

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

# SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICACIONES PRÁCTICAS CON QGIS

Vladimir Hernández Hernández



# SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICACIONES PRÁCTICAS CON QGIS



Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

**Ricardo Duarte Jáquez**

*Rector*

**David Ramírez Perea**

*Secretario General*

**Manuel Loera de la Rosa**

*Secretario Académico*

**Érick Sánchez Flores**

*Director del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte*

**Ramón Chavira**

*Director General de Difusión Cultural y Divulgación Científica*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
APLICACIONES PRÁCTICAS CON QGIS

Vladimir Hernández Hernández

DR © Vladimir Hernández Hernández

© Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Avenida Plutarco Elías Calles 1210  
Foviste Chamizal, CP 32310  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México  
Tels. +52 (656) 688 2100 al 09

ISBN: 978-607-520-299-0

La edición, diseño y producción editorial de este documento estuvo a cargo de la Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica

Coordinación editorial:  
Mayola Renova González  
Cuidado editorial:  
Subdirección de Publicaciones  
Diagramación:  
Marco A. López Hernández

Primera edición, 2018

[elibros.uacj.mx](http://elibros.uacj.mx)



# CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>CAPÍTULO 1</b> INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	15
<b>CAPÍTULO 2</b> INSTALACIÓN E INTERFAZ GRÁFICA DE QGIS	21
<b>CAPÍTULO 3</b> QGIS BROWSER E IDENTIFICACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE UNA CAPA DE GEODATOS	27
<b>CAPÍTULO 4</b> PREPARACIÓN DE DATOS PARA QGIS	35
<b>CAPÍTULO 5</b> INTRODUCCIÓN AL DISEÑO CARTOGRÁFICO	51
<b>CAPÍTULO 6</b> REPRESENTACIÓN DE ATRIBUTOS A NIVEL MUNICIPAL	61
<b>CAPÍTULO 7</b> GENERACIÓN DE UN ARCHIVO SHAPEFILE A NIVEL DE AGEB URBANA	71
<b>CAPÍTULO 8</b> CONSULTAS ESPACIALES Y ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	79

<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>GEOPROCESOS: ÁREA DE INFLUENCIA E INTERSECCIÓN ESPACIAL</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	
<b>GEOPROCESOS: ÁREA DE INFLUENCIA Y CORTE</b>	<b>97</b>
<b>CAPÍTULO 11</b>	
<b>GEOPROCESOS: ÁREA DE INFLUENCIA, CORTE Y DIFERENCIA</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO 12</b>	
<b>GENERACIÓN DE POLÍGONOS DE VORONOI</b>	<b>109</b>
<b>CAPÍTULO 13</b>	
<b>GENERACIÓN DE UN MAPA BASE O DE REFERENCIA</b>	<b>117</b>
<b>CAPÍTULO 14</b>	
<b>MODELO RÁSTER, CÁLCULO DE UN SOMBREADO</b>	<b>125</b>
<b>CAPÍTULO 15</b>	
<b>INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE IDONEIDAD O APTITUD CON UN MODELO VECTORIAL</b>	<b>131</b>
<b>CAPÍTULO 16</b>	
<b>EVALUACIÓN DE LA APTITUD TERRITORIAL. ANÁLISIS MULTICRITERIO</b>	<b>135</b>
<b>CAPÍTULO 17</b>	
<b>ANÁLISIS MULTICRITERIO, MÉTODO PROCESO JERÁRQUICO ANALÍTICO (AHP)</b>	<b>153</b>



## Introducción

**E**n la actualidad el manejo de la información geográfica tiene un papel muy importante en la sociedad. El avance de las tecnologías para la adquisición y manejo de los datos geográficos también denominados espaciales colocó al alcance de muchas personas nuevas herramientas y abrió un número cada vez creciente de posibilidades de aplicación en varios campos de desarrollo profesional. La denominada sociedad de la información tiene ventajas tangibles, pero en la misma medida retos inherentes por su naturaleza, el manejo y la representación de datos que cumplan con los criterios de calidad y con el propósito adecuado. La utilidad de los sistemas de información geográfica (SIG) como soporte y herramienta para la construcción de políticas públicas, privadas y en general para la toma de decisiones estratégicas ha quedado más que comprobada (Moreno, Buzai y Fuenzalida, 2012).

A pesar de las ventajas tangibles del uso de los SIG, en la actualidad las oportunidades que se derivan de la puesta en marcha de un sistema de información geográfica

no están agotadas; al contrario, el potencial de esta herramienta en muchos de los casos no es utilizada. Se pueden mencionar tres grandes retos que tanto las empresas, organizaciones públicas y las instituciones educativas enfrentan: en primer lugar, los costes elevados que conlleva la adquisición del *software*, *hardware* y complementos requeridos; en segundo lugar, la restringida capacitación técnica directamente relacionada con el potencial de los SIG; finalmente, la falta de recursos didácticos que mediante ejercicios prácticos favorezcan la adquisición de habilidades fundamentales.

Esta obra no pretende resolver los grandes retos, previamente mencionados, lo que se intenta es la instrucción práctica de una manera muy accesible mediante una intercalación didáctica de los conceptos, metodologías y técnicas ampliamente utilizadas de la ciencia espacial. Este libro pretende ser el complemento directo de otras obras teórico-metodológicas y apuntalar la formación de nuevos recursos humanos. Este trabajo está enfocado en un público muy amplio que tendrá su primer contacto con datos espaciales y que carecen de nociones básicas en temas transversales como son geografía, cartografía, estadística, entre otras. Pero también se pensó en un público que es eficiente con el uso de computadoras y que tienen la inquietud por incorporar los SIG en su desarrollo profesional. En ese contexto, el objetivo de este libro es favorecer procesos de autogestión y autoaprendizaje para la adquisición de habilidades en la recopilación, generación, análisis y representación de datos geográficos a través de una serie de ejercicios concatenados. En este sentido es procedente recalcar que el eje didáctico organizador del libro se sustenta en un enfoque de resolución de problemas. Mediante la adquisición de este enfoque es una aspiración que esta obra logre en el lector la motivación que le permita descubrir el potencial y ventajas del manejo de la información geográfica.

Esto hace que esta obra sea oportuna dada la necesidad de recurrir a herramientas geotecnológicas que permitan el manejo de información de manera eficiente, rápida y útil, como son los sistemas de información geográfica. Para cumplir con las intenciones esperadas, el libro tiene la siguiente estructura. Se divide en cuatro secciones: la primera con dos capítulos, en el primero de ellos se realiza una muy breve introducción a los sistemas de información geográfica, este se construyó mediante la consulta de la obra de Victor Olaya (2014), *Sistemas de información geográfica*, el cual puede consultarse para obtener mayor conocimiento. El segundo capítulo se refiere al proceso de instalación de software. La segunda se compone de siete capítulos, se espera que el lector alcance los niveles de dominio cognitivo de conocimiento, comprensión y aplicación, mediante la generación manejo y representación de capas digitales de información geográfica. En la tercera parte que incluye cinco capítulos, se espera, además de reforzar los horizontes previamente mencionados, se consoliden los niveles de análisis, síntesis y evaluación, aquí se incluye los denominados geoprosesos para la toma de decisiones. La cuarta parte se avoca al manejo de modelos de datos tipo ráster concluyendo con dos capítulos de evaluación multicriterio. Los capítulos tienen una secuencia acumulativa; por ejemplo, un ejercicio se retroalimenta en sus procedimientos de ejercicios previos e incorpora nuevos procesos que serán utilizados en prácticas posteriores. Pero también, cada capítulo puede consultarse de manera independiente, lo cual da cierta flexibilidad a esta propuesta.

Es importante mencionar que esta obra continúa una extendida tradición de libros con el objetivo de favorecer el aprendizaje y manejo de los SIG; sin pretender hacer un compendio

significativo de obras similares se pueden mencionar los trabajos de Clemmer, *The GIS 20 essential skills* (2010); los trabajos de Gorr, Kurland, Allen y Coffey, *GIS tutorial: for ArcGIS 10* (2011); la obra de McElvaney, *Geodesign: Case Studies in Regional and Urban Planning* (2012); el trabajo de Tomlinson, “Pensando en el SIG: planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes” (2007). Entre otras obras particulares de diseño cartográfico están los trabajos de Brewer, *Designing Better Maps. A Guide for GIS User* (2005), *Designed Maps: A Sourcebook for GIS User* (2008). Otro material bibliográfico en castellano son los libros de Ordoñez y Martínez-Alegría, *Sistemas de información geográfica: aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales* (2003); Lantada y Núñez, *Sistemas de información geográfica: prácticas con ArcView* (2004); Moreno, *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de aprendizaje con ArcGIS* (2006). Los trabajos mencionados coinciden en el foco de la enseñanza del programa ArcGIS de la compañía ESRI, ampliamente utilizado. Finalmente, el trabajo coordinado por Moreno, Buzai y Fuenzalida, *Sistemas de información geográfica: aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales* (2012), este en lo particular no se avoca exclusivamente a la enseñanza del programa ArcGIS, sino que combina mediante el enfoque de resolución de problemas el uso de *software* comercial y *software* libre y gratuito.

Con la publicación de este libro se pretende poner al alcance de la mayor cantidad de usuarios recursos y herramientas valiosas que se pueden realizar con un *software* libre y gratuito. Y de esta manera reducir los costes que representa la adquisición de programas comerciales. Los destinatarios potenciales van desde estudiantes de pregrado hasta los profesionales que requieren una guía de aprendizaje en SIG. Dado el desarrollo de los capítulos, esta obra es complemento para cursos regulares y para el aprendizaje autodidacta. También se buscó aportar un producto asequible para usuarios principiantes y para aquellos que buscan una opción complementaria al *software* comercial.

El autor de la obra desea que la modesta aportación aquí plasmada contribuya, en el futuro cercano, no solo a ampliar el conocimiento sobre el uso de los SIG, sino también, incluir la dimensión espacial en el análisis de diversos hechos y fenómenos. Es importante agradecer a las autoridades de la UACJ, en especial, al comité editorial de IADA por todas las gestiones realizadas. También se deja constancia a los dictaminadores de esta obra con la certeza que cada uno de sus comentarios y sugerencias se incorporaron. Por último, el autor deja patente y asume la responsabilidad de los errores y omisiones que los(as) lectores(as) detecten.

## Referencias bibliográficas

- Allen, D. W. (2011). *GIS Tutorial 2: Spatial Analysis Workbook*. Redlands, California: ESRI Press.
- Allen, D. W., Coffey, J. M. (2011). *GIS Tutorial 3: Advanced Workbook*. Redlands, California: ESRI Press.
- Brewer, C. A. (2005). *Designing Better Maps: A Guide for GIS User*. Redlands, California: ESRI Press.
- Brewer, C. A. (2008). *Designed Maps: A Sourcebook for GIS User*. Redlands, California: ESRI Press.
- Clemmer, G. (2010). *The GIS 20: Essential Skills*. Redlands, California: ESRI Press.

- Gorr, W. L., Kurlan, K. S. (2011). *GIS Tutorial 1: Basic Workbook*. Redlands, California: ESRI Press.
- Lantada, Z. N., Núñez, A. M. A. (2004). *Sistemas de información geográfica: prácticas con ArcView*. Ciudad de México: Alfaomega.
- McElvaney, S. (2012). *Geodesign: Case Studies in Regional and Urban Planning*. Redlands, California: ESRI Press.
- Moreno, J. A. (2006). *Sistemas y análisis de la información geográfica: Manual de aprendizaje con ArcGIS*. Madrid: Alfaomega.
- Moreno, J. A., Buzai, G. D., Fuenzalida, D. M. (2012). *Sistemas de información geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*. Madrid: Ra-Ma.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*, disponible en <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>
- Ordoñez C., Martínez-Alegría, R. (2003). *Sistemas de información geográfica. Aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Tomlinson, R. (2007). *Pensando en el SIG. Planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes*. Redlands, California: ESRI Press.





# Capítulo 1

## Introducción a los sistemas de información geográfica

El desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) es coincidente con la revolución de las tecnologías de la información, término acuñado por Manuel Castells para referirse a un “acontecimiento tan importante como fue la revolución industrial” (Castells, 2006: 57). Algunas de las principales características de esta revolución, según Castells, son la tecnología entendida como: “el uso de conocimiento científico para especificar modos de hacer cosas de manera reproducible” (Castells, 2006: 56); la aplicación del conocimiento e información a aparatos de generación de conocimiento y procesamiento de la información/comunicación, en un círculo de retroalimentación acumulativa entre la innovación y sus usos (Castells, 2006: 58). Y como menciona Olaya (2014): “en esta sociedad donde dos pilares son la tecnología y la información los SIG son sin lugar a duda la tecnología estandarte para la información con una componente geográfica”. En este sentido, Moreno (2006: 4) considera que: “los SIG se han posicionado como la tecnología básica, imprescindible y poderosa para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y presentar datos espacialmente referenciados”.

## 1.1 Qué es un SIG y para qué sirve

No es una tarea sencilla definir qué es un SIG, ya que algunas enunciaciones se refieren a los productos, otras a los procesos o a los componentes con los que trabaja, a continuación, se hace un breve compendio de algunas definiciones.

Tabla 1. Definiciones de SIG

Autor	Definición
Cebrián (1986)	Base de datos computarizada que contiene información espacial.
NCGIA (1990)	Un sistema de hardware, software y procesamientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de los datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión.
Tomlin (1990)	Definición amplia: Un SIG permite analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre. Definición concreta: Un conjunto de hardware y software diseñados específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos.
Star (1990)	Un sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas.
Aronnof (1991)	Un sistema basado en la computadora que proporciona cuatro conjuntos de capacidades para el manejo de datos georreferenciados: entrada de datos, gestión de los datos, manipulación y análisis y salida de los datos.
Ordoñez y Martínez-Alegría (2003)	Un conjunto de herramientas diseñado para la adquisición, almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales.
Moreno (2006)	Un sistema que conjuga cuatro componentes: una serie de dispositivos (máquinas electrónicas), unos programas, un conjunto de datos geográficos y unos expertos en los tres componentes previos.
Olaya (2014)	Un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados.

Fuente: Elaboración propia con base en Ordoñez y Martínez-Alegría (2003), Moreno (2006), Olaya (2014).

La utilidad de las capacidades de un SIG se ha sintetizado en seis categorías. Moreno las presenta a manera de preguntas, a continuación se citan (2006: 5):

1. ¿Qué hay en un territorio o qué rasgo posee el mismo? Por ejemplo, cuánta población, qué tipo de pendiente, cuántas escuelas, qué tipo de climas.
2. ¿Dónde hay un hecho concreto, u ocurre tal o cual fenómeno? Ejemplos del primer caso: un parque, un museo de arte contemporáneo. En el segundo: dónde hay más delincuencia, dónde hay más ventas, dónde hay pendientes bajas.
3. ¿Qué distribución espacial tiene tal fenómeno? Por ejemplo, la contaminación por ozono, los casos de algunas enfermedades, los riesgos de inundación.
4. ¿Qué tendencias o cambios temporales han ocurrido en el territorio? Cómo ha cambiado el espacio urbano entre dos fechas, cómo ha evolucionado una cuenca hidrográfica, cómo se han transformado los espacios públicos.



5. ¿Qué ruta seguir para un desplazamiento? Por ejemplo, cuál es la ruta más corta entre dos puntos, cuál ruta es más eficiente para entregar paquetería, cuál es la ruta turística más favorable.
6. ¿Qué pasaría en el territorio si pasara tal condición? Cómo se modificaría el tránsito si se incorporaran más semáforos, qué pasaría con la cobertura del suelo si se construyen más casas. Se trata de la lógica de simulación y modelización.

## 1.2 Componentes de un SIG

Los SIG son un sistema complejo y para fines prácticos se identifican tres subsistemas y cinco elementos. De los subsistemas se identifica en primer lugar el “subsistema de datos”, que se encarga de la gestión de los datos; a continuación, “el subsistema de visualización y creación cartográfica”, el cual crea representaciones a partir de los datos; finalmente, el “subsistema de análisis”, que se encarga de los métodos y procesos aplicados a los datos. Otra forma de conocer los componentes de un SIG es a través de sus elementos básicos: datos, métodos, software, hardware y personas. Según Olaya (2014), de los elementos mencionados, el hardware no es un elemento especialmente particular, pues las aplicaciones SIG disponibles se ejecutan en la mayoría de las computadoras de escritorio y personales y en algunos casos en plataformas móviles. En mayor o menor medida se concibe a las personas tanto de forma individual y en conjunto como el elemento de mayor importancia, tanto que se habla del “subsistema de gestión” (Olaya, 2014: 16).<sup>1</sup>

## 1.3 SIG como modelos de la realidad

Una de las grandes diferencias entre un SIG y otras aplicaciones de informática es la capacidad para desarrollar modelos de la realidad del territorio. Como en todo modelo la selección de información es parcial y depende del campo de aplicación. Otra de las características de un SIG como modelo del territorio es su capacidad de análisis en el sentido amplio, es decir, descomponiendo en partes el complejo entramado de las cosas y seres en el territorio. Los datos de esta manera concebido se almacenan en forma de capas, son una “disección lógica y consistente de la realidad” (Moreno, 2006: 7). El paso de la realidad a valores numéricos es un recorrido por tres niveles o modelos: 1) geográfico, 2) representación y 3) almacenamiento (Olaya, 2014).

El modelo geográfico es conceptual relativo a interpretar la realidad, conceptualiza el espacio estudiado, los hechos y fenómenos geográficos y su variación a través del espacio; es una imagen mental que todavía no incorpora una representación ni almacenamiento. Entre los modelos geográficos destacan dos: campos y unidades discretas. En cuanto a los campos por definición, estos son continuos ya que todos los puntos tienen un valor asociado, aquí se identifican campos escalares, los cuales, solo utilizan un único valor para describirse y campos vectoriales de naturaleza multidimensional. De manera general los campos se asocian con las coberturas, término de mayor uso en un SIG. A diferencia de un campo una unidad discreta no asocia a cada punto un valor, la unidad se concibe vacía sobre la que se sitúan

.....  
1 Para profundizar puede consultar el libro *Sistemas de Información Geográfica* de Víctor Olaya disponible en <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>

distintos elementos (atributos). Un punto puede o no pertenecer a una unidad, es decir, es de naturaleza discreta.

En un SIG los modelos de datos (Moreno, 2006) o modelos de representación (Olaya, 2004) son la parte operativa de la segregación o disección de la realidad territorial. Dos son los modelos más utilizados: el *modelo vectorial*, que utiliza figuras geométricas para representar las entidades o elementos del mundo real. Es la lógica más utilizada para la generación de los mapas, donde una ciudad a veces es representada por un punto, otras por un polígono de forma irregular, o donde las vías de comunicación como carreteras son representadas con una línea. El *modelo ráster* se caracteriza por definir una unidad espacial estándar, el pixel –también conocido como celda– que a grandes rasgos es un cuadrado de tamaño variable (también existen otras representaciones no regulares). En otras palabras, es como si la realidad fuera dividida en una cuadrícula y cada cuadro tomara un valor. Algunas de las cualidades de una celda son la no existencia de relación implícita entre las celdas, pues son contiguas entre sí, cubren todo el espacio y no se solapan.

Olaya (2014) menciona las diferencias entre ambos modelos de representación:

- » Planteamiento. El modelo vectorial da prioridad a la localización (dónde); mientras que el modelo ráster hace énfasis en la característica de análisis (qué y cómo).
- » Precisión. El modelo vectorial en cuanto a la representación de la forma es ilimitado. El modelo ráster tiene su precisión limitada por el tamaño de la celda, y existe una impresión en las formas (ángulos rectos).
- » Complejidad. La irregularidad espacial de las capas vectorial hace mucho más complejo el análisis de los datos; en contraste, la regularidad y sistematicidad del modelo ráster facilita el análisis.

Finalmente, los modelos de almacenamiento plantean cómo convertir el modelo de representación en valores numéricos más eficientes para guardarlos en una computadora o en unidades de almacenamiento externo atendiendo dos requerimientos básicos: minimizar el espacio ocupado por los datos, maximizar la eficiencia del cálculo (Olaya, 2014).

#### 1.4 Sistema de coordenadas y proyecciones cartográficas

Una cualidad de la información analizada en un SIG es que tiene una localización en el espacio, también conocida como información georreferenciada. Para ello se ha establecido un sistema de coordenadas que facilite su localización. Olaya (2014: 39) ilustra mediante un sencillo ejemplo el valor y significado de un sistema de medición, para ello menciona que para medir un dato de temperatura se requiere de un sistema de medición conocido (escala Celsius o Fahrenheit) y si a ese dato de temperatura se le quiere asociar algún tipo de información espacial –por ejemplo, el punto exacto donde fue extraído– también se debe establecer algún tipo de sistema que dé sentido a la medición que se realiza del punto exacto. Ese sistema expresado en coordenadas geográficas permite conocer con exactitud dónde está el punto al que se hace referencia.

El sistema de coordenadas geográficas –sistema esférico– localiza el punto mediante dos valores angulares: la latitud y la longitud. La latitud es el ángulo entre la línea que une el

centro de la esfera con un punto de su superficie y el plano ecuatorial. Las líneas formadas por puntos de la misma latitud se llama paralelos y forman círculos concéntricos paralelos al ecuador. La longitud es el ángulo formado por dos planos que contienen a la línea de los polos. El primero es un plano arbitrario que se toma como referencia, por lo regular se toma como referencia al meridiano que pasa por el observatorio de Greenwich, en el Reino Unido. El segundo es el plano que contiene al punto de cuestión. Las líneas formadas por puntos de igual longitud se denominan meridianos y convergen en los polos (Olaya, 2014: 46).

Realizar cálculos con coordenadas geográficas implica una serie de retos que se simplifican mediante la transformación de estas en un sistema plano, por lo anterior, el proceso de asignar una coordenada plana a cada punto de la superficie de la Tierra se conoce como proyección cartográfica. Las proyecciones se clasifican según la superficie sobre las que se proyectan los puntos. Las superficies más comunes son el cono y el cilindro distinguiendo los siguientes tipos de proyecciones: cónicas, cilíndricas y planas o azimutales (Olaya, 2014: 47-52).

Una de las proyecciones más extendidas en todos los ámbitos es la universal transversa de Mercator (UTM). Esta más que una proyección, es un sistema completo para cartografiar casi la totalidad de la tierra, pues se divide en una malla rectangular, que en la actualidad emplea el elipsoide WGS84,<sup>2</sup> la cuadrícula UTM tiene en total 60 husos (6 grados de longitud cada uno) numerados del 1 al 60. El huso número 1 se localiza entre los 180° y 174 °O, y la numeración avanza hacia el este. En latitud, cada cuadrícula se divide en 20 zonas que van de los 80 °S hasta los 84 °N, estas se codifican con letras desde la C a la X sin considerar las letras I y O por su parecido con los números 0 y 1 (Olaya, 2014: 52-53).

## 1.5 Codificación del sistema de referencia

Existe un sistema de gestión que permite una fácil identificación y consulta de las diversas proyecciones cartográficas que existen. Las siglas EPSG hacen referencias al consorcio petrolero European Petroleum Survey Group; mediante las siglas EPSG, el consorcio dispone de información de los distintos sistemas de coordenadas que asocia a un código unívoco. Por ejemplo, para el caso de México algunos códigos EPSG son los siguientes

Marco Internacional de Referencia Terrestre de 1992 (ITRF92)

- » Sistema de coordenadas geográficas  
EPSG 4483
- » Cónica Conforme de Lambert  
EPSG 6362
- » UTM  
Zona 11 N EPSG 4484  
Zona 12 N EPSG 4485  
Zona 13 N EPSG 4486  
Zona 14 N EPSG 4487

2 Para mayor detalle consultar la sección de conceptos geodésicos básicos del libro Sistemas de Información Geográfica de Olaya, V. (2014), disponible en línea: <http://volaya.github.io/libro-sig/> (Última consulta: 19 de marzo, 2018)

Zona 15 N EPSG 4488  
Zona 16 N EPSG 4489

Marco Internacional de Referencia Terrestre de 2008 (ITRF08)

- » Sistema de coordenadas geográficas  
EPSG 6365
  
- » Cónica Conforme de Lambert  
EPSG 6372
  
- » UTM  
Zona 11 N EPSG 6366  
Zona 12 N EPSG 6367  
Zona 13 N EPSG 6368  
Zona 14 N EPSG 6369  
Zona 15 N EPSG 6370  
Zona 16 N EPSG 6371

### Referencias bibliográficas

- Castells, M. (2006). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura. Volumen 1. La sociedad red*. México: Siglo XXI.
- Moreno, A. (2006). “Los sistemas de información geográfica: una breve presentación”, en A. Moreno (Coord.), *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. México: Alfa Omega Editor, pp. 3-18.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de información geográfica* [en línea], disponible en: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>
- Ordóñez, C. y Martínez-Alegría, R. (2003). *Sistemas de información geográfica. Aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales*. Ciudad de México: Ra-Ma.

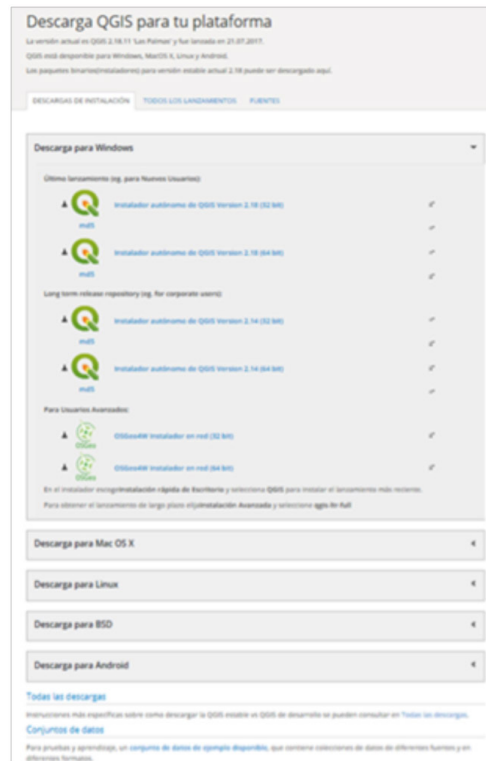
## Capítulo 2

# Instalación e interfaz gráfica de Qgis

### 2.1 Instalación de Qgis

**Q**gis es un sistema de información geográfica de código abierto licenciado bajo GNU (General Public License). Es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Corre sobre Linux, Unix, Mac, Windows y Android. Soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, ráster y bases de datos (Descubre Qgis, 2017).

Desde la página principal del proyecto se descarga la versión del programa de acuerdo con la plataforma de preferencia.



**Fuente:** Portal de Qgis, <http://www.qgis.org/es/site/forusers/download.html> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).



La versión de Qgis empleada en este libro es la 2.18.10 'Las Palmas' esta versión es una del tipo PR (punto de lanzamiento de la última versión) que antecede a un lanzamiento regular. Según la información proporcionada por la Hoja de Ruta de Qgis la nueva versión 3.0 se lanzará en noviembre del 2017. <https://www.qgis.org/es/site/getinvolved/development/roadmap.html>

## 2.2 Los datos

En su mayoría los datos empleados en este libro provienen de fuentes de información pública de acceso libre, principalmente del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). Esta fue una decisión crucial en la elaboración de esta obra, al final se optó por recurrir a la información de fuentes oficiales y a través de la recopilación y manejo de los mismos se espera que el lector construya su propio repositorio de información. Tiene la ventaja de que cada uno de los capítulos se adapta a diversas zonas de estudio. Se hará uso de Microsoft Excel para la manipulación de las tablas de información, pero se puede utilizar otros programas, por ejemplo, Open Office. En lo general, los archivos de datos serán generados en alguno de los siguientes formatos soportados por Qgis:

- » Microsoft Excel (.xls y .xlsx)
- » Archivo dBASE(.dbf)
- » Archivo separado por comas (.csv)

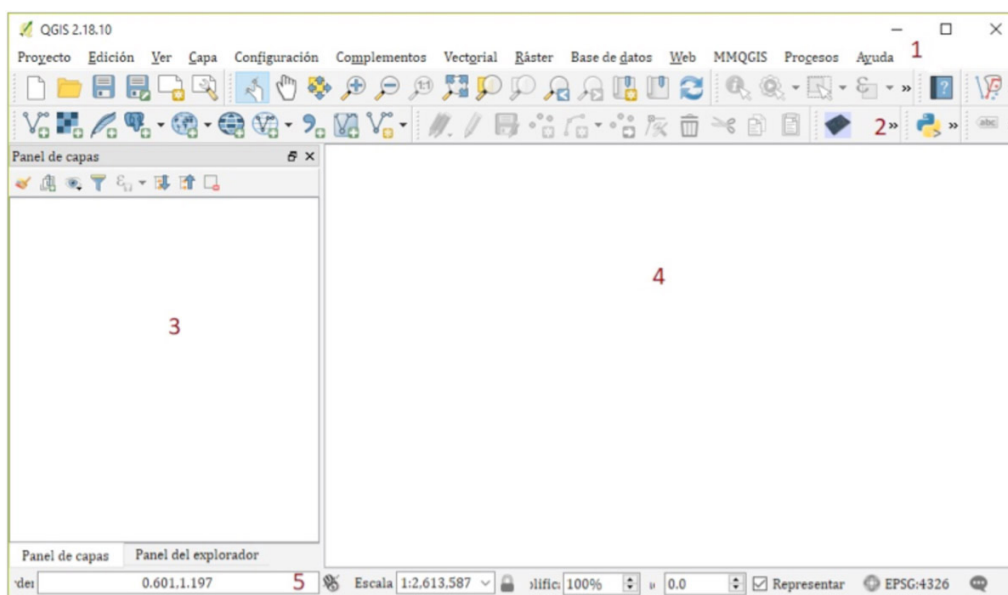
Cada uno de los ejercicios de este libro emplea *shapefiles*, este archivo de forma es tal vez el más popularizado en el ambiente SIG, cabe recalcar que tiene algunas limitaciones, pero para los fines de esta obra cumple con lo requerido. Un *shapefile* es en realidad un multiarquivo que un SIG lee como único, los tres archivos base son:

- » .shp - Almacena las entidades geométricas de los objetos
- » .shx - Almacena el índice de las entidades geométricas
- » .dbf - Tabla dBASE donde se almacenan los atributos de los elementos geométricos

La principal fuente de información de archivos shapefile es el Inegi, también se hará uso del geoportal de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). La página electrónica Paso del Norte Mapa del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Texas en El Paso (UTEP).

### 2.3 La interfaz gráfica (GUI) de Qgis'

La interfaz de Qgis es sencilla y personalizable, las diferentes barras de herramientas y paneles (TOC/Browser) pueden ser activadas o desactivadas desde el menú principal “Ver / Barra de herramientas” o “Paneles”. La interfaz gráfica se divide en cinco áreas: 1. Barra de menú, 2. Barra de herramientas, 3. Paneles, 4. Vista del mapa, 5. Barra de estado.



Las barras de herramientas ofrecen acceso a las mismas funciones que la barra de Menú, cada elemento dentro de una barra tiene una ayuda emergente que indica el nombre de la

1 La fuente de todas las imágenes utilizadas son de autoría propia mediante el uso del programa Qgis.

acción que realiza, se puede consultar colocando el puntero del ratón sobre un elemento. Algunas de las barras son:

- » Barra de herramientas del Proyecto



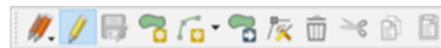
- » Barra de herramientas Navegación de mapas



- » Barra de herramientas Administrar capas



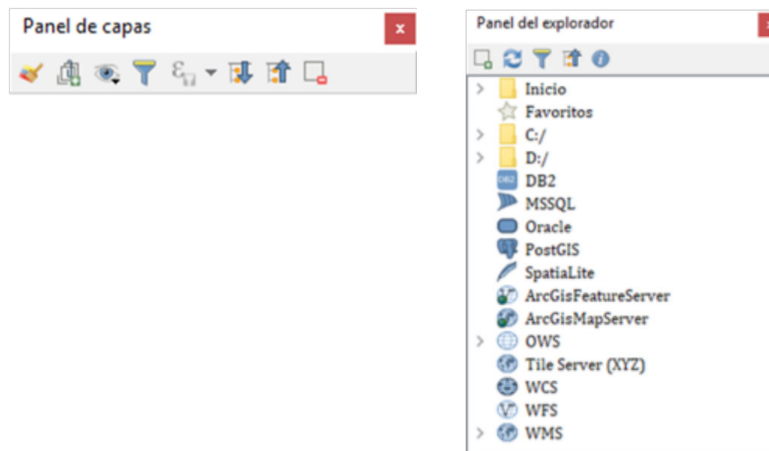
- » Barra de herramientas Digitalización



- » Barra de herramientas de Atributos



Otras barras de herramientas serán presentadas conforme se vayan utilizando. Los paneles son ventanas que se acoplan en la vista del mapa entre ellos se puede mencionar el panel de capas y el panel de explorador



La barra de estado proporciona información de la vista del mapa, por ejemplo, el sistema de referencia de coordenadas del proyecto, la escala





## 2.4 El flujo de trabajo

Cada uno de los capítulos de este libro sigue una secuencia que inicia con el objetivo didáctico y las habilidades particulares que se pretende el lector alcance al finalizar cada uno de los problemas o temas.

Se utilizan iconos para destacar información o sugerir tareas específicas:

- » Se refiere a la realización de una tarea



- » Se refiere a información complementaria de la sección o capítulo



- » Se refiere a consejos



Cada uno de los capítulos se dividen en apartados que implican un proceso en lo particular, cada apartado está numerado secuencialmente; y en conjunto tiene una lógica interna de paso a paso. Es importante mencionar que una vez realizada una tarea no se duplica, solo se describen nuevos procesos. Finalmente, algunos capítulos tienen actividades complementarias para reafirmar el conocimiento adquirido.

## Referencias

Qgis (2017, 25 de julio). Descubre Qgis. [En línea] Recuperado de <http://www.qgis.org/es/site/about/index.html> (Última consulta: 19 de marzo, 2018)



## Capítulo 3

# Qgis Browser e identificación de los atributos de una capa de geodatos

### Objetivo

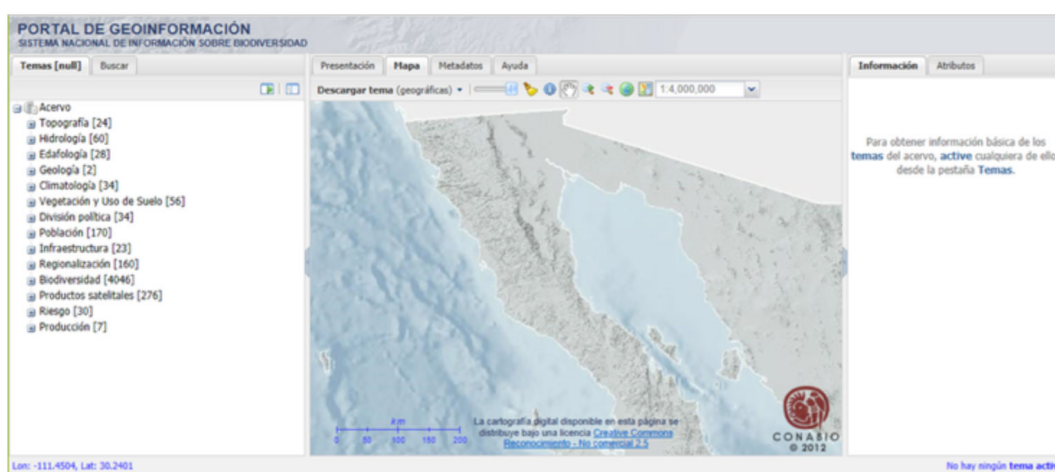
**E**l usuario identificará los atributos de las capas de información geográfica. Los lectores al finalizar el capítulo serán capaces de:

- » Localizar los atributos espaciales y no espaciales de las capas de información geográfica mediante el explorador de Qgis (Qgis Browser).
- » Distinguir entre una capa con un sistema de coordenadas geográficas y una capa con coordenadas planas (proyectadas).
- » Añadir capas de información geográfica en el programa Qgis Desktop.
- » Cambiar la simbología de las capas de información geográfica.

### 3.1 Uso Qgis Browser

Trabajar con un SIG requiere como insumo central datos geográficos, en este libro también se definen como *geodatos*, pero antes de iniciar propiamente con el manejo de los geodatos es importante conocer su estructura y gestión. Para ello se hará uso del panel conocido como explorador de Qgis (Qgis Browser). Este es un programa que se instala con Qgis de escritorio que permitirá conocer con mayor facilidad cada uno de los archivos, así como administrar los datos geográficos y no geográficos. Por ejemplo, archivos de datos vectoriales comunes (archivos mapinfo o archivos shape de ESRI) bases de datos (PostGIS, Oracle, SpatiaLite) y conexiones WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service).

Antes de iniciar con el manejo de Qgis Browser se requiere la recopilación de capas de geodatos, para ello se utilizarán los datos que proporciona el geoportal de la Conabio.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>,  
(Última consulta: 19 de marzo, 2018).

Desplegar las opciones de los datos de Climatología / Climas / Climas



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>,  
(Última consulta: 19 de marzo, 2018).

Guardar los datos: [ESRI Shapefile\(SHP\)¹](#) y [ESRI Shapefile\(SHP\)²](#)



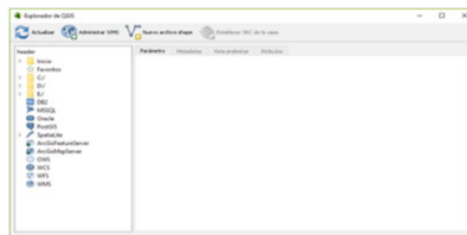
Habilitar una carpeta general (SIG) y sub carpetas por capítulo (Cap3) de preferencia con una ruta corta, por ejemplo en C:

A continuación, descargar y guardar los datos (dos tipos de archivos SHP) de la Red de carreteras y Localidades de la República Mexicana, 2010 (Población / Aspectos Generales / Localidades de la República Mexicana, 2010)



**Fuente:** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>,  
(Última consulta: 19 de marzo, 2018).

- 1, Abrir Qgis Browser
- 2, Navegar en el panel izquierdo hasta la ubicación de la carpeta donde se ubicaron los datos del geoportail de Conabio
- 3, Clic al archivo: clima1mgw.shp



Se despliega la información del archivo en tres pestañas Metadatos, Vista preliminar y Atributos.



La pestaña de metadatos proporciona información de la capa de geodato, aquí se describe el contenido, la calidad, condiciones, disponibilidad y otras características de la información. En la vista preliminar, el navegador habilita una muestra de la representación gráfica de la información. Finalmente, en la pestaña de atributos se muestran las cualidades-atribu-

tos registrados para cada una de las unidades espaciales de la tabla de atributos de la capa digital de información.

 Examinar cada una de las seis capas descargadas y completar la tabla

Nombre	Sistema de coordenadas	Datum de la capa	Número de objetos en la capa	Tipo de geometría de la capa	Tipo de almacenamiento de la capa

### 3.2 Añadir una capa de información geográfica en Qgis Desktop

A continuación, se añadirá una capa de geodatos, para ello se propone la vinculación entre Qgis Browser y Qgis Desktop.

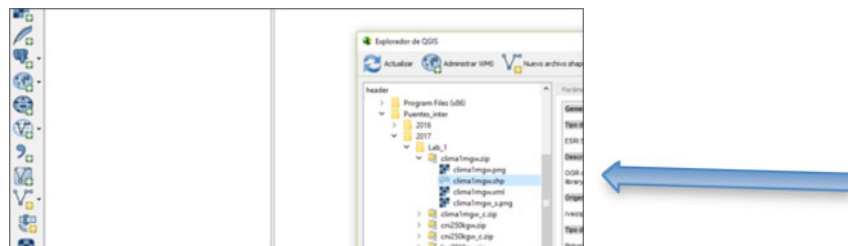
1. Abrir Qgis Desktop
2. Examinar la barra de estado



Por defecto, el sistema de referencia de coordenadas de Qgis (SRC o CRS en inglés) es coordenadas geográficas, elipsoide WGS84, código EPSG: 4326, este sistema se puede cambiar por el SRC que le corresponda a la zona de estudio.

EPSG son las siglas de European Petroleum Survey Group, un grupo que compiló una extensa base que contiene elipsoides, datum, sistemas de coordenadas, proyecciones cartográficas.

3. Añadir la capa clima1mgw.shp desde Qgis Browser para ello se despliegan ambas ventanas y se “selecciona y suelta” la capa en la ventana de Qgis Desktop.



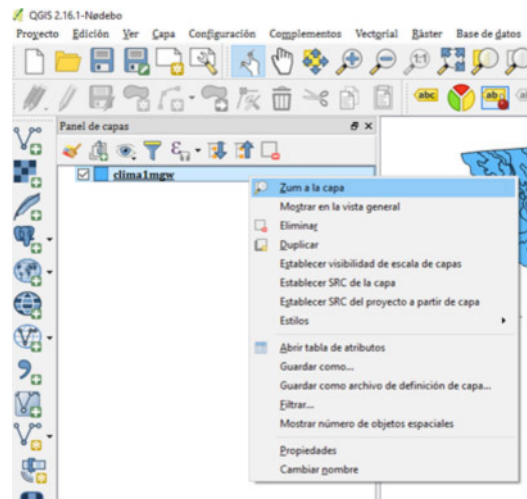


Otras opciones para cargar o añadir una capa es mediante el menú Capa; añadir capa vectorial, utilizar el ícono de la barra de herramientas Administrar capas. También se puede utilizar el Panel del explorador, y desde el explorador de Windows.

Si se elige añadir capa desde el Menú Capa / Añadir capa / Añadir capa vectorial / navegar hasta la ubicación del archivo: clima1mgw.shp

Desde la barra de herramientas Administrar capas 

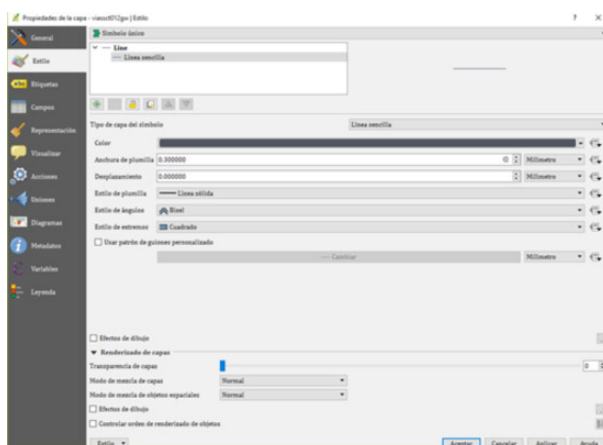
4. Clic derecho en la capa clima1mgw se habilita una nueva ventana
5. Clic en *Abrir tabla de atributos* y examinar la información
6. Clic en *Propiedades* y revisar las opciones desplegadas



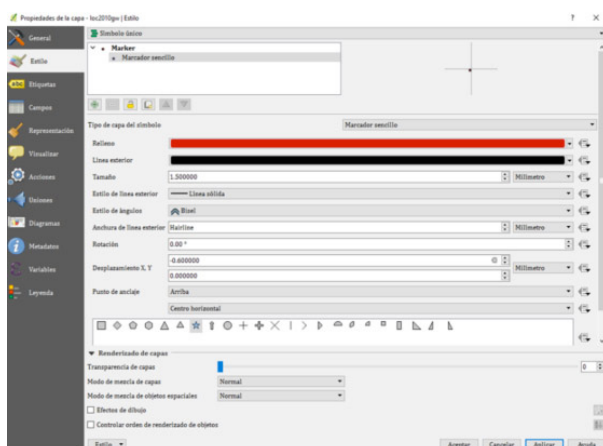
7. Guardar el proyecto Menú Proyecto / Guardar como... [nombre sugerido: Práctica 1]

### 3.3 Cambiar la simbología de una capa de geodatos

1. Añadir las siguientes capas de información al proyecto actual
  - » clima1mgw.shp -previamente añadida-
  - » viassct012gw.shp
  - » loc2010gw.shp
2. Seleccionar la capa viassct012gw.shp / clic derecho / Propiedades / Estilo

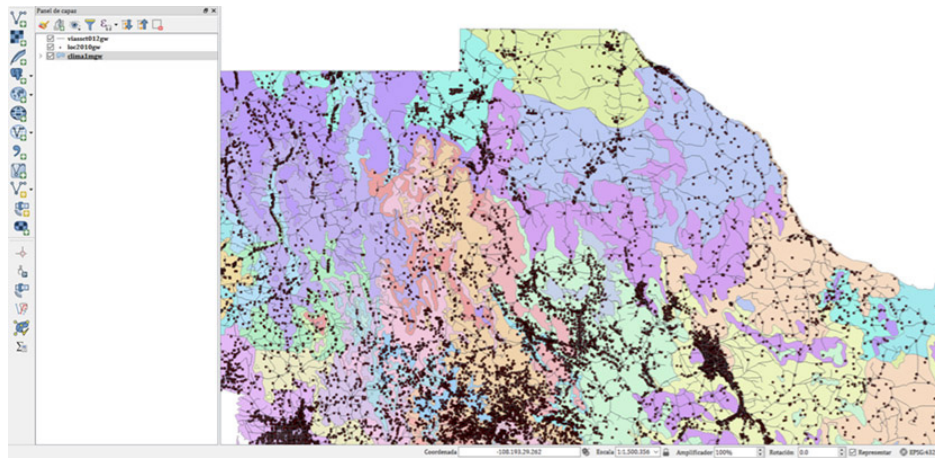


3. Seleccionar línea sencilla / color gris / ancho 0.30 / Aceptar
4. Doble clic a la capa loc2010gw.shp / clic Propiedades / Estilo / Marcador sencillo / relleno rojo / línea exterior negro/ tamaño 1.5 / forma estrella / Aceptar
5. Doble clic a la capa clima1mgw.shp / Propiedades / Estilo/ Categorizado/ Columna –seleccionar CLIMA\_TIPO / Rampa de colores aleatorios / Clasificar / Transparencia de capas seleccionar 60 / Aceptar





El resultado es una representación similar a la siguiente figura:



## 6. Guardar el proyecto

 Responder:

1. ¿Qué es el datum?
2. ¿Qué es un elipsoide de referencia?
3. ¿Qué es un geoide?
4. Buscar lo relativo a: The International Terrestrial Reference Frame (ITRF).
5. Cinco características principales de la proyección Cónica Conforme de Lambert.
6. En Qgis ¿cómo se identifica el tipo de sistemas de referencias de coordenadas (SRC) que tiene una capa de información espacial? Complemente su respuesta con dos ejemplos.
7. Buscar la diferencia entre un sistema de coordenadas geográficas y un sistema de coordenadas planas.
8. Investigue los archivos (extensiones) que son parte de un *shapefile* de ESRI.
9. Explique cuántas y cuáles son las extensiones de los archivos de la práctica 1.



## Capítulo 4

# Preparación de datos para Qgis

### Objetivo

**E**l lector construirá una tabla de atributos con información de fuentes oficiales.

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Localizar información estadística y geográfica en la página del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi).
- » Recopilar la información del Marco geoestadístico nacional.
- » Habilitar complementos en Qgis Desktop.
- » Exportar la tabla de atributos de una capa geográfica.
- » Diseñar una tabla de atributos a nivel estatal.
- » Identificar los principios para unir las tablas de atributos con las capas de información geográfica.
- » Habilitar nuevas columnas en una tabla de atributos de una capa geográfica digital.
- » Generar una nueva capa con información geográfica.

## 4.1 Marco geoestadístico nacional

A continuación, la actividad consiste en descargar las bases geográficas digitales del Marco Geoestadístico Nacional 2010, versión 5.0 (Censo de Población y Vivienda 2010).

1. Ingresar a la página electrónica de Inegi: <http://www.inegi.org.mx/>
2. Seguir la siguiente ruta: Geografía / Temas / Marco geoestadístico nacional
3. Productos y Servicios / Marcos geoestadísticos descargas
4. Seleccionar Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0 (Censo de Población y Vivienda 2010)<sup>2</sup>
5. Descargar y guardar el Formatos: SHP (95.74 MB)

Contiene las siguientes capas de datos:

- Áreas Geoestadísticas Estatales
- Áreas Geoestadísticas Municipales
- Polígonos de Localidades Urbanas Geoestadísticas
- Puntos de Localidades Rurales
- Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas


Formatos: **SHP** ↓  
95.74 MB

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).

6. Elaborar una carpeta y subcarpetas temáticas para la práctica 2 coloque cada capa en su carpeta correspondiente y descomprimir.
7. Visualizar con el explorador de Qgis (Qgis Browser) los atributos de la capa Entidades\_2010\_5.shp
8. Analizar el SRC


Sistema de referencia espacial de la capa

```
+proj=iccg +lat_1=17.5 +lat_2=29.5 +lat_0=12 +lon_0=-102 +x_0=2500000 +y_0=0 +ellps=GRS80 +units=m +no_defs
```

9. Abrir un nuevo proyecto en Qgis y añadir la capa Entidades\_2010\_5.shp
10. Comprobar en la barra de estado el código EPSG de la capa: 



Cuando se añade por primera vez una capa en Qgis, el programa trata de identificar el SRC que acompaña a la capa mediante la lectura de un archivo específico, en el caso de los archivos shapefile corresponde a la extensión .prj. El archivo .prj, en algunas ocasiones, provee una información resumida y Qgis no puede identificar la proyección, lo que genera el siguiente mensaje en la barra de estado



Si el usuario desconoce o no está seguro del nombre de la proyección de la capa y desea conocer el identificador EPSG que le corresponde puede ingresar al sitio de Prj2EPSG enlace: <http://prj2epsg.org/search> es necesario cargar el archivo .prj para obtener el identificador EPSG.

11. Ingresar al enlace: “Archivos de definición de sistema de coordenadas y proyecciones” en Inegi: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis\\_coor.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis_coor.aspx) verificar el código EPSG para el SRC México ITRF 1992 CCL.

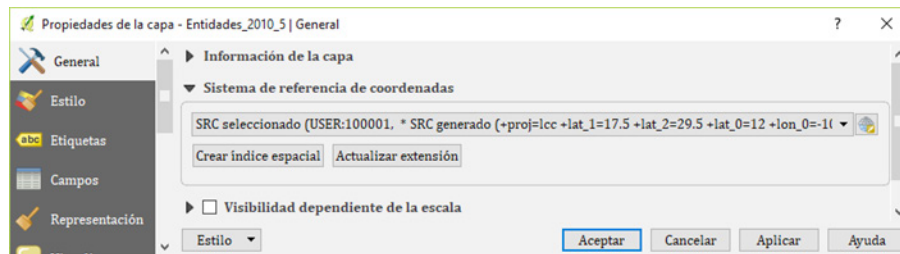


La proyección de la capa Entidades\_2010\_5 es una Cónica Conforme de Lambert (CCL), Datum ITRF1992, Esferoide GRS 1980, puede verificarlo cargando el archivo Entidades\_2010\_5.prj en el sitio de Prj2EPSG o abrir el archivo Entidades\_2010\_5.prj con el bloc de notas de Word.

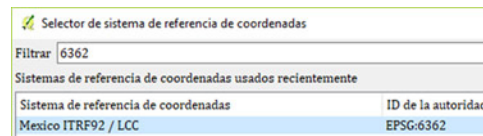
Código EPSG de la capa Entidades\_2010\_5: \_\_\_\_\_

## 4.2 Actualizar el identificador EPSG para la capa y proyecto en Qgis

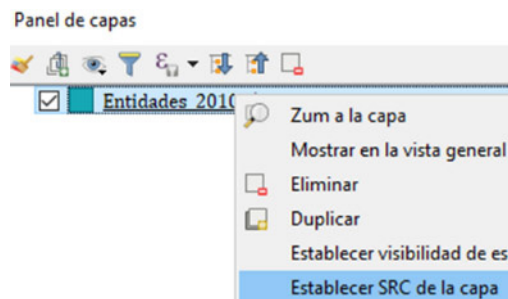
1. Clic derecho en la capa Entidades\_2010\_5 / Propiedades / General.



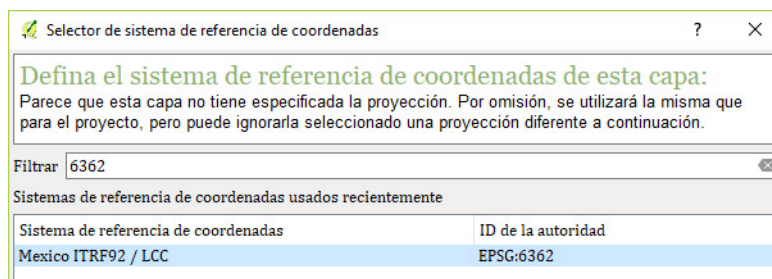
2. Seleccionar SRC. 
3. Filtrar: colocar el identificador EPSG 6362 / seleccionar México ITRF92 / LCC / Aceptar.



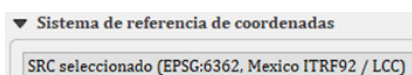
Otro método para definir el SRC de la capa es clic derecho en la capa / Establecer SRC de la capa.



Filtrar: Identificador EPSG 6362  
Seleccionar México ITRF92 / LCC / Aceptar

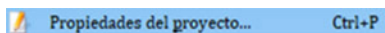


El SRC de la capa se actualizó:

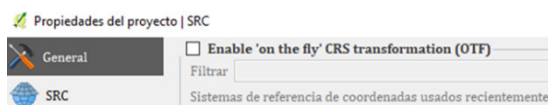


Es muy conveniente que se defina el SRC del Proyecto Qgis afín a la zona de estudio

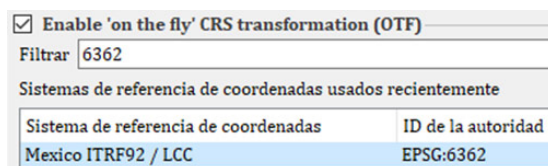
4. Actualizar el identificador EPSG del Proyecto Menú Proyecto / Propiedades del proyecto



Habilitar la casilla de verificación Enable 'on the fly' CRS transformation (OTF)



Filtrar: ingresar el identificador EPSG 6362  
Seleccionar: México ITRF92 / LCC



Aceptar

El proyecto está definido con el SRC: México ITRF 1992 CCL





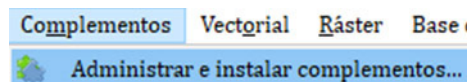
La opción OTF (al vuelo) es una opción que utiliza Qgis para “forzar” que las capas que tiene un SRC diferente al proyecto se “re-proyecten al vuelo”, es decir, para poder dibujarse en la vista del mapa se ajustarán al SRC, pero no se modificarán sus valores de proyección. Es útil para fines visuales o para elaborar un mapa. Pero no debe ser usado para la manipulación de los datos, en esos casos es conveniente reproyectar las capas que vayan a participar en el análisis.

### 4.3 Habilitar complementos en Qgis



Habilitar complementos en Qgis es relativamente una tarea sencilla, lo importante es conocer el nombre del complemento o Plugin. Los complementos son aplicaciones dependientes del programa para su aplicación y que aportan funciones (algoritmos) adicionales, pero son independientes en su desarrollo, es decir, se enriquecen con la colaboración de un importante grupo de programadores, en su mayoría usuarios de Qgis. En la versión 2.18.10 se contaba con 492 complementos.

#### 1. Menú Complementos / Administrar e instalar complementos

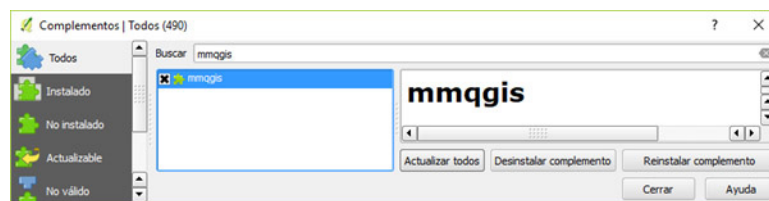


Todos: Proporciona la lista, como su nombre lo indica de todos los complementos disponibles. Algunos complementos se instalan (Instalado) con el programa para administrarlos es necesario habilitar la casilla de verificación de cada uno de ellos.

En general, basta con conocer y escribir el nombre del complemento en la opción Buscar e instalarlo (para esto se requiere de una conexión a internet).

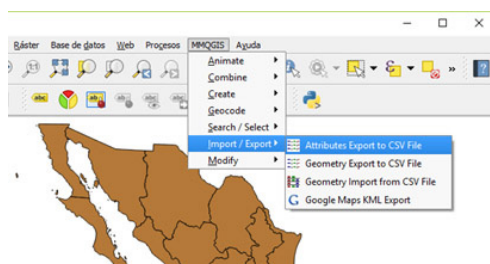


#### 2. Habilitar el complemento MMQGIS

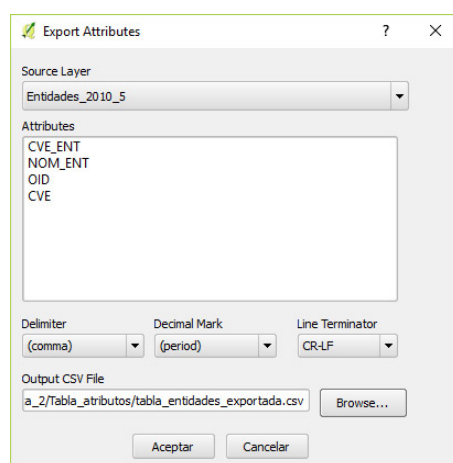


## 4.4 Exportar la tabla de atributos de una capa de geodatos

1. Ejecutar MMQGIS / Import / Export / Attribute Export to CSV File



2. Guardar el archivo en la carpeta de la Práctica (tabla\_entidades\_exportada)



## 4.5 Construcción de una tabla de atributos a nivel estatal

Una de las tareas pertinentes para la construcción, mantenimiento y uso eficiente de un sistema de información geográfica es la obtención, manipulación y análisis de los datos. Por lo tanto, a continuación, se describen los procedimientos básicos para la construcción y enlace de tablas de atributos (externas) con bases geográficas (capas de información) en este libro de tipo ESRI Shapefile.

1. Ingresar a la página de Inegi para localizar los Indicadores de Bienestar por entidad federativa. Opción Estadística / Bancos de Datos / Indicadores de bienestar por entidad federativa.
2. Abrir el archivo delimitado por comas (.csv) tabla\_entidades\_exportada.
3. Guardar como un archivo Excel.
4. Comenzar a capturar cada uno de los 35 indicadores de bienestar para cada una de las entidades de México, en las columnas el nombre de indicador abreviado (máximo ocho caracteres).
5. Guardar el archivo Excel con el nombre: Bienestar.



	A	B	C	D
1	ENTIDAD	ACSERSAL	HBANCHA	VIVSERBA
2	Aguascalientes	87.5		
3	Baja California	80.6		
4	Baja California Sur	85.8		
5	Campeche	87.5		
6	Coahuila	84.4		

Fragmento de la hoja Excel

Nota: ACSERSAL es el acrónimo para acceso a servicios de salud; HBANCHA hogares con acceso a banda ancha; VIVSERBA viviendas con servicios básicos, por lo tanto, es altamente recomendable que además de la base cada uno construya un diccionario de títulos para identificar cada una de las variables capturadas. Verificar que el formato de las celdas de los valores de los indicadores son de tipo número.

#### 4.6 Unión de tablas de atributos con una capa geográfica

En Qgis la unión de tablas se puede realizar mediante tres procedimientos: 1) con un archivo delimitado por comas .csv; 2) a través de un archivo Dbase .dbf, y 3) desde el archivo Excel. Para la realización de esta tarea se utilizará la base cartográfica digital a nivel estatal Entidades\_2010\_5 y la base de datos en Excel denominada: Bienestar.

Procedimiento 1. Construir una tabla de atributos delimitada por comas (.csv). Pasos:

1. Clic derecho en el nombre de la capa Entidades\_2010\_5 / Abrir tabla de atributos o Menú Capa / Abrir tabla de atributos



En las capas del Marco geoestadístico a cada registro (filas) le corresponde solo una clave, es decir, cada clave es unívoca. En esta base se utiliza el acrónimo cve\_ent para identificar la clave de la entidad.

La tabla de atributos de la capa Entidades\_2010\_5 está conformada por 32 filas y tres columnas, en este tipo de tablas: las filas corresponden a las unidades geográficas o espaciales y las columnas a las variables o cualidades. Por lo tanto, para cumplir el objetivo de enlazar la tabla denominada Bienestar con la base digital cartográfica Entidades\_2010\_5 se tiene que cumplir la siguiente condición: cada base deberá tener un campo en común.

2. Abrir el archivo Bienestar y analizar ambas tablas

	A	B	C	D	E	F
1	CVE_ENT	NOM_ENT	OID	CVE	ACSERSAL	ACBAND
2	1	Aguascalientes	20	1	87.5	37.9
3	2	Baja California	6	2	80.6	51.5
4	3	Baja California Sur	8	3	85.8	43.9
5	4	Campeche	31	4	87.5	27.1
6	5	Coahuila de Zaragoza	28	5	84.4	34.6
7	6	Colima	12	6	87.3	45.2
8	7	Chiapas	16	7	79.3	9.5
9	8	Chihuahua	11	8	85.4	42.9
10	9	Distrito Federal	1	9	80.1	53
11	10	Durango	10	10	83.5	30.3
12	11	Guanajuato	19	11	84.6	27.6
13	12	Guerrero	2	12	80.8	20.7
14	13	Hidalgo	25	13	82.7	25.6

CVE_ENT	NOM_ENT	OID
01	Aguascalientes	20
02	Baja California	6
03	Baja California Sur	8
04	Campeche	31
05	Coahuila de Zara...	28
06	Colima	12
07	Chiapas	16
08	Chihuahua	11
09	Distrito Federal	1
10	Durango	10
11	Guanajuato	19
12	Guerrero	2
13	Hidalgo	25
14	Jalisco	15

La tabla Entidades\_2010\_5 también se conoce como “destino” y la tabla Excel Bienestar como “origen”, ambas tienen el nombre de las entidades y podría considerarse como el campo en común. Sin embargo, el cambio de una letra, mayúsculas, minúsculas u otro símbolo, en este caso, sí afecta el resultado de la unión. En ese sentido, la recomendación es utilizar una clave alfanumérica, en consecuencia, las bases de Inegi utilizan una clave para identificar los objetos espaciales. Nótese que la columna CVE\_ENT del archivo bienestar “perdió” el cero a la izquierda, en consecuencia, no son claves únicas.

3. Cambiar el formato de las celdas de la columna CVE\_ENT a formato de texto, teclear 01 hasta 32 y guardar.

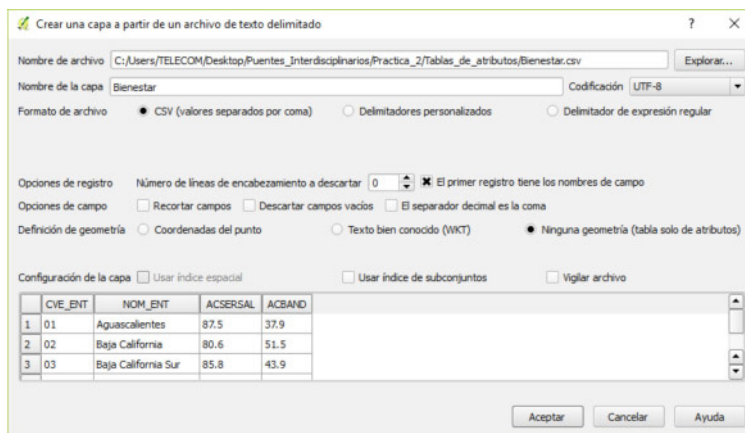
	A	B	C	D
1	CVE_ENT	NOM_ENT	ACSERSAL	ACBAND
2	01	Aguascalientes	87.5	37.9
3	02	Baja California	80.6	51.5
4	03	Baja California Sur	85.8	43.9

4. Guardar como: Bienestar con formato .csv (delimitado por comas) en la carpeta correspondiente de la práctica.

5. Desde la barra de herramientas: Administrar capas, clic en el icono Añadir capa de texto delimitado



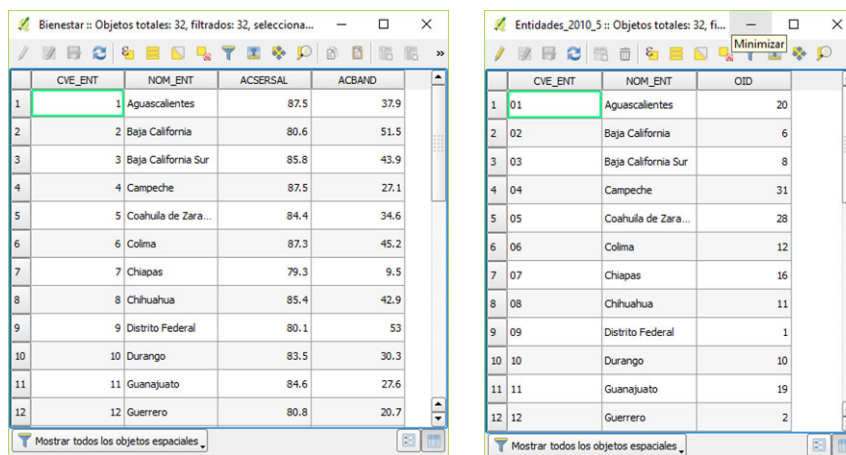
- En la opción Nombre del archivo dar clic en Explorar... y seguir la ruta hasta el archivo *Bienestar.csv*.



- Formato de archivo seleccionar CSV (valores delimitados por comas).
- Seleccionar Ninguna geometría (tabla solo de atributos).
- Aceptar.

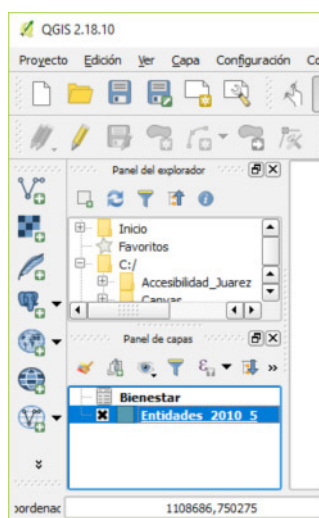
En el panel de capas se añadió la tabla de atributos Bienestar

- Abrir ambas bases de atributos y examinar.

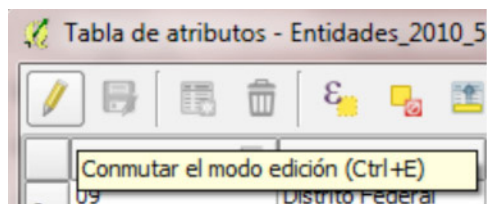


Nuevamente, se observa que el formato delimitado por comas eliminó los ceros a la izquierda de los dígitos de la columna CVE\_ENT en la tabla de atributos Bienestar. Dado que el formato identifica a todos los valores como números. La solución para unir ambas tablas es crear una nueva columna en la base de datos de la capa geográfica Entidades\_2010\_5 para “copiar” el campo CVE\_ENT, pero con la cualidad de número (para eliminar el cero de la izquierda) y contar, ahora sí, con un campo en común.

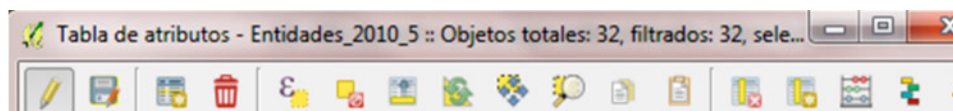
11. En el Panel de capas seleccionar Entidades\_2010\_5 (se resalta con azul).



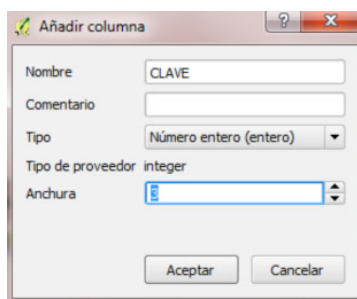
12. Clic derecho en la capa seleccionada / Abrir la tabla de atributos
13. Clic en el botón Conmutar el modo de edición (para poder modificar la tabla)




14. Clic en el icono Columna nueva

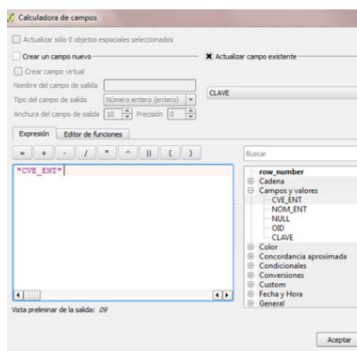


- En la ventana Añadir columna Nombre escribir CLAVE; en Tipo, seleccionar Número entero (entero); Anchura, seleccionar 2 (el valor máximo son dos dígitos, es decir, son 32 estados en México, en consecuencia, el máximo de caracteres que puede tomar una fila es dos dígitos); Aceptar.



El resultado es una nueva columna con el nombre CLAVE

- Clic en el icono Abrir calculadora de campos 
- Clic en Actualizar campos existentes / seleccionar la columna añadida CLAVE
- Desplegar Campos y valores
- Doble clic en la opción CVE\_ENT
- Aceptar

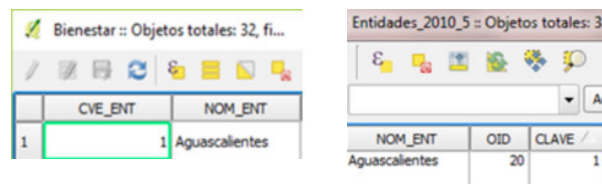


Las instrucciones que están capturando le indican al programa: en la columna denominada CLAVE (de tipo número entero de 2 dígitos de anchura) calcular igual al campo CVE\_ENT. Ahora la columna CLAVE cambio los valores de 01 a 1, es decir, ahora se cuenta con dos bases con la clave estatal para Aguascalientes con valores de 1 y así para cada uno de los estados de México. En consecuencia, ya se cumplió la condición principal para enlazar las tablas: un campo en común.

Tabla de atributos - Entidades\_2010\_5 :: Objetos totales: 32, fi

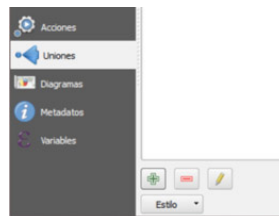
	CVE_ENT	NOM_ENT	OID	CLAVE
19	01	Aguascalientes	20	1
5	02	Baja California	6	2
7	03	Baja California Sur	8	3
30	04	Campeche	31	4
27	05	Coahuila de Zara...	28	5
11	06	Colima	12	6

21. Clic en Conmutar el modo edición / Guardar. 



22. En el Panel de capas clic derecho en Entidades\_2010\_5 / Propiedades.

23. Seleccionar la opción Uniones.

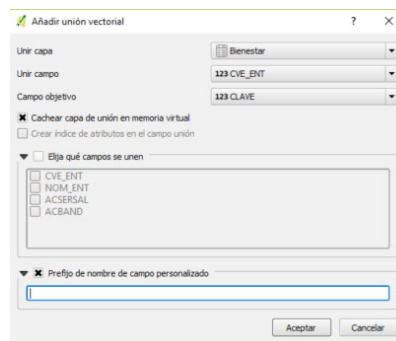


24. Clic en el icono. 

25. Unir capa seleccionar el archivo origen o bienestar.csv.

26. Unir campo seleccionar la columna con el campo en común de la tabla origen, en este ejemplo CVE\_ENT.

27. Campo objetivo, el campo en común en la tabla de atributos de Entidades\_2010\_5 o destino, que en este caso es la columna denominada CLAVE.



Se pueden seleccionar los campos que se desean unir, para ello dirigirse a la casilla *Elija qué campos se unen*, en el ejemplo no se habilitará para unir todas las columnas. Habilitar la casilla de verificación *Prefijo de nombre de campo personalizado* y borrar el nombre Bienestar.

28. Aceptar / Aceptar

29. Abrir tabla de atributos de la capa Entidades\_2010\_5



El resultado es la unión de la base con los indicadores de bienestar recopilados de Inegi a nivel estatal que en un primer momento se capturaron en una hoja de Excel con apoyo de la base del marco geoestadístico nacional. El enlace o unión es momentáneo o virtual, mientras se trabaje con la sesión actual la unión permanecerá, al finalizar la sesión el enlace se perderá. Una alternativa para mantener el enlace o la unión de tablas de manera permanente es crear un nuevo shapefile, actividad que se realizará en la sección 4.7.

#### Deshacer la unión

30. Clic derecho en la capa Entidades\_2010\_5 / Abrir tabla de atributos.

31. Clic en el nombre de la unión.

32. Clic en el icono  / Aceptar.




33. Eliminar la tabla de atributos Bienestar.csv.

#### Procedimiento 2

Unión de una tabla de atributos en formato dbase (.dbf). Base de datos en Excel denominada: Bienestar. Para obtener un archivo .dbf se puede utilizar el programa Open Office <https://www.openoffice.org/es/>. Síganse los siguientes pasos:

1. Abrir el archivo Excel Bienestar con el programa Open Office.
2. Menú Archivo / Guardar como.
3. Nombre: Bienestar.
4. Tipo: dBASE (.dbf).
5. Guardar / Aceptar.

Ahora se cuenta con tres archivos nombrados Bienestar, pero diferenciados por su terminación .xlsx .csv y .dbf

<input type="checkbox"/> Nombre	Tipo	Tamaño
 Bienestar	Archivo de valores separados por comas de ...	1 KB
 Bienestar	Hoja de cálculo OpenOffice.org XML 1.0	2 KB
 Bienestar	Hoja de cálculo de Microsoft Excel	11 KB

6. Añadir el archivo *bienestar.dbf* (un archivo .dbf se añade como una capa vectorial).
7. Abrir la tabla de atributos de archivo *bienestar.dbf* y la tabla de atributos de la capa Entidades\_2010\_5 (examinar las tablas de atributos, en este caso, sí coinciden las claves alfanuméricas de las columnas CVE\_ENT de ambas tablas).

### Unión de las tablas

8. Clic derecho en la capa Entidades\_2010\_5 / Propiedades / Unión / clic en el icono
9. Unir capa seleccionar el archivo origen o Bienestar.bdf
10. Unir campo seleccionar la columna con el campo en común, en este ejemplo CVE\_ENT.
11. Campo objetivo el campo en común en la tabla de atributos de Entidades\_2010\_5, que en este caso también es CVE\_ENT.
12. Aceptar / Aceptar.
13. Abrir la tabla de atributos de Entidades\_2010\_5 y verificar la unión.
14. Deshacer la unión.

### Procedimiento 3

Unión de una tabla de atributos en formato Excel. Los pasos son los siguientes:

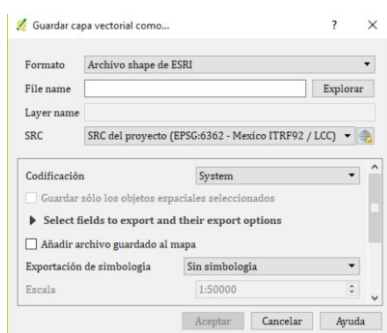
1. Añadir el archivo Bienestar.xlsx
2. Verificar que exista un campo en común (abrir ambas tablas y examinar).
3. Clic derecho en la capa Entidades\_2010\_5 / Propiedades / Unión / clic en el icono



4. Unir capa seleccionar el archivo origen o Bienestar.xlsx
5. Unir campo seleccionar la columna con el campo en común, en este ejemplo CVE\_ENT
6. Campo objetivo el campo en común en la tabla de atributos de Entidades\_2010\_5, que en este caso también es CVE\_ENT.
7. Aceptar / Aceptar.
8. Abrir la tabla de atributos de Entidades\_2010\_5 y verificar la unión.

## 4.7 Generar un nuevo archivo de tipo shapefile a partir de la unión de tablas

1. Clic derecho en la capa / Guardar como...
2. En la ventana Guardar capa vectorial como...
3. Formato: Archivo shape de ESRI.
4. Guardar como: dar la ruta para seleccionar el destino del archivo de salida.
5. Nombrar el archivo: Bienestar / Guardar.
6. SRC elegir el correspondiente al proyecto.
7. Aceptar.



8. Guardar proyecto (Práctica 2).



## Responder

- » ¿Qué diferencia existe entre el elipsoide de referencia de la capa Entidades (mge2010v5\_0.shp) y el elipsoide WGS84?
- » Explique las condiciones básicas para poder enlazar dos o más tablas de atributos.
- » Investigue las características del Marco de Referencia Oficial para los Estados Unidos Mexicanos (es una Norma Técnica, publicada en el Diario Oficial de la Federación).  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5172207](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5172207)  
[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/doc/recomendaciones\\_para\\_el\\_uso\\_de\\_coordenadas\\_itrf.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/doc/recomendaciones_para_el_uso_de_coordenadas_itrf.pdf)  
[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/doc/posicionamiento\\_gps\\_itrf.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/doc/posicionamiento_gps_itrf.pdf)
- » ¿Por qué las capas descargadas del marco geoestadístico nacional del Inegi tienen el sistema de referencia (ITRF)?
- » Explique si el sistema geodésico horizontal que se define para las instituciones oficiales de levantamiento de información geográfica en México es compatible con el sistema WGS84 y cuando utilizar uno u otro.
- » Buscar y anotar el identificador EPSG que les corresponde a los siguientes sistemas de proyecciones, incluir los atributos para cada uno de ellos:
  - México ITRF92 / LCC
  - México ITRF2008 / LCC
- » Mencione cuál es la relevancia que tiene las siglas SRC (sistema de referencia de coordenadas) en el manejo de las capas de información geográfica.
- » ¿Existe incompatibilidad entre el SRC del proyecto diferente al SRC de una capa? Explique.
- » ¿Qué implica activar la opción (OTF) *on the fly* (al vuelo)?



## Capítulo 5

# Introducción al diseño cartográfico

### Objetivo

**E**l lector aplicará los principios básicos del diseño cartográfico para la elaboración de mapas.

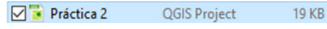
Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Practicar la visualización de un mapa temático.
- » Practicar las opciones que ofrece Qgis para la representación de los atributos de una capa geográfica.
- » Identificar los elementos básicos de un mapa.
- » Definir un sistema de coordenadas geográficas.
- » Emplear los principios básicos de diseño cartográfico.
- » Exportar el diseño cartográfico en formatos de imagen u otros.

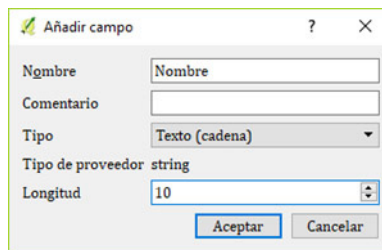
## 5.1 Clasificar y etiquetar una capa

1. Abrir el proyecto Práctica 2 o añadir la capa Bienestar (.shp) en Qgis Desktop.



Un proyecto Qgis (Qgis Project.qgs) es un archivo en formato XML que guarda la ruta hasta las capas que forman parte de la sesión de trabajo guardada como proyecto. Se puede abrir desde el explorador de Windows dando doble clic en el icono con el nombre del proyecto; ejemplo . Otra vía para abrir un proyecto es desde el menú Proyecto / Abrir, también desde el explorador de Qgis (Qgis Browser).

2. Descargar, guardar y añadir la capa geográfica: países de América, del siguiente sitio: <https://tapiquen-sig.jimdo.com/descargas-gratuitas/américa/>
3. Añadir una nueva columna (revisar sección 4.6, página 42) en la capa Bienestar llamada Nombre, de Tipo Texto, Longitud 10, Aceptar. Abrir la tabla de atributos en la capa Bienestar y en la nueva columna, teclear las siglas para cada uno de los estados de México.



Añadir campo

Nombre: Nombre

Comentario:

Tipo: Texto (cadena)

Tipo de proveedor string

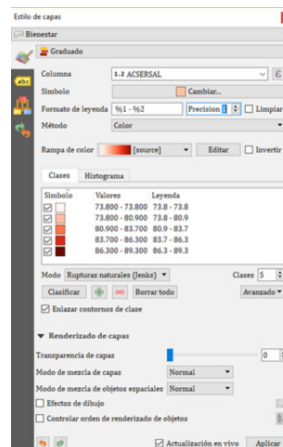
Longitud: 10

Aceptar Cancelar

4. Cambiar el estilo de la capa Bienestar (abrir propiedades de la capa) y clic en el icono 

En la ventana Estilo de capas elegir las siguientes opciones:

- » Graduado.
- » Columna: Seleccionar un atributo.
- » Precisión: 1.
- » Rampa de color: rampa graduada (menor a mayor).
- » Método: Rupturas naturales (Jenks), Clases: 5.
- » Clic en Clasificar.
- » Aplicar.



Estilo de capas

Bienestar

Columna: ACSERSAL

Formato de leyenda: %1 - %2

Método: Color

Rampa de color: [source] Editar Invertir

Clases	Histograma
<input type="checkbox"/>	73.800 - 73.800 73.8 - 73.8
<input checked="" type="checkbox"/>	73.800 - 80.900 73.8 - 80.9
<input checked="" type="checkbox"/>	80.900 - 83.700 80.9 - 83.7
<input checked="" type="checkbox"/>	83.700 - 86.300 83.7 - 86.3
<input checked="" type="checkbox"/>	86.300 - 89.300 86.3 - 89.3

Método: Rupturas naturales (Jenks) Clases: 5

Clasificar Borrar todo Avanzado

Renderizado de capas

Transparencia de capas: 0

Modo de mezcla de capas: Normal

Modo de mezcla de objetos espaciales: Normal

Efectos de dibujo

Controlar orden de renderizado de objetos

Actualización en vivo Aplicar

Cambiar el Estilo de la capa América / Símbolo único / Relleno gris / línea exterior gris / Aplicar

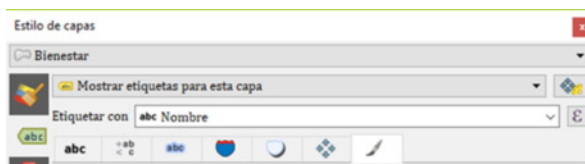













En el capítulo 6 se profundizará en los métodos de clasificación de una capa.

5. Etiquetar la capa Bienestar / Clic en el icono  Opciones de Etiquetado de la capa

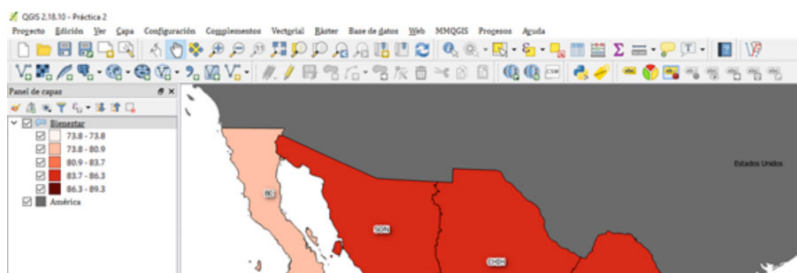
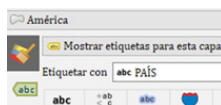


6. En la Ventana estilo de capa elegir las siguientes opciones:



Capa Bienestar / Mostrar etiquetas para esta capa / Etiquetar con Nombre (la columna del paso 2). Se pueden editar los ajustes de las etiquetas con los siguientes iconos        Para editar el tipo, tamaño, color, entre otras características de las etiquetas, dirigirse al botón . El botón  dibuja un búffer al texto. Para indicar la ubicación de la etiqueta en el elemento geográfico, en este caso polígono, se utiliza el botón . El botón de representación, entre otros temas, controla mostrar o no todas las etiquetas para la capa .

7. Etiquetar la capa América, Etiquetar con País (opcional)

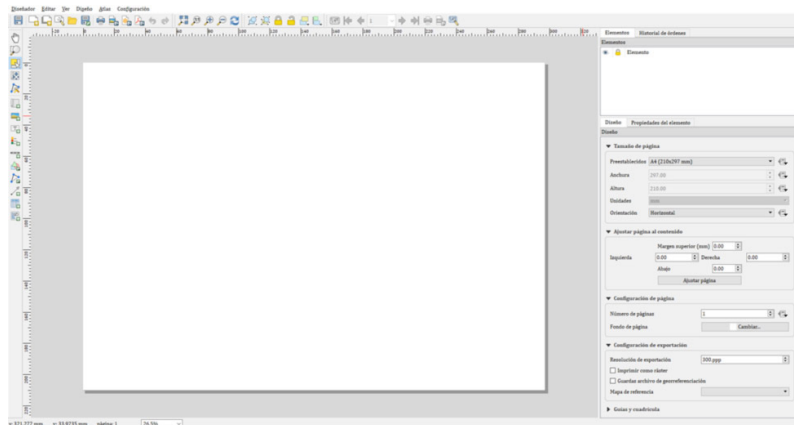


8. Guardar el proyecto

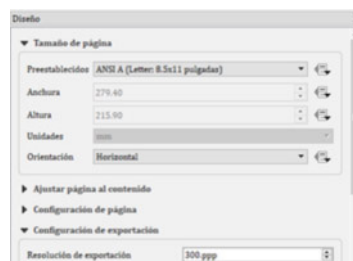
## 5.2 Construir un diseño cartográfico

Menú Proyecto / Nuevo Diseñador de impresión  **Nuevo diseñador de impresión** / Título del diseñador Práctica 3 / Aceptar

*Configurar el espacio de trabajo*



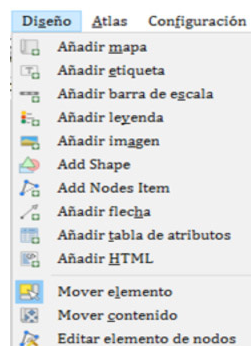
1. En la pestaña Diseño configurar una hoja de trabajo tamaño carta; orientación Horizontal; con una resolución de exportación de 300 ppp.



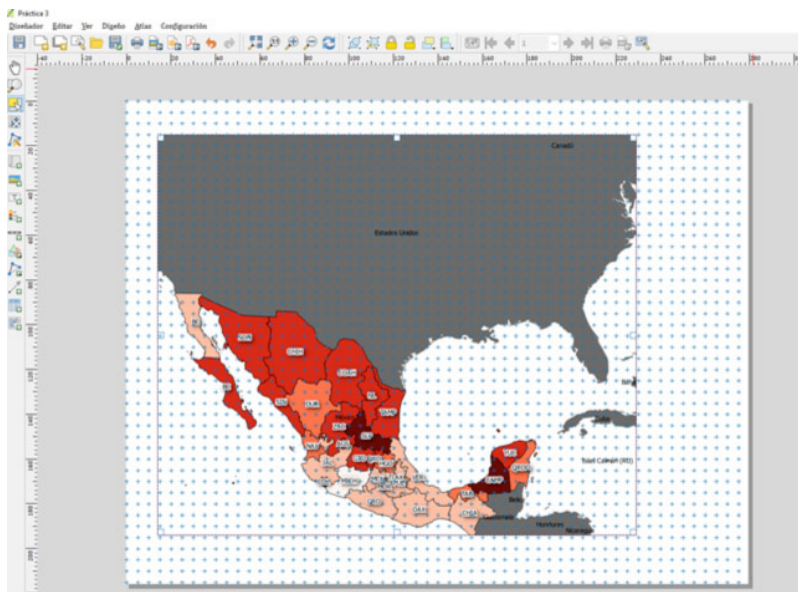
La siguiente caja de herramientas facilita añadir los elementos básicos de un mapa




Otra opción para añadir elementos es mediante el Menú Diseño.

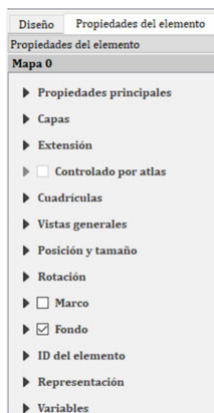



2. Menú Ver / Mostrar cuadrícula.
3. Clic Menú Diseño / Añadir mapa.



4. Dibujar un recuadro mediante el botón izquierdo del ratón.

En la ventana de Elementos se añadió Mapa 0  este elemento puede modificarse y ajustarse desde la pestaña Propiedades del elemento, de hecho, cada nuevo elemento tendrá propiedades que se ajustarán según su tipo.



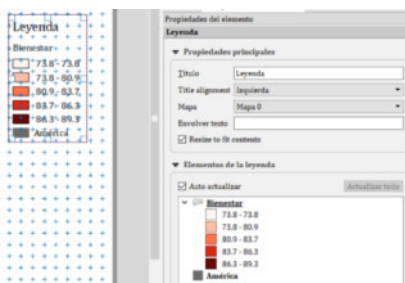
5. Cambiar la posición del Mapa 0 a una posición central mediante la herramienta Mover contenido del elemento 
6. Cambiar la escala del Mapa 0 desde la pestaña Propiedades del elemento / Propiedades principales / Escala colocar 15000000 (1:15000000).
7. Escribir el título del mapa Diseño / Añadir etiqueta /Dibuja un recuadro / Propiedades de etiqueta escribir el título con los siguientes elementos mínimos: Tema,

lugar, tiempo. Ejemplo, “Acceso a servicios de salud, México, 2010” modificar las propiedades de la etiqueta.



Utilizar el mismo tipo de fuente en el diseño, puede variar el tamaño, estilo, color.

8. Insertar la escala gráfica Diseño / Añadir barra de escala modificar las propiedades de la etiqueta. Ejemplo, Segmentos Izquierda 0, Altura 1 mm
9. Añadir la leyenda o simbología Diseño / Añadir leyenda dibujar un recuadro.
10. Título cambiar por Simbología / *Title alignment* elegir Centro.



La Leyenda se vincula directamente con las capas habilitadas en el Panel de capas del proyecto. La leyenda se puede editar deshabilitando la opción Auto actualizar  **Auto actualizar**. Una vez que se quitó la marca en la casilla de verificación de autoactualizar se activa la siguiente barra . En este ejemplo se eliminará de la simbología la capa América, para lo cual se selecciona dicha capa y da clic en el icono . De igual manera se puede modificar el nombre de la capa Bienestar por la palabra porcentajes, dando doble clic en Bienestar y modificar el nombre **Texto del elemento**. En el grupo de propiedades denominado Separación se pueden modificar la distancia de **porcentajes** los elementos que componen la simbología o leyenda. Ejemplo: el espacio entre símbolos 7.00 mm **Espacio de símbolos**

11. Añadir una imagen Diseño / Añadir imagen dibujar un recuadro, se utiliza esta opción para colocar una Rosa de los vientos. En este ejemplo, se hará uso de las imágenes que provee Qgis desde el Directorio de búsqueda / Ruta de búsqueda de imágenes / c:/ ... arrows / elegir un símbolo que indique el norte, por ejemplo, y editar algunas de sus propiedades.



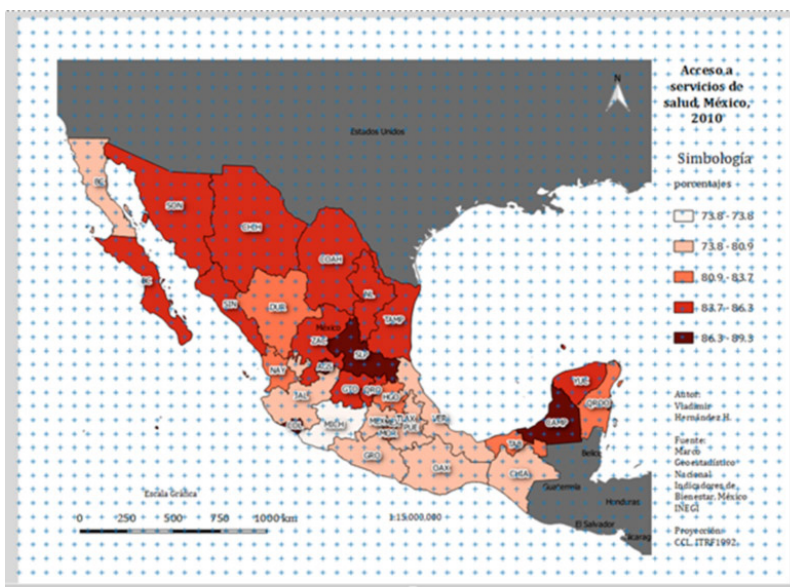


12. Insertar los créditos (autor o autores y fuentes de información)/ Diseño / Añadir etiqueta dibujar un recuadro y en el cuadro de propiedades escribir: Autor / Fuente (colocar el nombre completo de la fuente, en este caso marco geoestadístico nacional, Indicadores de bienestar en México, Inegi; se sugiere colocar el nombre del SRC de la capa, en este ejemplo CCL, ITRF1992.
13. Opcional se puede colocar una escala numérica Diseño / Añadir barra de escala dibujar un recuadro y en el Estilo del elemento cambiar Numérico. Editar sus propiedades.


### 5.3 Dibujar una malla de coordenadas y un marco general

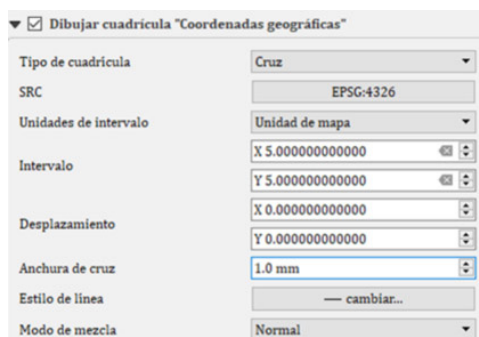
La generación de una malla de coordenadas es una tarea importante en el diseño final de un mapa. Para su correcta definición es necesario conocer las unidades en las que está definida la capa, sin embargo, Qgis permite incluir tanto una malla en coordenadas geográficas y otra en coordenadas planas, por ejemplo, UTM. La clave radica en el manejo de los sistemas de referencia de coordenadas SRC, es decir, si se pretende representar una malla de coordenadas geográficas, es recomendable utilizar el identificador EPSG: 4326 (Coordenadas geográficas, WGS84). Por el contrario, si se prefiere utilizar el sistema UTM se deberá elegir el código EPSG de la zona UTM de referencia. En esta práctica se definirá una malla en coordenadas geográficas.

La definición de la malla se efectúa desde las Propiedades del elemento, en este caso del Mapa 0 en la pestaña de Cuadrículas.

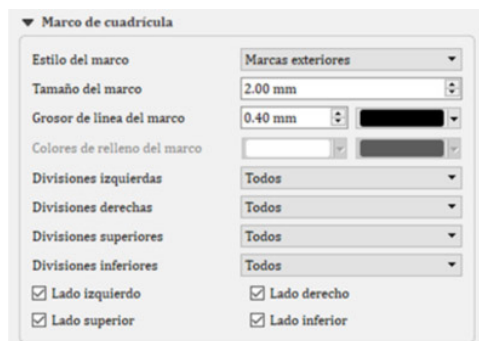


### Malla de coordenadas geográficas

1. Seleccionar en el lienzo de dibujo el mapa, se observa que en la caja de Elementos sobresale Mapa 0   **Mapa 0**
2. En la caja de diálogo de Propiedades del elemento / desplegar la opción **Cuadrículas**
3. Clic en Añadir una nueva cuadrícula 
4. Cambiar el nombre: Coordenadas geográficas



5. Habilitar y desplegar la propiedad de Dibujar cuadrícula, Tipo de cuadrícula ofrece cuatro opciones, elegir Cruz. SRC elegir la que corresponde a coordenadas geográficas WGS84. Unidades de intervalo Unidades de mapa. Intervalo X (longitud) Y (latitud) se expresan en grados –las unidades de la capa geográfica– (la elección del intervalo de X y Y depende de *la escala del mapa*, en este caso, se seleccionó un espaciamiento cada 5 grados en ambos ejes. Anchura de cruz 1.0 mm.

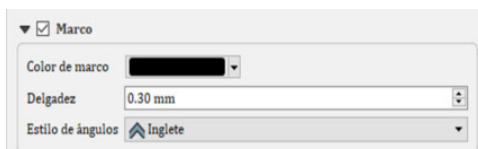


6. Desplegar las opciones de Marco de cuadrícula, Estilo de marco tiene seis opciones, seleccionar Marcas exteriores. Tamaño de marco 2.00 mm. Grosor de línea del marco 0.40 mm. Las demás opciones por defecto.

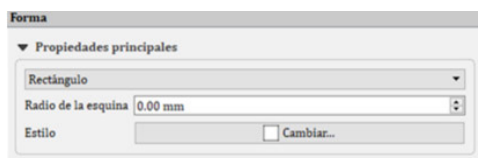
- Habilitar y desplegar las opciones de Dibujar coordenadas, Formato elegir Grado, minuto con sufijo. Cada uno de los lados del mapa tiene tres cajas de diálogo, en este ejemplo para la opción Izquierda, elegir Mostrar todo, Marco exterior, Descendente vertical. En el caso de la opción Derecha para no saturar ese lado del mapa, se elige Deshabilitado. Para Arriba y Abajo elegir, Mostrar todo, Marco exterior, Horizontal.




- Habilitar la casilla de verificación de la propiedad Marco, aquí se puede elegir el color del marco, el tamaño de la línea y el estilo del ángulo del marco.



- Por último se colocará un marco general, Diseño / Añadir forma o Add shape / Añadir rectángulo dibujar un rectángulo alrededor de todo el diseño.
- En las propiedades de la Forma, Estilo Cambiar



11. Seleccionar  **Relleno sencillo** y en la opción Relleno desplegar y seleccionar **Relleno transparente**.  
Aceptar.

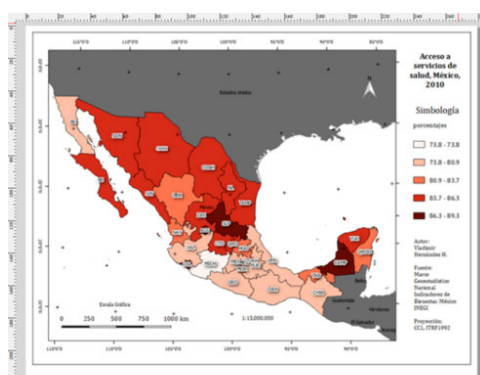
El rectángulo quedó al frente de todos los elementos del mapa, se puede enviar al fondo, para ello debe estar seleccionado el rectángulo y clic en el icono  **Enviar al fondo**.



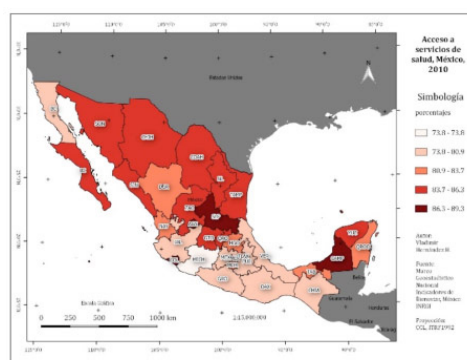
Guardar el diseño de impresión paulatinamente.

## 5.4 Exportar el diseño de impresión

Qgis exporta el diseño de impresión en tres formatos: como imagen (10 tipos de imagen), PDF y SVG.



1. Menú Diseñador / Exportar como imagen o Exportar como PDF o Exportar como SVG
2. Exportar como imagen de tipo .jpeg / Guardar con el nombre: mapa\_practica\_3, en la carpeta de la práctica 3.



Elaborar un mapa y guardarlo con dos formatos: JPEG y PDF, comparar ambas imágenes.

## Capítulo 6

# Representación de atributos a nivel municipal

### Objetivos.

**E**l lector aplicará los métodos de clasificación de Qgis para generar mapas temáticos.

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Identificar la clave única que emplea Inegi a nivel municipal.
- » Recopilar la información del Censo General de Población y Vivienda.
- » Diseñar una tabla de atributos a nivel municipal.
- » Emplear la opción filtro para realizar consultas de información en una tabla de atributos.
- » Practicar el cambio de proyección cartográfica a una capa de información geográfica.
- » Practicar la unión de tablas de atributos.
- » Identificar las propiedades de la pestaña Estilo de las propiedades de la capa.

- » Seleccionar un método para la representación de un atributo.
- » Emplear la capa a nivel municipal para generar mapas temáticos.
- » Construir una malla en coordenadas planas.

## 6.1 Identificación de los atributos de la capa municipios

La primera actividad por realizar es la inspección de los atributos de la capa municipios obtenida del Marco Geoestadístico Nacional.

1. Abrir Qgis Browser
2. Añadir la capa municipios\_2010\_5
3. Revisar la información
4. Completar el siguiente cuadro a partir de la información del archivo municipios\_2010\_5 y la información de la tabla de atributos de la capa geográfica

¿El archivo es un vector de forma?	¿Cuántos municipios tenía México en el 2010?	¿Cuántos atributos tiene la capa municipios?
El nombre de la columna para la clave única es:		
Escribir un ejemplo de una clave única:		
El SRC de la capa es:		
Escribir el código EPSG de la capa:		

## 6.2 Generación de una tabla de atributos a nivel municipal

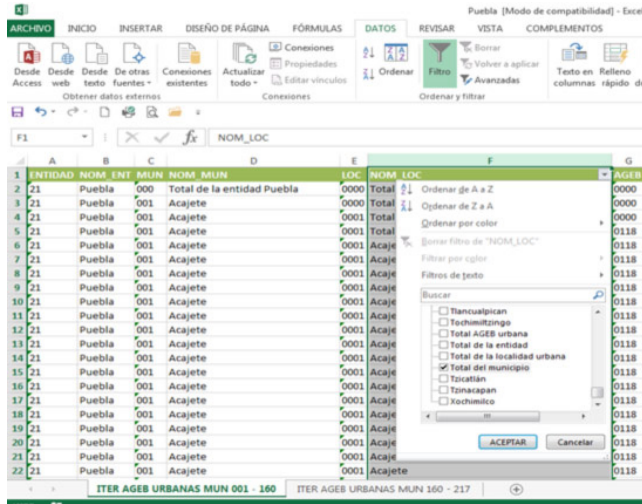
1. Ingresar a la página del Inegi para localizar los Censos y Conteos de Población y Vivienda
2. Opción Estadística / Fuente / Proyecto / Censos y conteos de población y vivienda
3. Censo 2010 Censo de Población y Vivienda
4. Microdatos/ Principales resultados por ageb y manzana urbana / Descargar
5. Seleccionar Puebla / formato XLS / Continuar / seleccionar Resultados por ageb y manzana urbana / Guardar el archivo / Descomprimir
6. Abrir el archivo Excel



Observar que el archivo Excel, en primer lugar, se divide en dos hojas: la primera comprende del municipio 001 al 160, y la segunda del 160 al 217. También es muy importante distinguir y anotar la cantidad de dígitos que tiene cada una de las divisiones hasta el nivel municipal. Entidades: dos dígitos. Municipios: tres dígitos. Los archivos de cada uno de los estados de México recopilados de la fuente del Inegi, con información del Censo 2010, tiene la misma estructura. Y el nivel de información que proporcionan al usuario incluye los datos estadísticos de las manzanas urbanas. Por lo tanto, con esta tabla de atributos del censo se puede obtener información en las siguientes escalas: Entidad, Municipio, Localidad, ageb urbana y Manzanas.

Para obtener los datos a nivel municipal se realizan los siguientes pasos:

1. Filtrar la columna NOM\_LOC (Nombre de localidad) / seleccionar Total del municipio.



Nota: Si hay más de dos hojas en el archivo, hacer el procedimiento en cada una de ellas.

2. Copiar todos los datos filtrados en un nuevo documento / Guardar con el nombre sugerido- Mun\_Puebla.

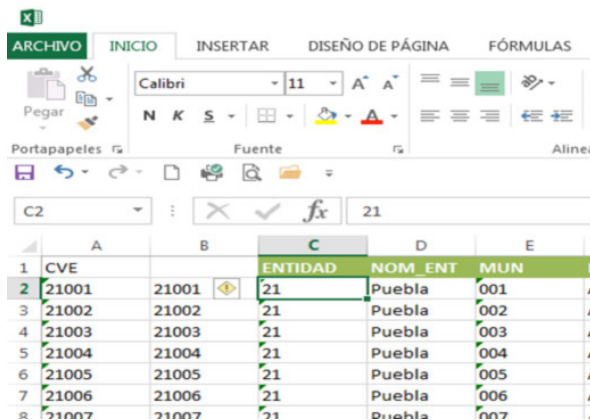


El resultado es una hoja con 128 filas (1 fila de títulos más 127 municipios) y 198 columnas con información a nivel municipal derivada del Censo de Población y Vivienda 2010.

### 6.3 Construcción de la clave única en el archivo Excel

A continuación, se construirá la clave única que auxiliará en el proceso de la unión de la tabla de atributos.

1. Abrir el archivo Mun\_Puebla.xlsx
2. Insertar una nueva columna (extremo izquierdo de la columna A).
3. Utilizar el comando concatenar (= concatenar) para unir ENTIDAD y MUN y generar la clave única.



4. Insertar una nueva columna nombre: CVE.
5. Copiar y pegar en la nueva columna el resultado de la concatenación, en formato de solo valores, con formato de celdas: texto.

Ahora ya se cuentan con una columna con valores únicos (CVE) para realizar el proceso de unión.

6. Es necesario realizar una depuración de la hoja, es decir, las celdas a partir de la variable POBTOT (población total) deben de ser de tipo número, para que el programa pueda realizar operaciones matemáticas con dichas variables (recomendable sustituir los caracteres de tipo \* por ceros (0)).

Ejemplo de una tabla depurada:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CVE	POBTOT	POBMAS	POBFEM	P_0A2	P_0A2_M	P_0A2_F	P_3YMAS
2	21001	60353.00	29225.00	31128.00	4386.00	2252.00	2134.00	55949.00
3	21002	8916.00	4484.00	4432.00	459.00	238.00	221.00	8455.00
4	21003	33865.00	15545.00	18320.00	1837.00	902.00	935.00	31709.00
5	21004	52078.00	25298.00	26780.00	3738.00	1883.00	1855.00	47804.00
6	21005	2881.00	1340.00	1541.00	111.00	64.00	47.00	2768.00
7	21006	14754.00	7087.00	7667.00	922.00	484.00	438.00	13815.00
8	21007	3403.00	1662.00	1741.00	210.00	104.00	106.00	3183.00
9	21008	10457.00	5127.00	5330.00	700.00	360.00	340.00	9750.00
10	21009	2008.00	935.00	1073.00	108.00	58.00	50.00	1894.00
11	21010	60621.00	29304.00	31317.00	4457.00	2261.00	2196.00	56121.00
12	21011	1770.00	811.00	959.00	116.00	58.00	58.00	1621.00
13	21012	6288.00	2934.00	3354.00	332.00	164.00	168.00	5955.00
14	21013	18920.00	9109.00	9811.00	1246.00	651.00	595.00	17664.00
15	21014	5004.00	2370.00	2634.00	274.00	150.00	124.00	4728.00
16	21015	100964.00	49098.00	51866.00	6526.00	3298.00	3228.00	94317.00
17	21016	7848.00	3900.00	3948.00	477.00	242.00	235.00	7367.00
18	21017	25386.00	12278.00	13108.00	1878.00	947.00	931.00	23495.00
19	21018	3734.00	1790.00	1944.00	231.00	118.00	113.00	3500.00

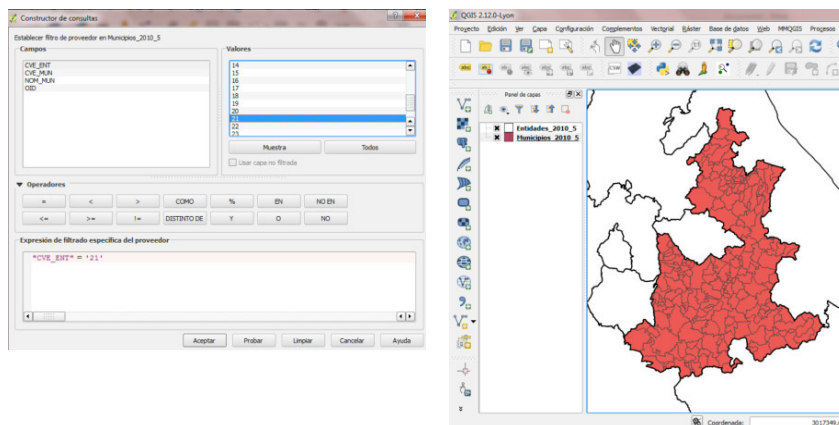
## 6.4 Capa de municipios de Puebla y re-proyección

Para la realización de esta tarea se utilizará la base cartográfica digital a nivel municipal: Municipios\_2010\_5 obtenida del Marco Geoestadístico Nacional y la tabla de datos en Excel denominada: Mun\_Puebla

1. Abrir un nuevo proyecto en Qgis Desktop (en este momento no es necesario guardar este proyecto, en la práctica se indicará cuándo generar el proyecto)
2. Definir el SRC del proyecto (el mismo de la capa Municipios\_2010\_5)
3. Añadir la capa (archivo) Municipios\_2010\_5
4. Opcional añadir la capa Entidades\_2010\_5
5. Abrir la tabla de atributos de la capa Municipios\_2010\_5
6. Abrir la tabla de atributos de la capa Entidades\_2010\_5 y verificar en la columna CVE\_ENT el número o clave asignado al estado de Puebla
7. Seleccionar los municipios del estado de Puebla mediante la opción Filtro
8. Clic derecho en la capa Municipios\_2010\_5 / Filtrar / en el espacio Campos dar doble clic en CVE\_ENT / en el espacio Operadores dar clic en el símbolo '=' (igual) / en el espacio Valores dar clic en el botón Muestra / dar doble clic en la clave del estado de Puebla / Aceptar.



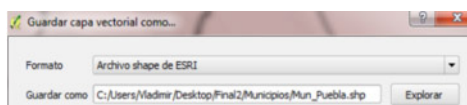
El resultado del proceso del filtro es la visualización de los municipios del estado de Puebla.



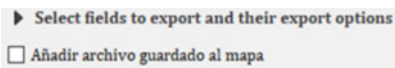
Una de las habilidades básicas que un usuario de un SIG debe aprender y utilizar es cambiar el sistema de proyección de una capa geográfica, también denominado re-proyectar. En este ejercicio se cambiará la proyección de la capa de la selección de los municipios de Puebla de CCL a UTM ITRF1992. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis\\_coor.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis_coor.aspx)

### Reproyectar una capa geográfica

1. Verificar la zona UTM que le corresponde al estado de Puebla
2. Dar clic derecho en la capa Municipios\_2010\_5 / Guardar como
3. Formato: Archivo shape de ESRI

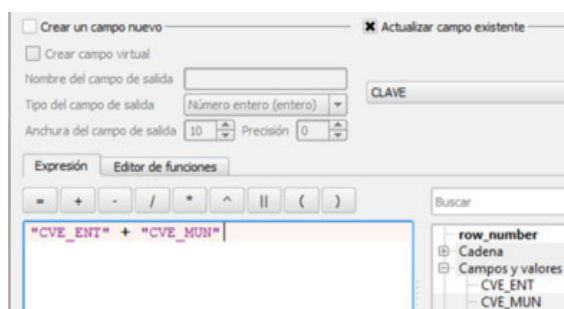


4. Guardar como: Nombre sugerido Mun\_Puebla (municipios de Puebla) Carpeta de la Practica\_4
5. SRC: Seleccionar el sistema UTM ITRF 1992 para la zona donde se localiza el estado de Puebla.
6. En este caso no se añadirá la nueva capa a la vista del proyecto para ello deshabilitar la opción: Añadir archivo guardado al mapa; y concluir el proceso (Aceptar)



7. Abrir un nuevo Proyecto (no es necesario guardar los cambios del anterior)
8. Definir el SRC del proyecto = el SRC de la capa Mun\_Puebla.shp
9. Añadir la capa Mun\_Puebla.shp

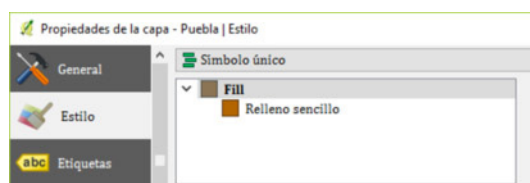
10. Guardar el proyecto, nombre sugerido: Práctica 4
11. Verificar si en la tabla de atributos de la capa Mun\_Puebla.shp cuenta con la clave única para enlazar la tabla de atributos (Excel) de los municipios
12. Añadir una nueva columna / Nombre: CLAVE / Tipo: Texto (cadena) / Anchura: 6 / Aceptar
13. Calcular la columna creada en el paso anterior con la suma de la CVE\_ENT + CVE\_MUN
14. Clic en Abrir calculadora de campos / Actualizar campo existente seleccionar CLAVE / Desplegar campos y valores / doble clic en CVE\_ENT clic en el símbolo de suma (+) / doble clic en CVE\_MUN / Aceptar



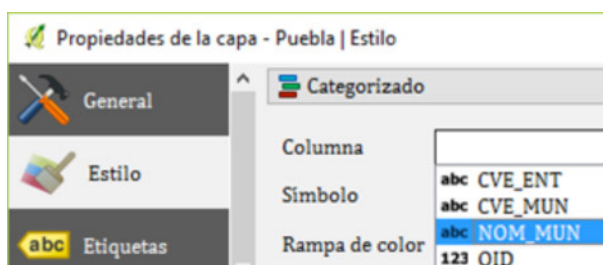
15. Terminar la edición / Aceptar los cambios.
16. Comparar ambas tablas para verificar los nombres de los campos a enlazar.
17. Unir las tablas por algunos de los métodos previamente mencionados (capítulo 4, apartado 4.6).
18. Generar un nuevo archivo Shapefile.

## 6.5 Estilos de representación en Qgis

La elaboración de un mapa mediante la representación de un atributo (cualitativo o cuantitativo) es una de las tareas esenciales y continuas en un SIG. En esta actividad el lector aprenderá a clasificar la información mediante las opciones que ofrece Qgis. La representación de un atributo, también conocido como variable, se realiza mediante la opción *Estilo* de la ventana de Propiedades de la Capa geográfica (*layer*).



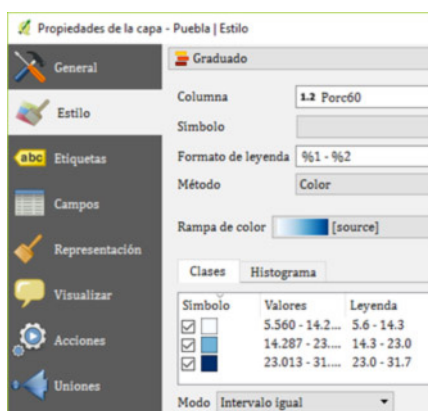
La opción Símbolo único se utiliza cuando se desea aplicar el mismo símbolo a todas las entidades de una capa. Qgis tiene opciones para editar el símbolo dando clic al recuadro Relleno sencillo.



Estilo Categorizado el dibujo de la capa se basa en un atributo que almacena nombres o categorías; por ejemplo, nombre del municipio, grados de marginación, zonas de planificación, usos de suelo (también se utiliza el término de variables cualitativas). En Qgis tanto las variables numéricas como las cualitativas se pueden representar mediante el estilo categorizado.

Estilo Graduado, el estilo de colores graduados se utiliza para mostrar una diferencia cuantitativa (numérica) entre las entidades representadas. Este estilo tiene cinco modos de clasificación.

1. Modo de clasificación *Intervalo igual*. Este modo divide el rango de un atributo en subrangos de igual tamaño. En Qgis se especifica la cantidad de clases y el programa determina automáticamente las rupturas de cada clase.

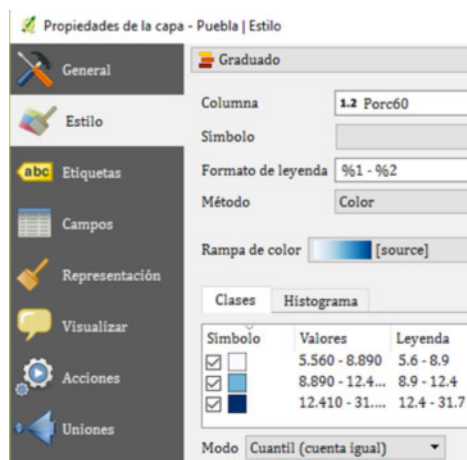


Por ejemplo, la variable porcentaje de población mayor de 60 años (Porc60) tiene un rango de 26.18 resultado de la resta del valor máximo menos el mínimo (31.74-5.56), si se decide representar en tres intervalos iguales este variable cada clase tendrá en promedio un valor de 8.72666 ( $26.18 / 3 = 8.72666$ ), Qgis calcula de manera automática estos valores.

Este tipo de clasificación se aplica mejor en rangos de datos como porcentajes y temperaturas cuando se quiere hacer comparaciones relativas. En el ejemplo, la clase de azul oscuro (23.0-31.7) agrupa una tercera parte con los valores más elevados de la población de más de 60 años.

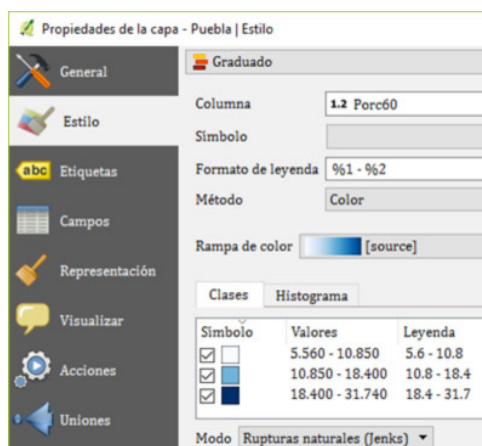
2. Modo de clasificación Cuantil (cuenta igual). En este modo cada clase contiene un número igual de entidades. Esta clase de representación es útil y adecuada cuando los datos están distribuidos uniformemente. El cuantil asigna el mismo número de municipios

a cada clase. No hay clases vacías, ni clases con demasiados o pocos valores. Se debe tener mucho cuidado con este tipo de representación porque entidades con valores diferentes pueden situarse en la misma clase o por el contrario valores muy cercanos son divididos; una solución a lo anterior es aumentar el número de clases.

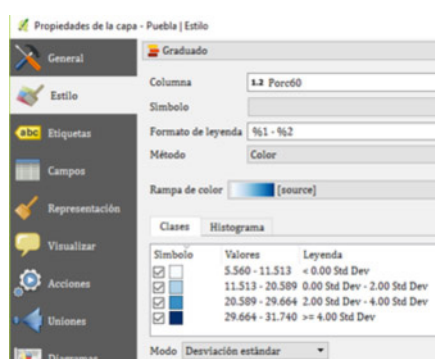


Por ejemplo, Puebla tiene 217 municipios (número de entidades) si queremos representar mediante tres cuantiles un atributo (de preferencia que sea uniforme) cada clase tendrá en promedio 72 municipios ( $217/3 = 72.333$ ). Qgis calcula de manera automática estos valores.

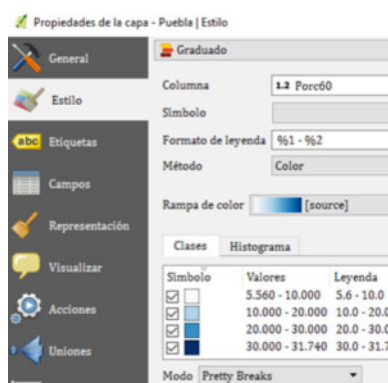
3. Modo de clasificación Rupturas naturales (Jenks). Las clases de cortes naturales se basan en las agrupaciones naturales de los datos. Este tipo de clasificación se distingue de las demás: agrupa de mejor manera los valores similares y maximiza las diferencias de cada clase. En otras palabras, las entidades que pertenecen a cada clase se parecen entre ellas. Las entidades se dividen en donde los límites quedan establecidos mediante considerables diferencias entre los valores del atributo. Se llama Jenks porque se basa en un algoritmo formulado por el autor del mismo apellido. Este es el modo de clasificación de mayor uso en los SIG.



4. Modo de clasificación Desviación estándar. Este modo muestra las diferencias entre el valor de atributo de una entidad y el valor medio, Qgis calcula el valor medio (media o promedio) y la desviación estándar. Las rupturas de clase se crean con rangos de valores equivalentes que son una proporción de la desviación estándar. En el ejemplo, el valor promedio del atributo Porc60 es 11.51 y la desviación estándar 4.53. El grupo de valores de 11.53 a 20.58 se ubica dos desviaciones estándar por arriba del valor de la media. Este tipo de modo de representación es útil cuando se quiere valorar cuáles son las entidades (municipios) por abajo o arriba del valor medio de toda la distribución de valores. En este caso los municipios que se ubican en la última clase mayor o igual ( $\geq$ ) a cuatro desviaciones estándar tiene un porcentaje de adultos mayores muy por encima del promedio estatal.



5. Modo de clasificación Pretty Breaks. Este modo construye límite de clases mediante números enteros.



Elaborar seis representaciones con las variables POBTOT y PEA utilizando los métodos de clasificación: Intervalos iguales, Cuantil y Rupturas naturales (Jenks). Comparar los resultados.



## Capítulo 7

# Generación de un archivo Shapefile a nivel de ageb urbana

### Objetivo

**E**l lector construirá una capa geográfica con información de fuentes oficiales. Al finalizar la práctica será capaz de:

- » Identificar la clave única que emplea el Inegi a nivel de ageb urbana.
- » Diseñar una tabla de atributos a nivel de ageb urbana.
- » Practicar los filtros en Excel.
- » Practicar el cambio de proyección cartográfica a una capa de información geográfica.
- » Practicar la unión de tablas de atributos.
- » Generar una malla con coordenadas planas.

## 7.1 Identificación de los atributos de la capa ageb

La primera actividad por realizar es la inspección de los atributos de la capa ageb urbana obtenida del Marco Geoestadístico Nacional.

1. Abrir Qgis Browser
2. Añadir la capa AGEB\_urb\_2010\_5.shp
3. Identificar y analizar la clave única a nivel de ageb urbanas



Nótese que para el caso de las ageb urbanas, la clave es la unión de las claves del estado (2 dígitos), municipio (3 dígitos), localidad (4 dígitos) y ageb (4 dígitos).

## 7.2 Generación de la base de atributos a nivel de ageb urbanas

Para la construcción de la base de datos a nivel de ageb, se utilizará el archivo en formato Excel descargado del Inegi del capítulo 6. La tabla se construirá con la información para las ageb de la localidad Heroica Puebla de Zaragoza. El flujo de trabajo para construir la tabla a nivel de ageb urbanas es el siguiente: 1) filtrar el municipio de Puebla, 2) filtrar la localidad que corresponda, 3) filtrar total de ageb urbana.

1. En primer lugar, se necesita identificar el municipio de *Puebla* Filtrar la columna NOM\_MUN y seleccionar Puebla.

	A	B	C	D	E
1	ENTIDAD	NOM_ENT	MUN	NOM_MUN	LOC
23874	21	Puebla	114	Puebla	0000 T
23875	21	Puebla	114	Puebla	0001 T
23876	21	Puebla	114	Puebla	0001 T

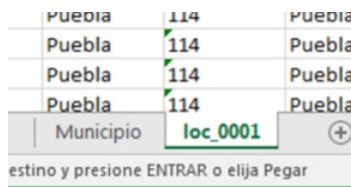
2. Guardar la selección en un nuevo archivo nombre sugerido: ageb\_puebla

El resultado es un archivo con 16 832 filas con información de once localidades en el municipio de Puebla, en la entidad del mismo nombre.

A continuación, se filtrarán los datos para la localidad Heroica Puebla de Zaragoza, le corresponde la clave LOC = 0001

3. Filtrar columna LOC para la clave 0001

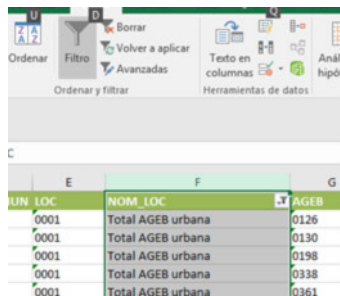




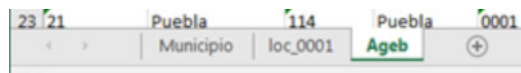
- Habilitar una nueva hoja en el libro ageb\_puebla y pegar el resultado del filtro de localidad.

Hasta este paso lo que se ha realizado se sintetiza de la siguiente manera:

- » De la base original se separó el municipio de Puebla.
  - » Del municipio de Puebla, se obtuvo la localidad 0001: Heroica Puebla de Zaragoza. A continuación de la localidad 0001 obtener el Total AGEB urbana:
- Filtrar la columna NOM\_LOC = Total AGEB urbana.



- Habilitar una nueva hoja y pegar la selección filtrada.



- Crear la clave única concatenando = ENTIDAD, MUN, LOC, AGEB.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CVE	ENTIDAD	NOM_ENT	MUN	NOM_MUN	LOC	NOM_LOC	AGEB
2	2111400010126	21	Puebla	114	Puebla	0001	Total AGEB urbana	0126
3	2111400010130	21	Puebla	114	Puebla	0001	Total AGEB urbana	0130

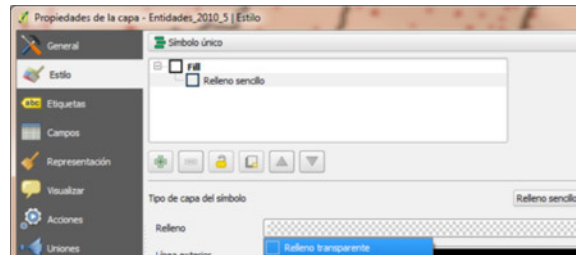
El resultado final es una hoja con información del censo 2010 para 464 ageb urbanas de la localidad Heroica Puebla de Zaragoza.

- Depurar la información de la tabla a nivel de AGEB / guardar la tabla.

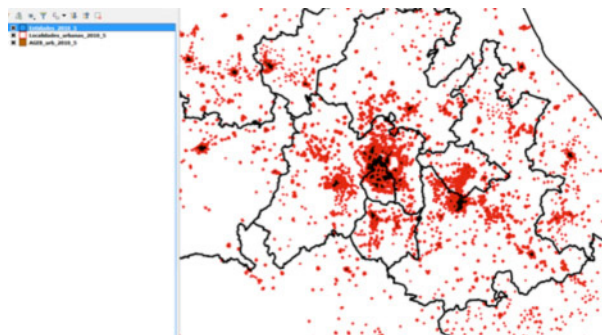
### 7.3 Capa de ageb de la localidad Heroica Puebla de Zaragoza y reproyección

Para la realización de esta tarea se utilizará la base cartográfica digital a nivel ageb urbanas: AGEB\_urb\_2010\_5.shp y la base de datos en Excel con las ageb urbanas para la localidad Heroica Puebla de Zaragoza. Como apoyo se añadirán en Qgis las capas: Localidades\_urbanas\_2010\_5.shp y Entidades\_2010\_5.shp

1. Abrir un nuevo proyecto Qgis Desktop.
2. Añadir las capas AGEb\_urb\_2010\_5.shp; Localidades\_urbanas\_2010\_5.shp y Entidades\_2010\_5.shp
3. En propiedades de las capas Entidades y Localidades urbanas modificar el Estilo, Relleno transparente y un color de borde diferente para cada capa.



4. Realizar un acercamiento al estado de Puebla.  
A continuación, buscar la localidad de Heroica Puebla de Zaragoza, para ello se hará uso de la capa Localidades\_urbanas\_2010 y mediante una consulta en el campo nombre de la localidad (NOM\_LOC) seleccionar la localidad de interés.



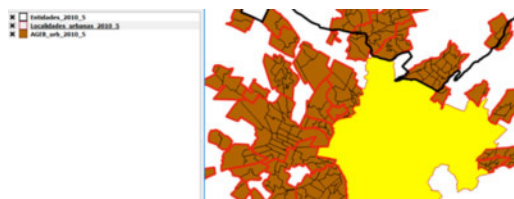
5. Abrir la base de atributos de Localidades\_urbanas\_2010

	CVE_ENT	CVE_MUN	CVE_LOC	NOM_LOC
1	21	114	0001	Heroica Puebla de Zaragoza
2	02	002	0262	Puebla

abc NOM\_LOC: Puebla

6. En la opción del campo (esquina inferior izquierda) abc NOM\_LOC teclear el nombre de la localidad de interés.
7. Seleccionar la localidad de interés (sobresale la fila en azul).

- Cerrar la tabla.




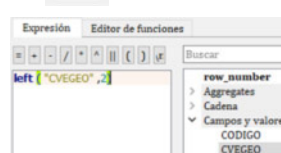
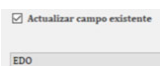
El resultado del proceso de filtro es la selección de la localidad de interés en el lienzo de dibujo. Por lo tanto, el objetivo es obtener solo las ageb que pertenecen a la localidad seleccionada. Hay que recordar que en la tarea 1 de esta práctica se identificó la clave única a nivel de ageb `2111400013154` en este caso es la única clave, a diferencia de la capa de municipios que tiene dos claves (nivel de entidad y de municipios). Para obtener las ageb de la entidad 21 (Puebla), municipio 114 (Puebla), localidad 0001 (Heroica Puebla de Zaragoza), se propone revertir el proceso de concatenación, pero en la tabla de atributos de la capa `AGEB_urb_2010_5.shp`, proceso conocido como “extraer”.

- Añadir tres columnas a la base de atributos de la capa `AGEB_urb_2010_5.shp`, nombres EDO, MUN, LOC cada una de tipo Texto, la primera con longitud del campo de salida 2, la segunda ancho 3 y la tercera ancho 4.

Se emplearán las expresiones: *left* (valor del campo, dígitos) *right* (valor del campo, dígitos) para extraer los dígitos a nivel de EDO, MUN y LOC.

	CODIGO	CVEGEO
38092	LA_6052	2111400013154
38093	LA_6052	2111400015451

- Extraer clave de EDO (2 dígitos) abrir calculadora de campos . Actualizar el campo EDO en la ventana de expresión escribir *left*



abrir parentesis desplegar campos y valores, doble clic en CVEGEO, colocar una coma (,) y el dígito 2, cerrar paréntesis, Aceptar. La instrucción es extraer en la columna EDO los dos primeros dígitos de la izquierda del campo CVEGEO.

- Extraer la clave a nivel municipio, para esta clave se realizarán dos pasos, primero actualizar el campo MUN y en la ventana de expresión escribir *left* para 5 dígitos `left ["CVEGEO", 5]` del campo CVEGEO y aceptar. Segundo paso, actualizar nuevamente el campo MUN, ahora escribir *right* para 3 dígitos, pero en el campo MUN, es decir, de la columna de 5 dígitos del paso 1, ahora se extraeran solo los que les corresponden a las claves municipales



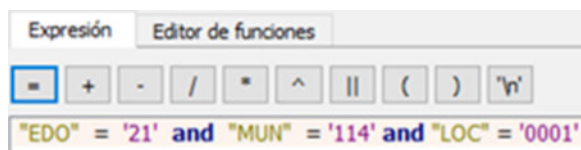
- Extraer la clave a nivel localidad, igual que el anterior en dos pasos: primero actualizar el campo LOC `left ("CVEGEO", 9)` segundo paso extraer 4 dígitos a la derecha `right ("LOC", 4)`. El resultado es el siguiente:


	CODIGO	CVEGEO	GEOGRAFICO	FECHAACT	GEOMETRIA	INSTITUCIO	OID	EDO	MUN	LOC
1	LA_6052	2111400011571	ÁREA GEOEST...	12/2007	ÁREA	INEGI	38090	21	114	0001

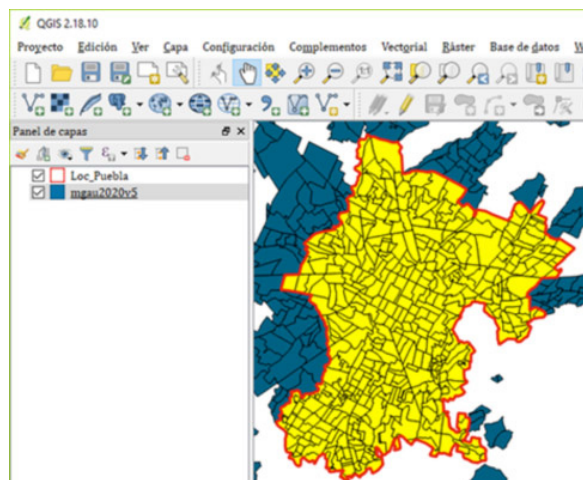


Los pasos 11 y 12 se puede efectuar con una expresión, para el caso de municipios `right (left ( "CVEGEO" , 5),3)` y para el caso de la columna LOC `right (left ( "CVEGEO" , 9), 4)`

Ahora se pueden realizar una consulta en la tabla de atributos para seleccionar los registros con la siguiente sentencia del EDO = 21 y los del MUN = 114 y los de la LOC = 0001.

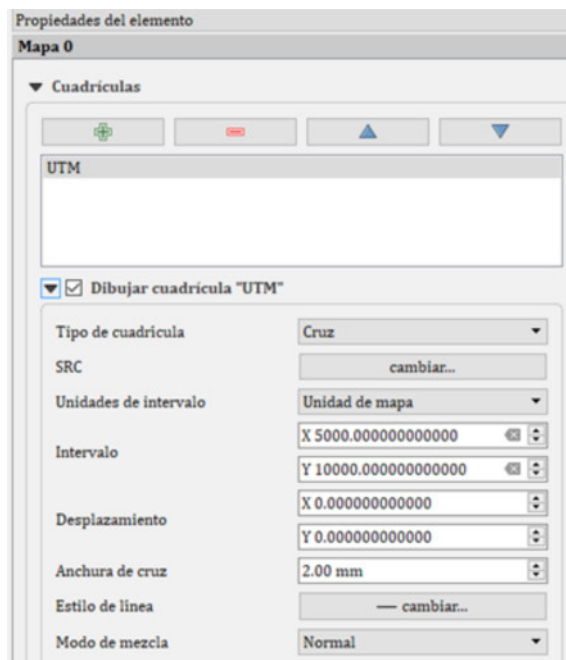


- Seleccionar objetos espaciales usando una expresión  en la ventana de expresión escribir la sentencia mediante **> Campos y valores** para elegir atributos EDO; **> Operadores** para seleccionar las condiciones (= y AND) y **Cargar valores**   para incluir los valores '21' finalmente **Seleccionar**



- Guardar la selección como ageb\_Puebla  
SRC: elegir para UTM, ITRF1992 la zona que le corresponde a la ubicación de las ageb  
Aceptar  **Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados**
  - Unir la tabla de atributos a nivel de ageb (Inegi) con la capa geográfica a nivel de ageb.
- ### 7.4 Incorporación de una malla de coordenadas planas (UTM)

1. Abrir un nuevo diseño de impresión.
2. Diseño / Añadir Mapa.
3. Añadir los demás elementos del diseño cartográfico.



4. Desplegar cuadrículas (propiedades del mapa).
  - » Añadir una Cuadrícula (+)
  - » Habilitar Dibujar Cuadrícula
  - » Tipo de cuadrícula: cruz o elegir otro
  - » SRC: en este caso no es necesario seleccionar un SRC, el programa identifica las unidades del mapa
  - » Intervalo: asignar intervalos en metros
  - » X 5000
  - » Y10000

▼ Marco de cuadrícula

Estilo del marco: Marcas interiores

Tamaño del marco: 2.00 mm

Grosor de línea del marco: 0.30 mm

Colores de relleno del marco: [Color 1] [Color 2]

Divisiones izquierdas: Todos

Divisiones derechas: Todos

Divisiones superiores: Todos

Divisiones inferiores: Todos

Lado izquierdo       Lado derecho

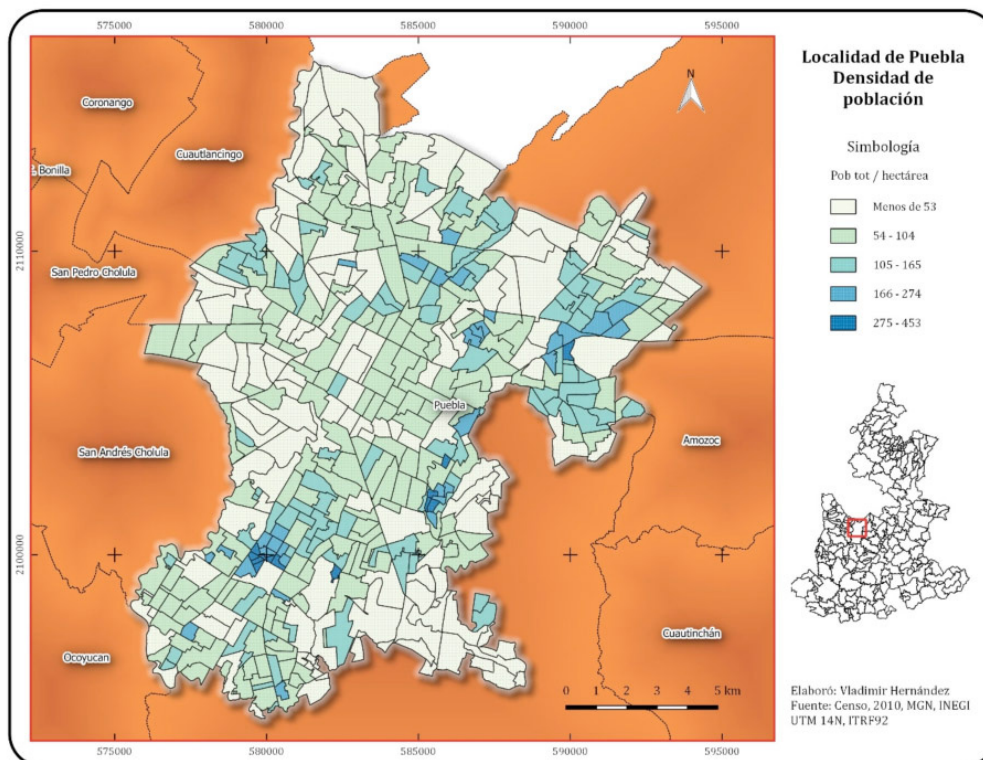
Lado superior       Lado inferior

- » Elegir las propiedades del marco de cuadrícula
- » Dibujar coordenadas seleccionar: Decimal

▼  Dibujar coordenadas

Formato: Decimal

- » Precisión de coordenadas: 0



## Capítulo 8

# Consultas espaciales y estadísticas descriptivas

### Objetivo

**E**l lector formulará consultas espaciales con información de fuentes oficiales. Al finalizar la práctica será capaz de:

- » Calcular las estadísticas descriptivas para cada una de las variables de la tabla de atributos de una capa geográfica.
- » Emplear los operadores y filtros que ofrece Qgis para la consulta de información específica.
- » Generar nuevas variables a partir de la información de la tabla de atributos.
- » Practicar el uso de filtros para la consulta de información específica.

Para esta práctica se hará uso de los siguientes archivos:

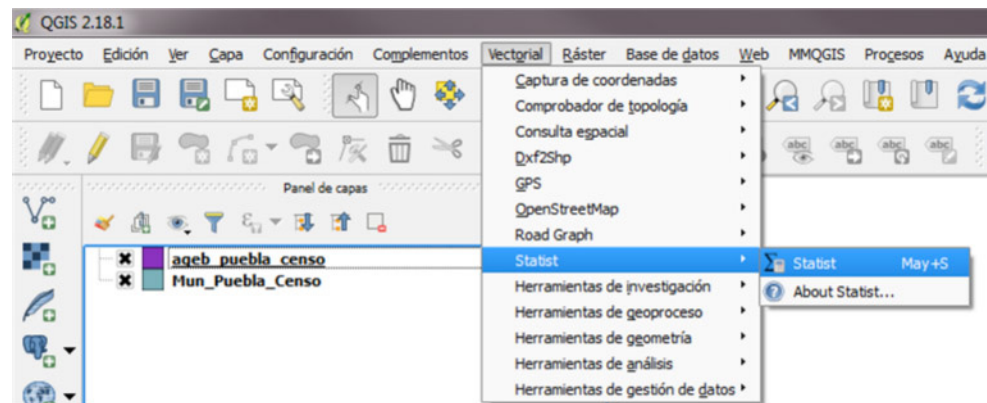
- » Base cartográfica con información del censo 2010 a nivel municipio para el estado de Puebla.
- » Base cartográfica con información del censo 2010 a nivel ageb para la localidad de Heroica Puebla de Zaragoza.
- » Archivo de los Códigos censales del 2010.

## 8.1 Calcular las estadísticas descriptivas



Qgis ofrece más de un modo para calcular las estadísticas descriptivas de un atributo. Es muy importante mencionar que para que el cálculo sea eficaz es necesario que los atributos numéricos sean ciertamente numéricos. También es probable que algún complemento de Qgis esté “roto” o sin mantenimiento, pero siempre hay más una forma para hacer un cálculo en un SIG.

*Opción 1. Desde el Menú Vectorial / Statist / Statist*



1. Seleccionar la capa de tipo vector (*Input vector layer*) sobre la cual se realizará la consulta
2. Seleccionar un atributo (*Target field*) para conocer sus estadísticas descriptivas
3. Aceptar

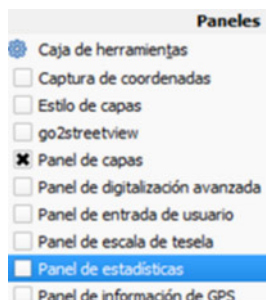
En el año 2010, el estado de Puebla [*Input vector layer*], con 217 municipios [*Count*] se obtuvo una media o promedio [*Mean value*] de población total de 26 635 habitantes por municipio. El municipio con la menor cantidad [*Minimum value*] de población registró 484 habitantes; en contraste, el de mayor cantidad [*Maximun value*] de población en el estado ascendió a 1 539 819 habitantes. En consecuencia, existe un rango [*Range*] (diferencia del mayor valor menos el menor valor) de 1 539 335 habitantes.

- » Identificar el valor de la desviación estándar [*Standard deviation*]: \_\_\_\_\_
- » Pregunta: ¿Qué significa cuando la desviación estándar es mayor que la media o promedio en este caso de la población total por municipio en el estado de Puebla?



### Opción 2. Desde el Panel de estadísticas

1. Clic derecho en una sección de los títulos de los menús
2. Habilitar el Panel de estadísticas



### Opción 3. También se puede realizar la consulta mediante el icono *Mostrar resumen estadístico*

## 8.2 Uso de operadores y filtros en Qgis

El propósito de esta tarea es familiarizar al participante del curso en el manejo de los filtros y operadores matemáticos y lógicos con los que cuenta Qgis. Estos favorecen la búsqueda de información en la tabla de atributos y en un ambiente de SIG, también se mostrará su ubicación en la pantalla. Para ello se parte de una serie de preguntas básicas para localizar un atributo o grupo de atributos.



Los filtros y operadores son parte de lo que en los SIG se denominan consultas (*query*), que pueden ser de tipo espacial o de atributos.

Se pide identificar:

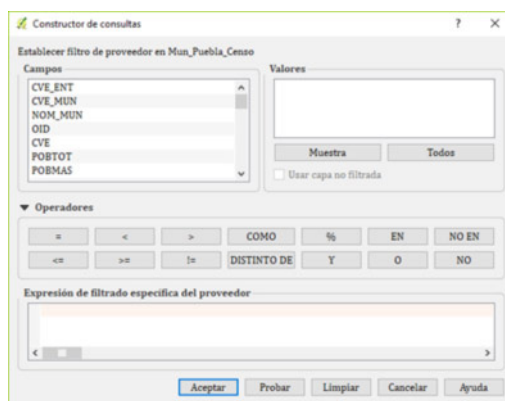
- » Cuántos y cuáles son los municipios en el estado de Puebla que en el año 2010 registraron una población total mayor a 500 000 habitantes.
- » Identificar los municipios que tengan entre 300 y 400 habitantes con edades de 8 a 14 años.
- » Identificar los municipios donde la población de 60 años y más supera los 10 000 habitantes.
- » Identificar los municipios por debajo del promedio de viviendas particulares habitadas con automóvil.

1. Clic derecho en la capa municipios de Puebla [el nombre puede variar en cada caso]
2. Elegir Filtrar...



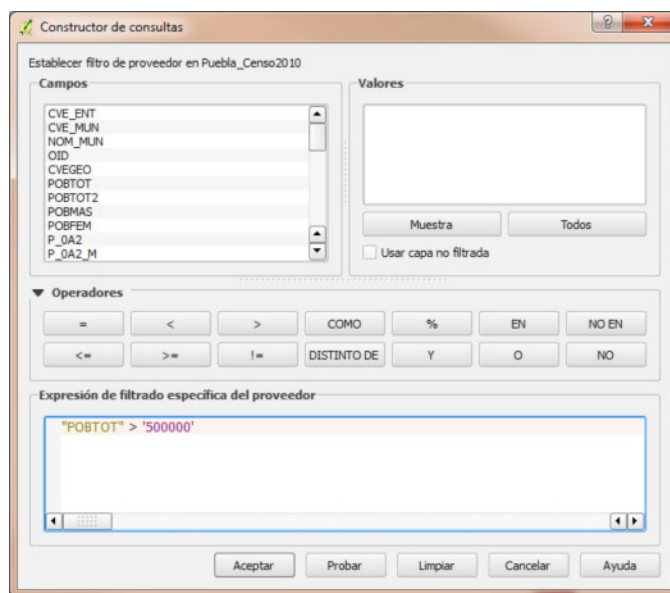
También se puede utilizar la herramienta Seleccionar objetos espaciales usando una expresión (capítulo 7, 7.3, paso 13, p. 74).

Se habilita la ventana Constructor de consultas



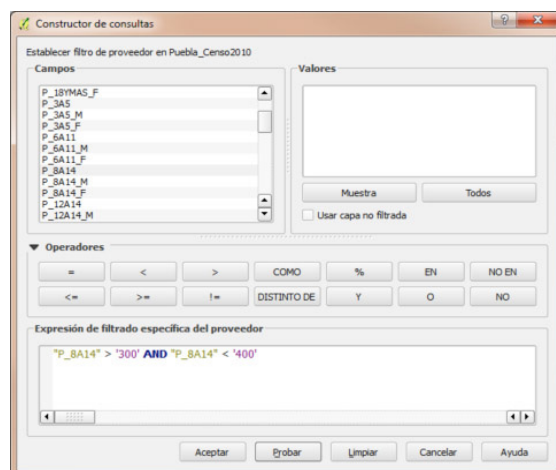
3. Campos seleccionar mediante doble clic el campo o atributo de interés
4. Seleccionar el operador o grupo de operadores según lo solicitado.
5. Escribir la condición.

Para el primer caso: Cuántos y cuáles son los municipios en el estado de Puebla que en el año 2010 registraron una población total mayor a 500 000 habitantes.



- » Campo: POBTOT [población total]
- » Operador: Mayor a (>)
- » Condición: '500000'
- » Resultado: solo un registro tiene más de 500 000 habitantes, se trata del municipio de Puebla con 1 539 819 personas.

Segundo caso: Identificar los municipios que tengan entre 300 y 400 habitantes con edades de 8 a 14 años. En Qgis consultas de este tipo es la combinación de dos sentencias y tres operadores, dos matemáticos y uno lógico; primero, los registros mayores de 300 y, en segundo lugar, los registros menores de 400.



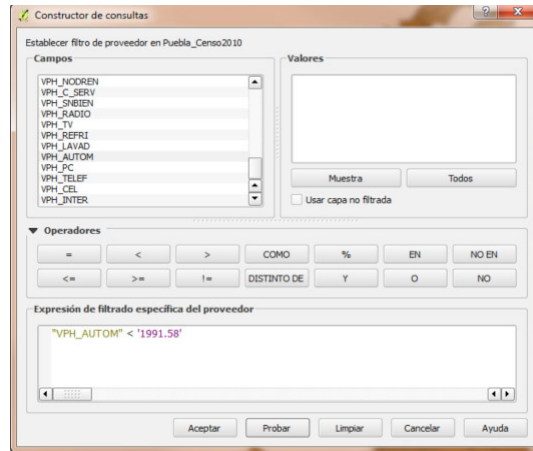
- » Campo: P\_8A14
- » Operador: Mayor a (>) y menor a (<)

Nota: en ambas consultas de debe colocar el atributo

- » Condición: mayor de 300 y menor de 400
- » Resultado: cuatro registros cumplen la consulta
- » Finalmente: Identificar los municipios por debajo del promedio de viviendas particulares habitadas con automóvil.

Aquí la condición solicita conocer primero el promedio del atributo y después construir la consulta.

- » Calcular el valor promedio de la variable (Media: 1991.58)
- » Campo: VPH\_AUTOM
- » Operador: Menor a (<)
- » Condición: Menor a 1991.58
- » El resultado es: \_\_\_\_\_



### 8.3 Generación de nuevas variables en la tabla de atributos de una capa

En las prácticas previas se utilizó la funcionalidad de la calculadora de campos para crear nuevas columnas. En esta tarea se utilizará la herramienta calculadora de campos para generar dos nuevos atributos que permiten hacer comparaciones relativas entre las unidades territoriales. En primer lugar, se realizarán los pasos necesarios para construir una variable que implica considerar la medida de la superficie de cada unidad geográfica para calcular un valor de densidad. En segundo lugar, construir nuevas variables de porcentaje.

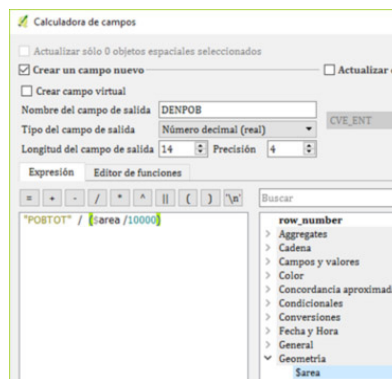
Generar las siguientes variables o atributos:

- » Densidad de población total por hectárea.
- » Porcentaje de población mayor de 60 años con respecto a la población total.



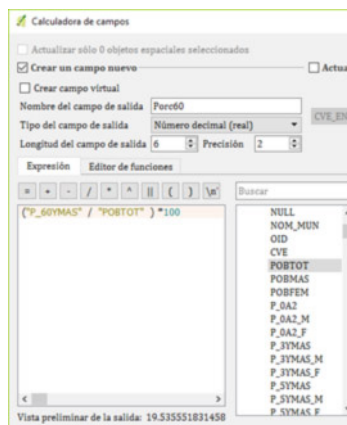
En Qgis y en otros SIG el cálculo de los atributos de superficie, longitud, entre otros, se realiza mediante la opción de Geometría. En Qgis se utiliza la expresión  $\$area$ . Por defecto, Qgis calcula el área en metros cuadrados. Se puede cambiar los valores por *default* desde el Menu Configuración / Opciones / Herramientas de mapa. En la opción de Herramientas de medida se pueden seleccionar las unidades de superficie preferidas. Para esta práctica se utilizarán las unidades de superficie preferidas como metros cuadrados. Por lo tanto, será necesario convertir los metros cuadrados en hectáreas, esto se puede realizar en la ventana de la calculadora de campos.

La densidad de población se define como:  $DENPOB = \frac{POBTOT}{\text{Área (hectáreas)}}$




1. Abrir calculadora de campos.
2. Crear un campo nuevo.
3. Nombre del campo de salida: DENPOB [densidad de población].
4. Tipo del campo de salida: Número decimal (real).
5. Longitud del campo de salida: 14, Precisión: 4.
6. Expresión definida por la fórmula de la densidad de población.

Porcentaje de población mayor de 60 años, se define:  $Porc60 = \left( \frac{P60YMAS}{POBTOT} \right) * 100$



1. Abrir calculadora de campo.
2. Crear un campo nuevo.
3. Nombre del campo de salida: Porc60
4. Tipo de campo de salida: Número decimal (real).
5. Longitud del campo de salida: 6, Precisión: 2.
6. Definir la expresión con base en la definición del porcentaje.

#### 8.4 Cálculo de una fórmula mediante una expresión

También se puede realizar el cálculo de una fórmula mediante una expresión habilitando el icono  expresión que se ubica en la opción columna de la barra de Estilo:



Se abre la ventana Diálogo de expresiones y en la sección de expresión se escribe la operación, por ejemplo, para calcular la densidad de población total  $"POBTOT" / ( \$area / 10000 )$ , aceptar, se observa la expresión en el cuadro de Columna: 

Columna	"POBTOT" / ( \$area / 10000 )
---------	-------------------------------

. La ventaja de este método radica que no se añadió una nueva columna a la tabla de atributos.

 **Contestar**

1. ¿Cuántos municipios del estado de Puebla tienen población masculina superior al 50 por ciento de la población total?
2. Mencione la densidad de población total mínima, máxima y promedio medida en hectáreas a nivel municipal para el estado de Puebla.
3. ¿Cuántos son los municipios del estado de Puebla que tiene un porcentaje mayor del 50 por ciento de adultos mayores de 60 años?
4. Tomando en cuenta a la población total, ¿cuáles y cuántos son los municipios del estado de Puebla que tiene un porcentaje entre 23 y 37 por ciento de su población económicamente activa?
5. Tomando en cuenta el total de viviendas particulares habitadas, ¿en dónde se manifiesta un déficit de viviendas particulares habitadas con excusado; expresar en porcentajes y mencionar los diez municipios con las mayores carencias en este servicio?
6. ¿Cuántas ageb tienen la mayor densidad de viviendas particulares deshabitadas en la localidad de Puebla de Zaragoza?
7. Mencione el promedio de viviendas particulares habitadas con automóvil para la localidad de Puebla de Zaragoza.
8. Mencione las diez ageb con el menor porcentaje de población masculina de 18 a 24 años que asiste a la escuela para la localidad de Puebla de Zaragoza.
9. ¿Cuáles son las ageb de la localidad Puebla de Zaragoza que registran los diez más altos porcentajes de población femenina de 15 años y más analfabeta?
10. Mencionar el promedio de la población que durante el 2005 al 2010 residían en la localidad de Puebla de Zaragoza.







## Capítulo 9

# Geoprocesos: Área de influencia e intersección espacial

### Objetivo

El lector formulará mediante geoprocesos respuestas a problemas de naturaleza geográfica. Al finalizar la práctica los lectores serán capaces de:

- » Identificar la información que provee el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Inegi.
- » Habilitar el complemento Open Layer.
- » Emplear el geoproceso *buffer* o área de influencia.
- » Contrastar dos capas de información mediante una consulta espacial.
- » Emplear símbolos *svg* para editar elementos puntuales.
- » Sintetizar los resultados mediante mapas, tablas y gráficas.
- » Argumentar la distribución geográfica de dos capas temáticas.

## Escenario

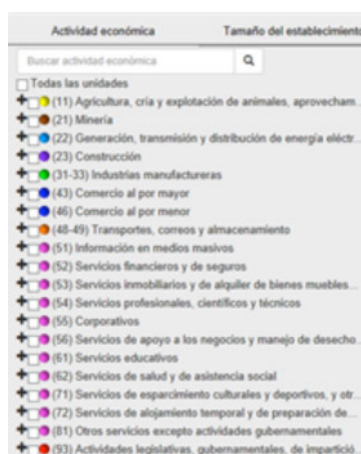
El Consejo Ciudadano de la Localidad Heroica Puebla de Zaragoza está interesado en conocer cuántas y cuáles son las escuelas de nivel medio superior que están en un área de influencia de 500 metros alrededor de los establecimientos denominados bares y cantinas.

Por lo anterior, se elaborará un informe para mostrar los resultados.

### 9.1 Recopilación de información del DENUE

En el DENUE se “ofrecen los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional, actualizados, fundamentalmente, en el segmento de los establecimientos grandes” (Inegi).

1. Ingresar al siguiente enlace: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
2. Descargar y guardar las capas correspondientes a los sectores económicos 722412, 611161 y 611162

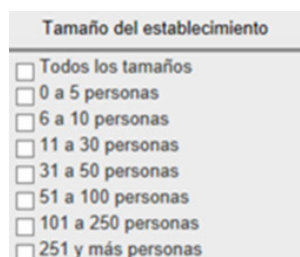


Fuente: Inegi, <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).

La pestaña Actividad económica despliega por tipo cada uno de los sectores y ramas económicas que registra Inegi.

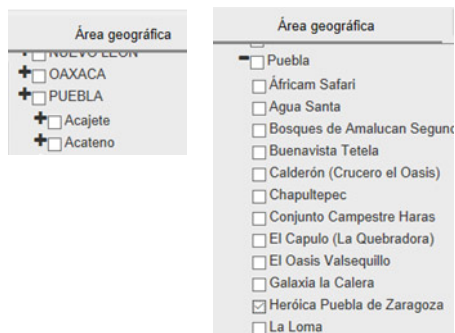
Desplegar (72) Servicios de alojamiento... y (61) Servicios educativos seleccionar las actividades económicas solicitadas.

En la opción de tamaño del establecimiento habilitar la casilla de verificación Todos los tamaños.



Fuente: Inegi, <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).

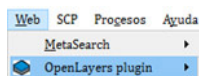
La pestaña Área geográfica permite seleccionar el nivel de consulta de la información, se puede seleccionar todo el estado, un municipio específico o una localidad en lo particular. Clic en   y continuar con las instrucciones de la página para descargar la información seleccionada.



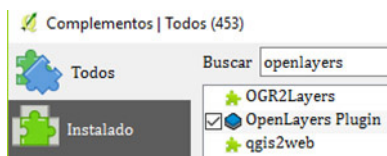
Fuente: Inegi, <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).

## 9.2 Habilitar el complemento Open Layer

1. Abrir un nuevo Proyecto Qgis.
2. Definir el SRC del proyecto similar al SRC de la capa ageb de Puebla.
3. Desde el Menú Web verificar la instalación del complemento *OpenLayers plugin* de lo contrario instalar el complemento.



4. Complementos / Administrar e instalar complementos / Buscar y en su caso habilitar el complemento en cuestión.



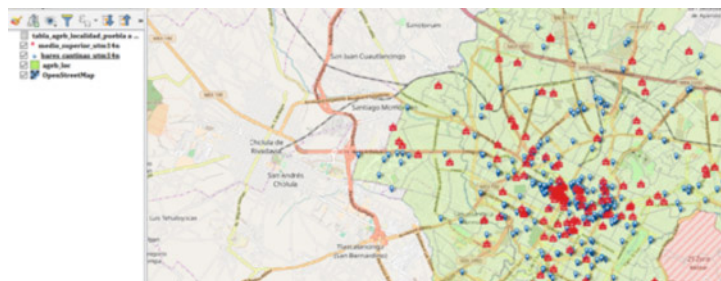
5. Añadir la capa de ageb de Puebla.
6. Seleccionar un mapa base desde *OpenLayers plugin* (*OpenStreetMap* o *Google Streets*)

## 9.3 Construir áreas de influencia y realizar una consulta espacial

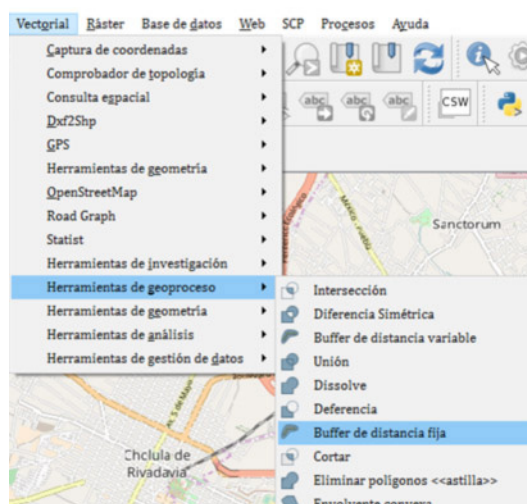


Verificar la proyección de las capas descargadas del DENUE y en su caso re-proyectar al tipo de proyección utilizada en la capa de ageb de la localidad Heroica Puebla de Zaragoza. Nota: El sistema de coordenadas de las capas descargadas es WGS84, por lo tanto, será necesario re-proyectar las capas del DENUE al sistema UTM correspondiente a la zona de estudio.

1. Añadir al proyecto las capas: escuelas de nivel medio superior (públicas y privadas) y la capa de bares, cantinas y similares (verificar que todas las capas compartan el mismo SRC).



2. Menú Vectorial / Herramientas de geoprocso / Buffer de distancia fija



3. Completar las cajas con los datos del escenario planteado al inicio del capítulo

Capa de entrada

La capa a la que se le generará el buffer o área de influencia (capa de bares)

Distancia

Distancia: Valor expresado en metros (500)

Segmentos

Segmentos: Por defecto, aparece un valor de 5, modificar a 50

Resultado de disolver

Activar la casilla de verificación si es necesario que el resultado, los buffers, no se intercalen

Ruta de salida de la capa.

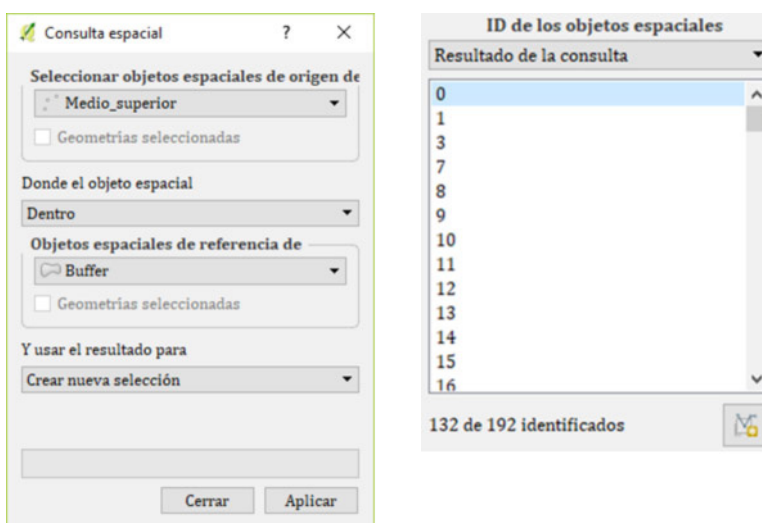
Buffer

4. Modificar el relleno de la capa buffer, transparente y contorno rojo  
Seleccionar las escuelas dentro del área de influencia de 500 metros de las cantinas (buffer)

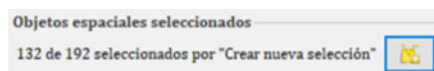


#### Opción 1

Mediante una consulta espacial Menú Vectorial / Consulta espacial. Seleccionar objetos, la capa de escuelas de nivel medio superior. Condición que estén dentro de la capa de referencia Buffer.



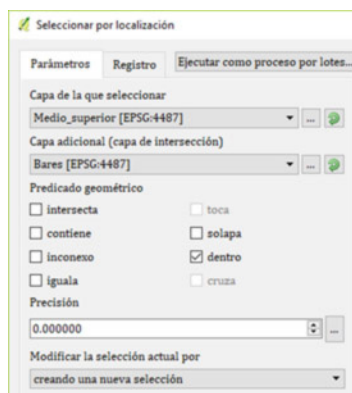
De 192 escuelas de nivel medio superior 132 se localizan dentro del área de influencia (500 m) de bares. Se puede generar una nueva capa dando clic en:



## Opción 2

Mediante una selección por localización Vectorial / Herramientas de investigación / Selección por localización.

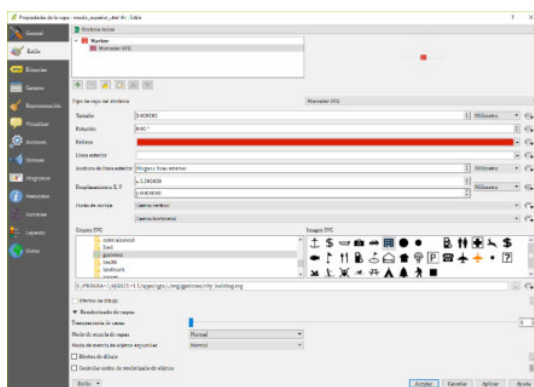
Capa de la que seleccionar: (Preparatorias), Capa adicional: (Bares). Predicado geométrico: dentro.



5. Guardar la selección de las 132 escuelas de nivel medio superior dentro del área de influencia de 500 metros como una nueva capa.

## 9.4 Edición de las capas vectorial de puntos con símbolos de tipo svg

La edición de los símbolos permite personalizar y lograr otro efecto para la representación de un atributo geográfico y a su vez enriquecer el diseño cartográfico. A continuación, se personalizará con un símbolo de tipo svg la capa de escuelas.



1. Habilitar las propiedades de la capa de escuelas.
2. Seleccionar el marcador sencillo.
3. Tipo de capa de símbolo elegir Marcador SVG.
4. Campos SVG seleccionar un símbolo que represente a las escuelas.
5. Modificar el tamaño y relleno.
6. Aceptar.



La edición de un símbolo puntual puede realizarse mediante la obtención de un símbolo SVG, es importante indicar que si se añade un símbolo debe citarse la fuente del archivo. La página <http://www.flaticon.es/> ofrece algunos símbolos gratuitos, es necesario verificar el licenciamiento.



Elaborar mapas, tablas, u otros productos con los resultados del problema para dar una respuesta a la solicitud del Consejo Ciudadano de la localidad de Heroica Puebla de Zaragoza.

- » Mapa con dos capas de información: 1) Porcentajes de la población de 15 a 24 años, colores graduados –secuenciales–, cortes naturales con cinco clases; 2) escuelas de nivel medio superior, símbolo SVG, cuadrícula UTM.
- » Mapa con dos capas de información: 1) Porcentaje de la población de 18 años y más, colores graduados –secuenciales–, cortes naturales con cinco clases; 2) bares, cantinas y similares, símbolos SVG, cuadrícula UTM.
- » Mapa con el área de influencia –solo el contorno– la capa de escuelas que cumple la condición o dentro del buffer–, fondo del mapa densidad de población total por hectárea, colores graduados –secuenciales–, cortes naturales con cinco clases, cuadrícula UTM.
- » Tablas y gráficas con el porcentaje de escuelas dentro del área de influencia. Incluir tabla con las estadísticas descriptivas de los atributos del análisis.





# Capítulo 10

## Geoprocesos: Área de influencia y corte

### Objetivo

El lector formulará mediante geoprocesos respuestas a problemas de naturaleza geográfica. Al finalizar la práctica, estos lectores serán capaces de:

- » Emplear los complementos Open Layer y Quick Map Services.
- » Crear una capa a partir de coordenadas X, Y.
- » Geocodificar nuevos elementos de tipo vectorial.
- » Emplear el geoproceso buffer o área de influencia.
- » Emplear el geoproceso corte o *clip*.
- » Sintetizar los resultados mediante mapas, tablas, gráficas y estadísticas descriptivas.
- » Argumentar la distribución geográfica de dos capas temáticas.

Para esta práctica se utilizarán las siguientes capas de información:

- » Generar una capa geográfica con información del censo 2010 a nivel ageb de la localidad Ciudad Juárez, Chihuahua.
- » Generar una capa geográfica con la ubicación de dos plazas comerciales de Ciudad Juárez, Chihuahua.

## 10.1 Generar un archivo Shapefile a nivel de ageb urbana

Construir un Shapefile con información del Marco Geoestadístico Nacional y del Censo de Población y Vivienda 2010 para la localidad urbana Juárez (0001), del municipio Juárez (037) del Estado de Chihuahua (08) [consultar el capítulo 7].



Revisar la zona UTM que le corresponde a la zona de estudio.

## 10.2 Generar una capa a partir de coordenadas X, Y

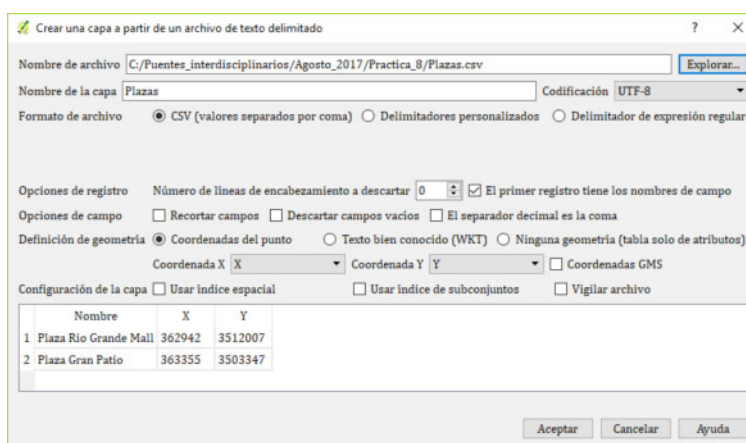
1. Generar un archivo delimitado por comas .csv con la siguiente información, nombre sugerido: plazas.csv

Nombre	X	Y
Plaza Río Grande Mall	362942	3512007
Plaza Gran Patio	363355	3503347

2. Añadir el archivo plazas en el proyecto Qgis

Menú Capa / Añadir capa / Añadir capa de texto delimitado

O desde el icono  en la barra de herramientas Administrar capas



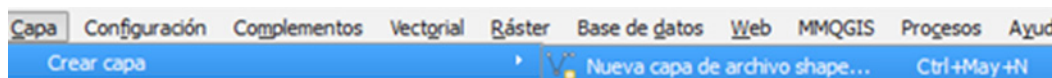
3. El resultado es la visualización de dos puntos en la vista del mapa, para que este proceso pueda ser utilizado posteriormente se recomienda guardar como un archivo Shapefile.



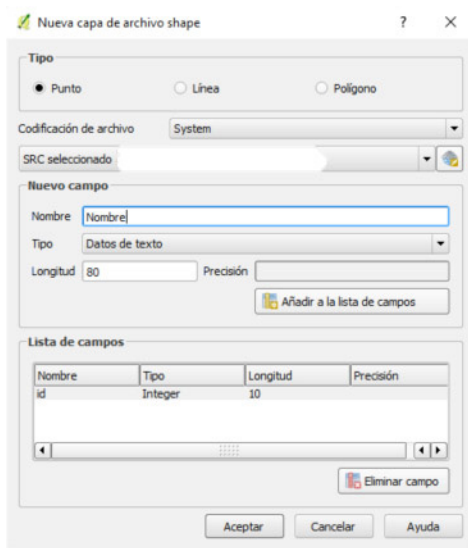
El procedimiento de la sección 10.2 es factible cuando se conocen las coordenadas del punto. Cuando no es así, siempre hay más de una salida; por ejemplo, si se conoce la dirección se puede emplear Google Earth para conocer la ubicación e identificar las coordenadas. Otras vías que ofrece Qgis es el uso de complementos como GeoCode o MMQGIS. Pero cuando la zona de estudio es conocida para el usuario se puede realizar la geocodificación directa de los elementos geográficos con el apoyo de un mapa base.

### 10.3 Geocodificar nuevos elementos de tipo vectorial con apoyo de un mapa base

1. Abrir un Nuevo Proyecto Qgis.
2. Definir el SRC del proyecto igual al SRC de la capa ageb de Juárez.
3. Añadir la capa de ageb urbanas de la localidad de Juárez, Chihuahua.
4. Representar la capa con símbolo único, relleno transparente.
5. Habilitar un mapa base *Open Street Map* o *Google Streets*.
6. Realizar un acercamiento hasta la ubicación de la plaza Río Grande, asegurarse que la escala esté indicando 1:1000.  
Dirección: Paseo Triunfo de la República 3535, C.P. 32310, Juárez, Chihuahua.
7. Clic en el Menú Capa / Crear capa / Nueva capa de archivo Shape





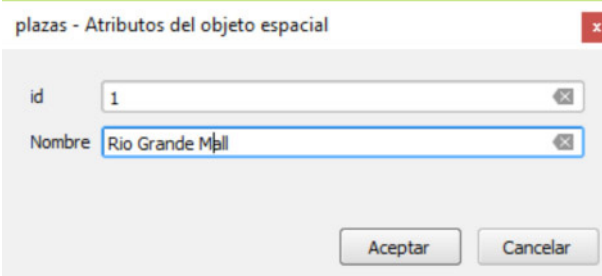
8. En la ventana *Nueva capa de archivo Shape* colocar las siguientes instrucciones: Tipo Punto / SRC seleccionar la proyección UTM que le corresponde a Ciudad Juárez / Nuevo campo en *Nombre* escribir Nombre / Tipo Datos de texto / Longitud 80 / clic en Añadir a la lista de campos / Aceptar.



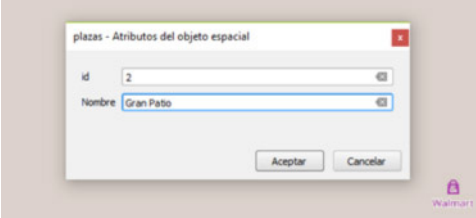


Un campo es una columna, en este caso la tabla de atributos tiene dos columnas: *id* que aparece por *default* y *Nombre* que es la nueva columna que se añadirá a la estructura de la tabla de atributos de nuevo Shapefile.

9. Guardar en la carpeta de la práctica con el nombre sugerido: plazas. En el Panel de capas de Qgis aparece la capa plazas.
10. Abrir la tabla de atributos de la capa plazas, se observa que aparecen dos columnas, *id*, y *Nombre*, a continuación, se georreferenciarán los registros, en este caso dos plazas comerciales: Río Grande Mall y Gran Patio.
11. Seleccionar la capa plazas (se ilumina de azul) / clic en Conmutar edición 
12. El cursor cambia de forma, clic en el icono Añadir objeto espacial 



13. Clic izquierdo en el interior del polígono de la plaza, se habilita una nueva ventana donde se teclea en *id* (identificador, por lo regular una clave numérica) y el nombre del atributo, en este caso Río Grande Mall.
14. Aceptar.
15. Localizar la plaza Gran Patio, realizar un acercamiento 1:1000 y georreferenciar el segundo punto. Dirección: Av. Zaragoza 6008, C.P. 32685, Ciudad Juárez.



16. Concluir la edición de la capa plazas, guardar los cambios.
17. Apagar la capa *OpenStreetMap*, acercamiento a la capa *ageb* de Ciudad Juárez.
18. Sugerencia cambiar el símbolo puntual por alguno de tipo *svg*.

#### 10.4 Elaborar un mapa temático a nivel de *ageb* urbanas

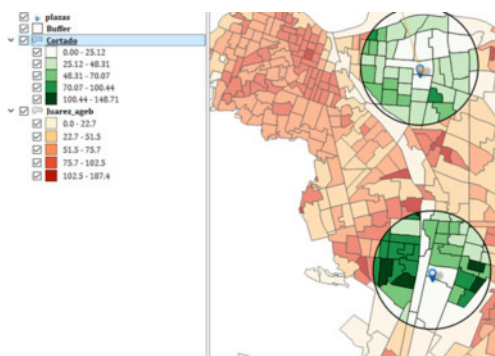
1. Generar un mapa temático por *ageb* de la densidad población total en hectáreas con valores graduados, 5 clases, cortes naturales.

## 10.5 Construir áreas de influencia

1. Construir un *buffer* o área de influencia de la capa plazas.shp con un radio de 2500 metros.

## 10.6 Emplear el geoproceso *clip* o corte

1. Menú Vectorial / Herramientas de geoproceso / Cortar.
2. En la Ventana de cortar o clip seleccionar como capa de entrada las ageb de Juárez.



3. Capa de corte el buffer o área de influencia.
4. Guardar el archivo.
5. Cambiar la simbología de la capa Cortado o clip: color graduado, atributo densidad bruta de población, cinco clases, cortes naturales.

## 10.7 Estadísticas descriptivas

1. Consultar las estadísticas descriptivas de las capas para completar el siguiente cuadro:

Indicador	Ciudad Juárez	Río Grande Mall	Gran Patio
Total de población			
Promedio de población total			
Promedio de la densidad de población			
Total de viviendas particulares habitadas			
Promedio de viviendas con internet			
Promedio de población económicamente activa			



# Capítulo 11

## Geoprocesos: Área de influencia, corte y diferencia

### Objetivo

**E**l lector formulará mediante geoprocesos respuestas a problemas de naturaleza geográfica.

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Emplear los complementos Open Layer y Quick Map Services.
- » Emplear el geoproceso *buffer* o área de influencia.
- » Emplear el geoproceso corte o *clip*.
- » Emplear el geoproceso diferencia.
- » Sintetizar los resultados mediante mapas, tablas, gráficas y estadísticas descriptivas.

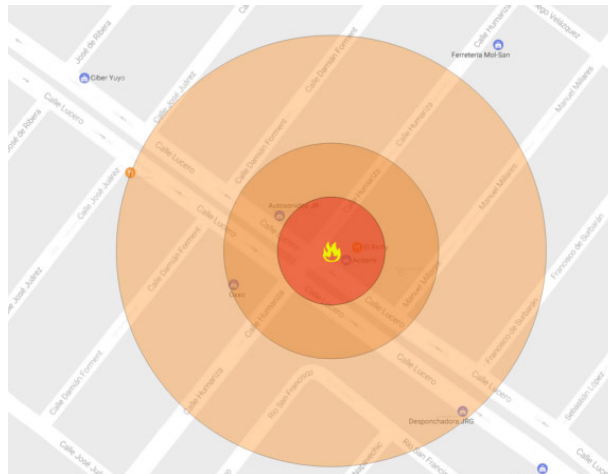
Para esta práctica se utilizarán las siguientes capas de información:

- » Capa cartográfica con información de predios de la localidad de Ciudad Juárez, Chihuahua.
- » Generación de una capa cartográfica con la ubicación de una explosión en Ciudad Juárez.

### Escenario de análisis

Se registró una explosión en el fraccionamiento Parajes del Sol, con un radio de alcance de 100 metros. La empresa responsable del siniestro indemnizará a los predios afectados mediante las siguientes pautas:

- » Con un total de \$ 1500.00 por metro cuadrado a los predios ubicados en los primeros 25 metros de la explosión.
- » Con un total de \$ 1000.00 por metro cuadrado a los predios ubicados entre los 25 y 50 metros de la explosión.
- » Con un total de \$ 500.00 por metro cuadrado a los predios ubicados entre los 50 y 100 metros de la explosión.



La empresa desea conocer el monto total por cada zona, el número de predios afectados por zona y los valores promedio que pagará a los predios afectados.

#### 11.1 Añadir capas

1. Abrir un Nuevo Proyecto Qgis.
2. Descargar y Añadir la capa de Predios de Ciudad Juárez desde la página electrónica del Departamento de Ingeniería Civil de UTEP (*Parcels-Predios*): <http://www.pdnmapa.org/HTML/datasets.html>
3. Generar un archivo delimitado por comas .csv a partir de la siguiente información.

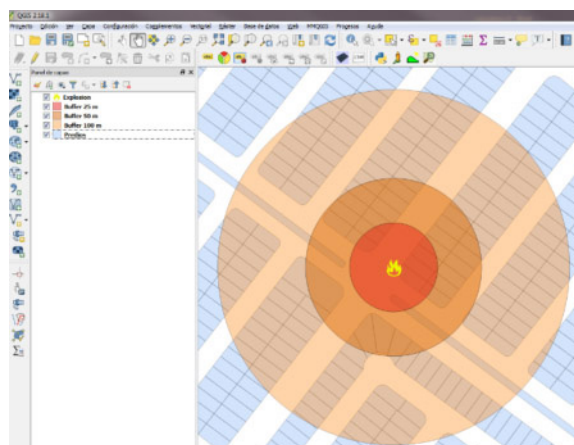
NOMBRE	X	Y
Explosión	366223.28	3499463.10



4. Generar una capa a partir de un archivo con coordenadas X, Y (ver capítulo 10, apartado 10.2, p. 96).
5. Inspeccionar por algunos de los métodos conocido el SRC de las capas, ambas capas deben tener el mismo SRC, en caso contrario realizar las reproyecciones necesarias.
6. Definir el SCR del proyecto Qgis.

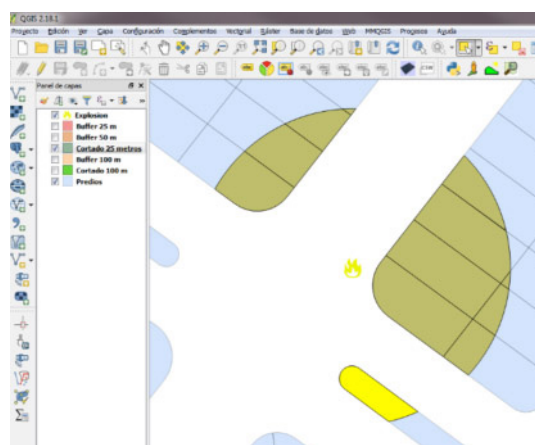
## 11.2 Áreas de influencia

1. Construir tres áreas de influencia buffer según las zonas de afectación: 25, 50 y 100 metros a partir de la explosión.



## 11.3 Geoproceso clip o corte

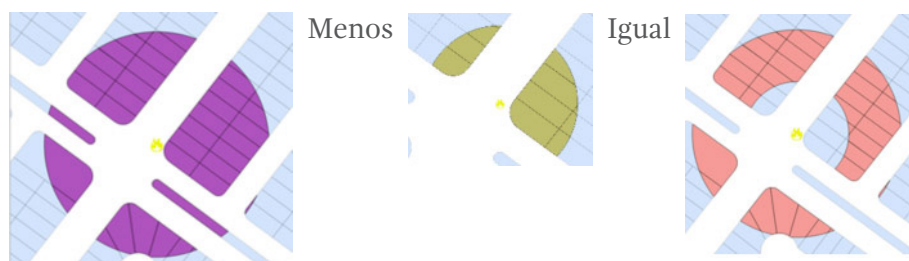
1. Menú Vectorial / Herramientas de geoproceso / Cortar Capa de entrada Predios, capa de corte buffer 25 metros.
  - » La zona amarilla no es un predio, es una zona de acotamiento, que deberá ser eliminada del análisis mediante la edición de la capa (conmutar edición, seleccionar elemento, borrar o suprimir; guardar cambios).



2. Generar los cortes de los buffers de 50 y 100. Eliminar del análisis las zonas de acotamiento.

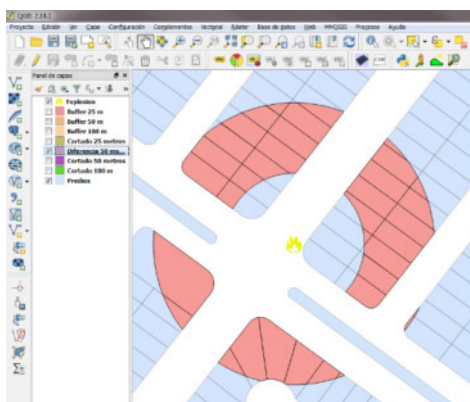
### Geoproceso de diferencia

Al clip a 50 metros, quitarle –restarle– la zona de 25 metros, de lo contrario se duplicaría el valor de la indemnización en la primera zona.



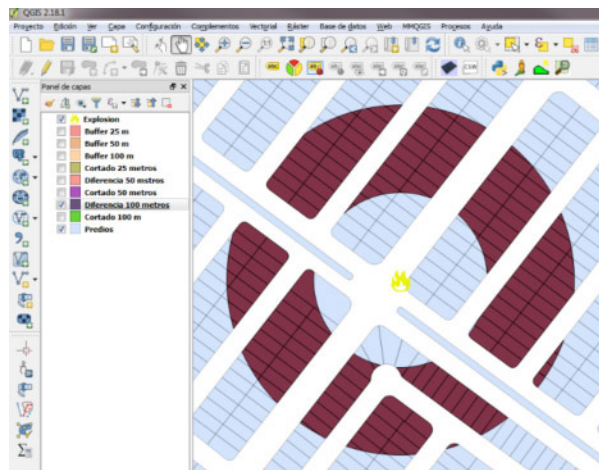
#### 11.4 Geoproceso diferencia *difference*



1. Menú Vectorial / Herramientas de geoproceso / Diferencia *difference*.
2. Capa de entrada Cortado o Clip 50 metros capa de diferencia buffer 25 metros



El resultado, la capa Diferencia 50 metros solo incluye los predios afectados dentro de las distancias de 25 a 50 metros del lugar de la explosión.

3. En la ventana de diferencia o *difference* seleccionar como Capa de entrada cortado o clip 100 metros, Capa de diferencia el buffer 50 metros. El resultado son los predios afectados por la explosión en el rango de 50 a 100 metros.



Para una mejor organización de las capas, es conveniente generar grupos. Desde el panel de capas  dar clic en añadir grupo . Nombrar al grupo Zonas de afectación y trasladar las capas de afectación (diferencias 50 y 100 m y clip de 25 m). Cambiar el nombre de las capas por zona 25, zona 50 y zona 100.

4. Calcular para cada zona de afectación, los valores de superficie en metros cuadrados y los costos de indemnización, ambos con la incorporación de nuevos atributos.  
Nota: los valores nulos en el cálculo del área eliminarlos del análisis.

  *Completar la tabla*

	Núm. predios afectados	Costos de la indemnización	Promedio de indemnización por predio
25 metros			
25-50 metros			
50-100 metros			
Totales			



## Capítulo 12

# Generación de polígonos de Voronoi

### Objetivo

**E**l lector estimará cambios de la cobertura poblacional de escuelas de nivel medio superior.

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Interpretar el resultado de los polígonos de Voronoi.
- » Transformar una capa de información geográfica.
- » Emplear la herramienta atributos por localización.
- » Evaluar los resultados del cambio de coberturas.

Para esta práctica se utilizarán las siguientes capas de información:

- » Generar capas de preparatorias públicas y privadas (DENUE) para Ciudad Juárez, Chihuahua.
- » Base cartográfica de agb de Ciudad Juárez, Chihuahua.

## Escenario de análisis

Las autoridades a nivel local buscan mejorar la cobertura con la construcción de nuevos planteles públicos. Entre otras decisiones que deben tomar, les interesa: *a)* conocer la cobertura que le corresponde a cada escuela pública; *b)* comparar la cobertura de las escuelas públicas con las privadas, *c)* el total de población total y población de 15 años y más en cada área de cobertura –pública y privada–, *d)* posibles escenarios con la construcción de nuevas escuelas.

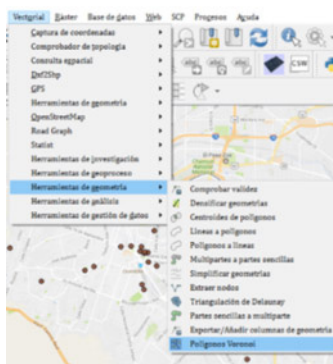
### 12.1 Descargar datos de preparatorias

1. Descargar desde el portal de Inegi-DENUE las capas correspondientes a escuelas públicas y privadas de Ciudad Juárez (87 = 31 públicas, 56 privadas) ramas económicas 611161 y 611162.



### 12.2 Añadir información

1. Abrir un Nuevo Proyecto Qgis y Añadir tres capas de geodatos.
  - » Capa de ageb
  - » Capa de preparatorias públicas
  - » Capa de preparatorias privadas
  - » Verificar que las tres capas están proyectadas en la UTM correspondiente a la zona de análisis, de lo contrario, realizar la reproyección.

### 12.3 Generación de polígonos Voronoi



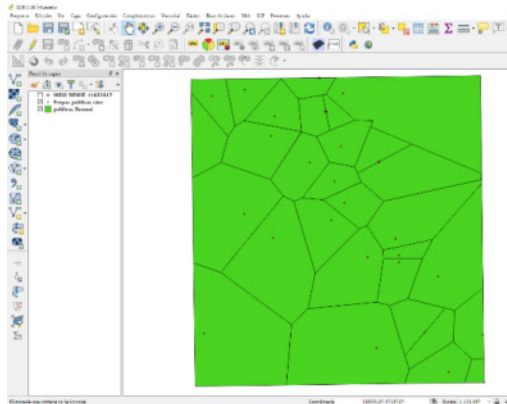
1. Menú Vectorial / Herramientas de geometría / Polígonos Voronoi

En la Ventana de la herramienta  Polígonos Voronoi como Capa de entrada uno de los geodatos de preparatorias  Prepas\_publicas\_utm

Indicar la ruta para el archivo

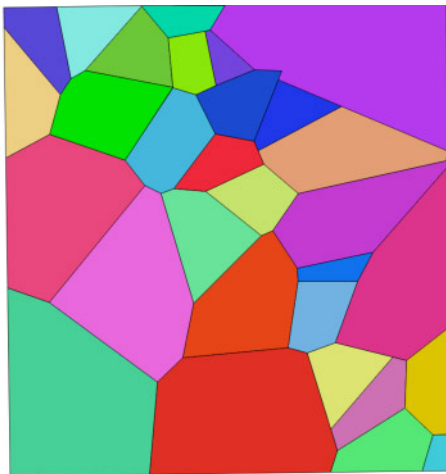


2. Generar la segunda capa Voronoi

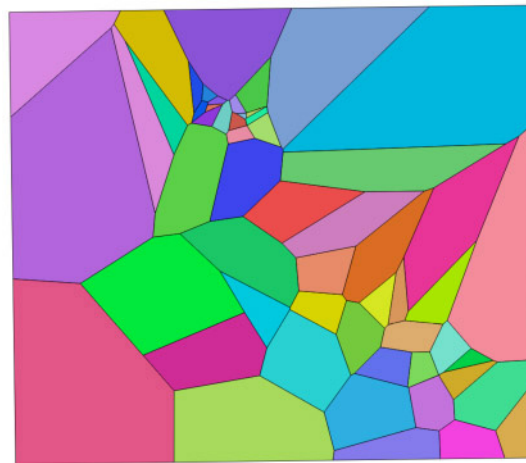


3. Abrir y examinar las tablas de atributos de las capas Voronoi
4. Cambiar Estilo / categorizados / atributo ID/ colores aleatorios
5. Comparar los resultados

Preparatorias públicas



Preparatorias privadas

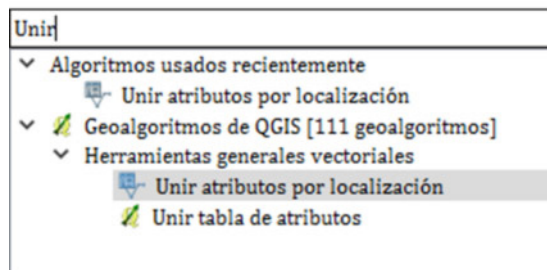


## 12.4 Unión de atributos por localización

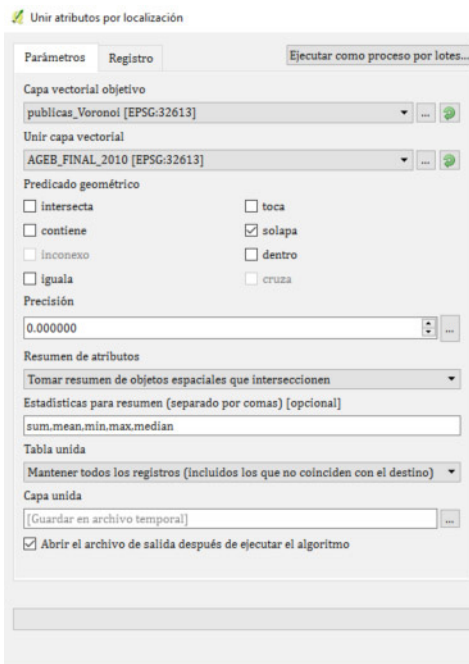
Para conocer una estimación de la población que le corresponde a cada polígono Voronoi se utiliza la herramienta Unir atributos por localización.

1. Menú Procesos / Caja de herramientas / Geoalgoritmos de Qgis / Herramientas generales vectoriales / Unir atributos por localización
2. También desde la Caja de herramientas teclear el nombre de la herramienta

### Caja de herramientas de procesado



De manera general, lo que se pretende es trasladar los valores de las ageb a cada uno de los polígonos Voronoi de las preparatorias para conocer los atributos de población total y población de 15 años de cada área de cobertura.

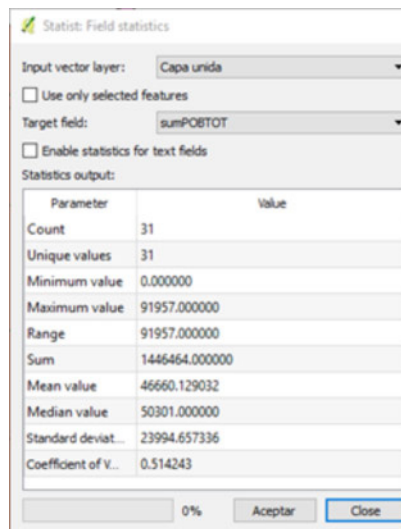


3. Capa vectorial objetivo es la capa de polígonos Voronoi de las preparatorias públicas.
4. Unir capa vectorial es la capa de ageb.
5. Habilitar la casilla solapa.
6. Resumen de atributos: Tomar resumen de objetos espaciales que intercepta.
7. Tabla unida: Mantener todos los registros.





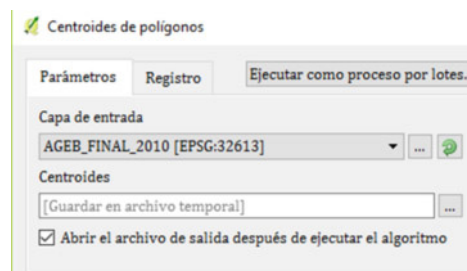
Los bordes de los polígonos Voronoi en algunos casos intersecan una o varias ageb lo que da como resultado duplicar algunos de los registros.



La suma del campo Población total de la capa unida da como resultado 1 446 646 habitantes superior 1 317 091 habitantes de la capa ageb que se utilizó en este ejemplo. Por lo tanto, sobrealora el resultado y no es adecuado.

Una solución que evita los bordes de las ageb es transformar esa capa a una de puntos mediante la herramienta Centroides de polígonos.

## 8. Menú Vectorial / Herramientas de geometría / Centroides de polígonos



Unir atributos por localización

1. Capa vectorial objetivo es la capa de polígonos Voronoi de las preparatorias públicas.
2. Unir capa vectorial es la capa de ageb (centroides).
3. Habilitar la casilla contiene, se trata de puntos dentro de un polígono.
4. Resumen de atributos: Tomar resumen de objetos espaciales que intercepta.
5. Estadísticas para resumen: Solo se solicita la suma, *sum*.
6. Tabla unida: Mantener todos los registros.
7. Guardar en la carpeta de la práctica y ejecutar (*Run*).

8. Consultar las estadísticas descriptivas del atributo de población total de la nueva capa.



El resultado de la unión por localización en el atributo de población total es de 1 167 422 habitantes, menor a 1 317 091 habitantes de la capa ageb.



Son valores aproximados, pero para un análisis general son adecuados, debe tomarse con precaución la interpretación de estos resultados.

9. Realizar la unión de atributos por localización para los polígonos Voronoi de las preparatorias privadas.

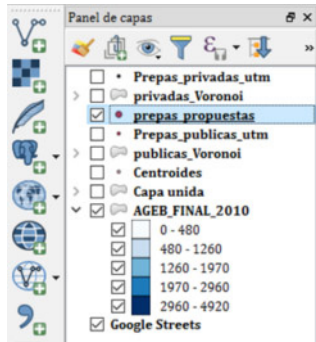
## 12.5 Propuesta de nuevas preparatorias públicas


1. Realizar una copia de la capa de preparatorias públicas, nombrarla prepas\_propuesta

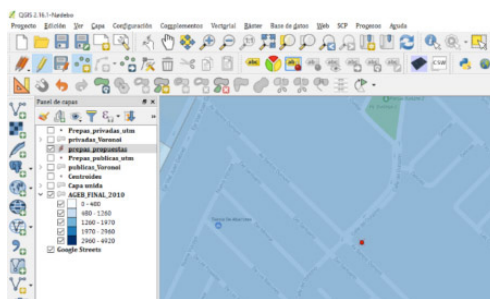


Habilitar un mapa base, por ejemplo, Google Streets y con base en criterios como la población total, población de 15 años y más y los polígonos Voronoi de las preparatorias públicas incluir mínimo cuatro nuevas preparatorias para valorar los cambios.

2. Digitalizar (insertar nuevos registros) seleccionar la capa prepas\_propuestas



3. Iniciar la edición, 4. Añadir Objeto espacial  5. Clic izquierdo en el sitio seleccionado, 6. En id colocar 1 y en nom\_estab propuesta 1 Aceptar



7. Añadir otros tres objetos (prepas) y guardar la edición.
8. Generar los polígonos Voronoi para la capa de prepas\_propuestas.
9. Unir atributos por localización para la capa prepas\_propuestas.
10. Calcular sus estadísticas descriptivas.



Comparar los cambios para cada uno de los polígonos Voronoi, de escuelas públicas, mediante la generación de una tabla comparativa antes y después de la propuesta.

Id de polígono Voronoi	Población total (antes)	Población total (después)	Población de 15 años y más (antes)	Población de 15 años y más (después)



## Capítulo 13

# Generación de un mapa base o de referencia

### Objetivo

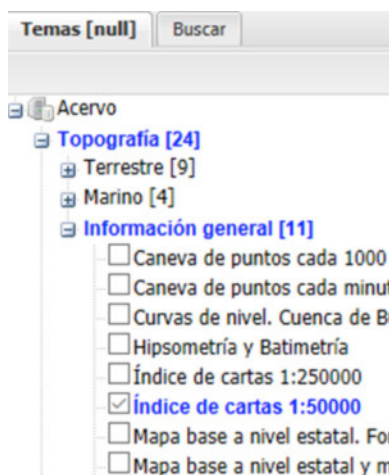
**E**l lector construirá un mapa base o de referencia a partir de los geodatos de un mapa topográfico de Inegi y otros geodatos.

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

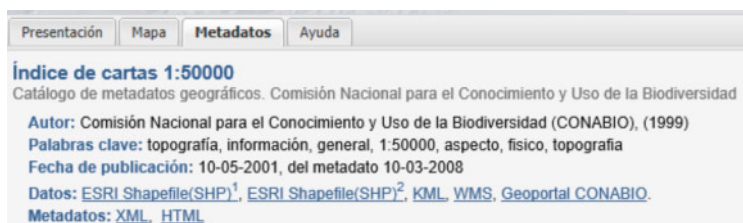
- » Localizar las claves de las cartas topográficas 1:50000 de Inegi.
- » Recopilar las cartas topográficas de Inegi.
- » Diseñar un mapa base o de referencia para encuadrar el tema de interés.

### 13.1 Localizar y descargar el índice de cartas 1:50000

1. Ingresar al geoportal de Conabio: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
2. En la ventana de temas (izquierda) desplegar las opciones de Información general y seleccionar el tema: Índice de cartas 1:50000

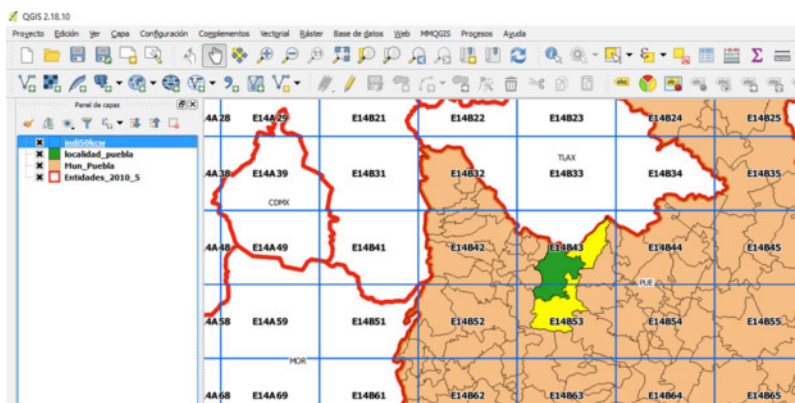


3. Clic en la pestaña Metadatos



4. Descargar el archivo ESRI Shapefile (SHP)<sup>2</sup>
5. Abrir un nuevo Proyecto en Qgis
6. Añadir las siguientes capas de geodatos
  - » indi5okcw (Índice de cartas 1:50000)
  - » Localidad de Puebla
  - » Municipios de Puebla
  - » Entidades\_2010\_5
7. Editar los símbolos de las capas relleno transparente a las capas de Entidades e índice de cartas 1:50000

## 8. Etiquetar la capa indi5okcw.shp a partir del atributo CLAVE



Las cartas 1:50000 que le corresponden a la zona de estudio son E14B43 y E14B53

## 13.2 Localizar y descargar las cartas topográficas 1:50000

1. Ingresar a Inegi y en la pestaña de Geografía / Temas/ Topografía /cartas topográficas

### Conjunto de datos vectoriales de información topográfica escala 1:50 000 serie III. E14B43 (Puebla)

Tema: Topográficas  
Colección: Cartas Topográficas  
Entidad federativa: Puebla  
Edición: 2015  
Formato: Electrónico  
Escala: 1:50 000  
Clave carta: E14B43  
Proyección: Universal Transversa de Mercator  
Coordenadas: O 98°00' - O 98°20' / N 19°00' - N 19°15'  
DATUM: ITRF2008 ÉPOCA 2010.0

Conjunto de datos espaciales o producto: INEGI. Información Topográfica a escala 1:50,000 y sus actualizaciones, 2013-2018. SNIEG Información de Interés Nacional. Contienen información sobre los diversos datos espaciales presentes en los conjuntos de datos, como curvas de nivel, hidrografía, vías de comunicación, localidades, entre otros. Estos rasgos son representados digitalmente por su componente geométrico (puntos, líneas o áreas) y componentes descriptivos (los atributos del dato). Los topónimos o nombre geográficos, se incluyen como atributos propios de cada uno de los datos que conforman cada conjunto de datos y que por su naturaleza los requieren.

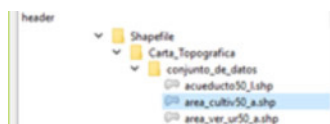
Formatos: SHP 4  
10.64 MB

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx>

2. Teclar la clave de una de las cartas
3. Buscar y guardar el archivo en formato ESRI Shapefile (SHP)
4. Repetir las veces que sea necesario para recopilar la información requerida.

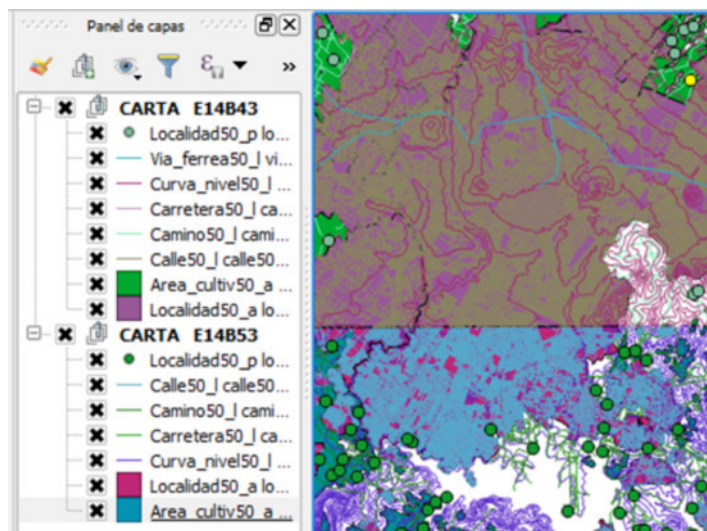
### 13.3 Explorar cada una de las capas de la carta topográfica

1. Con el explorador de Qgis revisar la carpeta: conjunto\_de\_datos



### 13.4 Diseño del Mapa base

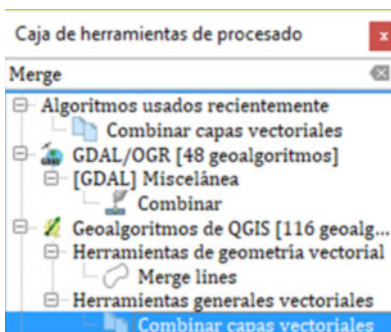
1. Abrir un nuevo Proyecto Qgis
2. Añadir dos grupos\* en el panel de capa y en cada uno añadir las siguientes capas de geodatos
  - » Localidades50\_p
  - » Localidades50\_l
  - » Calle50\_l
  - » Camino50\_l
  - » Carretera50\_l
  - » Curvas\_nivel50\_l
  - » Via\_ferrea50\_l



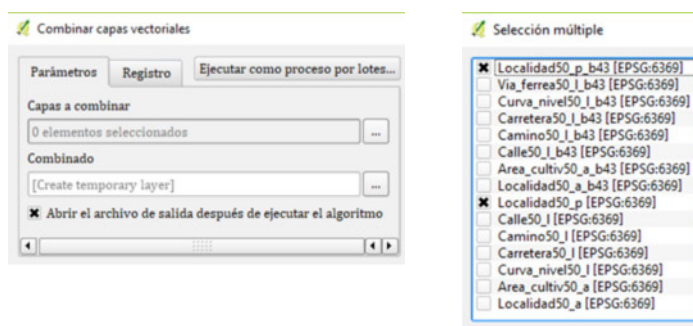
\*Identificar cada grupo con la clave de la carta.



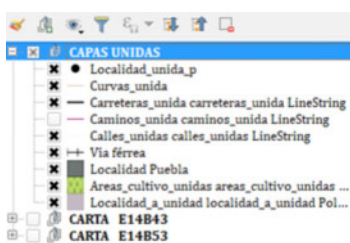
3. Combinar las capas coincidentes Menú Procesos / Caja de herramientas / Escribir en la caja de búsquedas: Merge / seleccionar Combinar capas vectoriales



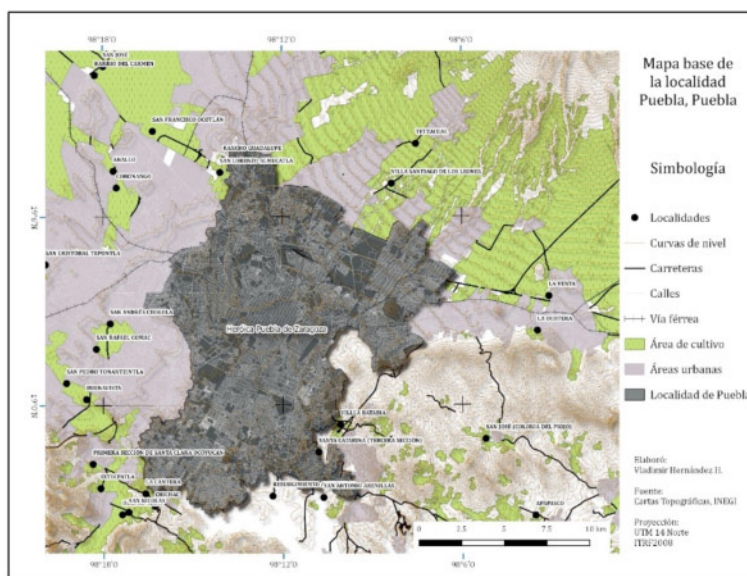
4. Elegir las capas a combinar  
Nótese que el orden coincide con el acomodo por grupo en el Panel de capas



5. Guardar como: Localidad\_unida
6. Repetir para las capas que coincidan
7. Habilitar un nuevo grupo: CAPAS UNIDAS



8. Añadir las capas unidas, más la capa Vías férreas y la capa Localidad de Puebla
9. Aplicar diferentes estilos a las capas hasta obtener un resultado como el siguiente



Elaborar un mapa base, tamaño carta.





## Capítulo 14

# Modelo ráster, cálculo de un sombreado

### Objetivo

**E**l lector construirá un mapa de sombreado a partir de un modelo digital de elevación 1:50000. Al finalizar la práctica, el lector será capaz de:

- » Recopilar un modelo digital de elevación
- » Combinación de capas ráster
- » Habilitar nuevas rampas de colores
- » Habilitar el complemento análisis del terreno

## 14.1 Localizar y descargar un modelo digital de elevación (MDE)

1. Habilitar una subcarpeta en la carpeta de la práctica. Nombre sugerido: capas\_raster



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx> (Última consulta: 19 de marzo, 2018).



2. Ingresar a Inegi y en la pestaña de Geografía / Temas/ Topografía /cartas topográficas
3. Utilizar la clave de la carta topográfica E14B43 y E14B53
4. Descargar los MDE en la subcarpeta: capas\_raster

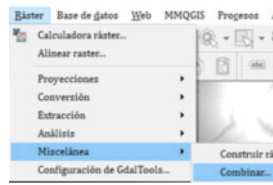
## 14.2 Explorar los atributos de las capas ráster

1. Desde el explorador de Qgis examinar los atributos de las capas: e14b43me.bil y e14b-53me.bil
2. Completar el siguiente cuadro:

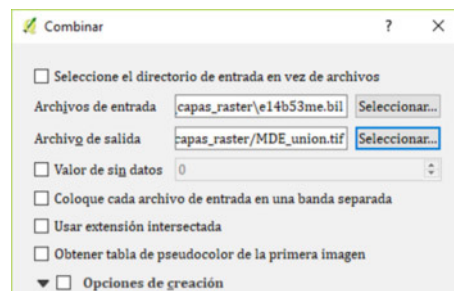
Atributo	Respuesta
Valor mínimo del píxel	
Valor máximo del píxel	
Tamaño del píxel	
Unidad de medida de la capa	
Sistema de referencia espacial	

## 14.3 Añadir, combinar y dar estilo a las capas ráster

1. Abrir Nuevo Proyecto Qgis
2. Menú Capa / Añadir capa / Añadir capa ráster; también se puede emplear el icono , o directamente desde el panel del explorador de Qgis.
3. Añadir las dos capas ráster, la extensión que se añadirá es .bil   e14b43me.bil
4. Menú Ráster / Miscelánea / Combinar



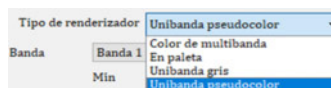
5. En la ventana Combinar
  - » Archivo de entrada: seleccionar los archivos e14b43me.tif y e14b53me.tif
  - » Archivo de salida: guardar en la carpeta\_raster con el nombre sugerido: MDE\_union. Las demás opciones no se seleccionan. Aceptar, Cerrar y Cerrar las siguientes ventanas.



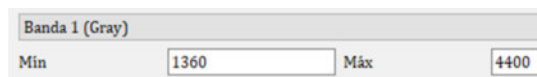
6. Examinar las propiedades de la capa ráster MDE\_union con el explorador de Qgis
7. Complete la siguiente tabla:

Atributo	Respuesta
Valor mínimo del píxel	
Valor máximo del píxel	
Tamaño del píxel	
Unidad de medida de la capa	
Sistema de referencia espacial	

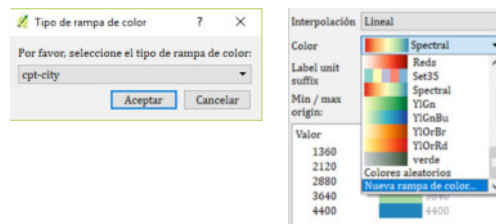
8. Eliminar del panel de capas los ráster e14b43me.tif y e14b53me.tif
9. Cambiar el estilo de la capa MDE\_union



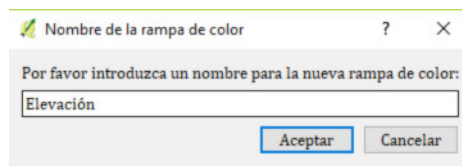
Tipo de renderizador: Unibanda pseudocolor



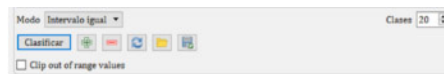
Colocar los valores mínimo y máximo  
 O utilizar la opción cargar mínimo y máximo  
 Interpolación: Lineal  
 Color: clic en la opción Nueva rampa de color  
 Seleccionar la opción cpt-city



En la rampa de colores cpt-city seleccionar el tema Topography seleccionar una rampa de colores, en este ejemplo, la denominada Elevación, opcional cambiar el nombre, Aceptar

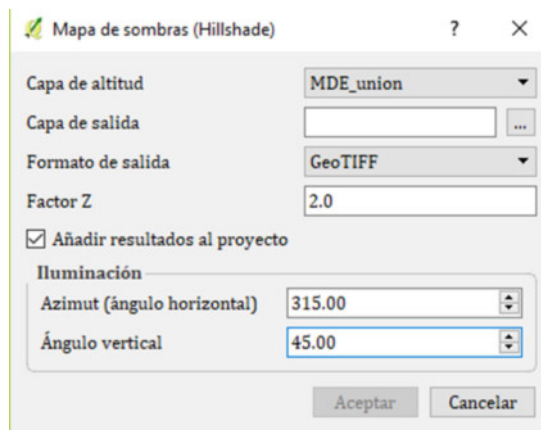


Seleccionar el modo de representación: intervalo igual, con 20 clases y clasificar



#### 14.4 Calcular el Sombreado Hillshade

1. Habilitar: Complemento análisis del terreno  Complemento de análisis del terr
2. Ráster / Análisis de terreno / mapa de sombras Hillshade

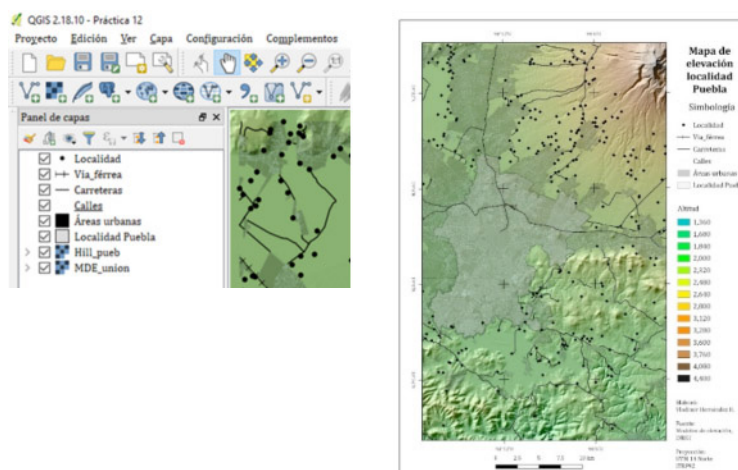




- » Capa de altitud: MDE\_union
  - » Capa de salida: subcarpeta capas\_raster, nombre sugerido: hill\_pueb
  - » Formato de salida: GeoTIFF
  - » Factor Z: factor de exageración puede probarse valores mayores a 1 y valorar el resultado
  - » Azimut: es la medida angular del sol, medida de 0 a 360 grados desde el norte, un azimut de 315 grados corresponde al NO
  - » Ángulo vertical: es el ángulo de la fuente de iluminación se expresa en grados un valor de 0 en el horizonte y 90 arriba, 45 grados mitad de recorrido de la fuente de iluminación.
3. En las propiedades de la capa hill\_pueb modificar la transparencia en un 25 por ciento



4. Añadir las capas empleadas en el capítulo 13



Elaborar un mapa de sombreado, tamaño carta.



## Capítulo 15

# Introducción al análisis de idoneidad o aptitud con un modelo vectorial

### Objetivo

**E**l lector propondrá una ubicación que cumpla con un criterio de proximidad y dos criterios socioeconómicos. Al finalizar la práctica será capaz de:

- » Practicar la unión de tablas
- » Practicar geoprosesos
- » Practicar el uso de los filtros y consultas espaciales
- » Habilitar el complemento consulta espacial
- » Formular una propuesta para una nueva localización

## Introducción

En esta práctica se realizará un análisis de idoneidad o aptitud para conocer un sitio dentro del contexto de análisis que cumpla con los siguientes criterios, cercanía a los lugares de empleo y en una zona con alta densidad de población y alta disponibilidad de internet.

## Escenario

La elección de una vivienda o el cambio de residencia es una decisión compleja influenciada por más de un factor. En general, se afirma que involucra aspectos personales, familiares, laborales y por supuesto la preferencia de un lugar (ubicación) y de un tipo de vivienda. En esta práctica tendrán que tomar decisiones y presentar los resultados basándose en datos socioeconómicos y un factor geográfico conocido como proximidad. Una pareja –un médico general y una profesora universitaria– por motivos laborales cambiaron su residencia a Ciudad Juárez. Él aceptó la oferta de un socio y juntos abrirán un consultorio en las instalaciones del hospital Star Médica; ella fue contratada por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ) como profesora de tiempo completo. Entre su lista de prioridades para la elección de una vivienda tienen cuatro relevantes:

- » Una ubicación cercana al hospital Star Médica
- » Una ubicación cercana al ITCJ
- » Una zona con alta densidad de población
- » Una zona con alta disponibilidad de internet



Se recomienda dividir el problema (análisis) en preguntas secundarias que ayuden a resolver objetivos muy particulares y que, en conjunto (síntesis) den respuesta al problema. En este caso se pueden identificar tres objetivos específicos: 1) Definir qué es una ubicación cercana; 2) definir qué es alta densidad de población y 3) identificar y definir alta disponibilidad de internet en la ciudad.

### 15.1 Identificar los insumos requeridos

1. Abrir un nuevo proyecto Qgis
2. Añadir la capa ageb de Ciudad Juárez
3. Georreferenciar el hospital Star Médica y el ITCJ como geodatos puntuales



Utilizar el método de geocodificación con apoyo de un mapa base o añadir un capa a partir de las coordenadas X, Y.

Empleo	X	Y
Star Médica	366698.01	3506272.10
ITCJ	365333.23	3510299.92

4. Generar el atributo de densidad de población total
5. Generar el atributo de disponibilidad de internet [sugerencia: un valor de porcentaje de las viviendas particulares habitadas con internet (VPH\_INTER) entre el total de viviendas habitadas TVIVHAB)]

## 15.2 Establecer el criterio de proximidad

1. Para este ejercicio se utilizará como criterio de proximidad un radio de 2500 metros a partir de cada empleo (Star Médica e ITCJ).
2. Calcular las áreas de influencia que cumplan con el criterio de proximidad.

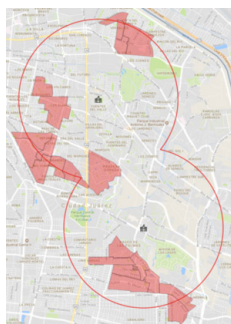
## 15.3 Establecer los criterios socioeconómicos

1. Generar el atributo de densidad de población en hectáreas.
2. Generar el atributo del porcentaje de viviendas habitadas con internet.
3. Identificar la media o promedio de la densidad de población y viviendas con internet.  
Promedio de porcentaje de viviendas habitadas con internet: \_\_\_\_\_  
Promedio de densidad de población: \_\_\_\_\_
4. Realizar un filtro que cumpla la siguiente doble condición: valores superiores a los promedios densidad de población y porcentaje de viviendas con internet.



## 15.3 Obtener las ageb candidatas para la búsqueda de vivienda

1. Vectorial / Consulta espacial / Consulta espacial  
Seleccionar objetos espaciales de origen de: la capa de ageb [el nombre puede variar].  
Donde el objeto espacial: Intersecta.  
Objetos espaciales de referencia de: la capa de proximidad o buffer de empleos.



Añadir un mapa base Web / OpenLayer plugin / Google Maps / Google Streets



Revisar cada una de las opciones tomar en cuenta las ventajas de ubicación de cada una de las propuestas (cercanía a amenidades, vialidades principales, entre otros).



## Capítulo 16

# Evaluación de la aptitud territorial. Análisis multicriterio

### Objetivo

**E**l lector propondrá un nuevo equipamiento urbano que cumpla con una evaluación multicriterio de tipo suma lineal sin ponderación. Al finalizar la práctica será capaz de:

- » Transformar capas de puntos, líneas y polígonos a formato ráster
- » Calcular distancias euclidianas a una capa ráster
- » Reclasificar una capa ráster
- » Formular una propuesta para una nueva localización

## Introducción

En esta práctica se realizará un análisis multicriterio para conocer un sitio dentro del contexto de análisis que cumpla con criterios de proximidad a las vialidades principales, criterios de mercado o demanda y criterios de restricción y exclusión.

## Escenario

Tomando como zona de estudio a Ciudad Juárez, proponer la ubicación de una nueva guardería del sector público que cumpla con las condiciones de una cercanía a las vialidades principales de 500 metros; de preferencia a una distancia de separación de 1000 metros de las guarderías públicas en funcionamiento; en una zona con alta ocupación laboral y fuera de las zonas de inundación identificadas en la zona de estudio.

La estrategia del trabajo es conocer cómo cada uno de los criterios se reparte en el escenario de análisis. Para ellos se establecerá una ponderación en sentido –positivo o negativo–. Es por lo que se deberá transformar cada uno de los criterios de formato vectorial a ráster. A continuación, se describe el proceso.

Para esta práctica se utilizarán las siguientes capas de información:

- » Capa de geodatos a nivel de ageb de Ciudad Juárez.
- » Capa de geodatos de guarderías públicas para la zona de estudio.
- » Capa de geodatos de vialidades principales para la zona de estudio.
- » Capa de zonas de inundación para la zona de estudio.

## 16.1 Categorización de los criterios de análisis



Establecer desde la planeación del análisis el sentido y categorías de los criterios, en esta práctica las mejores condiciones se valorarán con valor 1 (uno). Pero no significa que siempre deba ser así, también se puede incluir más categorías, depende del juicio del analista y de la solicitud de análisis.

### *Criterio de demanda o mercado*

Rasgo que evaluar: Porcentajes altos de población económicamente activa

Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
Corte 4*	Corte 3*	Corte 2*	Corte 1*

(\*) Auxiliarse de una clasificación de 4 clases, rupturas naturales, para definir los límites de los cortes, también con apoyo de los valores de la media y desviación estándar.

La mejor calificación (1) correspondería a las zonas de la ciudad con altos porcentajes de población económicamente activas.

### *Criterio de proximidad*

Rasgo que evaluar: Cercanía a las vialidades principales



Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
0-150 m	150-300 m	300-450 m	450-600 m

La mejor calificación (1) correspondería a las zonas de la ciudad, cuya distancia no supere los 150 metros de las vialidades principales.

#### Criterio de exclusión

Rasgo que evaluar: Fuera de la zona de influencia de las guarderías existentes

Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
1500-2000 m	2000-2500 m	Más de 2500 m	0-1500 m

La mejor calificación (1) correspondería a las zonas de la ciudad cuya distancia supere los 1500 metros alrededor de las guarderías públicas en funcionamiento.

#### Criterio de restricción

Rasgo que evaluar: Zonas de inundación de la ciudad

Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
Fuera de las zonas de inundación	No aplica	No aplica	Dentro de la zona de inundación

La mejor calificación (1) correspondería a las zonas de la ciudad fuera de las zonas de inundación.

## 16.2 Obtención de las capas de geodatos necesarias

1. Abrir un nuevo proyecto Qgis
2. Definir el SRC del proyecto
3. Añadir la capa ageb y calcular porcentaje de población económicamente activa
4. Descargar y añadir la capa de guarderías del sector público (DENUE)
5. Descargar y añadir la capa zonas de inundación
6. Descargar, añadir y seleccionar las vialidades principales

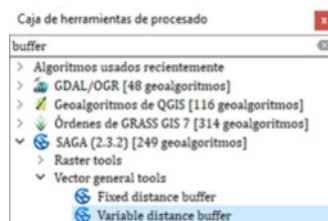


Las capas de los pasos 5 y 6 se pueden descargar del siguiente enlace: <http://www.pdnmapa.org/HTML/datasets.html>

Verificar que el SRC de las capas sea el mismo, si no, realizar las reproyecciones necesarias.

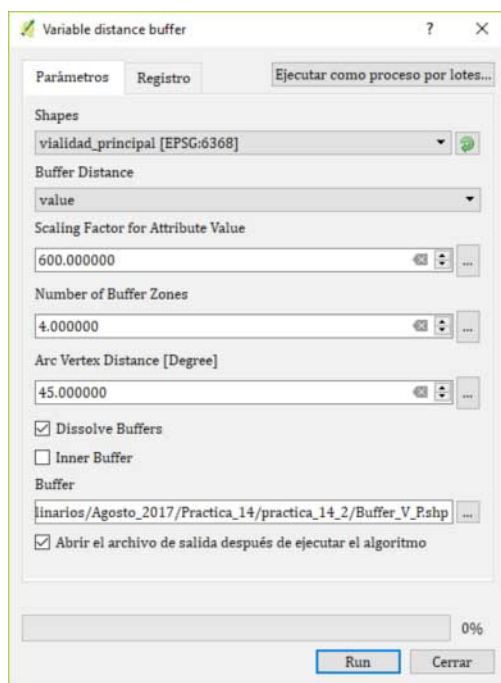
7. Añadir o calcular una nueva columna a la tabla de vialidades principales y a las guarderías: Nombre: value, Tipo: Número Entero, Longitud: 1, valor 1

8. Generar un buffer múltiple o de distancias variables a las vialidades principales cada 150, 300, 450 y 600 metros.



Nota: para utilizar esta herramienta es requisito que la tabla de atributos cuente con un atributo numérico a partir del cual, se calculará cada buffer, por lo tanto, se utilizará la nueva columna de nombre value.

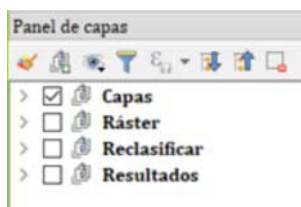
- » Shapes: elegir la capa vialidad principal
- » Buffer Distance: el atributo columna value
- » Scaling factor for Attribute Value: la suma total de los buffers (en este caso 600 metros)
- » Numbers of Buffer Zones: 4 (cada buffer con un valor de 150 m. El algoritmo divide Scaling factor for Attribute Value entre Numbers of Buffer Zones).
- » Habilitar Dissolve Buffers
- » Buffer: Guardar el resultado



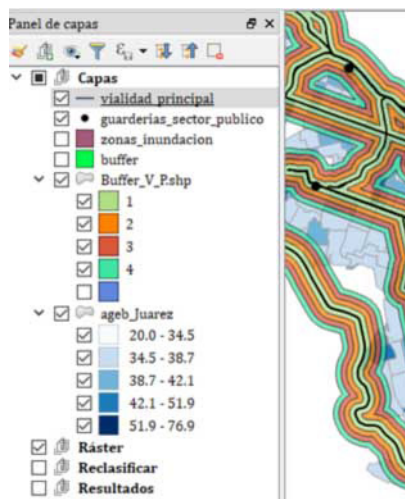
- En la tabla de atributos buffer colocar la ponderación de acuerdo con el criterio para las vialidades principales, mediante una nueva columna de nombre value, el valor de 1 para el buffer a 150 metros, el valor de 2 para el buffer de 300.

ID	ZONE	value
1	5	100.000000000...
2	4	75.000000000000
3	3	50.000000000000
4	2	25.000000000000

- Generar 4 Grupos en el Panel de capas del proyecto



Un ejemplo de las capas dentro de un grupo:

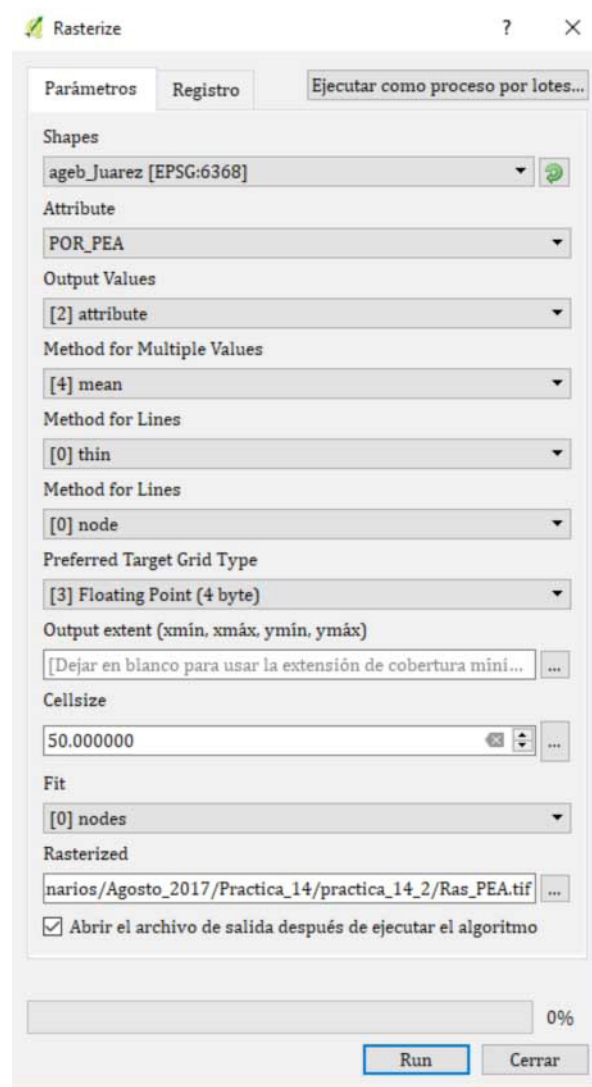
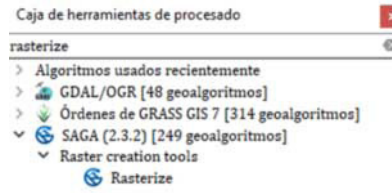


### 16.3 Transformación de capas de formato vectorial a ráster

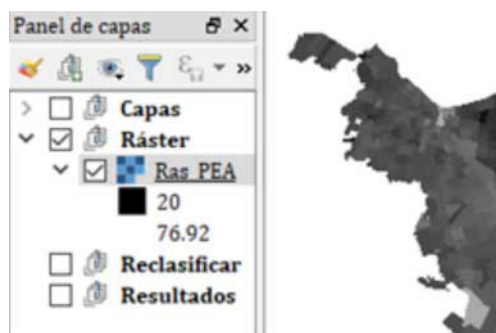
La transformación se realiza en un atributo de tipo número. De ahí la incorporación de la columna de nombre value tipo numérico a las capas de buffer vialidades y guarderías.

Transformación de la capa de ageb

1. Buscar el algoritmo Rasterize en la Caja de herramientas

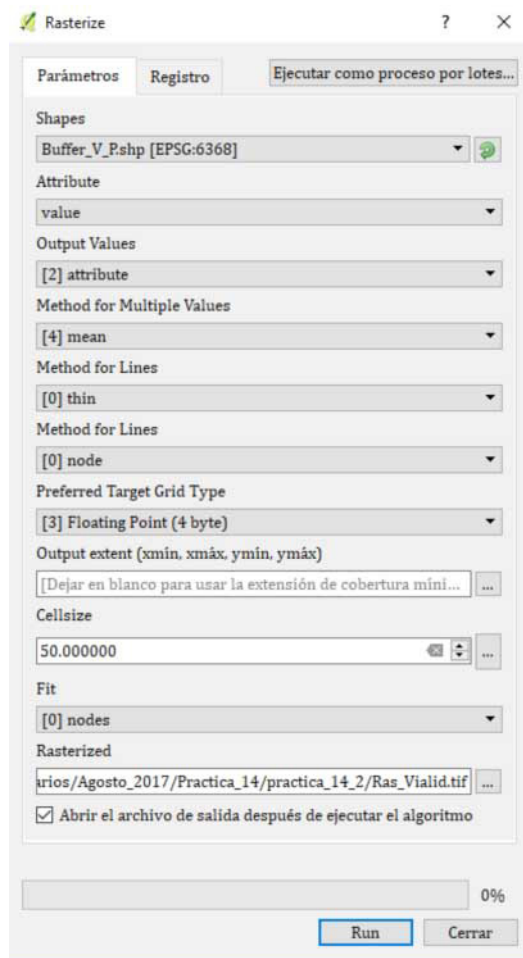


- » Shapes: la capa de interés (ageb)
- » Attribute: la columna con los valores numéricos (Porcentaje de PEA)
- » Output Values: igual al atributo
- » Method for Multiple Values: [4] mean
- » Preferred Target Grid Type: [3] Floating Point (4 byte)
- » Output extent...: La extensión (tamaño) del ráster (en este caso dejar en blanco)
- » Cellsize: El tamaño del píxel expresado en valores del proyecto –metros– 50.
- » Rasterize: la ruta para guardar la transformación (ráster de Por\_Pea)

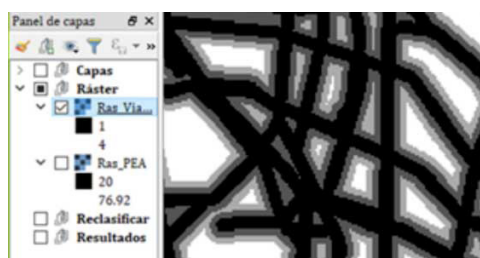
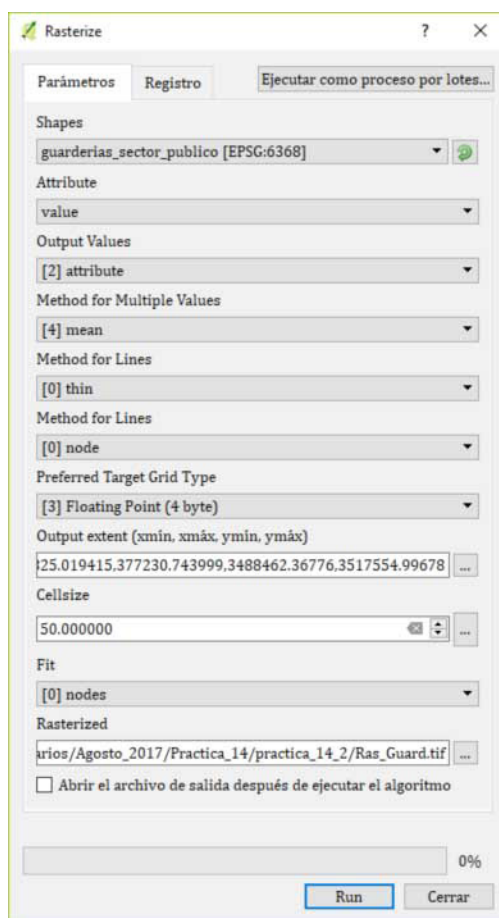


Importante: Mantener el mismo tamaño de celda en todas las transformaciones. La elección del tamaño de la celda depende de la escala de análisis, entre otros. Para esta práctica también puede experimentarse con valores de 100 y 200


2. Transformar la capa buffer de vialidades principales, atributo value
  - » Shapes: la capa de interés (Buffer vialidades principales)
  - » Attribute: la columna con los valores numéricos (value)
  - » Output Values: igual al atributo
  - » Method for Multiple Values: [4] mean
  - » Preferred Target Grid Type: [3] Floating Point (4 byte)
  - » Output extent...: La extensión (tamaño) del ráster (en este caso dejar en blanco)
  - » Cellsize: El tamaño del píxel expresado en valores del proyecto –metros– 50.
  - » Rasterize: la ruta para guardar la transformación

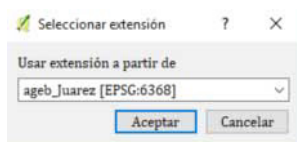


### 3. Transformar la capa guarderías, atributo value



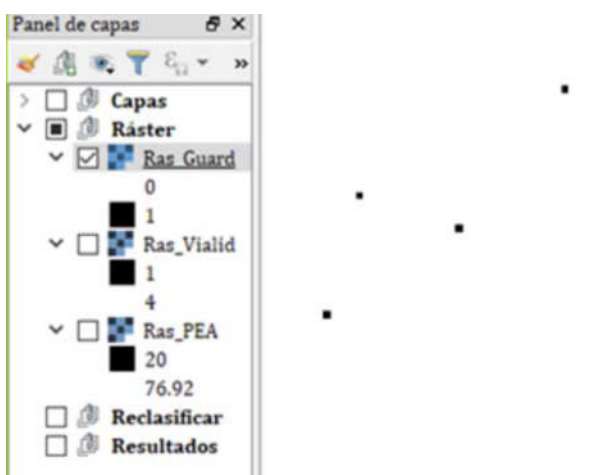
- » Shapes: la capa de interés (guarderías)
- » Attribute: la columna con el valor numérico (value)
- » Output Values: igual al atributo
- » Method for Multiple Values: [4] mean
- » Preferred Target Grid Type: [3] Floating Point (4 byte)

- » Output extent...: En este caso si se modificara la extensión o tamaño del resultado, clic en 



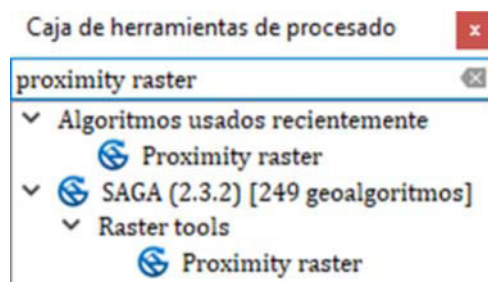
- » Cellsize: El tamaño del píxel expresado en valores del proyecto –metros– 50.
- » Rasterize: la ruta para guardar la transformación (ráster de Guarderías)

El resultado del proceso de transformación (rasterización) de la capa de guarderías –puntos–.



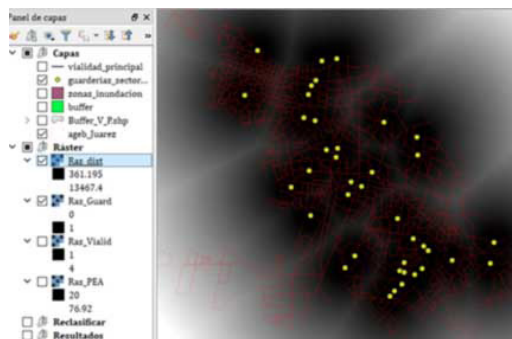
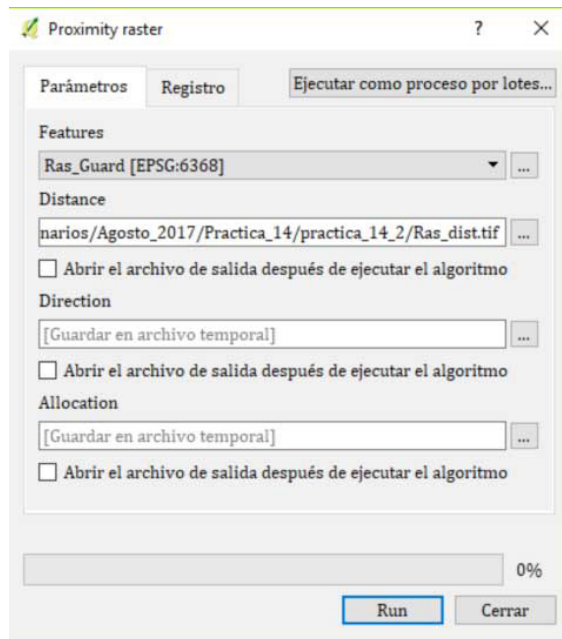
## 16.4 Calcular las distancias euclidianas del ráster de guarderías

1. Buscar el algoritmo *Proximity raster* en la Caja de Herramientas



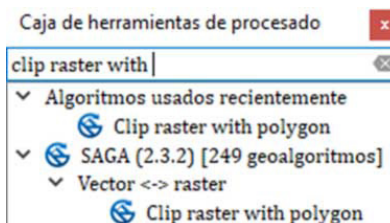
- » Features: la capa ráster (ráster de guarderías)
- » Habilitar solo la opción para Distance y asignar la ruta para guardar el ráster de distancia euclidiana de guarderías.





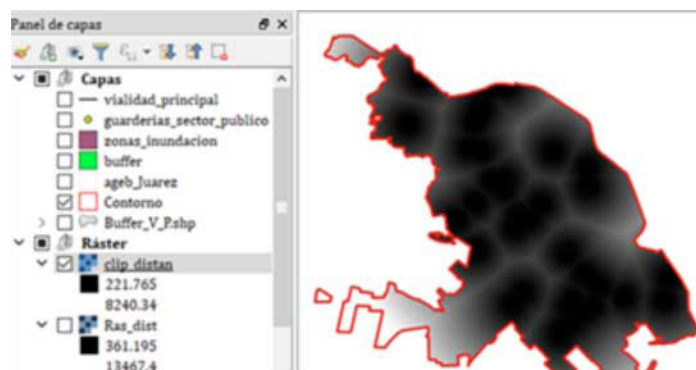
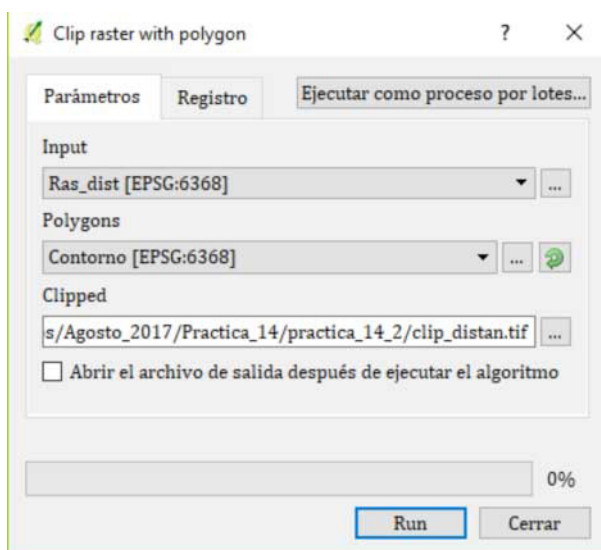
## 16.5 Utilizar una máscara para cortar un ráster

1. Buscar el algoritmo Clip raster with polygon



- » Utilizar la capa de agcb o una capa de contorno de agcb (utilizar el geoproceso disolver) como máscara para cortar el ráster de distancia

Input: la capa ráster distancia euclidiana de guarderías  
 Polygons: la capa de ageb o contorno.  
 Clipped: la ruta de salida del nuevo ráster



## 16.6 Reclasificar ráster

1. Verificar los valores mínimos y máximos de las capas ráster: clip de distancias, buffer de vialidades y porcentaje de PEA, en este ejemplo:

Ráster	Mínimo	Máximo
clip_distan	0	16671.8681
Ras_PEA	20	76.9199
Ras_Vialid	1	4

## 2. Elaborar los intervalos para cada uno de los criterios

Criterio de demanda: Porcentaje de población económicamente activa por ageb  
media = 39.65 desviación estándar = 4.68 mínimo = 20 máximo = 76.91

Intervalo	Ponderación
Menor o igual a 34	4 (Mala)
Mayor que 34 y menor o igual que 46	3 (Regular)
Mayor que 46 y menor o igual que 58	2 (Buena)
Mayor de 58	1 (Muy buena)

Criterio de exclusión: clip de distancia de las guarderías

Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
1500-2000 m	2000-2500 m	Más de 2500 m	0-1500 m

Criterio de proximidad: Cercanía a las vialidades principales

No es necesario reclasificarlo. La ponderación se incluyó mediante un atributo en la capa vectorial, tomando los valores de la capa ráster y quedaría de la siguiente forma:

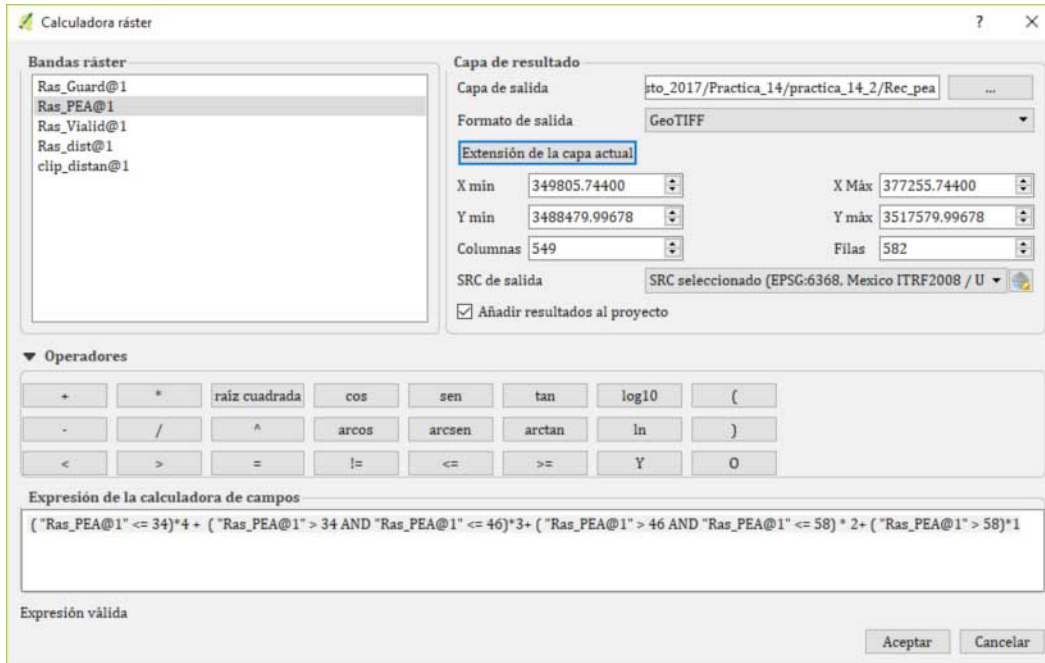
Muy buena (1)	Buena (2)	Regular (3)	Mala (4)
0-150 m	150-300 m	300-450 m	450-600 m

## 3. Menú Ráster / Calculadora ráster

Reclasificación ráster porcentaje de PEA

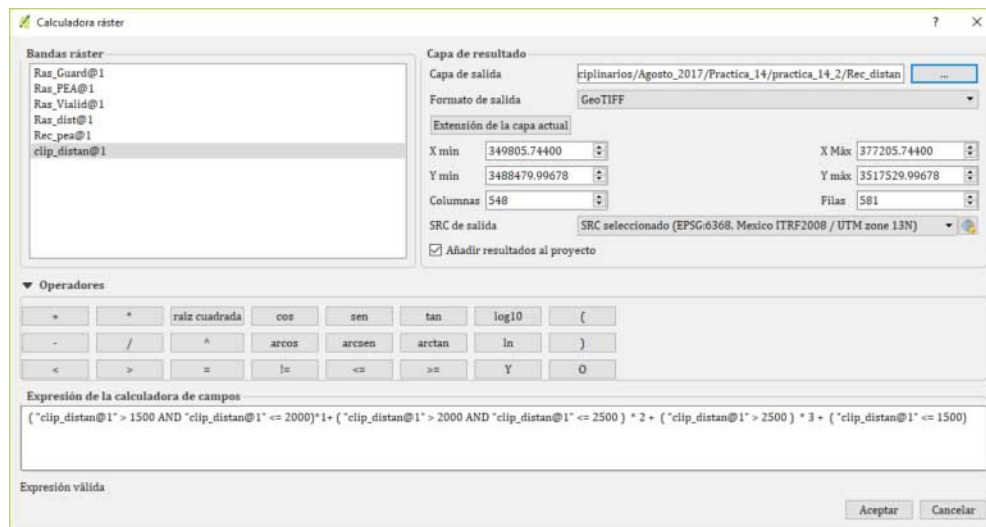
- » Bandas ráster: seleccionar raster porcentaje PEA clic en Extensión de la capa actual.
- » Capa de salida: ruta de salida de la reclasificación
- » Formato: GeoTIFF

- » Expresión de la calculadora de campos: aquí se escribe la expresión para los nuevos valores.



- » Expresión de la calculadora de campos para reclasificar el ráster de porcentaje PEA en cuatro categorías (ver paso 2), se separa la expresión para su descripción:
  - (“Ras\_PEA@1” <= 34)\*4 ( Los píxeles de la capa ráster menores e iguales a 34) asignar la ponderación 4
  - (“Ras\_PEA@1” > 34 AND “Ras\_PEA@1” <= 46)\*3 Valores mayores de 34 y menores e iguales a 46 asignar 3
  - (“Ras\_PEA@1” > 46 AND “Ras\_PEA@1” <= 58)\*2 Valores mayores a 46 y menores e iguales a 58 asignar 2
  - (“Ras\_PEA@1” > 58)\*1 Para valores mayores que 58 asignar el valor de 1
 Cada expresión se une con el signo “+”
  - (“Ras\_PEA@1” <= 34)\*4 + ( “Ras\_PEA@1” > 34 AND “Ras\_PEA@1” <= 48)\*3 + ( “Ras\_PEA@1” > 48 AND “Ras\_PEA@1” <= 62)\*2 + ( “Ras\_PEA@1” > 62)\*1

» Reclasificación del ráster de distancias euclidianas de guarderías

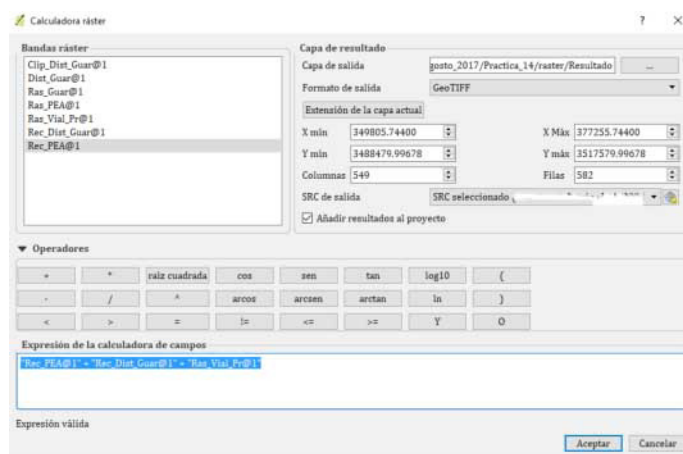


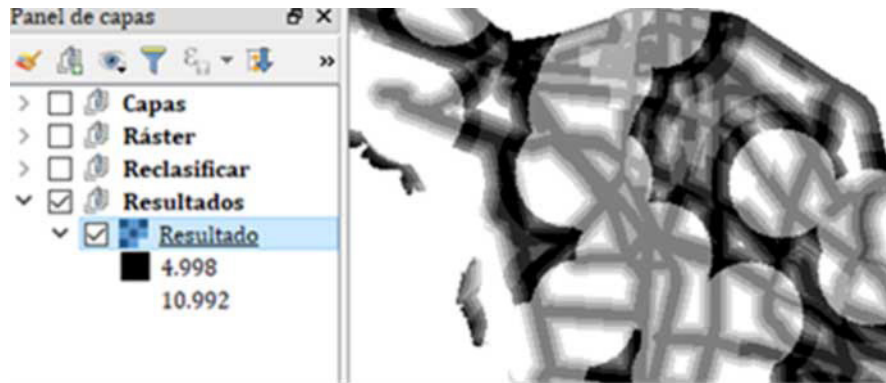
$$("clip\_distan@1" > 1500 \text{ AND } "clip\_distan@1" \leq 2000) * 1 + ("clip\_distan@1" > 2000 \text{ AND } "clip\_distan@1" \leq 2500) * 2 + ("clip\_distan@1" > 2500) * 3 + ("clip\_distan@1" \leq 1500) * 4$$

Dado que se ponderó con la calificación más baja el mejor criterio, se espera que los píxeles (celdas) con los menores valores son las que cumplen en mayor medida los criterios establecidos.

### 16.7 Suma lineal no ponderada de ráster

1. Calculadora ráster. Sumar las capas: reclasificación de porcentaje de PEA + reclasificación de distancias guarderías + ráster de buffer de vialidades principales. Guardar con el nombre Resultado.



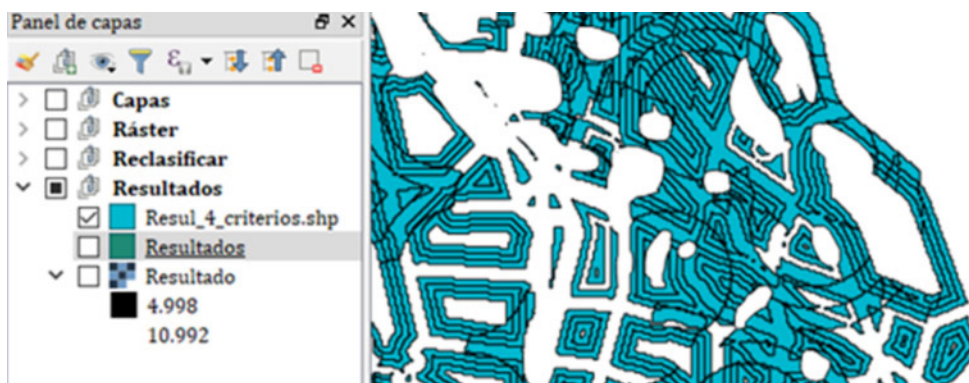


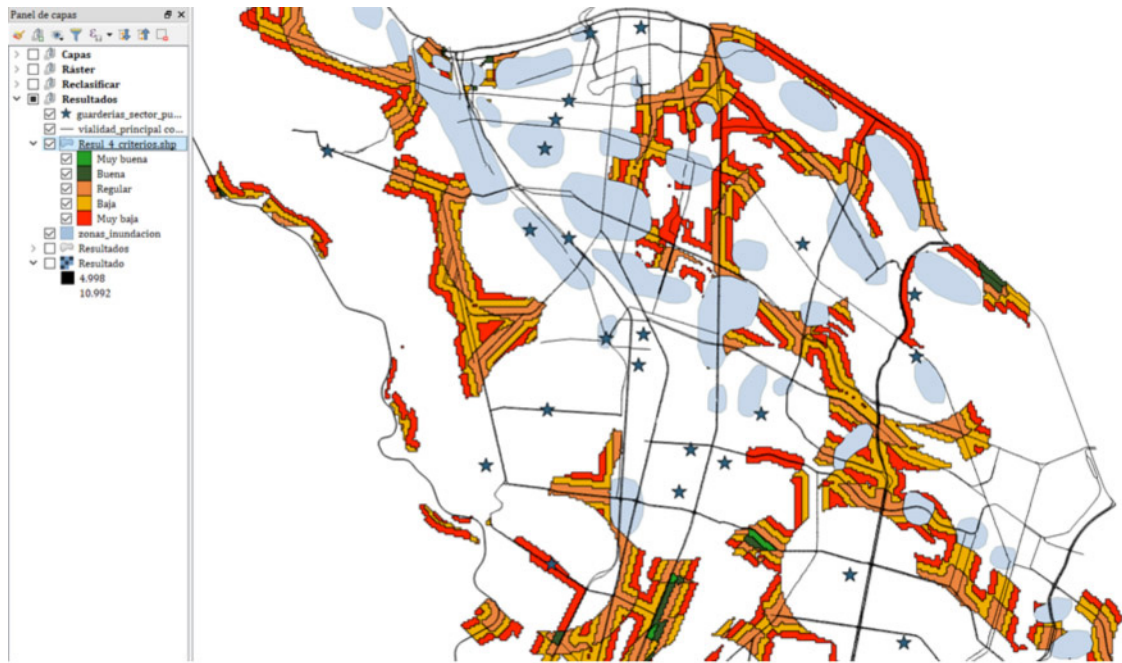
## 16.8 Transformación de ráster a polígono

1. Convertir de ráster a polígono la capa resultados: Menú Ráster / Conversión / Poligonizar (Ráster a vectorial)



2. Incluir el criterio de exclusión. Zonas de inundación: Menú Vectorial / Herramientas de geoprocso / Diferencia simétrica
  - » Capa de entrada: Resultados en formato vectorial (paso anterior)
  - » Capa de diferencia: capa vectorial de zonas de inundación.
  - » Diferencia simétrica. Ruta y nombre sugerido: Resultados\_4\_criterios





Revisar cada una de las opciones tomar en cuenta las ventajas de ubicación de cada una de las propuestas.





## Capítulo 17

# Análisis multicriterio, método proceso jerárquico analítico (AHP)

### Objetivo

**E**l lector propondrá la ubicación de un servicio privado mediante una evaluación multicriterio del tipo proceso jerárquico analítico (AHP).

Los lectores al finalizar la práctica serán capaces de:

- » Emplear el método proceso jerárquico analítico
- » Transformar capas de puntos y polígonos a formato ráster
- » Calcular distancias euclidianas a una capa ráster
- » Reclassificar una capa ráster
- » Formular una propuesta para una nueva localización

## Introducción

En esta práctica se realizará un análisis multicriterio para conocer un sitio dentro del contexto de análisis que cumpla con: dos criterios de proximidad a supermercados, tiendas departamentales y hospitales; criterio de competencia ubicación de florerías en la zona de estudio; y dos criterios de mercado o demanda porcentaje de población ocupada y densidad de población.

## Escenario

Tomando como zona de estudio a Ciudad Juárez, se propone la ubicación o alternativas para una nueva florería, para ello se han propuesto cinco criterios: dos de proximidad, uno de competencia y dos de mercado o demanda. El resultado se obtendrá empleando el método de proceso jerárquico analítico (AHP, por sus siglas en inglés), y la suma lineal ponderada de los cinco criterios. El propósito del trabajo es ponderar mediante el método propuesto cada uno de los criterios para obtener una o más alternativas para la ubicación de una nueva florería. Para esta práctica se utilizarán las siguientes capas de información:

- » Capa de geodatos a nivel de ageb de Ciudad Juárez.
- » Capa de geodatos de florerías para la zona de estudio.
- » Capa de geodatos de supermercado-tiendas departamentales para la zona de estudio.
- » Capa de geodatos de hospitales para la zona de estudio.

### 17.1 Definición de los criterios

#### *Criterios 1 y 2. Distancia a los supermercados-tiendas departamentales y hospitales (accesibilidad)*

Los supermercados y tiendas departamentales atraen importantes flujos de población, se entiende que la cercanía a estos sitios potenciaría un flujo importante de posibles clientes, y conforme se alejan de los mismos la cantidad de personas tiende a disminuir. Aplica también para otros servicios como son los que brindan los hospitales.

Rasgo que evaluar: Distancia más cercana a supermercados-tiendas departamentales y hospitales supone una mejor ubicación.

Muy buena (4)	Buena (3)	Regular (2)	Mala (1)
0-50 m	50-100 m	100-200 m	Más de 200 m

#### *Criterio 3. Florerías en funcionamiento (competencia)*

En un primer momento se pensaría que mientras más alejado se ubique una nueva florería de las ya existentes será mejor, no necesariamente es así, depende de los productos que cada una comercializa y de la variedad, entre otros temas. Por lo tanto, la mejor ubicación sería aquella donde la posición sea intermedia.

Rasgo que evaluar: Distancia intermedia entre florerías

Muy buena (4)	Buena (3)	Regular (2)	Mala (1)
75-100 m	100-150 m	150-200 m	0-75 m

#### Criterio 4. Densidad de población (mercado)

La capacidad de demanda es un requisito básico para el éxito de una nueva florería, lo ideal es contar con un perfil del mercado, en este caso no se cuenta con tal información, así que se aproximarán algunas variables para este ejemplo. De manera ideal se pensaría que a mayor densidad de población, mayor posibilidad de futuros clientes; sin embargo, las altas densidades poblacionales se localizan principalmente en zonas de uso habitacionales, y las menores en zonas con usos de suelo industrial. La mejor opción será la densidad intermedia (usos terciario –comercio y servicios–).

Rasgo que evaluar: Densidad intermedia de población total

Muy buena (4)	Buena (3)	Regular (2)	Mala (1)
Corte 2*	Corte 3*	Corte 4*	Corte 1*

(\*) Auxiliarse de una clasificación de 4 clases, rupturas naturales, para definir los límites de los cortes.

#### Criterio 5. Personas económicamente activas ocupadas

Es una variable aproximada a la capacidad de compra, la relación se supone lineal y directa a mayor porcentaje de población ocupada en una zona mayor posibilidad de realizar una venta.

Rasgo que evaluar: Porcentajes altos de población económicamente activa y ocupada.

Muy buena (4)	Buena (3)	Regular (2)	Mala (1)
Corte 4*	Corte 3*	Corte 2*	Corte 1*

(\*) Auxiliarse de una clasificación de 4 clases, rupturas naturales, para definir los límites de los cortes.

## 17.2 Recopilar la información requerida

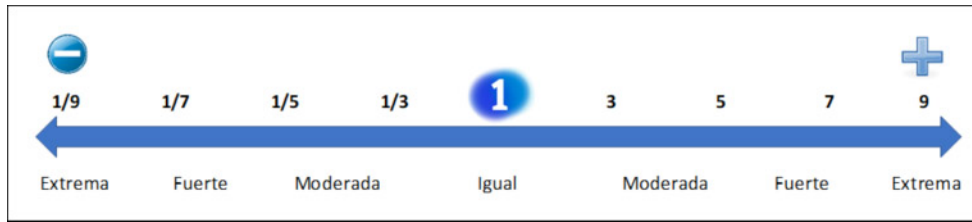
1. Bases del DENUÉ de hospitales, florerías, supermercados-tiendas departamentales.
2. Base de geodatos a nivel de ageb de Ciudad Juárez.
3. Generar los atributos de densidad de población (hct) y porcentaje de población ocupada.

## 17.3 Especificar los pesos para cada uno de los criterios (AHP)



El procedimiento de comparación entre los criterios, para determinar sus pesos relativos –mayor o menor importancia– es el elaborado por Saaty, denominado Método de las Jerarquías Analíticas. El método consiste en obtener el valor promedio de una matriz de comparación por pares de factores. Por lo general se sustenta en la valoración de expertos que mediante una escala ordinal califican el peso entre factores. La escala toma valores de 1 al 9 para valores positivos o superiores, 1 es para factores con la misma importancia y en fracciones (1/9) para valores negativos o inferiores ([http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/Contenido/Documentos/EMPLEO\\_AHP\\_ARTICULO.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/Contenido/Documentos/EMPLEO_AHP_ARTICULO.pdf)).

1. Construir la matriz de factores: el número de filas y columnas está definido por el número de factores (criterios). La escala de valoración es la siguiente:



1	Ambos criterios son importantes
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia fuerte de uno sobre el otro
7	Importancia muy fuerte de uno sobre otro
9	Absolutamente más importante uno sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios

» Construcción de la matriz

	D. Pob	P. POcup	D. Hosp	D. Super	D. Florer
D. Pob	1	1/3			
P. POcup	3	1			
D. Hosp			1		
D. Super				1	
D. Florer					1



La matriz es recíproca y se completa comparando el peso relativo de las filas versus las columnas, cuando se coloca un valor, por definición, se conoce su recíproco. Por ejemplo, Fila 1: La densidad de población es menos importante 1/3 [débil o moderada] que el porcentaje de población ocupada; en consecuencia su alterno P. POcup vs. D. Pob es 3.

» Comparación pareada entre factores

	D. Pob	P. POcup	D. Hosp	D. Super	D. Florer
D. Pob	1	1/3	1/5	1/9	1/7
P. POcup	3	1	1/5	1/9	1/7
D. Hosp	5	5	1	1/2	2
D. Super	9	9	2	1	2
D. Florer	7	7	1/2	1/2	1

## 2. Sumar las columnas

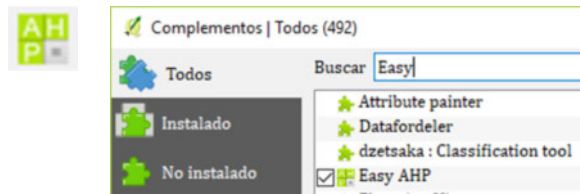
	D. Pob	P. POcup	D. Hosp	D. Super	D. Florer
D. Pob	1	1/3	1/5	1/9	1/7
P. POcup	3	1	1/5	1/9	1/7
D. Hosp	5	5	1	1/2	2
D. Super	9	9	2	1	2
D. Florer	7	7	1/2	1/2	1
Suma	25.0	22.33	3.90	2.22	5.29

## 3. Dividir cada celda entre la suma de la columna y sumar los resultados por fila

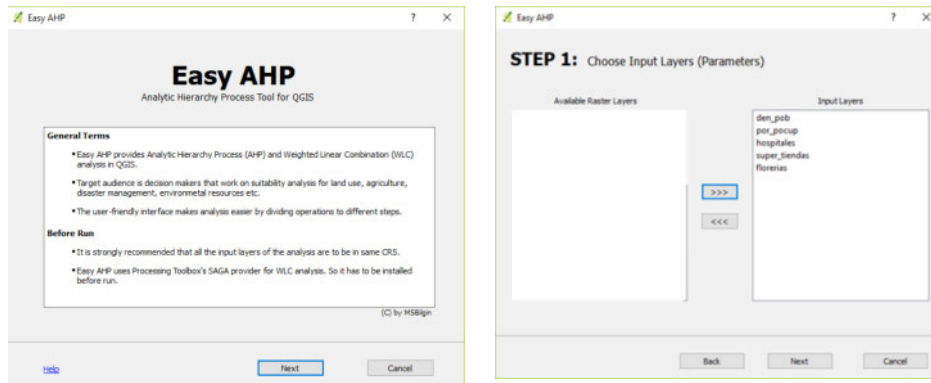
	D. Pob	P. POcup	D. Hosp	D. Super	D. Florer	Vector
D. Pob	0.04	0.01	0.05	0.05	0.03	0.0366
P. POcup	0.12	0.04	0.05	0.05	0.03	0.0586
D. Hosp	0.20	0.22	0.26	0.23	0.38	0.2567
D. Super	0.36	0.40	0.51	0.45	0.38	0.4208
D. Florer	0.28	0.31	0.13	0.23	0.19	0.2272
Suma						1.00

Es necesario verificar el valor del Índice de Consistencia Geométrico (CR) si  $CR < 0.1$  la matriz es consistente. Para ello se hará uso de complemento Easy AHP, donde se pueden realizar los pasos 1, 2 y 3.

#### 4. Habilitar y ejecutar el complemento EASY AHP



##### 1) Input Layers (Parameters) las capas o criterios



##### 2) Completar la matriz con la valoración, solo es necesario colocar los valores enteros. Calculate: Obtener el valor del índice de consistencia geométrico.

CR 0.063 < 0.1

La matriz es consistente

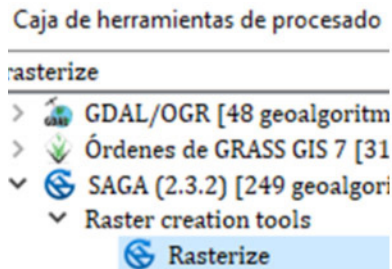
Save table...: Guardar el resultado

##### 5. Pesos (w) relativos de cada criterio

Criterio	Peso (w)
Densidad de población	0.0366
Porcentaje de población ocupada	0.0586
Hospitales	0.2567
Supermercado-Tiendas departamentales	0.4208
Florerías	0.2272

## 17.4 Rasterizar por lotes

1. Caja de Herramientas de Procesos / buscar Rasterize



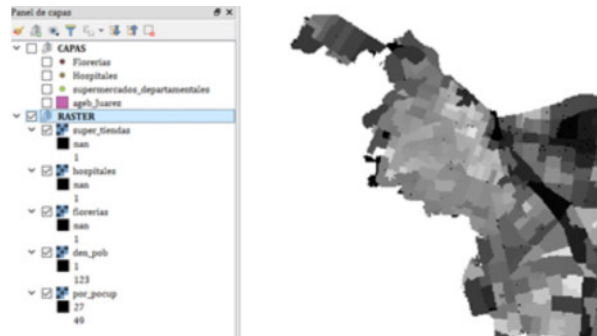
2. En la Ventana Rasterizar clic en
3. Rasterizar: atributos Densidad de población y Porcentaje de población ocupada de la capa ageb Juárez

- » Shapes: capa de entrada
- » Attribute: la columna con valores numéricos (esta opción requiere que se escriba el nombre del atributo)
- » Output Values: el valor de salida de cada pixel [2] attribute
- » Method for Multiple Values: [4] Mean
- » Method for lines: [0]
- » Preferred Target Grid Type: [0] Integer (1 byte)
- » Output Extend: la misma que la capa ageb Juárez
- » Cellsize: 50
- » Fit: [0] nodes
- » Rasterized: la ruta de salida
- » Cargar en QGIS: si / no

Shapes	Attribute	Output Values	Method for Multiple Values	Method for Lines	Method for Lines	Preferred Target Grid Type
ageb_juarez	DEn_PobTot	[2] attribute	[4] mean	[0] thin	[0] node	[0] Integer (1 byte)
ageb_juarez	Per_Pocup	[2] attribute	[4] mean	[0] thin	[0] node	[0] Integer (1 byte)

Output extent	Cellsize	Fit	Rasterized	Cargar en QGIS
.36776.3517554.99678	50	[0] nodes	inarios/Agosto_2017/Practica_15/Raster/den_pob.tif	No
.36776.3517554.99678	50	[0] nodes	arios/Agosto_2017/Practica_15/Raster/por_pocup.tif	No

4. Rasterizar las capas: Florerías, Hospitales, Supermercado-tiendas  
Resultado



### 17.5 Empleo de máscaras para cortar rásters

Cortar los ráster: Florerías, hospitales, supermercados-tiendas con Clip raster with polygon  
Input: capas ráster Polygons: máscara de corte Clipped: ruta de salida

### 17.6 Reclasificación de ráster

Ráster distancia hospitales

$$\begin{aligned} & (\text{"clip\_hospitales@1"} \leq 50) * 4 + \\ & (\text{"clip\_hospitales@1"} > 50 \text{ AND } \text{"clip\_hospitales@1"} \leq 100) * 3 + \\ & (\text{"clip\_hospitales@1"} > 100 \text{ AND } \text{"clip\_hospitales@1"} \leq 200) * 2 + \\ & (\text{"clip\_hospitales@1"} > 200) * 1 \end{aligned}$$

Ráster distancia supermercados

$$\begin{aligned} & (\text{"clip\_superdeprt@1"} \leq 50) * 4 + \\ & (\text{"clip\_superdeprt@1"} > 50 \text{ AND } \text{"clip\_superdeprt@1"} \leq 100) * 3 + \\ & (\text{"clip\_superdeprt@1"} > 100 \text{ AND } \text{"clip\_superdeprt@1"} \leq 200) * 2 + \\ & (\text{"clip\_superdeprt@1"} > 200) * 1 \end{aligned}$$

Ráster distancia florerías

$$\begin{aligned} & (\text{"clip\_florerias@1"} > 75 \text{ AND } \text{"clip\_florerias@1"} \leq 100) * 4 + \\ & (\text{"clip\_florerias@1"} > 100 \text{ AND } \text{"clip\_florerias@1"} \leq 150) * 3 + \\ & (\text{"clip\_florerias@1"} > 150) * 2 + \\ & (\text{"clip\_florerias@1"} \leq 75) * 1 \end{aligned}$$

Ráster densidad de población

$$\begin{aligned} & (\text{"den\_pob@1"} > 28 \text{ AND } \text{"den\_pob @1"} \leq 62) * 4 + \\ & (\text{"den\_pob @1"} > 62 \text{ AND } \text{"den\_pob @1"} \leq 99) * 3 + \\ & (\text{"den\_pob @1"} > 99) * 2 + \\ & (\text{"den\_pob @1"} \leq 28) * 1 \end{aligned}$$

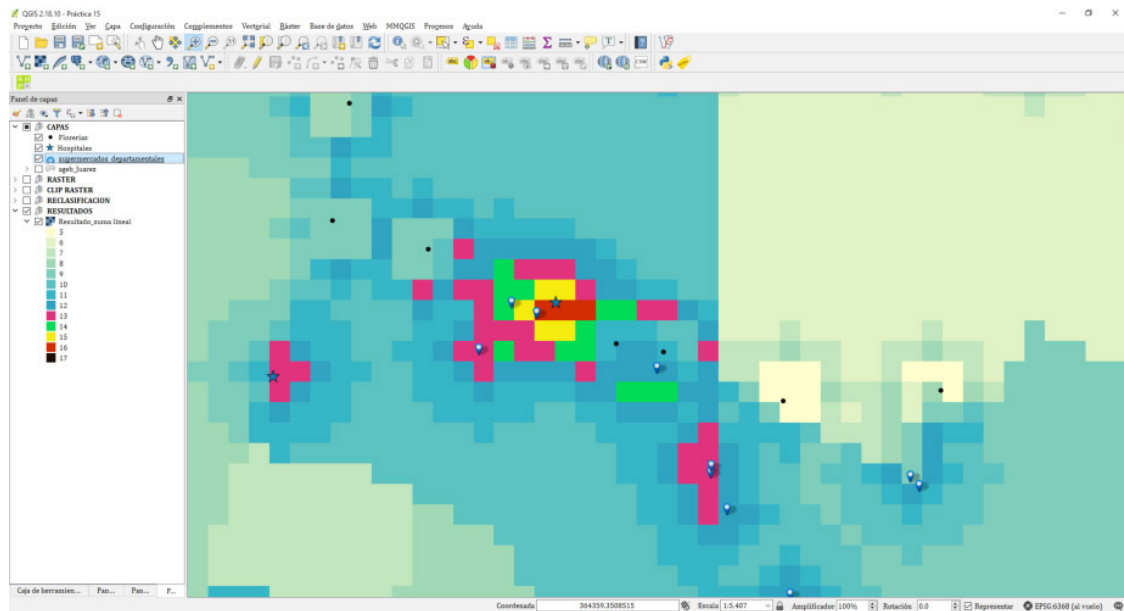
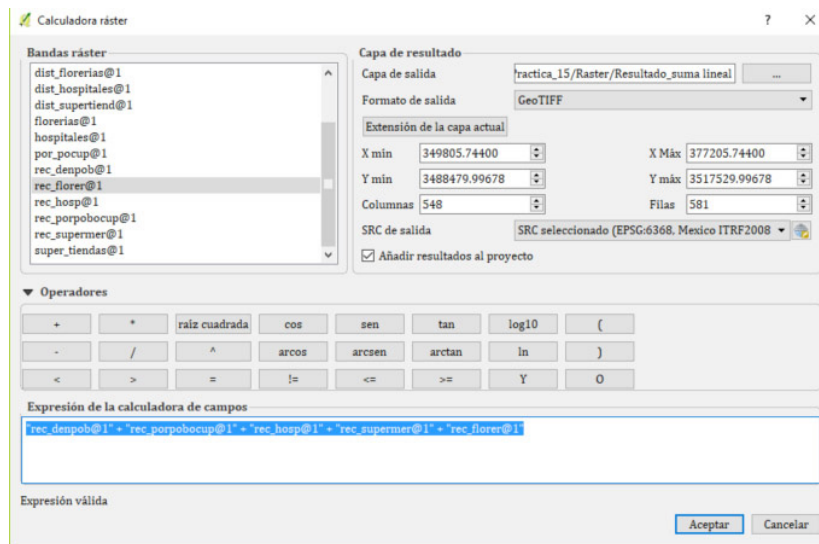


Ráster porcentaje población ocupada

$(\text{"por\_pocup@1"} \leq 35) * 1 +$   
 $(\text{"por\_pocup@1"} > 35 \text{ AND } \text{"por\_pocup@1"} \leq 39) * 2 +$   
 $(\text{"por\_pocup@1"} > 39 \text{ AND } \text{"por\_pocup@1"} \leq 49) * 3 +$   
 $(\text{"por\_pocup@1"} > 49) * 4$

## 17.7 Suma lineal sin ponderación

$\text{"rec\_denpob@1"} + \text{"rec\_porpobocup@1"} + \text{"rec\_hosp@1"} + \text{"rec\_supermer@1"} +$   
 $\text{"rec\_florer@1"}$



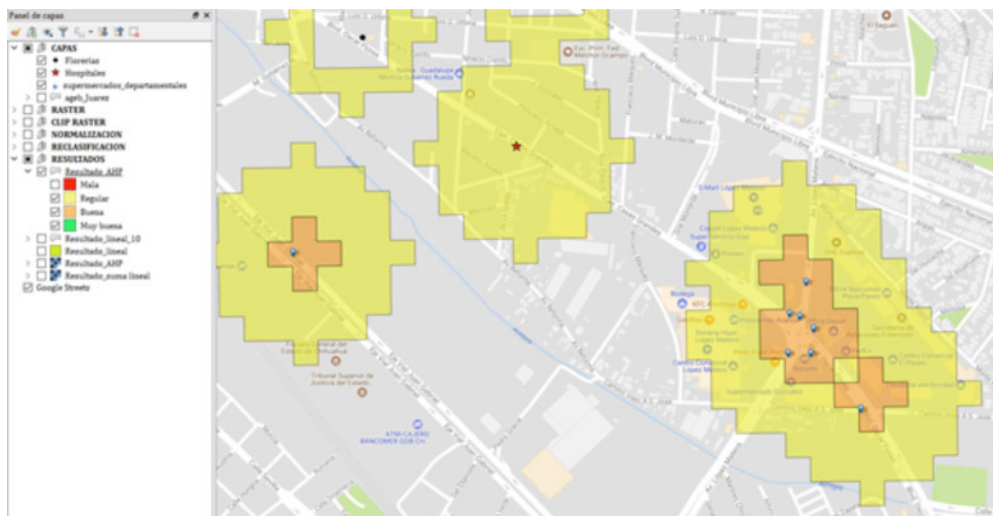
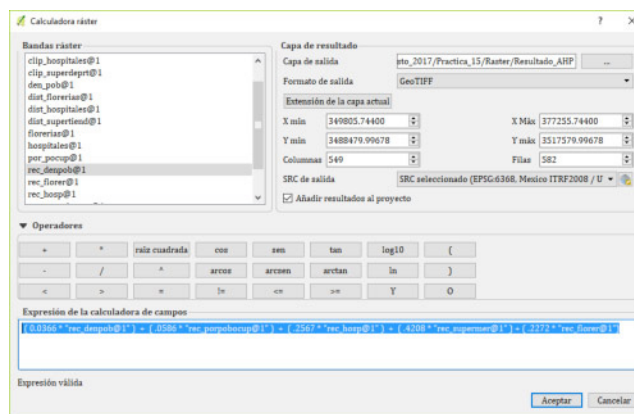
## 17.8 Evaluación multicriterio: proceso analítico jerárquico y suma lineal ponderada

1. Considerar los pesos relativos de cada criterio (17.3, Paso 5, p. 156)

Criterio	Pesos (w)
Densidad de población	0.0366
Porcentaje de población ocupada	0.0586
Hospitales	0.2567
Supermercado-Tiendas departamentales	0.4208
Florerías	0.2272

2. Suma lineal ponderada

b) Multiplicar el peso (w) por la cada una de las capas reclasificadas



$(0.0366 * \text{"rec\_denpob@1"}) +$   
 $(0.0586 * \text{"rec\_porpobocup@1"}) +$   
 $(0.2567 * \text{"rec\_hosp@1"}) +$   
 $(0.4208 * \text{"rec\_supermer@1"}) +$   
 $(0.2272 * \text{"rec\_florer@1"})$



Comparar los resultados de la suma línea sin ponderación y la suma lineal ponderada. Para ello auxiliase convirtiendo las capas de los resultados de formato ráster a vectorial.

## Créditos de las fuentes de datos

### Capítulo 2

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

### Capítulo 3

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/bienestar/>

### Capítulo 4

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<https://tapiquen-sig.jimdo.com/descargas-gratuitas/américa/>

### Capítulo 5, 6, 7

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

### Capítulo 8

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

### Capítulo 9

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

### Capítulo 10

<http://www.pdnmapa.org/HTML/datasets.html>

### Capítulo 11

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

---

Capítulo 12, 13

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>

Capítulo 14, 15, 16

[http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)

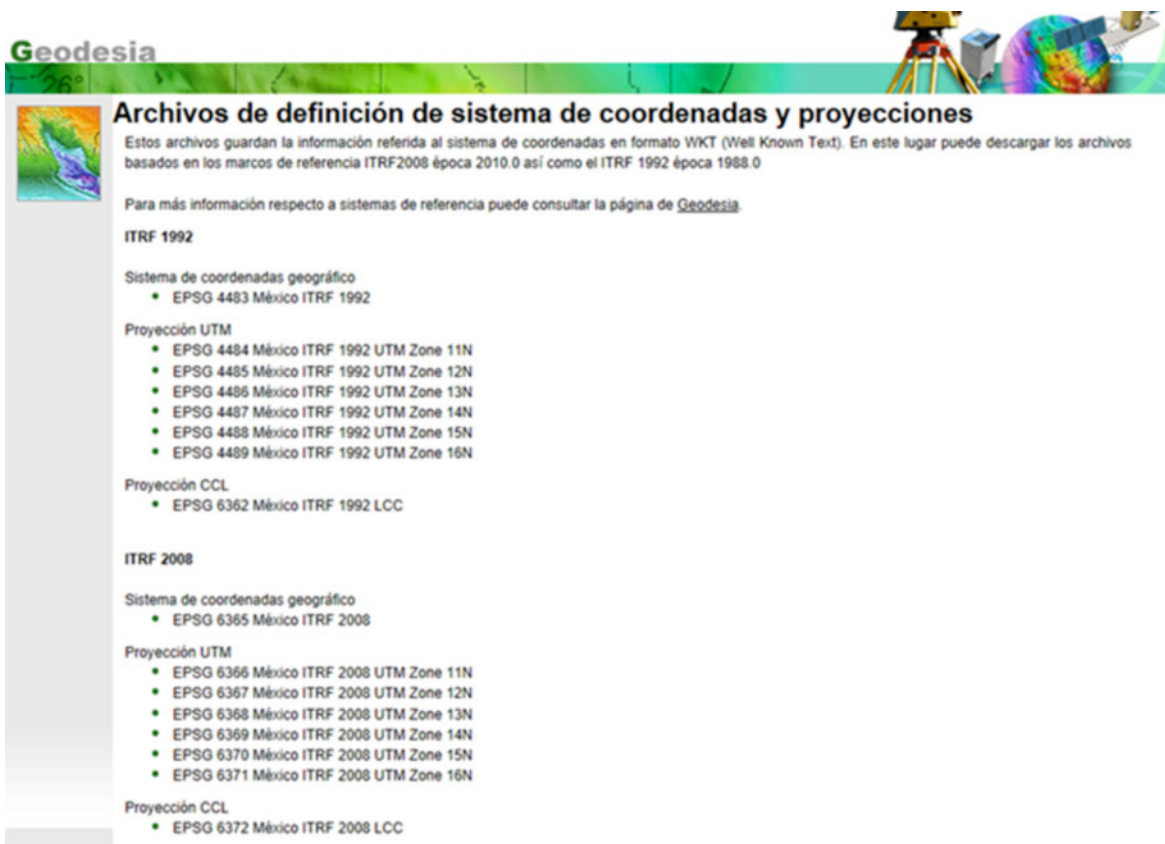
<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

<http://www.pdnmapa.org/HTML/datasets.html>

## ANEXOS

### Anexo 1. Archivos de definición de sistema de coordenadas y proyecciones, Inegi



**Geodesia**

### Archivos de definición de sistema de coordenadas y proyecciones

Estos archivos guardan la información referida al sistema de coordenadas en formato WKT (Well Known Text). En este lugar puede descargar los archivos basados en los marcos de referencia ITRF2008 época 2010.0 así como el ITRF 1992 época 1988.0

Para más información respecto a sistemas de referencia puede consultar la página de [Geodesia](#).

#### ITRF 1992

Sistema de coordenadas geográfico

- EPSG 4483 México ITRF 1992

Proyección UTM

- EPSG 4484 México ITRF 1992 UTM Zone 11N
- EPSG 4485 México ITRF 1992 UTM Zone 12N
- EPSG 4486 México ITRF 1992 UTM Zone 13N
- EPSG 4487 México ITRF 1992 UTM Zone 14N
- EPSG 4488 México ITRF 1992 UTM Zone 15N
- EPSG 4489 México ITRF 1992 UTM Zone 16N

Proyección CCL

- EPSG 6362 México ITRF 1992 LCC

#### ITRF 2008

Sistema de coordenadas geográfico

- EPSG 6365 México ITRF 2008

Proyección UTM

- EPSG 6366 México ITRF 2008 UTM Zone 11N
- EPSG 6367 México ITRF 2008 UTM Zone 12N
- EPSG 6368 México ITRF 2008 UTM Zone 13N
- EPSG 6369 México ITRF 2008 UTM Zone 14N
- EPSG 6370 México ITRF 2008 UTM Zone 15N
- EPSG 6371 México ITRF 2008 UTM Zone 16N

Proyección CCL

- EPSG 6372 México ITRF 2008 LCC

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis\\_coor.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/sis_coor.aspx) (Última consulta: 19 de marzo, 2018).

UACJ