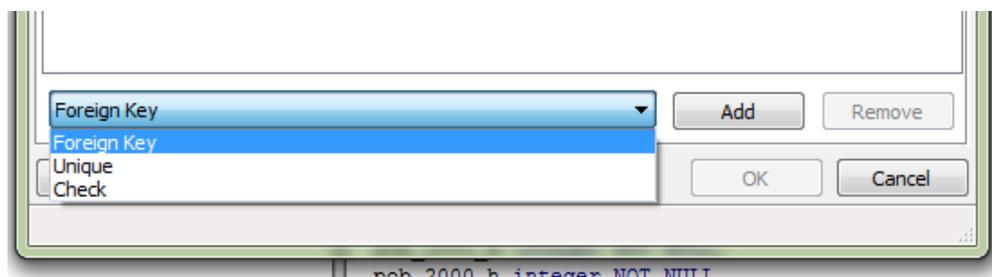
La llave foránea es un atributo en una tabla (rango) que vincula la llave primaria de otra tabla (dominio). Este vínculo establece una relación de unos a muchos en la cuál por cada registro de la tabla *dominio* pueden existir muchos registros relacionados en la tabla *rango*.



En la interfaz de administración de pgAdminIII desplegar el menú de “Tables”, desplegar el menú contextual de la tabla a la cual se le creará y abrir el diálogo de “Properties” de la tabla a la cual se le creará la llave foránea.



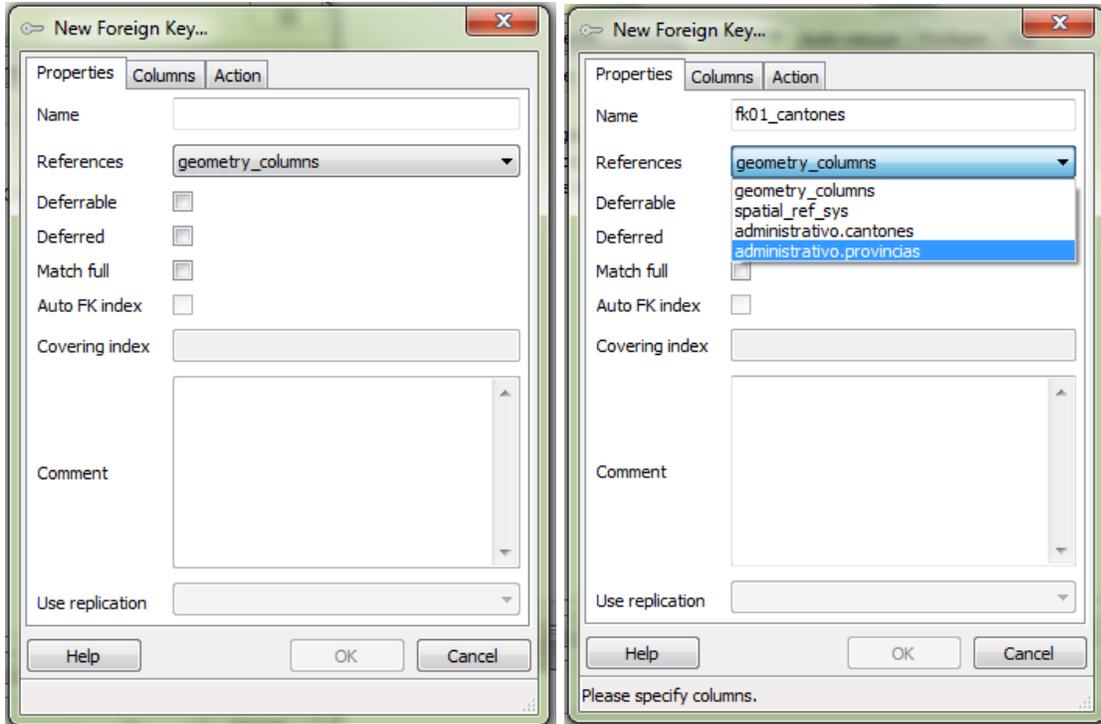
En el diálogo que se muestra navegar a la pestaña “Constraints”, seleccionar la opción “Foreign Key” en el control de selección inferior



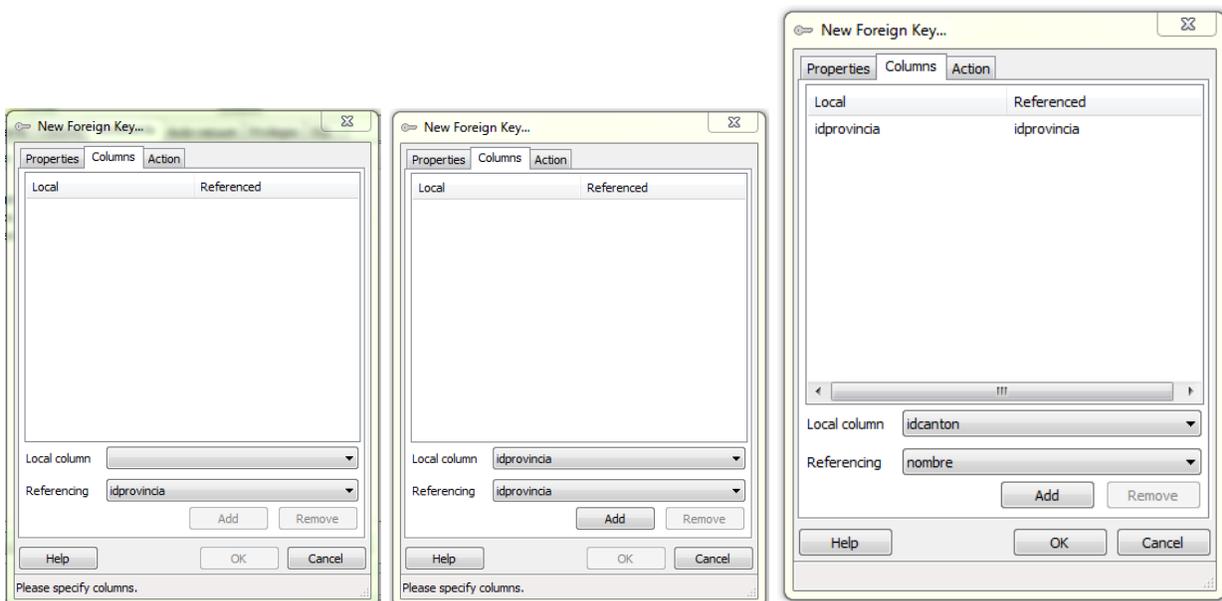
y pulsar el botón “Add” que desplegará el diálogo de nueva llave foránea.

En el diálogo de nueva llave foránea se debe asignar un nombre a la nueva restricción<sup>7</sup> que debe ser único en la base de datos, se debe seleccionar la tabla a la que se está vinculando la relación y añadir comentarios que aclaren la naturaleza de la relación.

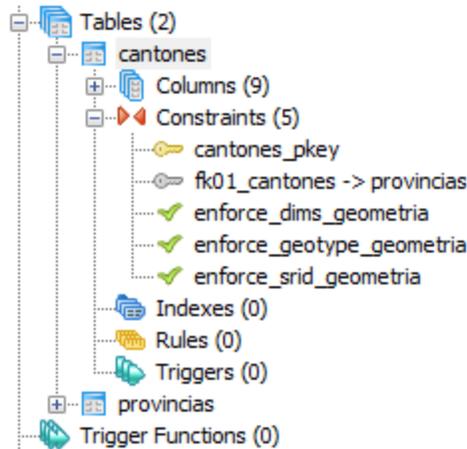
<sup>7</sup> Por convención en Bases de Datos, y como buena práctica, se suele asignar a las restricciones de llave foránea el nombre **fk##\_tabla** donde **fk** significa *Foreign Key*, **tabla** es el nombre de la tabla que contiene la restricción y el signo **##** indica el número de restricción en orden de creación, por ejemplo **fk01\_cantones**



El siguiente paso es navegar a la pestaña Columns en el diálogo de nueva llave foránea en el cual se debe seleccionar la columna en la tabla actual que actuará como llave foránea y la columna en la tabla dominio que representa la llave primaria y agregar la relación con el botón Add



Al seleccionar las columnas se guarda la restricción por medio del botón OK y se regresa al panel de restricciones de la tabla que igualmente se cierra mediante el botón de OK y en el menú de Constraints de la tabla se puede ver la restricción recién creada



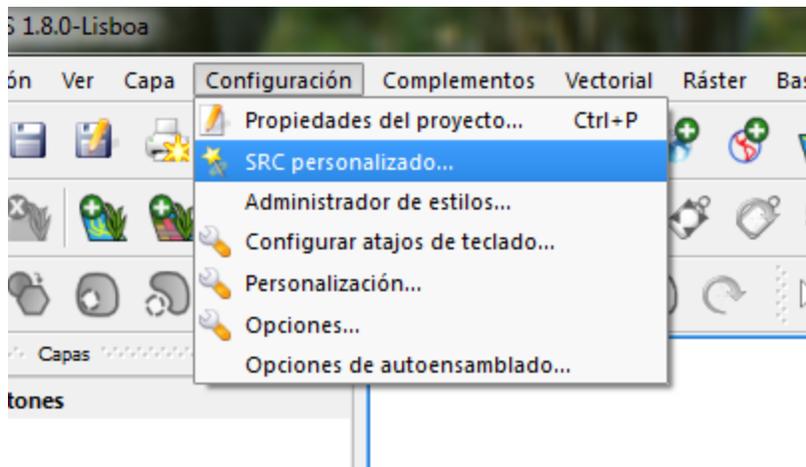
### 3.2.2 Adición de capas PostGIS

Cuando las capas están creadas y debidamente configuradas se pueden añadir al espacio de trabajo de Quantum GIS. Sin embargo es necesario verificar que el espacio de trabajo de QGIS está correctamente configurado para capas de Costa Rica.

#### 3.2.2.1 Asignación del sistema de referencia en QuantumGIS

QGIS solicitará al usuario seleccionar el sistema de referencia de coordenadas (SRC) adecuado para la capa que desea agregar, para esto muestra la lista de sistemas de referencia existentes en QGIS de los cuales el usuario debe escoger o filtrar el más adecuado. La

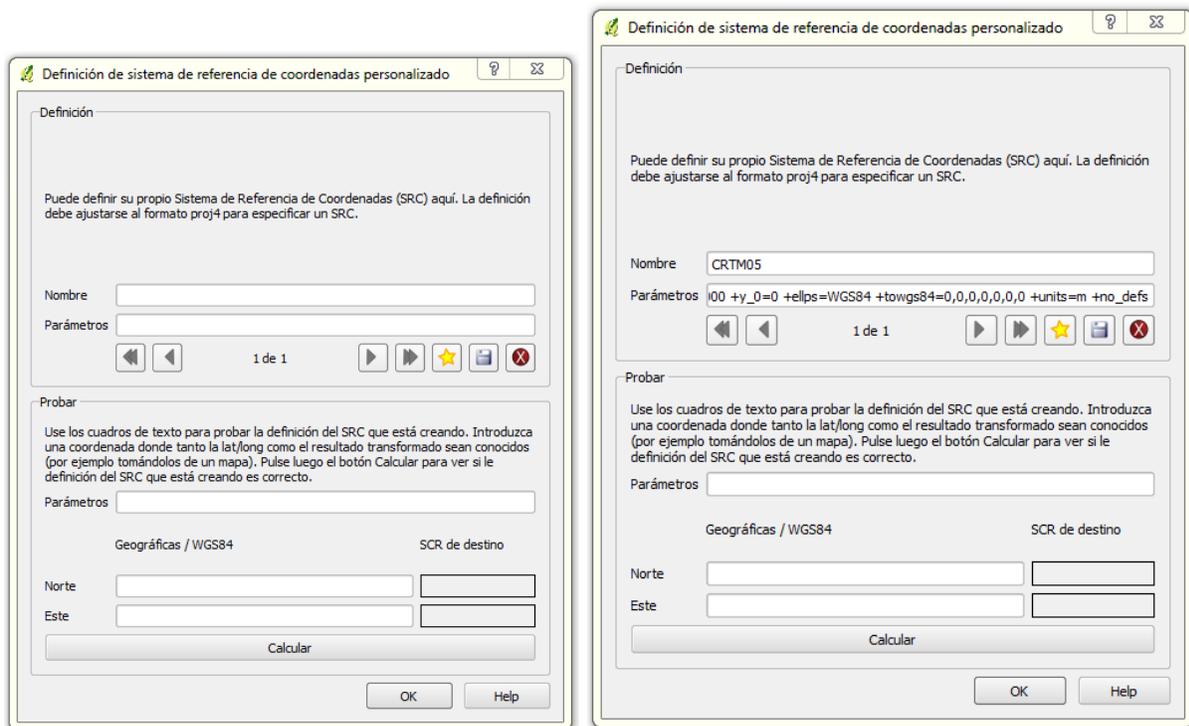
proyección estándar de Costa Rica (CRTM05) no está contemplada en la lista de proyecciones de QGIS, para utilizarla es necesario realizar un paso previo.



En el menú de Configuración de QGIS, seleccionar la opción de “SRC personalizado” que desplegará el diálogo para ingresar sistemas de referencia personalizados.

En este diálogo se debe ingresar el nombre de la proyección y los parámetros siguiendo la sintaxis de la biblioteca **PROJ4**<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> QGIS tiene la capacidad de interpretar proyecciones en formato WKT, sin embargo la interfaz de SRC personalizado sólo permite ingresar los parámetros en formato PROJ4. Para más información de la biblioteca PROJ4 consultar los siguientes vínculos: <http://en.wikipedia.org/wiki/PROJ.4> y <http://trac.osgeo.org/proj/>

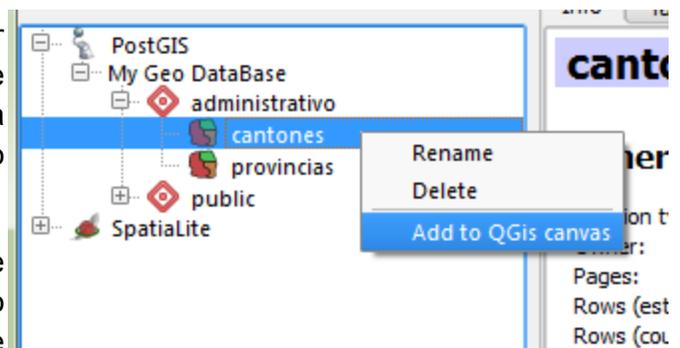


La proyección CRTM05 se representa de la siguiente manera en PROJ4

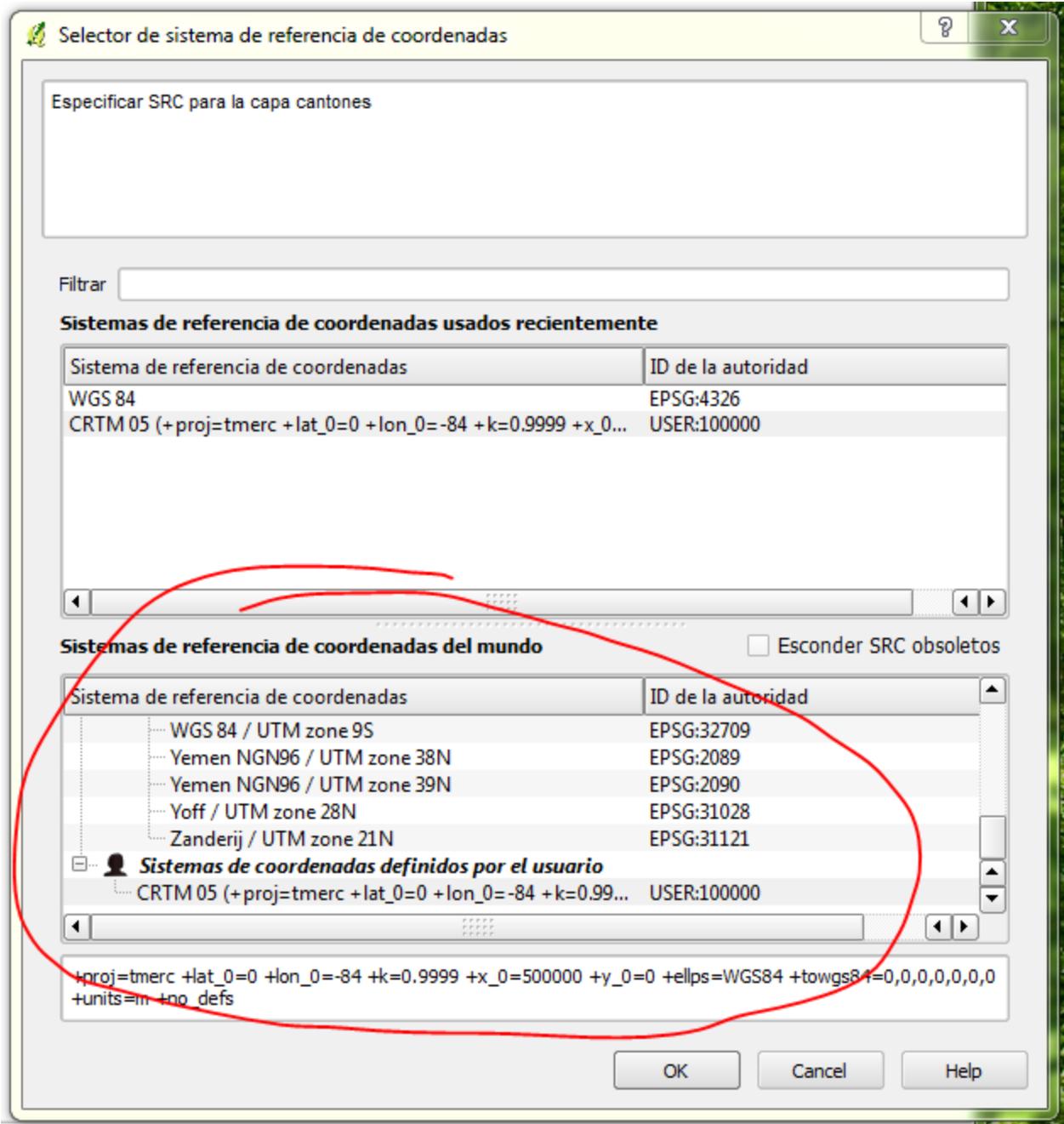
*+proj=tmerc +lat\_0=0 +lon\_0=-84 +k=0.9999 +x\_0=500000 +y\_0=0 +ellps=WGS84  
+towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs*

Una vez ingresados los parámetros se guarda la nueva proyección por medio del botón OK y se puede proceder a agregar la capa al espacio de trabajo.

El primer paso es abrir el diálogo del DB Manager del Quantum GIS, navegar hasta la capa de interés, desplegar el menú contextual de la capa con clic derecho y seleccionar la opción "Add to QGIS Canvas"



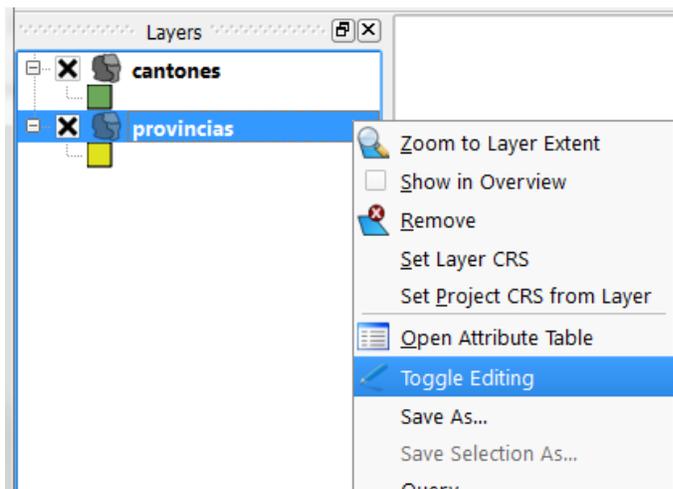
QGIS solicitará al usuario asignar el sistema de proyección adecuado para la capa, en este diálogo en la sección inferior llamada "Sistemas de referencia de coordenadas del mundo" estará listado el sistema CRTM05 al final bajo el apartado "Sistemas de coordenadas definidos por el usuario"



Seleccionar el CRTM05, presionar el botón OK y la capa se agregará al espacio de trabajo de QGIS.



### 3.2.2.2 Carga de datos a las capas PostGIS



Una vez que las capas están cargadas en el espacio de trabajo de QGIS se pueden añadir objetos por medio de las herramientas de edición.

Desplegar el menú contextual de una capa con el botón derecho del ratón y seleccionar la opción de conmutar edición o “toggle editing”.

Cuando la capa está habilitada para edición pueden crearse objetos en la capa por medio de las herramientas de edición de QGIS.

#### 3.2.2.2.1 Herramientas de QGIS

Antes de iniciar con las tareas de edición es necesario entender algunas de las herramientas básicas de QGIS, la mayor parte de estas herramientas serán necesarias en los siguientes pasos.

#### Herramientas de edición simples:



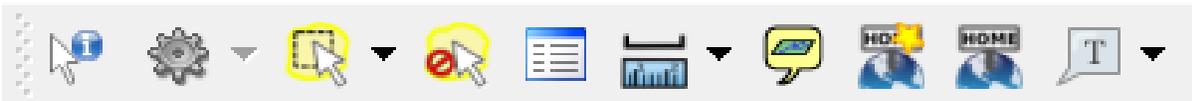
-  **Conmutar Edición:** Habilita o deshabilita la edición de una capa
-  **Guardar Cambios:** Guarda los últimos cambios realizados
-  **Agregar Característica:** Agrega un objeto a la capa
-  **Mover Característica:** Desplaza un objeto a una nueva locación
-  **Herramienta de Nodo:** Habilita la edición de nodos de un objeto
-  **Eliminar Seleccionado:** Elimina las características previamente seleccionadas
-  **Cortar:** Elimina las características seleccionadas y las copia en el portapapeles
-  **Copiar:** Copia las características seleccionadas en el portapapeles
-  **Pegar:** Pega las últimas características del portapapeles

### Herramientas de edición avanzadas:



-  **Deshacer:** Elimina el último cambio realizado en la capa
-  **Rehacer:** Vuelve a cargar el último cambio deshecho
-  **Simplificar Objeto:** Reduce la cantidad de lados de un objeto muy complejo
-  **Añadir Anillo:** Recorta un anillo dentro de un polígono
-  **Añadir Parte:** Agrega una parte disjunta a una característica cualquiera
-  **Eliminar Anillo:** Elimina un anillo recortado de un polígono
-  **Eliminar Parte:** Elimina un aparte disjunta de una característica
-  **Modificar Característica:** Edita la forma de una característica
-  **Dividir Características:** Recorta una característica en partes
-  **Mezclar Características Seleccionadas:** Une varias características seleccionadas
-  **Mezclar Atributos de Car. Seleccionadas:** Copia los atributos de un objeto a otro
-  **Rotar Símbolo de puntos:** Corrige la orientación de símbolos de capas de punto

### Herramientas de consulta y selección

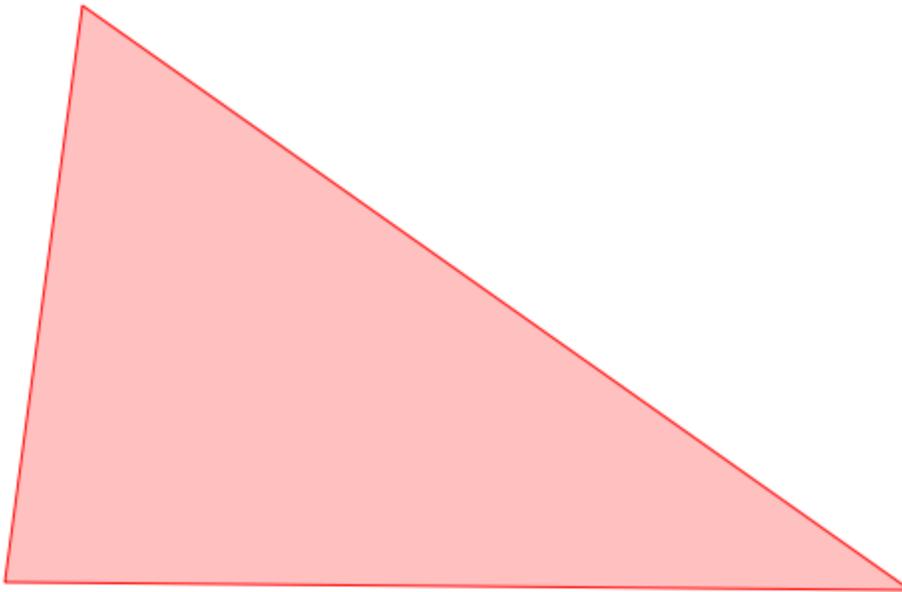


-  **Identificar Característica:** Brinda información de una característica seleccionada
-  **Ejecutar Acción de Característica:** Ejecuta una acción previamente programada
-  **Seleccionar Característica:** Brinda el menú de opciones para selección gráfica
-  **Deseleccionar Características:** Cancela la selección actual
-  **Mostrar tabla de atributos:** Despliega la tabla de atributos de una tabla
-  **Medida:** Despliega al menú de herramientas de medida
-  **Tips de Mapa:** Conmuta información de las características en forma de globos de texto
-  **Nuevo Marcador:** Guarda una localización en el mapa entre los marcadores
-  **Mostrar Marcadores:** Muestra todos los marcadores almacenados
-  **Notas:** Agrega notas al mapa por medio de diversas herramientas

#### 3.2.2.2 Ingresar, modificar y eliminar un nuevo dato en una capa

En la capa cargada y con la opción de edición habilitada seleccionar la herramienta de **Agregar característica** y dibujar un polígono sobre el mapa





Con el botón principal del ratón puntear en el espacio de trabajo la posición de los vértices del nuevo polígono, el último vértice del polígono se inserta con el botón derecho del ratón y automáticamente se desplegará el diálogo para ingresar los atributos de la nueva característica

idprovincia	<input type="text"/>
nombre	NULL
pob_2000_m	<input type="text"/>
pob_2000_h	<input type="text"/>
viviendas_o	<input type="text"/>
viviendas_c	<input type="text"/>
viviendas_d	<input type="text"/>
hectareas	<input type="text"/>

Agregar en cada campo un valor arbitrario, los campos numéricos únicamente permitirán ingresar números, mientras que los campos de texto permitirán números, texto y símbolos.

idprovincia	1
nombre	Nombre Arbitrario
pob_2000_m	100
pob_2000_h	123
viviendas_o	165
viviendas_c	852
viviendas_d	588
hectareas	622.225

Al finalizar la inserción de los atributos, cerrar el diálogo con el botón de OK y, aún con la capa

seleccionada, pulsar el botón de **Mostrar tabla de atributos**, en esta tabla se mostrarán los valores ingresados.



dprovincia	nombre	pob_2000_m	pob_2000_h	viviendas_o	viviendas_c	viviendas_d	hectareas
0	1 Nombre Ar...	100	123	165	852	588	622.225

Los cambios realizados hasta el momento aún no se han almacenado en la base de datos, para comprobarlo se puede utilizar la herramienta de listar registros en la interfaz de pgAdmin III. El primer paso es seleccionar la tabla que se desea listar y posteriormente pulsar el botón de **Listar registros** ubicado en la barra de herramientas.

idprovincia [PK1] integer	nombre character v	pob_2000_m integer	pob_2000_h integer	viviendas_o integer	viviendas_c integer	viviendas_d integer	hectareas real	geometria geometry

La tabla se muestra vacía por que aún no se han aplicado los últimos cambios realizados en QGIS, para almacenar el nuevo registro es necesario usar la herramienta de **Guardar cambios** en la interfaz de QGIS.

Una vez guardados los cambios se pueden ver reflejados en la lista de datos de pgAdmin III



Edit Data - localhost:5432 (localhost:5432) - mygeodatabase - administrativo.provincias

	idprovincia [PK] integer	nombre character varying	pob_2000_m integer	pob_2000_h integer	viviendas_o integer	viviendas_c integer	viviendas_d integer	hectareas real	geometria geometry
1	1	Nombre Arbit	100	123	165	852	588	622.225	01060000000
*									

Desde la tabla de atributos de QGIS se pueden modificar los valores de los atributos de cualquier registro, para esto es necesario asegurarse que la edición de la capa esté activa y seleccionar el valor que se desea cambiar con doble clic

Attribute table - provincias :: 1 / 1 feature(s) selected

	dprovincia	nombre	pob_2000_m	pob_2000_h	viviendas_o	viviendas_c	viviendas_d	hectareas
0	1	Nombre Ar...	100	123	165	852	588	622.225

Look for:  in  Search

Show selected only  Search selected only  Case sensitive

Advanced search ? Close

Para eliminar un registro es necesario seleccionarlo, esta acción se puede hacer desde la tabla de atributos de QGIS presionando el identificador de la fila al lado izquierdo de la tabla.

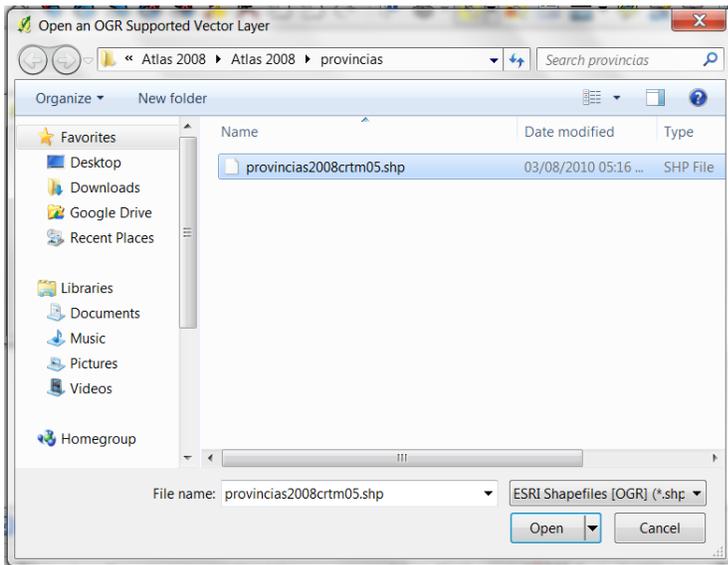
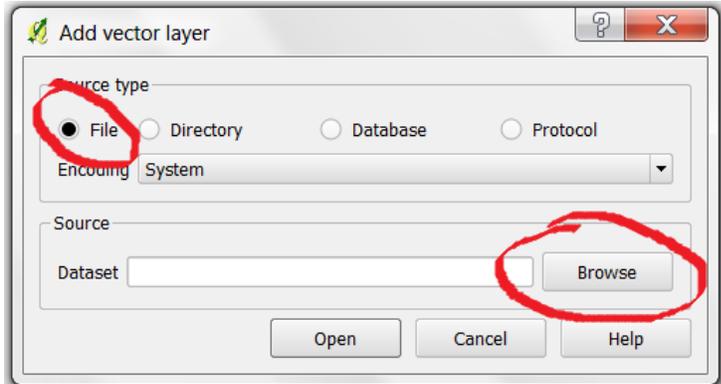
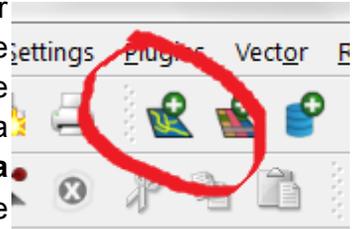
Attribute table - provincias :: 1 / 1 feature(s) selected

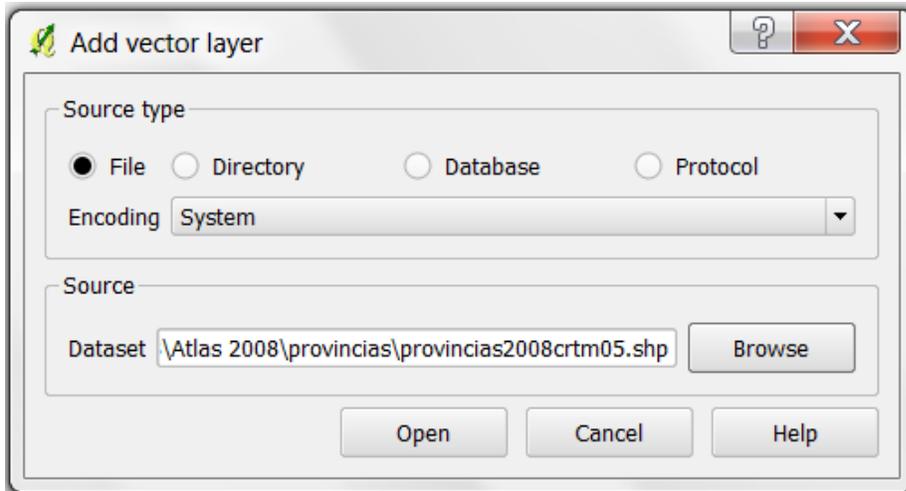
	dprovincia	nombre	pob_2000_m
0	1	Nombre Ar...	

Posteriormente se puede eliminar con la herramienta de **Eliminar Seleccionado** que está presente tanto en las barra de herramientas como en la tabla de atributos

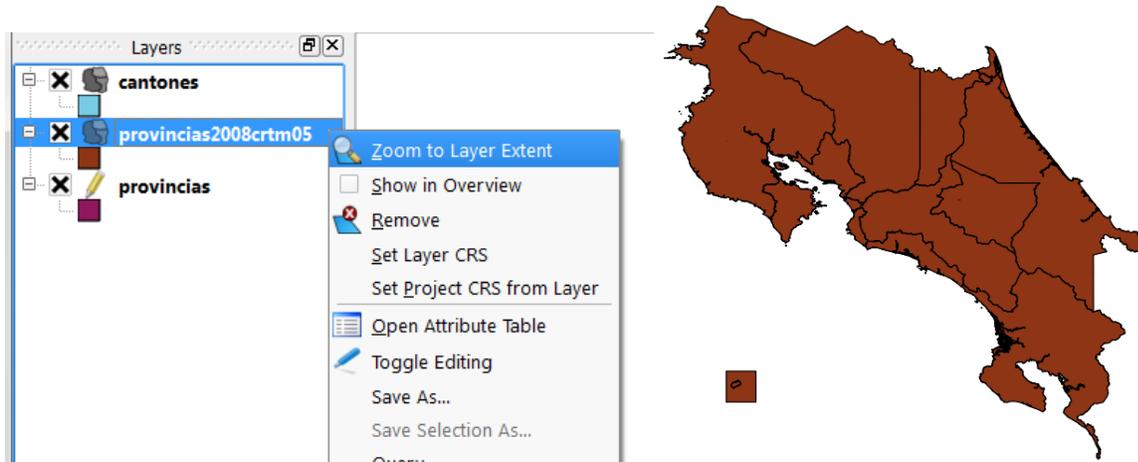
Se desplegará un diálogo de confirmación y al presionar OK el registro se habrá eliminado, sin embargo estos cambios no se verán reflejados hasta que se utilice la herramienta de **Guardar Cambios**.

Otra manera de ingresar registros a una capa de información es por medio del portapapeles, si ya existe una capa con la información que se desea incluir en la base de datos, esta información se puede copiar de la fuente y pegar en la capa destino, para esto es necesario cargar la capa en cuestión por medio de la herramienta de **Cargar Capa Vectorial** en las barras de herramientas de QGIS. En el diálogo que se muestra asegurarse que la opción "File" esté seleccionada y por medio del botón "Browse" utilizar el explorador de archivos hasta encontrar la capa de interés y añadirla al espacio de trabajo





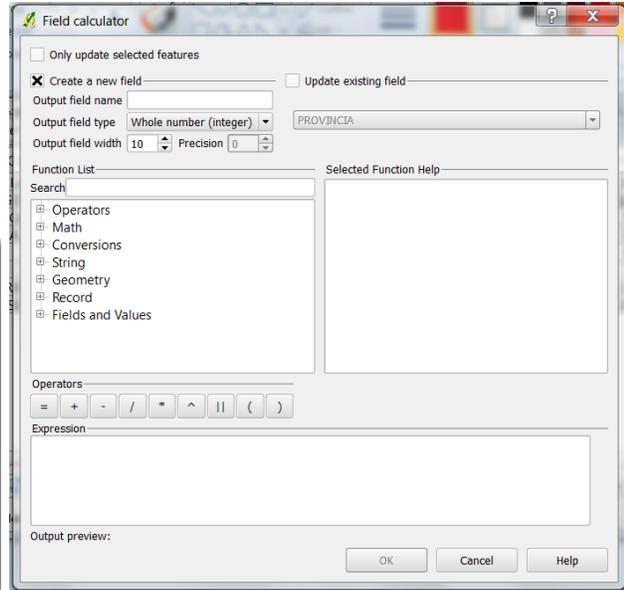
Añadir la capa con el botón “Open” y se desplegará en el espacio de trabajo de QGIS, para ver los datos desplegar el menú contextual de la capa nueva y seleccionar “Zoom to Layer Extent”



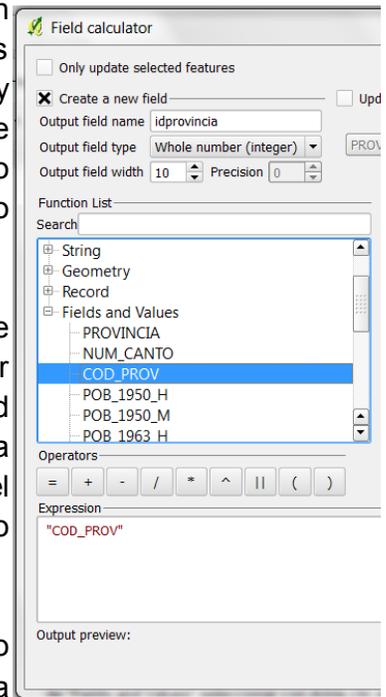
### 3.2.2.2.3 Preparar los datos utilizando la calculadora de atributos

La información se mostrará ahora en el espacio de trabajo de QGIS. Los atributos de la nueva capa puede que no coincidan exactamente con los atributos de la tabla en PostGIS, por esta razón es necesario adaptarlos para que tomen los valores adecuados. El primer paso es abrir la tabla de atributos de la capa ingresada, luego conmutar la edición de la capa y seleccionar la herramienta de la **Calculadora de Atributos**, se desplegará el diálogo de la calculadora de atributos en el cuál se pueden modificar atributos existentes o crear atributos nuevos.

PROVINCIA	NUM_CANTO	COD_PROV	POB_1950_H	POB_1950_M	POB_1963_H	POB_1963_M	POB_1973_H	POB_1973_M
0 ALAJUELA	15	2	74200	74600	121100	119600	164600	141000
1 CARTAGO	8	3	50800	49900	79200	76200	103800	103800
2 GUANACAS...	11	5	45100	43100	72700	69900	91400	91400
3 HEREDIA	10	4	25300	26400	42000	43100	66500	66500
4 LIMON	6	7	21900	19500	36000	32300	61400	61400
5 NA	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
6 PUNTARENAS	11	6	47400	40800	82300	74200	113600	113600
7 SAN JOSE	20	1	135100	146700	235600	252100	337200	337200



El nombre de los atributos de la capa debe coincidir exactamente con el nombre de las columnas en la tabla de postgres, por lo tanto es necesario identificar los campos en la capa que se deben modificar y crear atributos nuevos con estos valores que tengan el nombre correcto, por ejemplo en la tabla de la base de datos existe un atributo llamado *idprovincia* que debería tomar los valores del campo *COD\_PROV* que tiene la capa.



Para crear el nuevo campo hay que asegurarse que la opción de “Create a new field” está seleccionada, en el campo de texto inferior ingresar el nombre del nuevo campo y en el menú de “Fields and Values” seleccionar con doble clic el campo que se desea utilizar para llenar el nuevo atributo. En el panel “Expression” deberá aparecer el mensaje “COD\_PROV” y el botón de OK estará activado automáticamente.

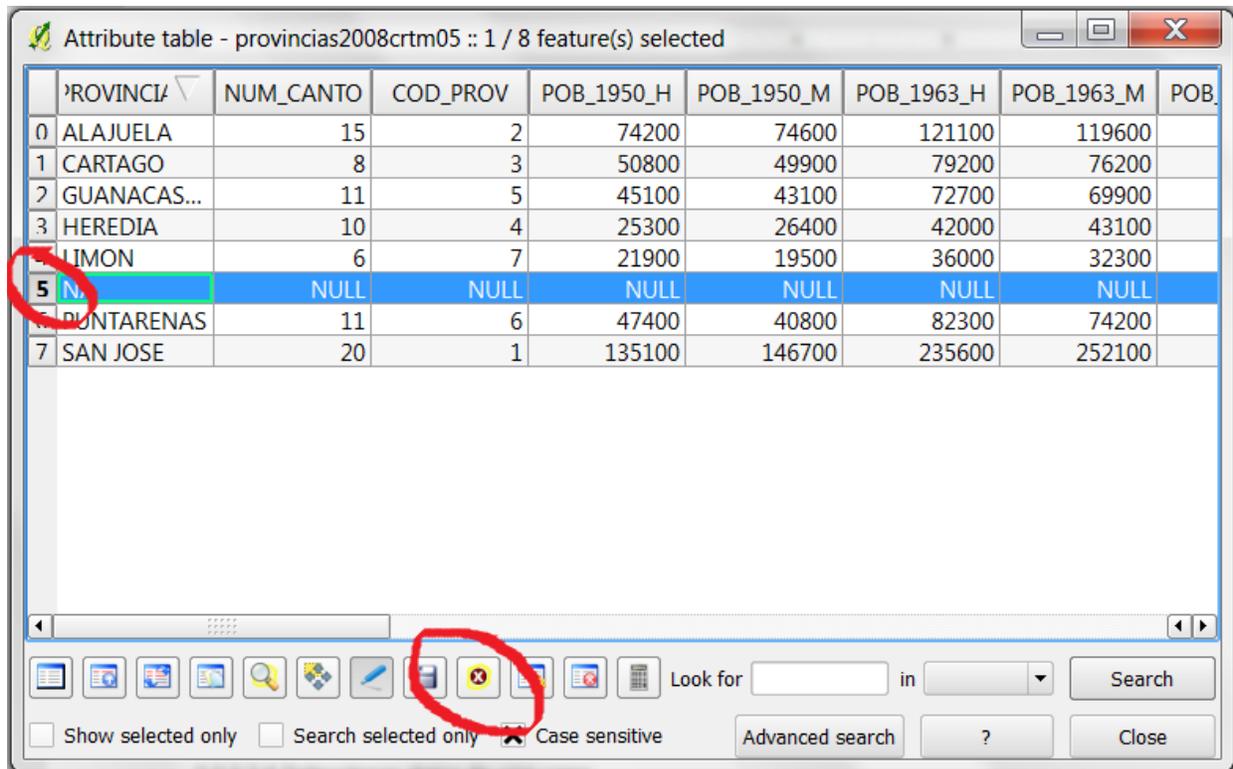
Para crear el nuevo campo presionar el botón de OK y el nuevo campo aparecerá en la tabla de atributos<sup>9</sup>. Repetir este proceso hasta que la capa nueva ingresada tenga todas las columnas que se requieren en la tabla<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Por razones de compatibilidad, el formato DBase que comúnmente contiene los atributos de las capas de tipo shapefile no pueden tener columnas con el nombre mayor a 10 caracteres, sin embargo en QGIS sí se pueden asignar columnas de este tamaño, más al guardar los cambios se cortará el nombre y puede incurrir en errores, por lo tanto en este paso es mejor no guardar los cambios realizados en la tabla de atributos.

<sup>10</sup> Si el nombre de la columna es idéntico, pero sus letras están en mayúsculas, QGIS interpretará correctamente el nombre, los campos que presenten esta característica no es necesario arreglarlos

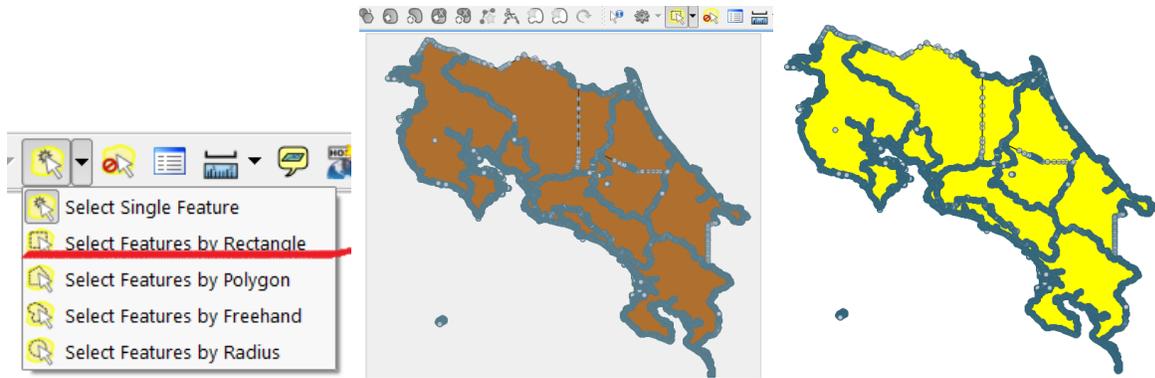
DAS_	HECTARES	idprovincia	viviendas_o	viviendas_d	viviendas_c	hectareas	nombre
128	977112.17	2	173142	173142	173142	977112.17	ALAJUELA
80	309256.192	3	100442	100442	100442	309256.192	CARTAGO
64483	65.5	5	64483	64483	64483	65.5	GUANACAS...
86907	0.903	4	86907	86907	86907	0.903	HEREDIA
83908	0.504	7	83908	83908	83908	0.504	LIMON
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NA
117859	414.964	6	117859	117859	117859	414.964	PUNTARENAS
308532	0.18	1	308532	308532	308532	0.18	SAN JOSE

Como último paso existe un registro en la capa de ejemplo que tiene valores inválidos, este registro no puede ingresarse a la base de datos por lo tanto debe eliminarse antes de copiar los datos. Para esto se debe seleccionar el dato pulsando el identificador de la fila al margen izquierdo de la tabla y luego se elimina con el control de **Eliminar seleccionado** en la tabla de atributos



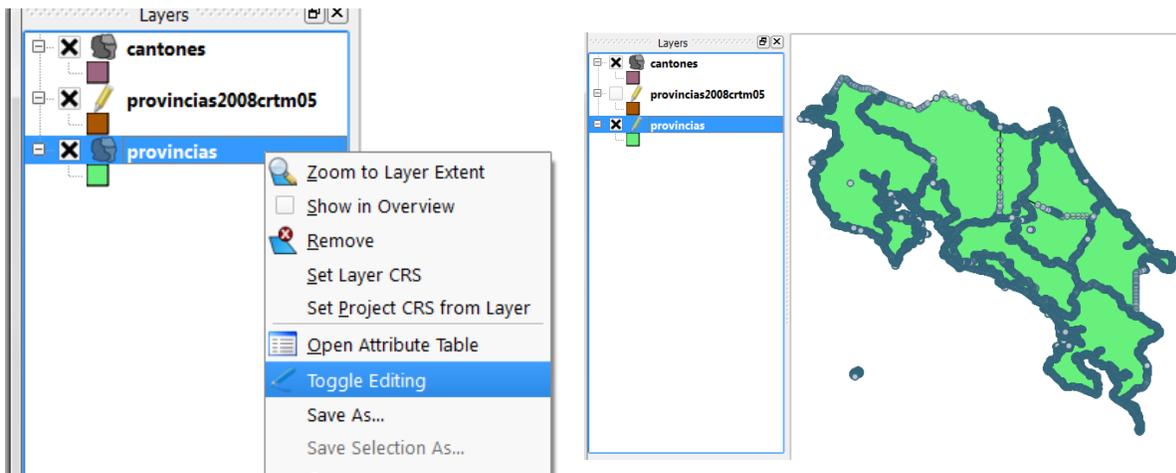
#### 3.2.2.2.4 Copiar datos de una capa a otra

Una vez que los datos están con el formato correcto se deben seleccionar todos los registros con el control de **Seleccionar Características por Rectángulo** disponible en el menú de **Herramientas de Selección**, asegurarse que la capa esté seleccionada y luego dibujar un rectángulo que envuelva todos los registros de la capa



Los registros seleccionados toman el color amarillo intenso y ya se pueden copiar al portapapeles por medio de la herramienta de **Copiar**.

Para pegar los registros en la capa nueva se debe seleccionar la capa, conmutar la edición de la capa y utilizar la herramienta de **Pegar del portapapeles**.



Al guardar los cambios y comparar los campos en la tabla de atributos en QGIS con la lista de registros en el pgAdmin III se puede ver que los datos han sido almacenados correctamente en la base de datos.

Attribute table - provincias :: 0 / 7 feature(s) selected

dprovincia	nombre	pob_2000_m	pob_2000_h	viviendas_o	viviendas_c	viviendas_d	hectareas
2	ALAJUELA	354724	361562	173142	173142	173142	977112
3	CARTAGO	216038	216357	100442	100442	100442	309256
5	GUANACAS...	130911	133327	64483	64483	64483	65.5
4	HEREDIA	178425	176307	86907	86907	86907	0.903
7	LIMON	163897	175398	83908	83908	83908	0.504
6	PUNTARENAS	235561	244109	117859	117859	117859	414.964
1	SAN JOSE	628009	595554	308532	308532	308532	0.18

Al realizar este proceso es necesario tener presente la jerarquía de tablas y las restricciones de llave foránea previamente configuradas, las tablas deben ingresarse a la base de datos en orden de jerarquía de manera que nunca se ingrese un registro en la base de datos que tenga una llave foránea a otro registro que aún no existe.

## 4 Consultas

Una vez ingresados varios datos en una base de datos se pueden realizar consultas con gran nivel de complejidad, obteniendo resultados que un SIG convencional no puede ofrecer.

### 4.1 Selección simple

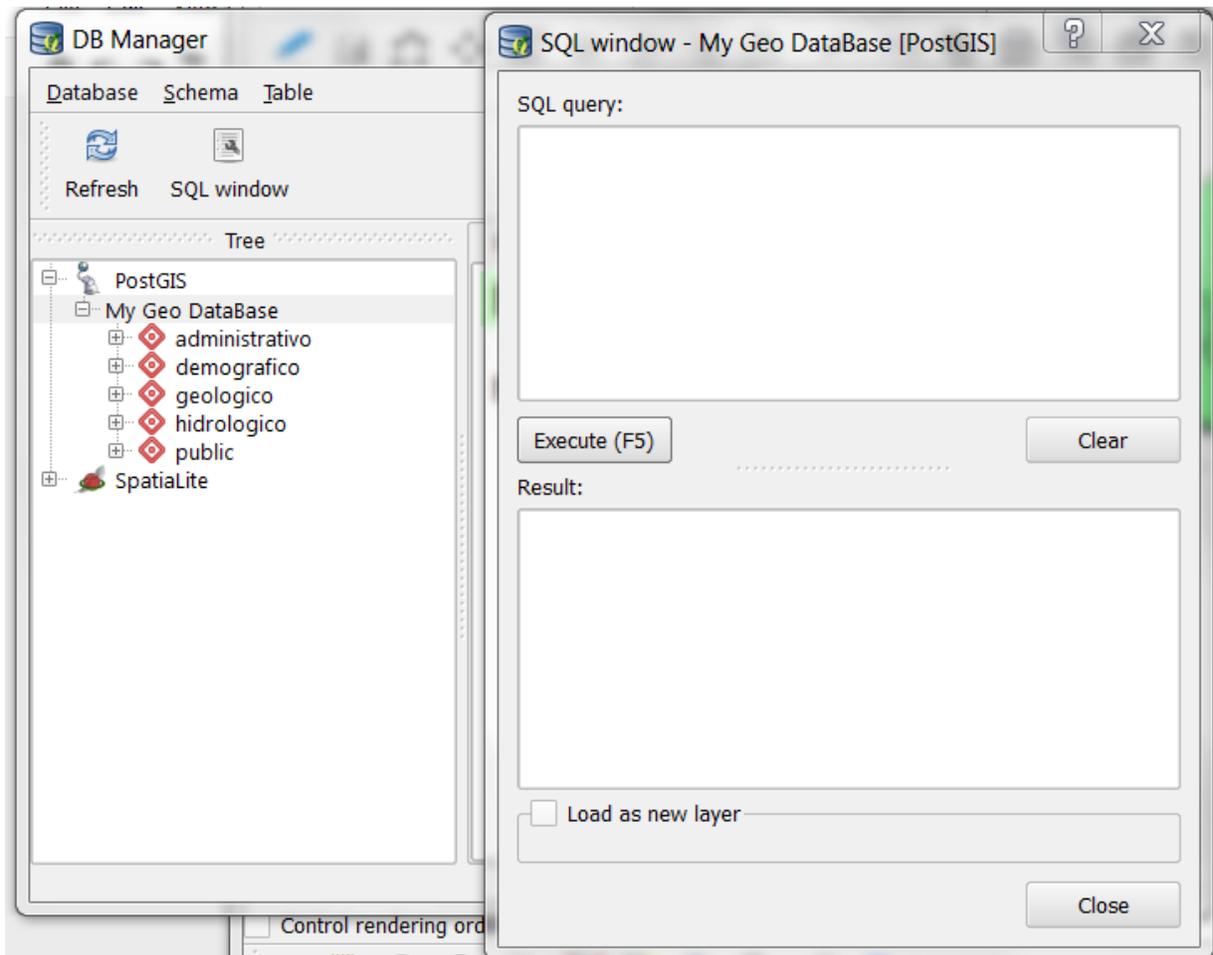
#### 4.1.1 Selección de columnas de una tabla

La más sencilla de las consultas es seleccionar de una misma capa todos los registros, pero filtrar las columnas a mostrar. Para esto es necesario entender algunos comando del lenguaje de consultas estructurado o SQL por sus siglas en inglés. El comando **select** permite al usuario seleccionar las columnas específicas que quiere mostrar identificándolas por nombre y separadas por coma. El comando **from** le indica al DBMS de cuál tabla quiere el usuario extraer los datos. Por ejemplo la siguiente consulta retornará como resultado todos los registros de la tabla cantones, con su nombre, su id, sus hectáreas y su geometría en el orden indicado.

```
SELECT nombre, idcanton, hectareas, geometria
FROM administrativo.cantones11
```

QGIS permite realizar este tipo de consultas y cargar los resultados como una nueva capa de datos. Si el usuario solicita el campo con la geometría QGIS podrá graficar los datos en el espacio de trabajo.

Para esto en el diálogo del DB Manager se debe seleccionar la conexión a la base de datos de interés y posteriormente utilizar la herramienta de SQL Window que traerá el diálogo de consultas SQL



En el espacio de texto etiquetado como “SQL query” se debe escribir la consulta de interés y con el botón de “Execute” se listan los resultados en el panel “Result”, si se selecciona la opción de “Load as new layer” se deben escoger los campos de llave primaria y geometría, nombrar la capa y utilizar la herramienta de “Load now” para cargar la nueva información en el espacio de trabajo como una nueva capa.

<sup>11</sup> Nótese que al solicitar información de la tabla es necesario identificar el esquema al que la tabla pertenece, por ejemplo la tabla cantones pertenece al esquema administrativo.

SQL window - My Geo DataBase [PostGIS]

SQL query:

```
SELECT nombre, idcanton, hectareas, geometria
FROM administrativo.cantones
```

Execute (F5) 81 rows, 0.1 seconds Clear

Result:

	nombre	idcanton	hectareas	geometria
1	SAN JOSE	101	4475.26	01060000000...
2	ESCAZU	102	3455.09	01060000000...
3	DESAMPARAD	103	11937.4	01060000000...
4	PURISCAL	104	55605.7	01060000000...

Load as new layer

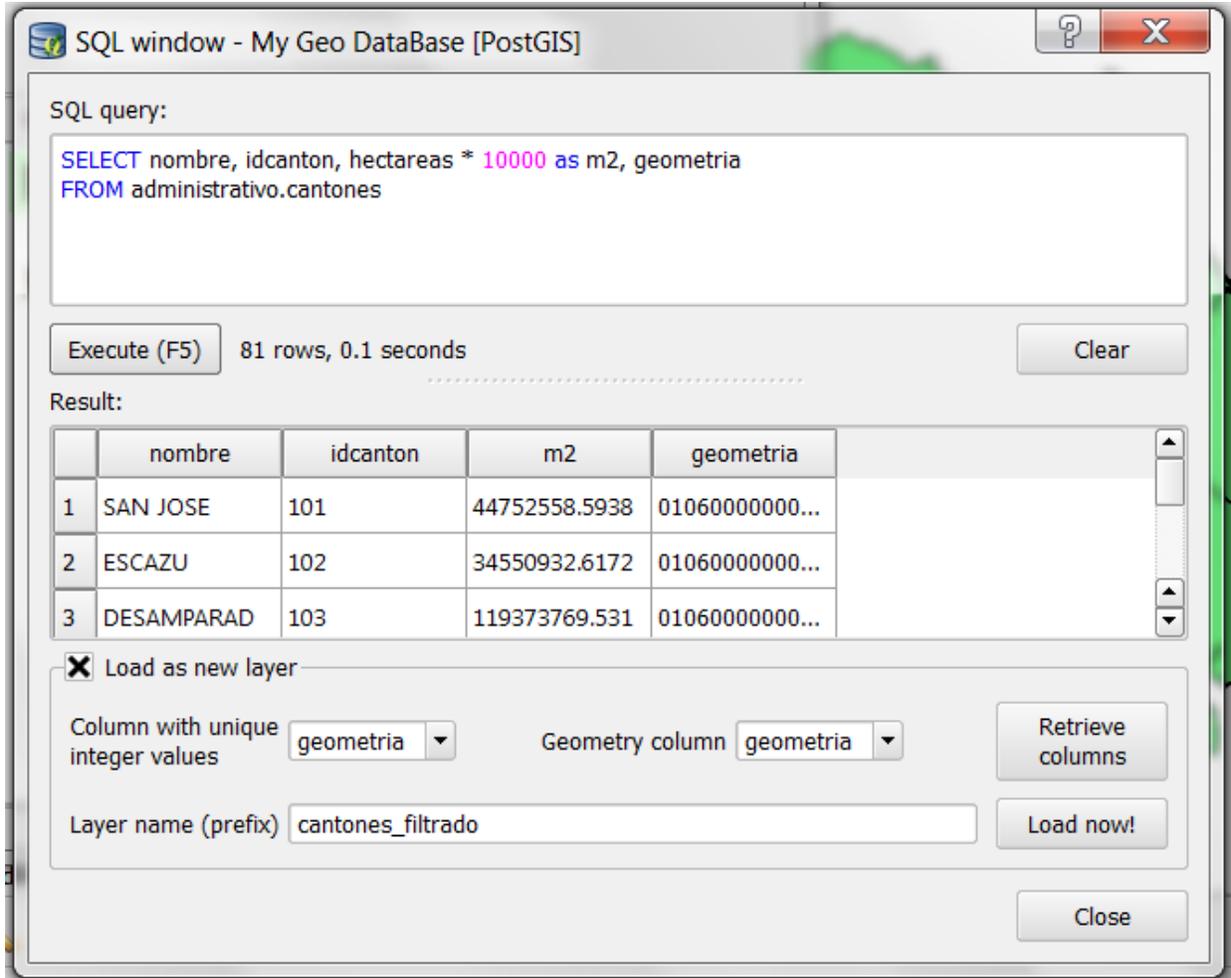
Column with unique integer values:  Geometry column:  Retrieve columns

Layer name (prefix):  Load now!

Close

SQL permite utilizar operadores aritméticos para modificar atributos al momento de crear la consulta, de manera que se pueden alterar los resultados a conveniencia, igualmente se puede utilizar el comando **as** para variar el nombre que tendrá una columna cuando sea extraída. Por ejemplo el siguiente comando cambiará las hectáreas por metros cuadrados

```
SELECT nombre, idcanton, hectareas * 10000 as m2, geometria
FROM administrativo.cantones
```



#### 4.2.2 Filtro por operadores lógico/aritméticos (una sola tabla)

SQL también permite filtrar los registros que se quieren recuperar de una tabla por medio de operadores lógicos y aritméticos y el comando **where**, por ejemplo para obtener todos los cantones cuya área sea menor a 10000 hectáreas se puede utilizar la siguiente consulta

```
SELECT *  
FROM administrativo.cantones  
WHERE hectareas < 10000
```

El asterisco (\*) en el comando **select** denota que se quieren recuperar todas las columnas de la tabla, la operación **where** `hectareas < 10000` le indica al DBMS que debe recuperar únicamente los registros cuyo valor de hectáreas sea menor a 10000.

SQL window - My Geo DataBase [PostGIS]

SQL query:

```
SELECT *
FROM administrativo.cantones
WHERE hectareas < 10000
```

Execute (F5) 21 rows, 0.0 seconds

Result:

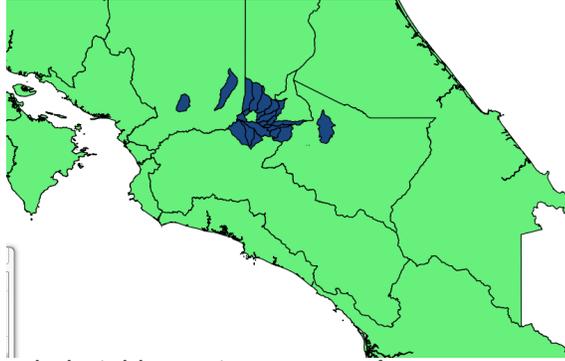
	idcanton	nombre	idprovincia	pob_2000_m	pob_2000_h	viviendas
1	101	SAN JOSE	1	160025	149647	78930
2	102	ESCAZU	1	26952	25420	13176
3	108	GOICOECHEA	1	60865	56667	29944
4	109	SANTA ANA	1	17610	16897	8591
5	110	ALAJUELITA	1	35969	34728	16303

Load as new layer

Column with unique integer values: geometria

Geometry column: geometria

Layer name (prefix): cantones\_filtrado



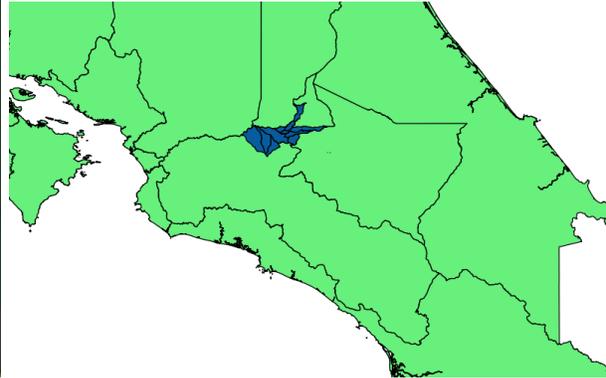
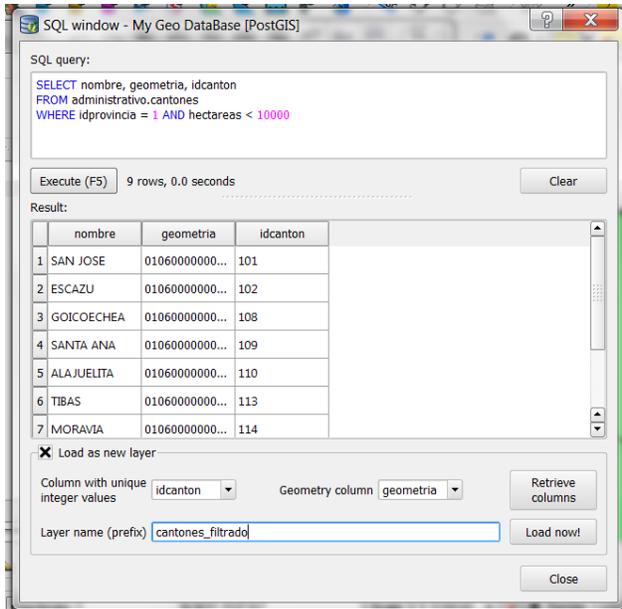
El resultado reportó únicamente 21 registros de la tabla cantones cuya área es menor a 10000 hectáreas.

Las operaciones de filtrado se pueden encadenar permitiendo consultas más complejas, por ejemplo si se quiere recuperar el nombre, id<sup>12</sup> y geometría de todos los cantones de la provincia de San José que tienen menos de 10000 hectáreas de área se puede utilizar la siguiente consulta:

```
SELECT nombre, idcanton, geometria
FROM administrativo.cantones
WHERE idprovincia = 1 AND hectareas < 10000
```

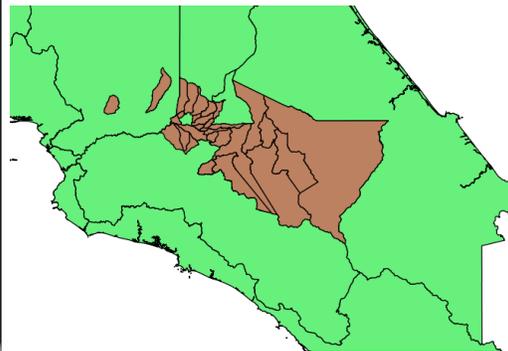
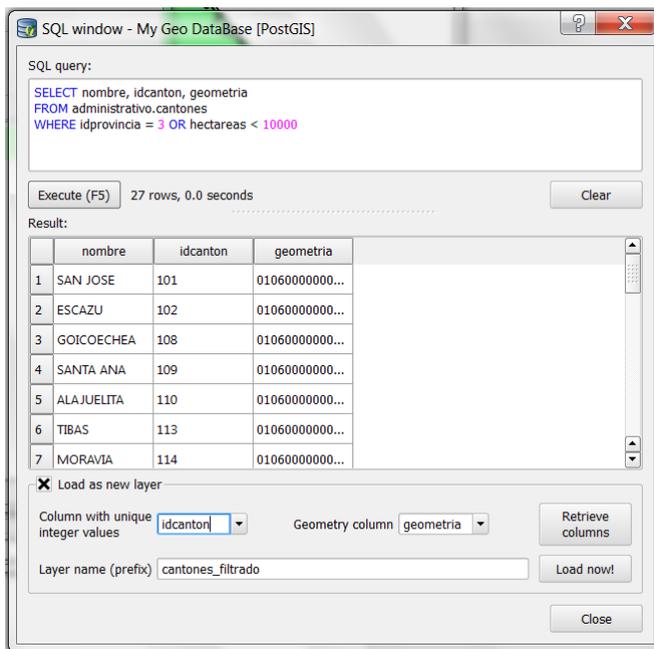
El comando **and** permite añadir otro criterio de filtrado a la búsqueda de manera que se recuperen todos los registros que cumplan el criterio de pertenecer a la provincia de san José con código 1 y además tengan menos de 10000 hectáreas.

<sup>12</sup> La herramienta de consultas SQL de QGIS requiere que se ingrese un campo único numérico para identificar los registros a la hora de graficarlos, por lo tanto es indispensable incluir el identificador de la tabla en todas las consultas de las que se quiera graficar el resultado.



Existen otros operadores lógicos que se pueden utilizar para filtrar registros, por ejemplo el operador **or** recuperará todos los resultados que cumplan un criterio o el otro. Por ejemplo la siguiente consulta recuperará todos los registros de la provincia de Cartago o todos los registros cuya área sea menor a 10000 hectáreas:

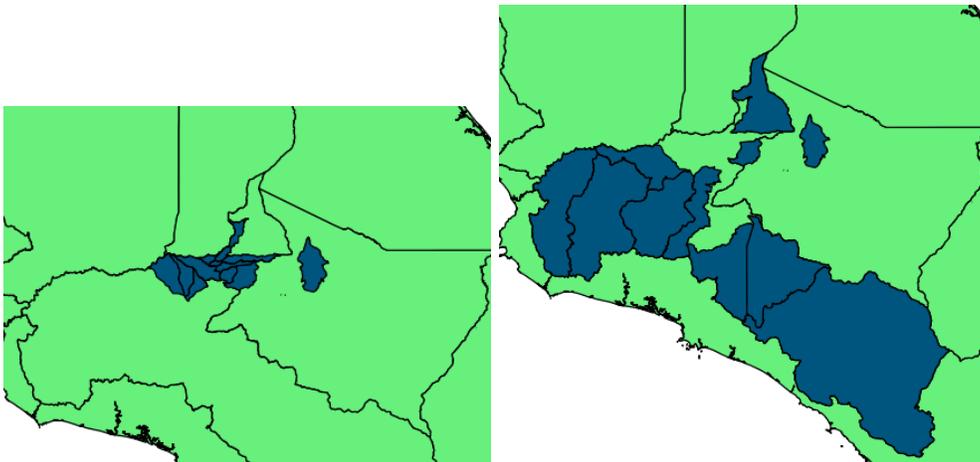
```
SELECT nombre, idcanton, geometria
FROM administrativo.cantones
WHERE idprovincia = 3 OR hectareas < 10000
```



El paréntesis denota unidad en una operación y ayuda al DBMS a entender mejor consultas que pueden resultar ambiguas.

```
SELECT nombre, idcanton, geometria
FROM administrativo.cantones
WHERE (idprovincia = 1 OR idprovincia = 3) AND hectareas < 10000
(Recupera 11 registros en el mapa de la izquierda)
```

```
SELECT nombre, idcanton, geometria
FROM administrativo.cantones
WHERE (idprovincia = 3 AND hectareas < 10000) OR
(idprovincia = 1 AND hectareas > 15000)
(Recupera 11 registros en el mapa de la derecha)
```



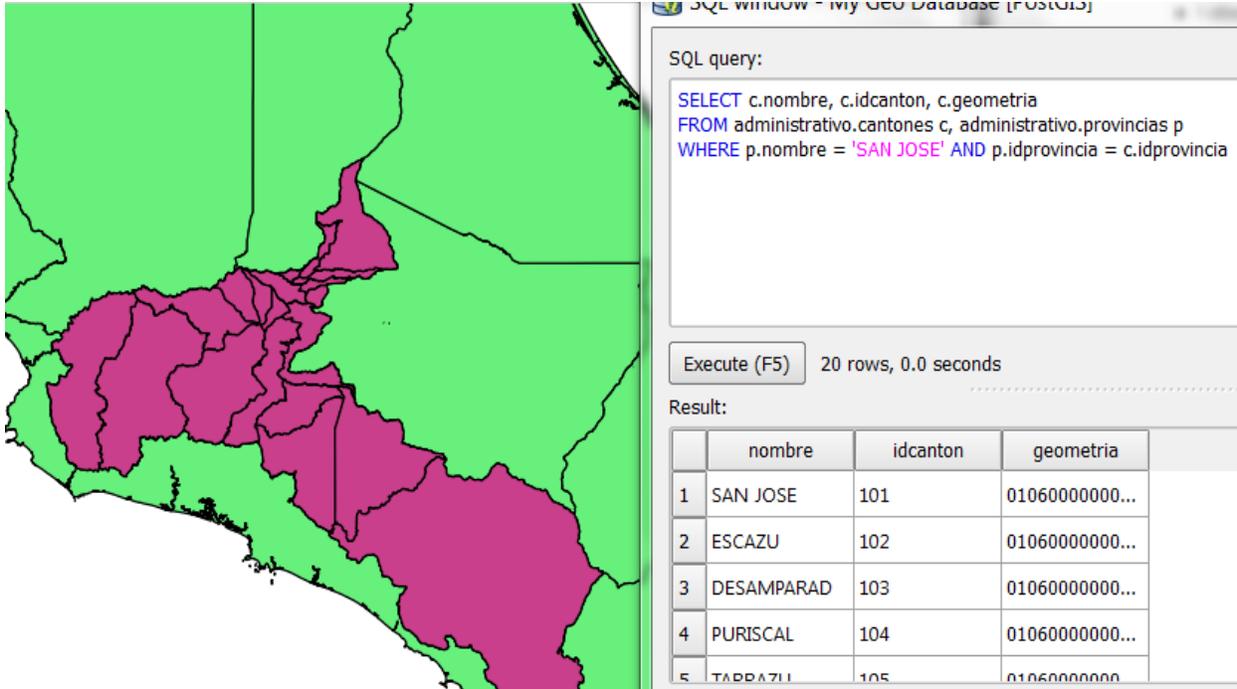
#### 4.1.3 Filtro por operadores de relación (múltiples tablas)

Las relaciones entre tablas pueden aprovecharse para obtener filtros más personalizados, por ejemplo otra forma de obtener todos los cantones de la provincia de San José puede ser la siguiente<sup>13</sup>:

```
SELECT c.nombre, c.idcanton, c.geometria
FROM administrativo.cantones c, administrativo.provincias p
WHERE p.nombre = 'SAN JOSE' AND p.idprovincia = c.idprovincia
```

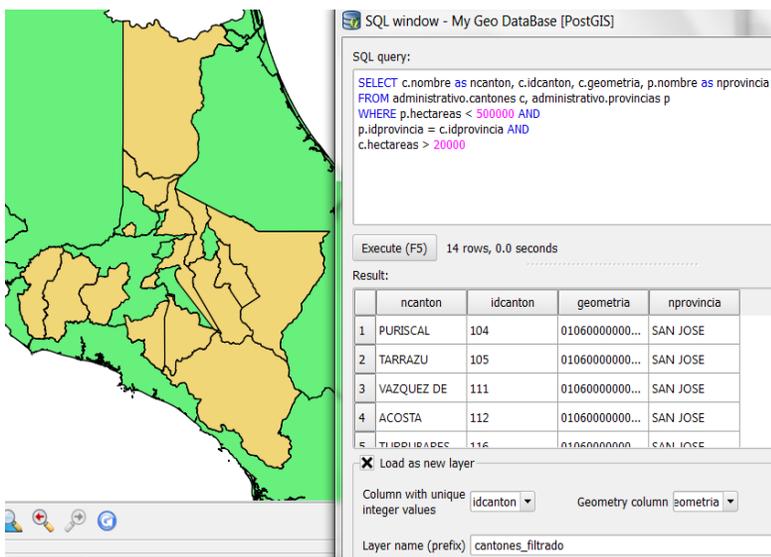
---

<sup>13</sup> En consultas con múltiples tablas es recomendable, para evitar ambigüedades, que a cada tabla se le asigne un alias, en este caso el alias de la tabla cantones es “c”, el alias de la tabla provincias es “p”. Esto permite identificar a qué tabla pertenece cada campo y previene problemas cuando dos tablas tienen campos con llamados igual, como el campo “nombre” de la tabla cantones y de la tabla provincias.



Se pueden obtener todos los cantones cuya área sea mayor a 20000 y que pertenezcan a una provincia cuya área sea menor a 500000 hectáreas e incluir entre las columnas el nombre de la provincia a la que pertenece cada cantón:

```
SELECT c.nombre, c.idcanton, c.geometria, p.nombre
FROM administrativo.cantones c, administrativo.provincias p
WHERE p.hectareas < 500000 AND
p.idprovincia = c.idprovincia AND
c.hectareas > 20000
```



Los filtros por relación permiten muchas consultas complejas utilizando únicamente la relación entre los datos y los valores en sus atributos, se pueden incorporar en una consulta tantas tablas como sean necesarias y tantas operaciones de comparación como se requieran. QGIS permite exportar los datos resultantes como capas en formato shapefile o guardar el proyecto de trabajo con las capas de consulta para utilizarlas posteriormente. Sin embargo estas operaciones no

permiten filtrar registros por su comportamiento espacial, para consultas de este tipo existe una completa caja de herramientas de PostGIS con operadores espaciales para realizar consultas de análisis complejas utilizando la geometría de la información.

## 4.2 Selección espacial

En los ejemplos anteriores el área de los registros estaba previamente calculada y almacenada como un campo numérico llamado hectáreas, sin embargo las herramientas de PostGIS permiten obtener información espacial de los registros almacenados como tablas y retornar sus resultados como capas graficables en QGIS.

### 4.2.1 Filtros por operadores espaciales

Existen tablas que, por diversas razones, no cuentan con una relación formal como las estudiadas hasta el momento, sin embargo eso no significa que esas capas no estén relacionadas, sus objetos espaciales pueden inducir relaciones que son poco evidentes al analizar los datos, por ejemplo la relación de cercanía es más ambigua que la relación de jerarquía y por lo tanto no es siempre viable o conveniente representarla por medio de una llave foránea.

Los operadores espaciales de PostGIS ayudan a recuperar datos de una base de datos espacial que estén vinculados por relaciones de este tipo, a continuación se describen algunos de los operadores disponibles en PostGIS para procesar relaciones espaciales<sup>14</sup>.

**ST\_Area(A):** Retorna el área de A en la unidad de medida del SRC de la capa, A debe ser una geometría de tipo polígono.

```
SELECT p.nombre, p.idprovincia, ST_Area(p.geometria)
FROM administrativo.provincias p
```

Resultado:

	nombre	idprovincia	st_area
1	ALAJUELA	2	9770869721.07
2	CARTAGO	3	3091857230.29
3	GUANACASTE	5	10173063944.3
4	HEREDIA	4	2661295641.25
5	LIMON	7	9159555573.49
6	PUNTARENAS	6	11203350184.1
7	SAN JOSE	1	4970188850.12

En el caso del SRC CRTM 05 la unidad de medida son metros lineales, por tanto el área se expresa en metros cuadrados.

---

<sup>14</sup> En el siguiente vínculo se encuentra la referencia completa de PostGIS <http://postgis.refrains.net/download/postgis-1.5.1.pdf>

**ST\_Length(A):** Calcula el largo de A en la unidad de medida del SRC de la capa, A debe ser una geometría de tipo Línea o Multilínea.

```
SELECT r.idrio, r.nombre, ST_Length(r.geometria)
FROM hidrologico.rios_50000 r
```

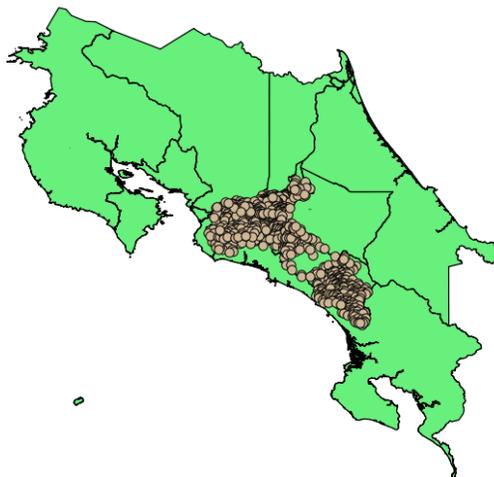
Resultado:

	idrio	nombre	st_length
1	2505	QUEBRADA NICUESTA	2840.13201018
2	2506	QUEBRADA RANCHO	1745.8305459
3	2507	QUEBRADA GAMBA	2875.40598726
4	2508	RIO SORPRESA	4069.44855103
5	2509	SIN NOMBRE	1098.16773241
6	2510	SIN NOMBRE	1751.73209822
7	2511	SIN NOMBRE	1139.21575838
8	2512	SIN NOMBRE	1004.03847229
9	2513	RIO LIMONCITO	1089.87215906
10	2514	SIN NOMBRE	1058.11165511

**ST\_Contains(A,B):** Retorna verdadero si y sólo si ningún punto de B está afuera del perímetro descrito por A y al menos un punto de B está dentro del perímetro descrito por A

```
SELECT p.nombre, p.categoria, p.idpoblado, p.geometria
FROM demografico.poblados p, administrativo.provincias pr
WHERE ST_Contains(pr.geometria, p.geometria) = TRUE AND
pr.nombre = 'SAN JOSE'
```

(Retorna 844 registros, los poblados de la provincia de San José)



**ST\_ContainsProperly(A,B):** Retorna verdadero si y sólo ningún punto de B está en el exterior o el borde de A.

```
SELECT c.nombre, c.geometria, c.idcanton
FROM administrativo.cantones c, administrativo.provincias p
WHERE ST_ContainsProperly(p.geometria, c.geometria) = TRUE AND
      p.nombre = 'SAN JOSE'
```

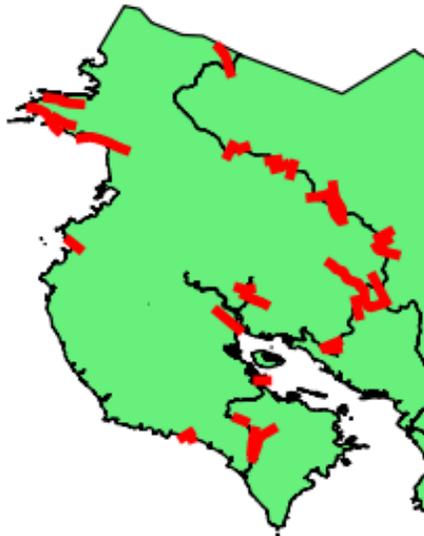
(Retorna 2 registros, los únicos cantones que están completamente contenidos por la provincia de San José)



**ST\_Crosses(A,B):** Retorna verdadero si y sólo si las geometrías dadas tienen algunos, pero no todos, los puntos en común

```
SELECT f.idfalla, f.geometria
FROM geologico.fallas f, administrativo.provincias p
WHERE p.nombre = 'GUANACASTE' AND
      ST_Crosses(p.geometria, f.geometria)
```

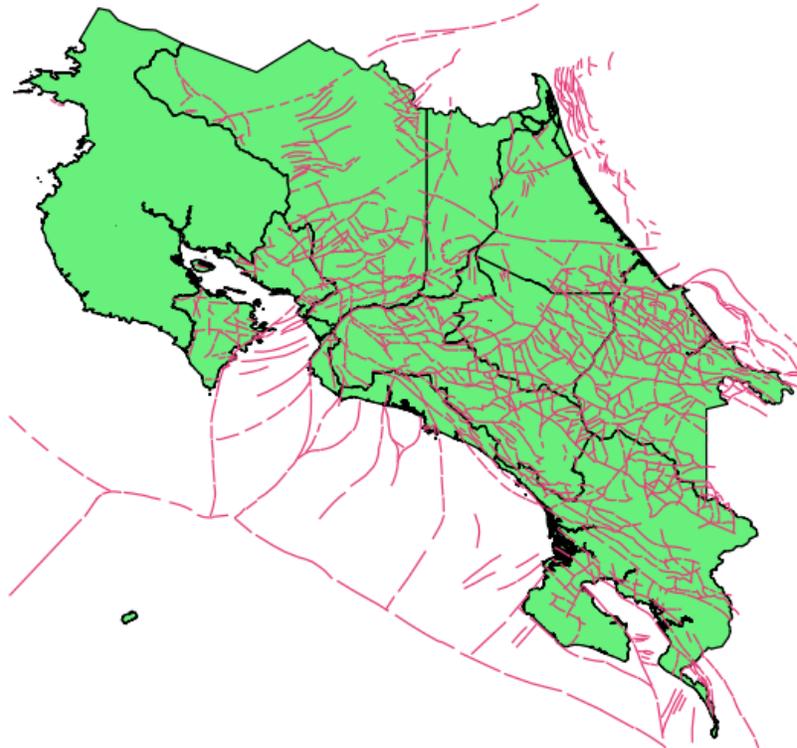
(Retorna 32 registros, las fallas geológicas que intersecan, pero no están completamente contenidas, con la provincia de Guanacaste)



**ST\_Disjoint(A,B):** Retorna verdadero si las geometrías no se intersecan en lo absoluto.

```
SELECT f.idfalla, f.geometria
FROM geologico.fallas f, administrativo.provincias p
WHERE p.nombre = 'GUANACASTE' AND
ST_Disjoint(p.geometria, f.geometria)
```

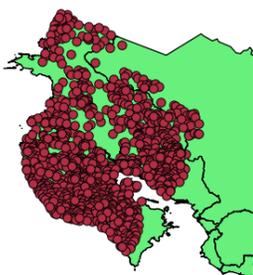
(Retorna 1767 registros, las fallas geológicas que no intersecan en lo absoluto con la provincia de Guanacaste)



**ST\_Distance(A,B):** Retorna la distancia lineal en dos dimensiones entre dos geometrías. La unidad en la que es medida la distancia depende del sistema de referencia, en el caso de CRTM05 serían metros lineales.

```
SELECT po.idpoblado, po.geometria
FROM demografico.poblados po, administrativo.provincias p
WHERE p.nombre = 'GUANACASTE' AND
ST_Distance(p.geometria, po.geometria) < 10000
```

(Retorna 1110 registros, los poblados que están a 10 kilómetros o menos de la provincia de Guanacaste)



## 4.3 Consultas avanzadas

SQL permite al usuario recuperar la información específica que necesita analizar organizada en la forma en que necesita analizarla. Además de las opciones para modificar las columnas recuperadas, QGIS permite ordenar los registros, agruparlos e incluso sumarizarlos.

### 4.3.1 Opciones de agrupación, ordenamiento y operadores de conteo

El comando **order by** le permite al usuario ordenar los registros de manera ascendente o descendente tomando como criterio una o varias columnas específicas. Por ejemplo el resultado de las siguientes columnas es igual excepto por el orden de los registros:

```
select p.idprovincia, p.nombre
from administrativo.provincias p
order by p.idprovincia asc
(tabla de resultados de la izquierda)
```

```
select p.idprovincia, p.nombre
from administrativo.provincias p
order by p.nombre asc
(tabla de resultados de la derecha)
```

Resultado:			Resultado:		
	idprovincia	nombre		idprovincia	nombre
1	1	SAN JOSE	1	2	ALAJUELA
2	2	ALAJUELA	2	3	CARTAGO
3	3	CARTAGO	3	5	GUANACASTE
4	4	HEREDIA	4	4	HEREDIA
5	5	GUANACASTE	5	7	LIMON
6	6	PUNTARENAS	6	6	PUNTARENAS
7	7	LIMON	7	1	SAN JOSE

El ordenamiento de los registros puede darse por varios criterios, el orden de los criterios le indicará al DBMS cual columna debe utilizar primero al ordenar los registros. Por ejemplo las siguientes consultas utilizan las mismas columnas para ordenar los registros, pero la prioridad es diferente.

```

select p.idprovincia, p.nombre, c.idcanton, c.nombre, c.viviendas_o
  from administrativo.provincias p, administrativo.cantones c
   where c.idprovincia = p.idprovincia
   order by p.idprovincia, c.viviendas_o asc

```

Resultado:					
	idprovincia	nombre	idcanton	nombre	viviendas_o
16	1	SAN JOSE	113	TIBAS	18469
17	1	SAN JOSE	119	PEREZ ZELE	28877
18	1	SAN JOSE	108	GOICOECHEA	29944
19	1	SAN JOSE	103	DESAMPARAD	47443
20	1	SAN JOSE	101	SAN JOSE	78930
21	2	ALAJUELA	204	SAN MATEO	1419
22	2	ALAJUELA	211	ALFARO RUI	2588
23	2	ALAJUELA	215	GUATUSO	3087
24	2	ALAJUELA	212	VALVERDE V	3926
25	2	ALAJUELA	214	LOS CHILES	4077
26	2	ALAJUELA	200	OROTINA	4118

```

select p.idprovincia, p.nombre, c.idcanton, c.nombre, c.viviendas_o
  from administrativo.provincias p, administrativo.cantones c
   where c.idprovincia = p.idprovincia
   order by c.viviendas_o, p.idprovincia asc

```

Resultado:

	idprovincia	nombre	idcanton	nombre	viviendas_o
1	1	SAN JOSE	116	TURRUBARES	1254
2	2	ALAJUELA	204	SAN MATEO	1419
3	5	GUANACASTE	511	HOJANCHA	1507
4	1	SAN JOSE	117	DOTA	1584
5	5	GUANACASTE	509	NANDAYURE	2485
6	2	ALAJUELA	211	ALFARO RUI	2588
7	3	CARTAGO	306	ALVARADO	2699
8	6	PUNTARENAS	611	GARABITO	2708
9	1	SAN JOSE	120	LEON CORTE	2779
10	6	PUNTARENAS	604	MONTES DE	2979
11	2	ALAJUELA	215	GUATUZO	3087

SQL cuenta con operaciones de sumarización que permiten observar comportamientos en los datos, por ejemplo se puede obtener un reporte de cuántos ríos de cada categoría existen en la capa de ríos 1:50000

```

select count(r.idrio)
  from hidrológico.ríos_50000 r

```

El operador **count** contabiliza todos los diferentes valores de la columna idrio de la capa de ríos, es decir contabiliza los ríos ingresados en la capa.

Resultado:

	count
1	31468

Los operadores de sumarización se pueden categorizar por medio del comando **group by**, por ejemplo la siguiente consulta recupera la cantidad de ríos de cada categoría

```

select r.categoria, count(r.idrio)
  from hidrologico.rios_50000 r
  group by r.categoria

```

	categoria	count
1	SIN NOMBRE	9
2	CANAL	2
3	NULL	24
4	QUEBRADA NIABRI	2
5	INTERMITENTE	5282
6	CANALES	2
7	LAGUNA	36
8	CANERIA	1
9	RIO TIQUIRES	1
10	PERMANENTE	26109

La siguiente consulta recupera la cantidad de cantones pertenecientes a cada provincia, nótese que todos los campos que deben listarse en la selección deben estar contemplados en el agrupamiento o en una operación de sumarización.

```

select p.idprovincia, p.nombre, count(c.idcanton)
  from administrativo.provincias p, administrativo.cantones c
  where p.idprovincia = c.idprovincia
  group by p.idprovincia, p.nombre

```

	idprovincia	nombre	count
1	5	GUANACASTE	81
2	6	PUNTARENAS	81
3	7	LIMON	81
4	3	CARTAGO	81
5	4	HEREDIA	81
6	2	ALAJUELA	81
7	1	SAN JOSE	81

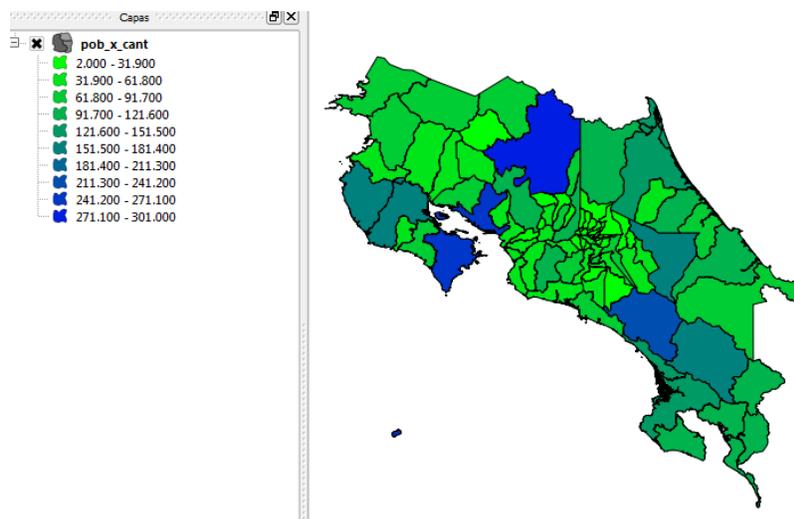
Las mismas operaciones pueden ejecutarse con consultas espaciales, por ejemplo la siguiente

consulta reporta la cantidad de poblados contenidos en cada cantón

```
select c.idcanton, c.nombre, c.geometria, count(po.idpoblado)
  from administrativo.cantones c, demografico.poblados po
  where ST_Contains(c.geometria, po.geometria)
  group by c.idcanton, c.nombre, c.geometria
```

Resultado:

	idcanton	nombre	geometria	count
1	101	SAN JOSE	0106000000010...	57
2	102	ESCAZU	0106000000010...	16
3	103	DESAMPARAD	0106000000010...	45
4	104	PURISCAL	0106000000010...	111
5	105	TARRAZU	0106000000010...	43
6	106	ASERRI	0106000000010...	45
7	107	MORA	0106000000010...	35
8	108	GOICOECHEA	0106000000010...	15
9	109	SANTA ANA	0106000000010...	22
10	110	ALAJUELA	0106000000010...	0



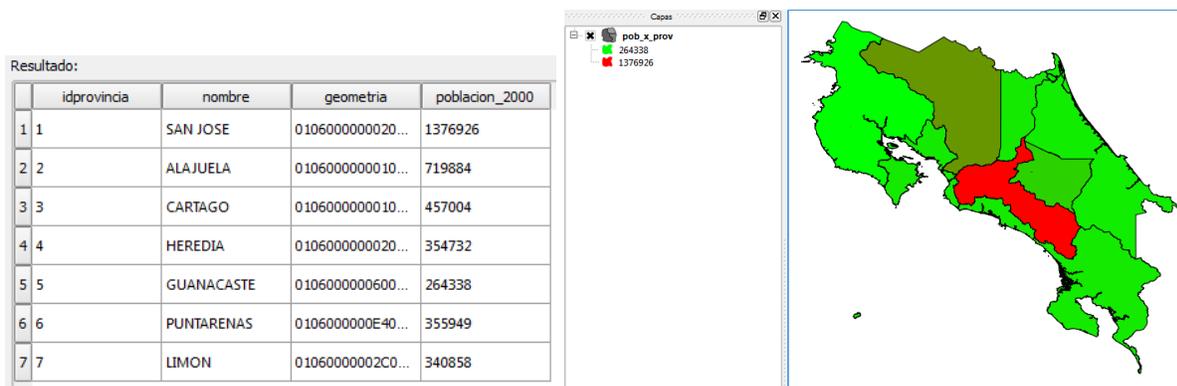
En el mapa se pueden apreciar en azul los cantones con más poblados (301) y en verde los que presentan menos (2).

Existen otras funciones de sumarización, por ejemplo la función **sum** retorna la suma de los valores numéricos de una columna y tiene las misma sintaxis que el operador **count**. La

siguiente consulta calcula la población total de cada provincia del país a partir de los datos de población del año 2000 de los distritos:

```
select p.idprovincia, p.nombre, p.geometria, sum(d.pob_2000_m) +
      sum(d.pob_2000_h) as poblacion_2000
from administrativo.provincias p, administrativo.cantones c,
      administrativo.distritos d
where p.idprovincia = c.idprovincia and c.idcanton = d.idcanton
      group by p.idprovincia, p.nombre, p.geometria
```

El operador **sum** suma todos los valores de los registros recuperados de la tabla distritos, los distritos son vinculados con las provincias a través de las relaciones provincia-cantón y cantón-distrito; el comando **group by** permite que la suma se ejecute una vez por cada provincia.



A continuación se presenta una lista corta de operadores de sumaría y su descripción:

**count(x):** cuenta todos los registros de la columna x

**count(distinct x):** cuenta todos los valores distintos de la columna x, si un valor aparece dos o más veces contabiliza únicamente una aparición del valor.

**sum(x):** suma todos los valores de la columna x

**max(x):** obtiene el máximo valor de la columna x

**min(x):** obtiene el mínimo valor de la columna x

**avg(x):** obtiene el promedio de la columna x

Los operadores de sumaría deben aparecer en la cláusula **select**, no pueden utilizarse en la cláusula **where** dado que los criterios de filtrado también son necesarios para definir cuáles columnas serán sumaría.

#### 4.3.2 Subconsultas

En casos especiales la sintaxis de una consulta puede resultar insuficiente para obtener la información deseada de la manera más ágil, por ejemplo se puede utilizar el operador max para obtener el área de la más grande de las provincias, pero no es posible en la misma consulta

obtener el nombre de la provincia más grande. Si se conociera de antemano el área más grande de las provincias podría pedirse en la cláusula **where** la provincia con ese valor de área, este problema no se puede resolver con una consulta sencilla.

```
select p.idprovincia, p.nombre, ST_Area(p.geometria) as area
      from administrativo.provincias p
where ST_Area(p.geometria) = (select max(ST_Area(p2.geometria))
      from administrativo.provincias p2)
```

El texto subrayado es una subconsulta que calcula el área<sup>15</sup> máxima de todas las provincias, la consulta externa solicita la provincia cuya área corresponde al valor devuelto por la subconsulta, es decir con el área más grande. El resultado:

Resultado:

	idprovincia	nombre	area
1	6	PUNTARENAS	11203350184.1

Nótese que en cada caso la tabla de provincias debe tomar un alias diferente para utilizar realizar los cálculos, en la consulta externa el alias de la capa es “p” en la consulta interna el alias de la capa es “p2”.

## Referencias

Ramsey, P. (2010). PostGIS 1.5.1 Manual. Victoria, British Columbia: Refrations Research. Disponible en <http://postgis.refrations.net/download/postgis-1.5.1.pdf>

---

<sup>15</sup> El operador espacial ST\_Area calcula el área en la unidad de medida del SRC de la capa, en el caso de CRTM 05 la unidad de medida es metros, por lo que el área está dada en metros cuadrados.