

Implementación de Sistemas de Información Geográfica en las municipalidades de Güinope y Morocelí, Honduras

Miguel Angel Sandoval Tapia

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Implementación de Sistemas de Información Geográfica en las municipalidades de Güinope y Morocelí, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Miguel Angel Sandoval Tapia

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Implementación de Sistemas de Información Geográfica en las municipalidades de Güinope y Morocelí, Honduras

Miguel Angel Sandoval Tapia

Resumen: En el presente proyecto se generó una base de datos geográficos por microcuenca, se implementó un plan de capacitación y un visor local de datos usando el programa de QGIS®. La base de datos contiene la cartografía de usos y coberturas de la tierra derivada de fotointerpretación y digitalización, red hídrica, redes viales, límites administrativos, elementos principales del sistema de agua de las comunidades, elevación y rangos de pendiente. La capacitación se dirigió al personal de las Unidades Municipales del Ambiente (UMA), Oficina de Catastro y estudiantes de secundaria; y los contenidos abordados se encuentran plasmados en un manual de guías de paso a paso. El visor local se encuentra instalado en las Unidades Municipales del Ambiente de cada municipio y cuenta con la base de datos generada en este proyecto. Se determinó que la parte alta de la microcuenca El Mesillas de Morocelí tiene un área de 581.68 ha, se ubica en un rango de elevación de 690 - 1,160 msnm y la cobertura predominante es de bosque de pino con un área de 447 ha. La microcuenca La Mora de Güinope posee un área de 110 ha, se encuentra en un rango de elevación de 1,420 - 1,700 msnm y predominan los matorrales con un área de 44.86 ha. Se espera que los líderes municipales y comunitarios accedan de forma fácil y rápida a la información geográfica de cada microcuenca y así puedan planificar, gestionar y tomar decisiones para el manejo de los recursos naturales. Se elaboró un manual práctico del programa de QGIS® para uso de las municipalidades.

Palabras clave: Cartografía, datos geográficos, fotointerpretación, QGIS®, visor local.

Abstract: In this project, a geographic database was generated for individual watersheds, a training plan was implemented using QGIS® program to view watersheds. The database contains the mapping of uses and land cover derived from photointerpretation and digitalization variables include: water supply, roads, administrative boundaries, main elements of the water system of communities, elevation and slope. The training was addressed to staff of the Municipal Environmental Units, Land Registry Records Office and high school students. The content covered in a step by step manual. The local viewer has been installed in the Municipal Environmental Units at each municipality and a database related to this project was designed. It was determined that the upper part of the watershed of Morocelí El Mesillas has an area of 581.68 ha, and it is located at an elevation range of 690 to 1,160 meters and the existing vegetation is predominantly pine forest with an area of 447 ha. The La Mora Watershed in Güinope has an area of 110 ha, is located in an elevation range of 1,420 to 1,700 meters above sea level and the dominant vegetation is shrubs comprising an area of 44.86 ha. It is expected that the results of this study will allow municipal and community leaders to access geographic information in order to manage, plan and make decisions for the managing their natural resources.

Key words: Cartography, geographic data, photo interpretation, QGIS®, local viewer.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla | i |
| Página de firmas | ii |
| Resumen | iii |
| Contenido | iv |
| Índice de cuadros, figuras y anexos..... | v |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 3 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 10 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 23 |
| 5. RECOMENDACIONES..... | 24 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 25 |
| 7. ANEXOS | 28 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadros | Página |
|--|--------|
| 1. Fuente de obtención de los datos geográficos básicos | 5 |
| 2. Porcentaje de las coberturas y usos del suelo de la microcuenca La Mora en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016..... | 11 |
| 3. Área de los rangos de pendientes de la microcuenca de La Mora ubicada en la aldea de Silisgualagua, Güinope, Honduras, 2016. | 13 |
| 4. Porcentaje de usos y coberturas de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas en la aldea de Hoya grande, Morocelí, Honduras, 2016. | 16 |
| 5. Área de los rangos de pendientes de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas ubicada en la aldea de Hoya Grande. | 18 |
| 6. Área de los rangos de pendientes de la microcuenca El Mesillas ubicada en la aldea de Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016. | 18 |

| Figuras | Página |
|---|--------|
| 1. Ubicación geográfica de las microcuencas La Mora y Mesillas en los municipios de Morocelí y Güinope, El Paraíso, Honduras, 2016. | 4 |
| 2. Proceso de fotointerpretación y digitalización de los usos y coberturas de la tierra en las microcuencas de La Mora y Mesillas, Morocelí, Honduras, 2016. | 6 |
| 3. Mapa de usos y coberturas con la red hídrica y sus elementos del sistema de agua, de la microcuenca La Mora situada en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016..... | 11 |
| 4. Mapa de las zonas de protección de fuentes y cursos de agua en la microcuenca de La Mora, situada en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016.... | 14 |
| 5. Mapa de la microcuenca delimitada y su zona alta de recarga, El Mesillas situada en Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016..... | 15 |
| 6. Mapa de los usos y coberturas de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas situada en Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016. | 16 |
| 7. Mapa de las zonas de protección de cursos de agua en la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas, situada en la aldea de Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016. | 19 |
| 8. Descripción de la línea base de datos geográficos de las microcuencas de La Mora, Güinope y El Mesillas, Morocelí, El Paraíso, Honduras, 2016..... | 21 |

| Anexos | Página |
|--|--------|
| 1. Descripción de las categorías de las coberturas y usos de los suelos de las microcuencas de Güinope y Morocelí en El Paraíso, 2016..... | 28 |
| 2. Descripción de los elementos del sistema de agua. | 30 |
| 3. Manual de uso y capacitación..... | 32 |
| 4. Comentarios de los participantes de la capacitación de QGIS® | 32 |
| 5. Lista de participante del taller de capacitación usando QGIS® | 33 |
| 6. Cronograma de actividades del taller de capacitación en sistemas de información geográfica usando QGIS®..... | 34 |
| 7. Plan de capacitación: ilustración del taller de capacitación de sistemas de información geográfica usando QGIS® | 35 |

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas son afectados por la agricultura, ganadería y la utilización de los recursos forestales sin planificación (Bocco, Mendoza, & Masera, 2001). Por otro lado, estas actividades tienen impactos negativos en la cantidad y la calidad del agua de las cuencas hidrográficas (Oyarzún, Nahuelhual, & Núñez, 2005). Una de las principales alteraciones de los ecosistemas se producen por los cambios de coberturas del suelo, mismos que se producen de forma natural o por intervención humana y pueden ser monitoreados en el tiempo (Singh, Singh, & Hasson, 2014). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección son herramientas que permiten monitorear y evaluar los impactos ambientales que han surgido a través de los años (Henríquez, Azócar, & Aguayo, 2006).

El uso de los SIG para la planificación y ordenación de las cuencas hidrográficas permite una mayor precisión, rapidez y eficiencia en cuanto al manejo de las mismas (FAO, 1996). En un estudio realizado en Tailandia sobre clasificación de las cuencas hidrográficas, se utilizó SIG para elaborar el ordenamiento territorial de todo el país (FAO, 1996). Los SIG son una herramienta que ayudan a generar sistemas de alerta temprana en caso de catástrofes naturales (Villanueva, 1998). En el Arroyo de Belisario, Argentina, se realizó una investigación de la geomorfometría del arroyo, con un análisis geoespacial, como resultado dio una posibilidad de advenimiento de escurrimiento desde la zona alta a la zona baja con un potencial a daños por inundaciones pasajeras (Delgado & Gaspari, 2010). En estudios pasados, la incorporación de los SIG han apoyado la implementación de los Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en los recursos naturales, tal es el caso en la cuenca del río Calan Siguatepeque, Honduras (Martinez de Anguita, Rivera, Benitez, & Cruz, 2006).

La implementación de tecnologías que tengan un enfoque completo en los aspectos geográficos se considera importante para realizar un Manejo Integral de Cuencas (MIC). En algunos países se considera un componente clave conocer los conceptos y métodos de lo que son los SIG. Esto permite evaluar las áreas y observar la velocidad en la que se degradan los componentes biofísicos de las microcuencas (Instituto Nacional de Ecología de México, 2004). Los SIG integran metodologías necesarias para analizar y manipular extensas cantidades de datos, generando así información y conocimientos de las microcuencas para su gestión, planificación y toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales (Rocha, s.f.). En las municipalidades de Güinope y Morocelí, no cuentan con un Sistema de Información Geográfica para el manejo de los recursos naturales debido a la falta de presupuesto, conocimientos e información.

Los recursos naturales de los municipios antes mencionados se han visto degradados a causa de varios factores ambientales y socioeconómicos, la captación y suministro de agua potable para las comunidades aledañas a las dos microcuencas que se encuentran en Silisgualagua (Güinope) y Hoya Grande (Morocelí) se han disminuido. Estas dos

microcuencas no cuentan con información geográfica y esto es una limitante al momento de gestionar acciones de medidas preventivas o remediación ante la gestión del agua y otros recursos.

Las organizaciones municipales demandan formación en el registro y acceso a información geográfica para la gestión y planificación de los recursos de las microcuencas hidrográficas. Con el fin de contribuir a la gestión de los recursos naturales de dos microcuencas de los municipios de Güinope y Morocelí se planteó generar una base de datos geográfica de los principales elementos físicos y parámetros morfométricos de las cuencas, fortalecer las capacidades de manejo de los recursos naturales por medio de una capacitación en Sistemas de Información Geográfica e implementar un visor local de datos geográficos por microcuenca en cada municipalidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca La Mora posee un área de 1.1 km², se encuentra dentro de la aldea de Silisgualagua del municipio de Güinope y se ubica en el departamento de El Paraíso. Silisgualagua limita al suroeste con la aldea de Pacayas; al noroeste con Güinope (cabecera) y El Barro; y al sureste con Chagüite Grande y el Corralito. La microcuenca presenta elevaciones entre 1,420 y 1,700 msnm. Su temperatura oscila entre 18 y 28°C, siendo abril y mayo los meses más cálidos; noviembre y diciembre los más fríos. Los cultivos predominantes son el café, maíz, frijol y plátano (Montoya, 2003).

La zona alta de la microcuenca El Mesillas posee un área 5.8 km², se encuentra dentro de la aldea Hoya Grande del municipio de Morocelí y se ubica en el departamento de El Paraíso. La aldea Hoya Grande tiene sus límites geográficos al sur con Las Crucitas; al oeste con Valle Arriba, al este Lomanillos y al norte con Liquidámbos y Los Pozos. La zona alta de la microcuenca presenta elevaciones entre 690 msnm y 1,170 msnm. Su temperatura media anual oscila entre los 19 y 30°C. Los usos predominantes son la ganadería y la agricultura de granos básicos (Muñoz, 2002) (Figura 1).

Construcción de la base de datos geográfica. Se generó una base de datos geográfica para la descripción de cada microcuenca, misma que incluye la cartografía de usos y coberturas de la tierra, red vial, red hídrica, límites administrativos, elemento del sistema de agua potable (tomas de agua y tanques.), elevación en msnm y rangos de pendientes en (%) y el límite de las microcuenca con cálculos morfométricos. Cierta información geográfica en formato shapefile se encontró disponible en algunas dependencias gubernamentales y en bases de datos de los proyectos ejecutados por Zamorano (Cuadro 1).

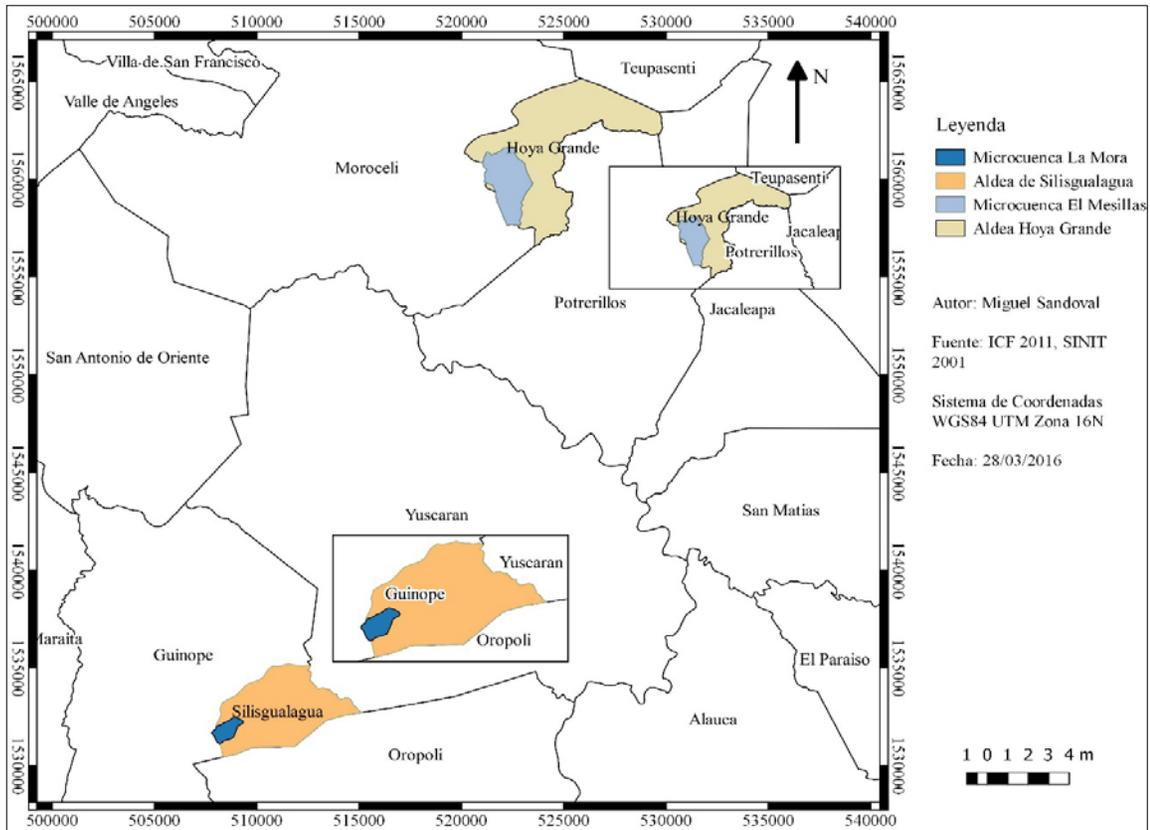


Figura 1. Ubicación geográfica de las microcuencas La Mora y Mesillas en los municipios de Morocelí y Güinope, El Paraíso, Honduras, 2016.

Para la clasificación de las coberturas y usos de la tierra, se realizó una expedición de campo para su reconocimiento, se definieron las categorías de bosque mixto, bosque latifoliado, bosque de pino denso, bosque de pino ralo, agricultura, café con cobertura, café sin cobertura, pastizales y matorrales. En el procesamiento cartográfico de los usos y coberturas se realizó las siguientes etapas: descarga de imágenes, fotointerpretación, digitalización, codificación y verificación (Peña, Poveda, Bounet, Bellot, & Antonio, 2005).

Cuadro 1. Fuente de obtención de los datos geográficos básicos

| Datos geográficos | Año | Fuente |
|--------------------------|------------|--|
| Microcuencas declaradas | 2015 | Instituto Nacional De Conservación Y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas Y Vida Silvestre (ICF) |
| Límites administrativos | 2001 | Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT) |
| Red hídrica | 2006 | Proyecto Inicativo del Yeguaré, Zamorano |
| Curvas a nivel | 1999 | Instituto Geográfico Nacional |

Las imágenes se obtuvieron mediante Google Earth Pro, se descargaron las imágenes según el área de la microcuenca. Para la microcuenca de La Mora con una superficie de 1.1 km² se descargaron ocho imágenes y para la microcuenca de Mesillas con un área de 5.81 km² se obtuvieron 24 imágenes a una altura de 1 km de distancia, y luego se georeferenció cada imagen en QGIS® y finalmente se construyó un mosaico. La clasificación de las coberturas se realizó por medio de una fotointerpretación y digitalización vectorial. Para la interpretación y clasificación de las coberturas y usos de las superficies terrestres de las microcuencas de La Mora y El Mesillas que se encuentran en el departamento de El Paraíso, se utilizaron los criterios de interpretación visual simple, complejo y espectral (Chuvieco, 2010) (Figura 2). Además, se tomaron puntos de control en campo con receptor GPS (36 en Güinope y 20 en Morocelí).

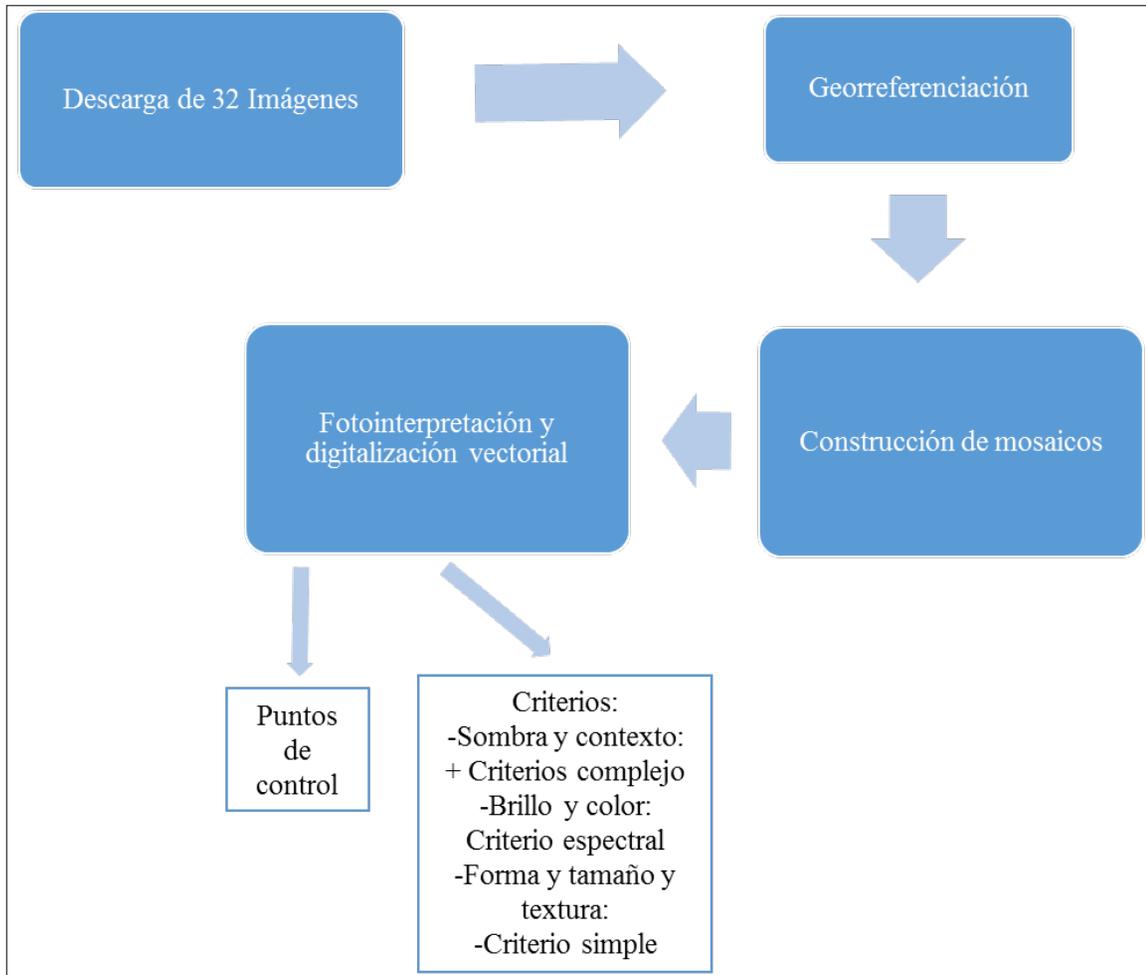


Figura 2. Proceso de fotointerpretación y digitalización de los usos y coberturas de la tierra en las microcuencas de La Mora y Mesillas, Morocelí, Honduras, 2016.

Una base de datos geográfica básica de una microcuenca debe contener la red vial, red hídrica y límites administrativos (Villanueva, 1998). La información que no se encontró disponible se obtuvo por medio de levantamientos en campo con un receptor GPS Garmin 20X, entre ellas las redes viales y la ubicación de los manantiales. La red hídrica y las curvas a nivel se obtuvieron de las bases de datos del proyecto de Iniciativa del Yegüare de Zamorano.

Para elaborar la cartografía de los elementos de los sistemas de agua para consumo humano en las dos microcuencas se identificó y georreferenció con un receptor GPS Garmin 20x en campo las obras de toma de agua, desarenador y tanques de abastecimiento; esto se realizó con la ayuda de un miembro de la Junta de Agua de cada comunidad. Además se identificó y georreferenció los atributos físicos del sistema de agua, y finalmente se digitalizó la ubicación de cada elemento del sistema de agua en el programa QGIS® (Sandoval, Ruiz, Zurvia, & León, 2013).

Para la cartografía de la elevación (msnm) y la pendiente (%) en las microcuencas se generó un Modelo Digital de Elevaciones (DEM, por sus siglas en inglés) usando las curvas a nivel de las hojas cartográficas a escala 1:50000 tomadas por el IGN (Instituto Geográfico Nacional) de Honduras. El DEM se generó por medio de las curvas a nivel, estas se interpolaron por medio de un TIN (Red de Triángulos Irregulares), se convirtió a formato ráster y se eliminaron las fluctuaciones presentadas en el DEM. A partir del DEM se derivó la pendiente en porcentaje y se clasificó en los rangos de 0-30%, 30-50% y mayor a 50% (Instituto Forestal de Conservación, 2014). La clasificación de la elevación y la pendiente se transformó a formato ráster a vectorial para que los técnicos de la (UMA) puedan interpretar y consultar los datos de forma fácil.

Para el cálculo de los parámetros morfométricos de las dos microcuencas objeto de estudio se utilizó los límites de las microcuencas declaradas por el ICF en el 2015. En cada una de las microcuencas debidamente delimitadas se realizaron los cálculos siguientes:

- Área (ha y km²)
- Perímetro (km)
- Longitud (km)
- Ancho (km), se calcula con la Ecuación 1

$$\text{Ancho (km)} = \text{Área (km}^2\text{)} / \text{Largo (km)} \quad [1]$$

- Parámetro de forma, permite conocer el movimiento del agua en el hidrograma (Mosley & McKerchar, 1992), para determinarlo se utilizó el Coeficiente de Gravelius (K) y se lo obtuvo con la Ecuación 2. Dependiendo del resultado de K se puede obtener la forma de la cuenca; siendo: 1-1.25 es redonda, 1.25-1.50 es ovalada y 1.50- 1.75 es oblonga (Instituto Nacional de Ecología México, 2004).

$$K = 0.282 (\text{Perímetro}/\sqrt{\text{Área}}) \quad [2]$$

- Cálculo de relieve, da la información de la velocidad de la escorrentía y fuerza de erosión; para obtener la pendiente se utiliza la Ecuación 3 (Instituto Nacional de Ecología México, 2004). Con ayuda del DEM se realizó los cálculos de relieve (Díez, 2006).

$$Pc = ((\text{Elevación max (mns)} - \text{Elevación min (msnm)})/\text{Longitud (m)}) \times 100 \quad [3]$$

- El orden de la microcuenca, da a conocer si un cauce tiene ingreso de agua de un tributario (Sthraler, 1957).
- Densidad de drenaje, permite conocer la resistencia a la erosión de una microcuenca y para determinarla se utilizó la Ecuación 4. (Instituto Nacional de Ecología México, 2004).

$$Dd = \Sigma Ls (Km)/\text{Área (km}^2\text{)} \quad [4]$$

$\Sigma Ls = \text{Largo total de la red de drenaje}$

Implementación del plan de capacitación. La implementación de un plan de capacitación se realizó con el fin de que las organizaciones municipales desarrollen conocimientos, capacidades y habilidades competentes en el uso de la línea base de datos geográficos. En este proyecto se capacitó a representantes de las municipalidades locales de la UMA, de las oficinas de Catastros y dos estudiantes de tercer año de bachillerato en el manejo del programa QGIS®. Este programa es un sistema de información geográfica libre que permite visualizar, analizar, generar y editar datos geográficos generados en cada microcuenca correspondiente a cada municipalidad.

En el mercado existen dos tipos de programas de gestión de datos espaciales, los comerciales que son privados y los de acceso libre que pueden ser gratuitos o de bajo costo. La implementación de estos programas libres permite satisfacer las necesidades de uso de los datos geográficos permitiendo a las municipalidades el acceso a la información sin costo. El uso de este programa no tiene costo para su uso por lo tanto se utilizó para regionalizar la ecología de la cuenca en Ciénaga de la Virgen (Cartagena de Indias), Colombia (Torregroza F., Gómez J., & Borja B., 2014).

La capacitación se dio con el fin de construir conocimientos teóricos y prácticos básicos en el uso y manejo de datos vectoriales con el programa QGIS®. Fue un taller participativo donde los técnicos y los estudiantes pudieron interactuar por medio de preguntas con el instructor del taller, en esta capacitación se dio a conocer desde las características de la interfaz del programa hasta la comprensión de los procesos de manejo de los datos vectoriales para su análisis.

Para facilitar el proceso de enseñanza se creó y utilizó un manual de capacitación (Anexo 3), mismo que contiene seis guías de paso a paso basadas en las guías de Manueles, 2016. Se inició cada tema con las definiciones y aplicaciones generales para facilitar la comprensión de los ejercicios prácticos. Los participantes se encontraron con una serie de interrogantes, mismas que fueron contestadas bajo la supervisión de un docente experto en el tema.

El taller tuvo una duración de ocho horas por día y se realizó durante dos días, los temas que se llevaron a cabo para este taller de capacitación con el programa QGIS®, son los siguientes:

- Introducción al QGIS®
- Manejo de datos geográficos
- Georreferenciación de imágenes satelitales
- Digitalización y generación de la base de datos espaciales
- Introducción de datos tomados con receptor GPS en campo al Programa de QGIS®
- Creación, consultas y alimentación de la tabla de atributos
- Herramientas de geoprocursos
- Diseño y creación de mapas

Al finalizar los días competentes de enseñanza de los ocho temas prácticos, los actores responsables del manejo de las microcuencas obtuvieron conocimientos y habilidades en el

uso de estos datos. Esto les permitirá ejecutar en el sistema la entrega de permisos de extracción de los recursos forestales con el lineamiento de las políticas de conservación de Honduras y así lograr una protección adecuada de las microcuencas.

Implementación del Sistema de Información Geográfica. Al terminar con la generación de la base de datos y las capacitaciones para el manejo del sistema de información geográfica, se llevó a cabo la instalación del programa y un visor local de datos con el programa QGIS® de soporte en cada UMA. Este visor fue construido para cada una de las municipalidades con la información de cada microcuenca correspondiente, tienen toda la cartografía elaborada en este proyecto, todos los mapas a dejar en este visor cuentan con leyendas apropiadas para cada elemento representado y poseen tablas de atributos con la información relevante. El visor cuenta con la descripción general de uso y sus leyendas, en este el encargado de la UMA de cada municipalidad podrá consultar la información, además le facilitará el proceso de actualización de la base de datos. Para su formalización en la implementación del proyecto se procedió a realizar la socialización del sistema a cabildo abierto, donde se le hizo entrega al alcalde de cada municipio un CD con la base de datos y un manual de uso en formato físico y digital.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Microcuenca La Mora de Güinope. La microcuenca La Mora situada en la comunidad de Silisgualagua tiene un área total de 110.16 ha y con un perímetro de 4.42 km. El largo de la microcuenca es de 1.64 km con un ancho promedio de 0.67 km. El coeficiente de Gravelius es de 1.18, lo que indica que la microcuenca tiene una forma redonda. La microcuenca tiene un orden de tipo 2 según la clasificación de Arthur Strahler, comprende de dos nacientes que se unen en la zona baja con la quebrada de Liquidambos, cuenta una densidad de drenaje de 1.5 km/km². La sumatoria de longitudes del recorrido de la red hídrica es de 1.62 km en la microcuenca. El parámetro de la pendiente de la microcuenca es de 18.29%.

Los parámetros de la microcuenca ayudan a la comprensión de las características físicas, ante eventos de precipitación, esto proporciona mayor entendimiento al comportamiento de los elementos que la conforman y la circulación de la fuente de agua que comprende esta microcuenca (Delgado & Gaspari , 2010). Por la forma redonda, indica que el curso del agua tiene un menor recorrido en el tiempo de salida de la microcuenca. Esta microcuenca por su baja pendiente está sujeta a tener menor impacto de erosión en los eventos de precipitación, (Lopez & Gutierrez, 1982).

En la microcuenca La Mora predomina la cobertura de matorrales, luego sigue el café con una cobertura de la especie *Inga vera* (Guama). En la Figura 3 se muestra que la cobertura boscosa representa el 8.6% que cubre un área de 9.5 ha del área total, esta cobertura boscosa comprende de bosque mixto y bosque latifoliado. En la visita a campo se observaron diferentes usos agrícolas entre ellos está el café con sombra de la Guama y de plátano, café sin sombra, maíz y frijol (en el mapa de usos y coberturas estos están clasificados como agricultura). Esta microcuenca tiene los manantiales de agua ubicadas en el bosque mixto. Se observó que los pastizales son utilizados para la rotación de los cultivos; este tipo de cobertura se encuentra cerca de las actividades agrícolas por su cambio frecuente en el uso del suelo (Figura 3).

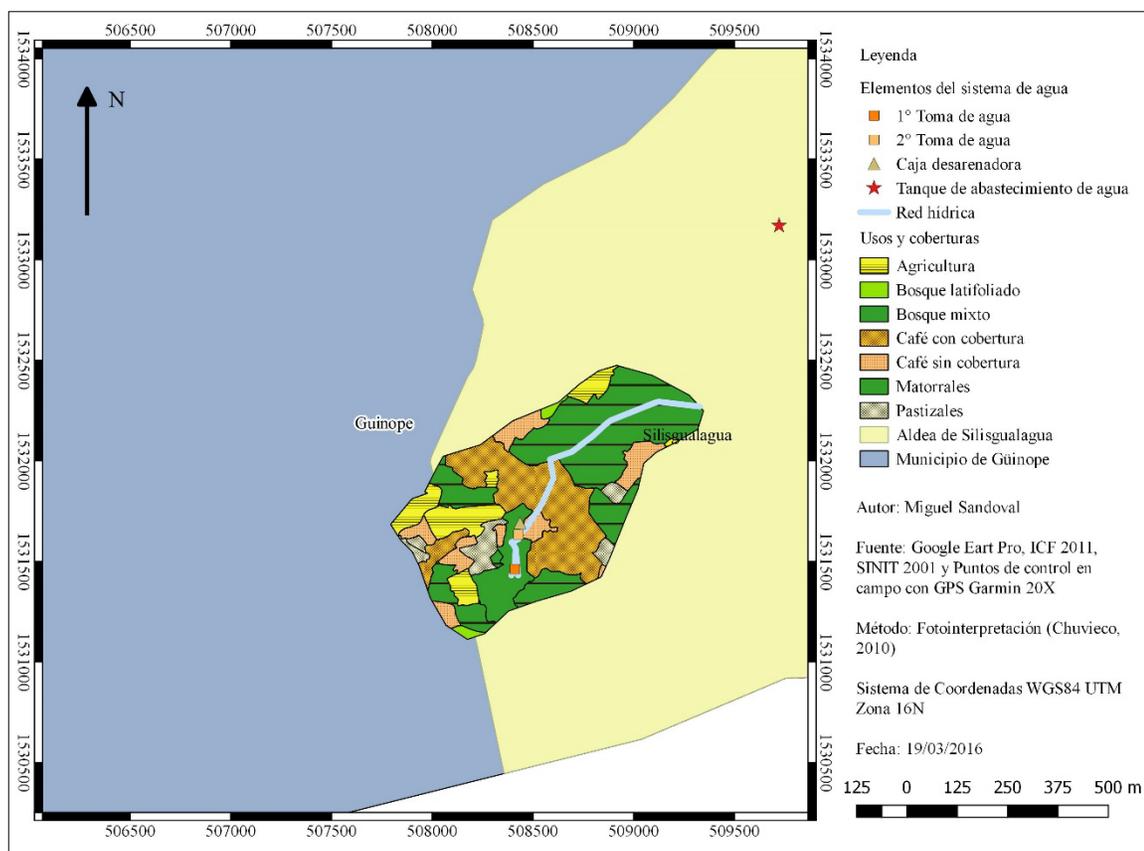


Figura 3. Mapa de usos y coberturas con la red hídrica y sus elementos del sistema de agua, de la microcuenca La Mora situada en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016

Esta microcuenca tiene como principal actividad económica el cultivo de café con un total de 36.6 %, en su mayor parte este cultivo se encuentra bajo sombra. La agricultura está representada por un 9% y es de granos básicos (maíz y frijol) y pastos son naturales y no se utilizan para la ganadería ya que no hay presencia de la misma (Cuadro 1).

Cuadro 2. Porcentaje de las coberturas y usos del suelo de la microcuenca La Mora en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016.

| Cobertura y Uso | Área (ha) | Porcentaje del área |
|------------------------|------------------|----------------------------|
| Matorrales | 44.86 | 40.7 |
| Café con Cobertura | 29.29 | 26.6 |
| Café sin Cobertura | 10.99 | 10 |
| Agricultura | 9.92 | 9 |
| Pastizales | 8.46 | 7.7 |
| Bosque Mixto | 5.54 | 5 |
| Bosque Latifoliado | 1.04 | 0.9 |
| Total | 110 | 100 |

Las actividades socioeconómicas de las comunidades tienen un impacto considerable en el cambio de la cobertura natural, por tal motivo las municipalidades deben tener un inventario actual de los recursos naturales y datos socioeconómicos de las microcuencas y así dar un debido manejo a los recursos (suelos, forestales e hídricos). La microcuenca La Mora se encuentra declarada por el Instituto Nacional de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) en el 2011 y cuenta con un plan de manejo de la microcuenca de Silisgualagua.

La microcuenca abastece de agua para consumo a la comunidad de Silisgualagua con una población de aproximadamente 300 personas, considerándose una zona de protección. Esta comunidad cuenta con los derechos de propiedad de donde nace la microcuenca y donde se encuentran los elementos del sistema de agua (D. Sanchez, comunicación Telefónica, 20 de Febrero de 2016) y es administrada por la Junta de Agua de esta misma aldea. La calidad del agua en invierno disminuye a causa de las fuertes lluvias ocasionando turbidez, esto es causado por la erosión de sedimentos (FAO, 2009). El agua suministrada a la aldea cuenta con cloración y la calidad es evaluada por medio de tres análisis de coliformes totales y fecales. (D. Sanchez, comunicación Telefónica, 20 de Febrero de 2016).

La fuente de abastecimiento de agua para estas comunidades proviene de dos nacientes ubicadas en la parte alta de la microcuenca, estos fueron identificados y digitalizados por medio del Modelo Digital de Elevaciones derivado de las curvas a nivel 1:50,000 del IGN de Honduras y la georreferenciación de puntos tomados con un receptor GPS ("Global Positioning System"). Además, se digitalizo la red hídrica de la microcuencas.

El sistema de agua que abastece a la aldea de Silisgualagua está conformado por dos tomas de agua, que se conectan con el desarenador para la separación de sedimentos. El agua es enviada directamente hacia el tanque de abastecimiento. Luego el personal de la Junta de Agua somete a un tratamiento de desinfección con hipoclorador de tabletas, al finalizar distribuyen el agua potable para usos domésticos de la comunidad de Silisgualagua (D. Sanchez, comunicación Telefónica, 20 de Febrero de 2016). El tanque abastecedor tiene un volumen de 35,000 galones y se encuentra afuera de los límites de la microcuenca a una distancia aproximada de 1 km y se ubica a una altura de 1,481 msnm. La ubicación y descripción de las características de los elementos del sistema de agua les servirá a la alcaldía para realizar consultas, identificar problemas en los elementos del sistema de agua y alimentar la tabla de atributos con información necesaria para su manejo o mejor funcionamiento del mismo.

La red vial de la microcuenca tiene una longitud de 3.4 km, estas permiten el acceso a las comunidades cercanas a sus propiedades que se encuentran dentro de la microcuenca y también a los elementos del sistema de agua. La microcuenca tiene una altitud mínima de 1,420 msnm y su máxima es de 1,700 msnm. Se identificaron tres rangos de pendientes y su respectiva área de representación (Cuadro 3), se obtuvo como resultado que el 68% de la microcuenca tiene un rango de 0-30%, en este rango se encuentra localizadas las nacientes de agua.

Cuadro 3. Área de los rangos de pendientes de la microcuenca de La Mora ubicada en la aldea de Silisgualagua, Güinope, Honduras, 2016.

| Rango de Pendientes (%) | Área (ha) | Porcentaje del área |
|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| 0-30 | 75.2 | 68 |
| 30-50 | 31.76 | 29 |
| > 50 | 3.2 | 3 |
| Total | 110.16 | 100 |

En las nacientes de agua se debe realizar una protección de 50 metros adyacente a los bordes de los cursos de agua, según la Ley Forestal aplicada por el Instituto Nacional de Conservación Forestal Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF, 2007). La zona de protección es de 3.36 ha, este análisis se realizó por medio de un análisis de proximidad en el programa de QGIS®. Se delimitó el área de protección solo para el curso de agua permanente de la microcuenca; ya que el resto del trayecto es abastecido de agua en invierno y esto sucede cuando el agua rebalsa de las tomas de agua siguiendo su curso hasta llegar a la quebrada de Liquidambes (Figura 4.).

Se realizó un análisis de proximidad y se pudo delimitar el área “buffer” de protección para las nacientes de la microcuenca. Para la protección de las nacientes se utilizó un área de 50 m donde empieza el curso del agua, hasta el parte aguas cercano a las nacientes. Se definió siguiendo las curvas a nivel delimitando por las crestas próximas a las nacientes, lo cual permitirá que las comunidades puedan tener una mayor comprensión de la ubicación del área (ICF, 2007). La zona de protección de las nacientes y su curso de agua se encuentra ubicadas en el bosque mixto, matorrales y una pequeña parte en una finca de café con cobertura, esto cubre un área total de 5.27 ha. La definición y visualización de las áreas a proteger ayudará a la UMA a manejar y analizar datos geoespaciales para gestionar el manejo de las microcuencas y tomar mejores decisiones para el desarrollo del cumplimiento del plan de manejo de la microcuenca y el seguimiento de las leyes establecidas por el ICF.

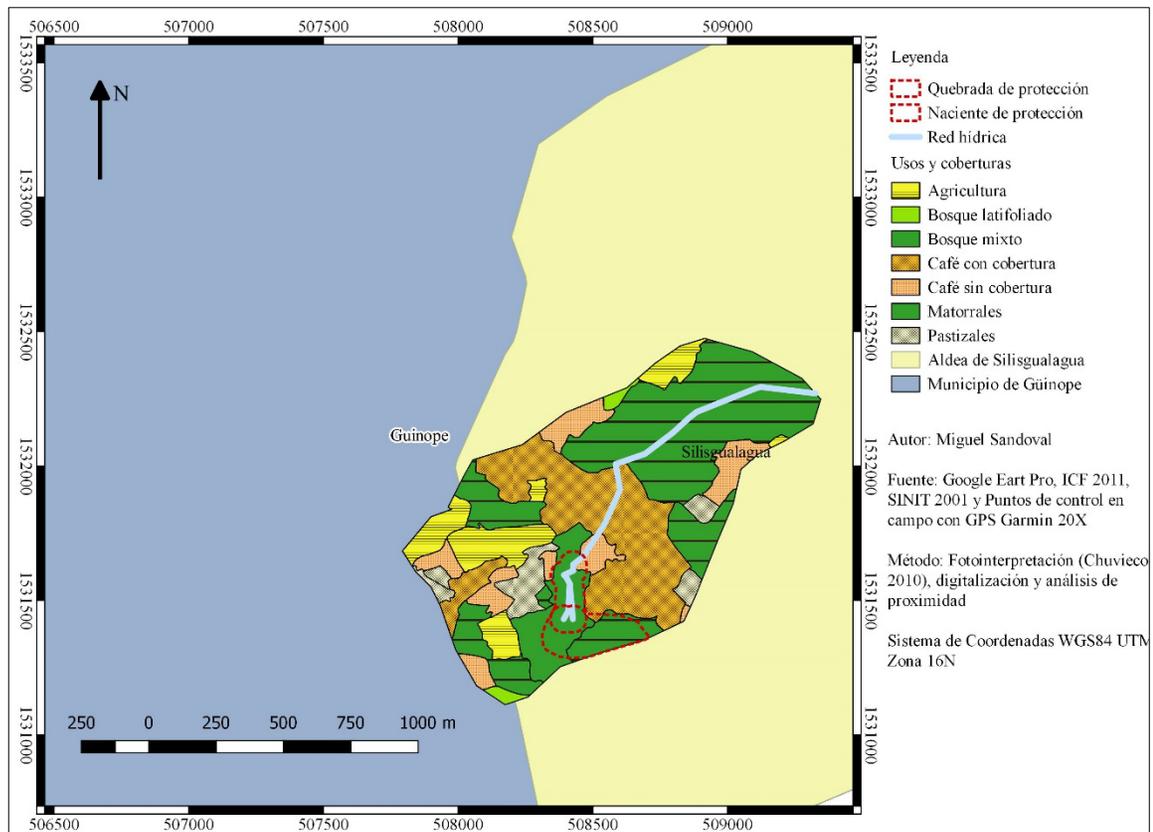


Figura 4. Mapa de las zonas de protección de fuentes y cursos de agua en la microcuenca de La Mora, situada en la aldea de Silisgualagua en Güinope, Honduras, 2016.

Moroceli. El área que fue delimitada por el ICF en la comunidad de Hoya Grande, “El Mesillas” no representa una microcuenca, sino la zona alta de recargas de 5 nacientes que desembocan con la quebrada “Valle Arriba”. Estas son: Pacaya, La Porra, San Isidro, Santa Fe y La Seca. En la zona alta de la microcuenca delimitada se ubican las principales fuentes de agua que abastecen a los caseríos de La Porra, Mesillas y San Isidro. La zona alta de recarga tiene un área total de 581.68 ha, perímetro de 11.42 km, largo de 1.64 km, y ancho de 1.455 km.

Como resultado a lo anterior se realizó la delimitación de la microcuenca de las 5 nacientes antes mencionadas, con las curvas a nivel de 150.000 en digital dadas por el ING de Honduras, se hizo la delimitación manual. Esta cuenca cuenta con las características morfológicas siguientes: el área total es de 10.35 km², con un perímetro de 12.98 km. El largo de la microcuenca es de 3.5 km (de la parte más alta a la desembocadura), con un ancho de 2.96 km. El coeficiente de Gravelius es de 1.14, lo que nos indica que la microcuenca tiene una forma redonda. La microcuenca tiene un orden de tipo 3 según la clasificación de Arthur Strahler, con una red hídrica de 5 nacientes y 1 quebrada intermitente desembocando con la quebrada Valle Arriba. Cuenta una densidad de drenaje de 1.56 km/km². La sumatoria de longitudes del recorrido de la red hídrica es de 16.6 km en la microcuenca. El parámetro de relieve es de 14%. (Figura 5.)

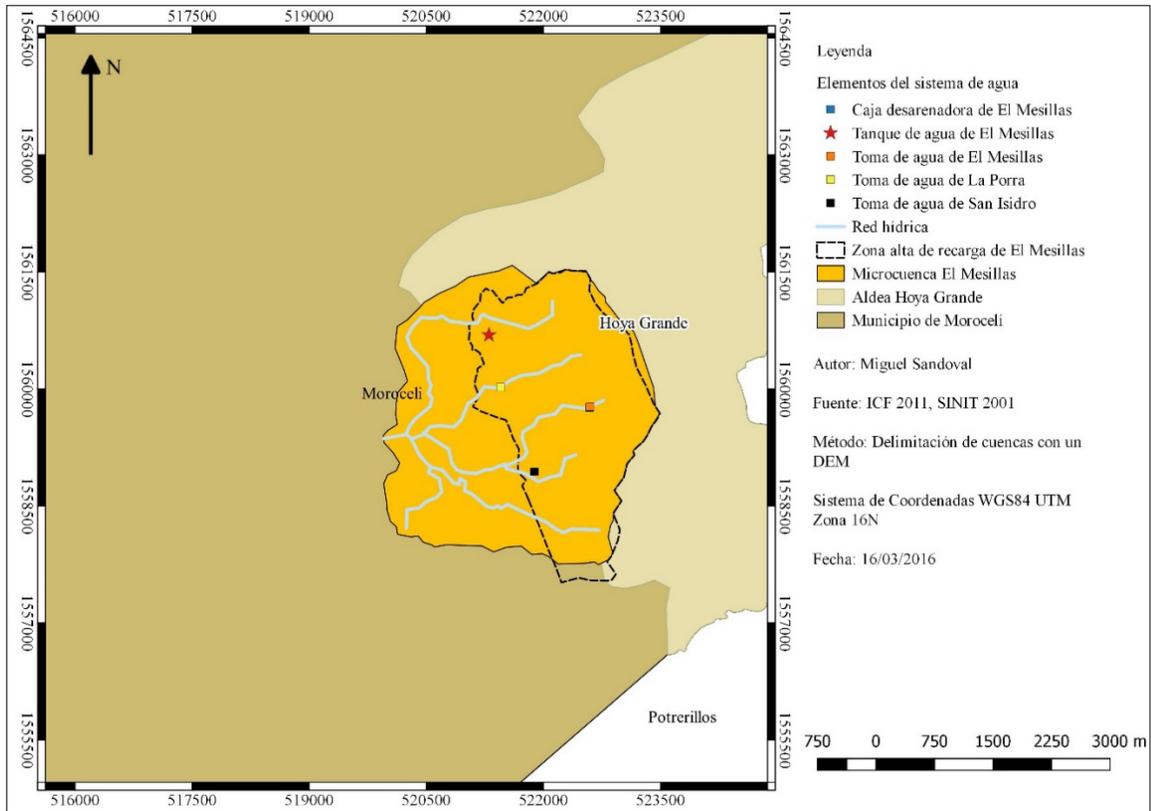


Figura 5. Mapa de la microcuenca delimitada y su zona alta de recarga, El Mesillas situada en Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016

Con las características, ya mencionadas, la microcuenca por su tamaño produce una cantidad significativa de escorrentía para suministrar las necesidades básicas de consumo doméstico por todo el año en los caseríos de la Porra, San Isidro y Mesillas, según información de Abraham Alemán, vice alcalde de Morocelí y morador del Mesilla. Por su forma redonda, indica que el tiempo de concentración de la escorrentía es menor en la microcuenca. Esta microcuenca por su bajo relieve de pendiente está sujeta a tener menor impacto de erosión en los eventos de precipitación, otra variable que favorece es la densidad de drenaje (Lopez & Gutierrez, 1982).

En la zona alta de recarga del El Mesillas predomina la cobertura boscosa entre ella está el bosque de pino denso y ralo, en esta zona existe poca actividad agrícola, la producción es de granos básicos como frijol y maíz, otra cobertura del área son los matorrales y pastizales (Figura 6).

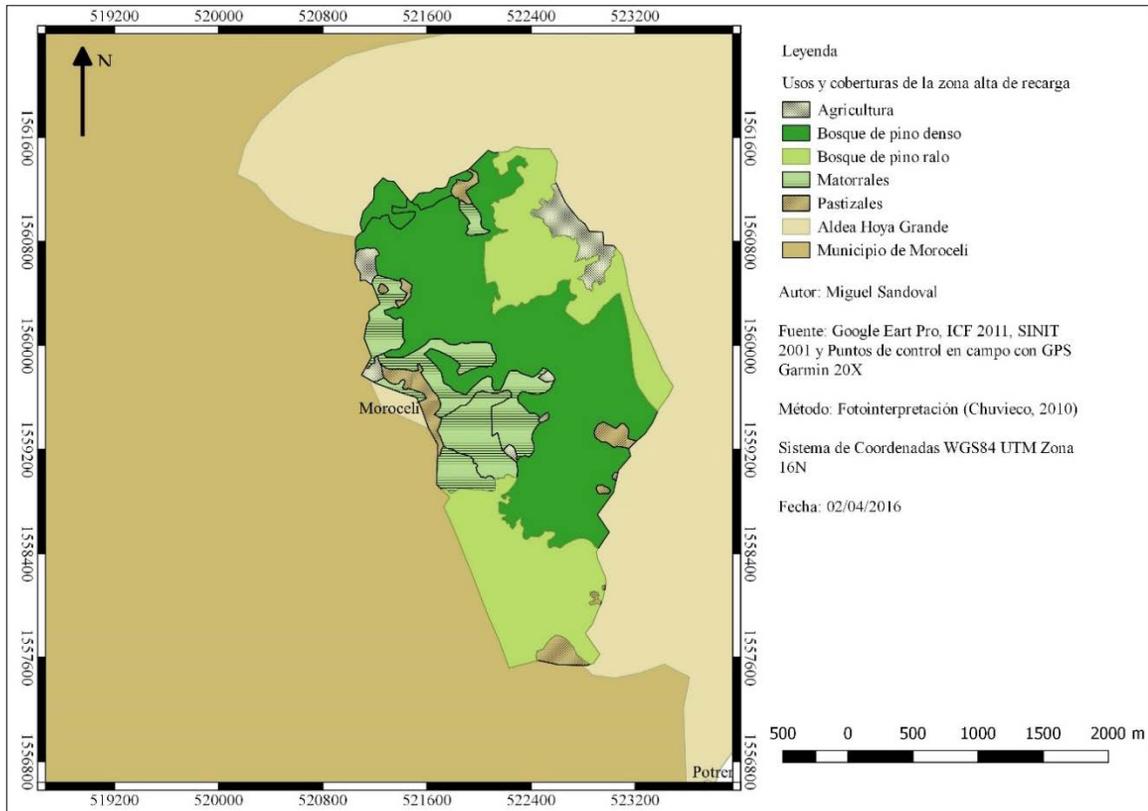


Figura 6. Mapa de los usos y coberturas de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas situada en Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016.

En la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas predomina la cobertura de bosque de pino con un total de 77%, se puede observar que el área es de uso forestal. En la visita a campo se observó que hay actividad ganadera por las zonas altas de recarga de la microcuenca de Mesillas, dada a la información del señor Abraham Alemán se pudo confirmar que en estas zonas los ganaderos utilizan la fuente de agua de la quebrada la Seca en épocas de invierno, realizando ganadería migratoria.

Cuadro 4. Porcentaje de usos y coberturas de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas en la aldea de Hoya grande, Morocelí, Honduras, 2016.

| Cobertura y Usos | Área (ha) | Porcentaje del área |
|-------------------------|------------------|----------------------------|
| Bosque de Pino Denso | 268.06 | 46 |
| Bosque de Pino Ralo | 179.07 | 31 |
| Matorrales | 87.22 | 15 |
| Agricultura | 23.77 | 4 |
| Pastizales | 23.56 | 4 |
| Total | 581.68 | 100 |

Las autoridades municipales de Morocelí pueden realizar controles sobre estas áreas, tanto para el uso ganadero y el control de la extracción de árboles, realizando un inventario de los recursos naturales, para mantener y preservar el recuso del agua para el abastecimiento de las comunidades cercanas. El área alta de la zona de recarga de El Mesillas se encuentra declarada, por eso es una zona de protección por ley, dada por el Instituto de conservación Forestal (ICF, 2010). Dada la importancia de abastecimiento y captación de agua que tiene para los caseríos aledaños a estas zonas, es importante que se realice un plan de manejo de él que no cuenta, para así proteger las nacientes. Información proporcionada por Ramón Ponce, coordinador de la UMA de Morocelí.

Las nacientes que son usadas para el abastecimiento de agua para consumo para los caseríos son la de San Isidro, La Porra y Santa Fe ya que estas son fuentes permanentes. Pacaya es una vertiente permanente pero no es usado para consumo doméstico y la Seca es una fuente invernal la cual los pobladores la utilizan para actividades de ganadería migratoria. Las tierras donde se encuentran las nacientes son de tenencia privada y ninguna de estas nacientes cuenta con plan de manejo. La naciente de Santa Fe abastece de agua a los caseríos del Mesillas, La Porra abastece a los caseríos de la Porra y San Isidro abastece al caserío de San Isidro; esta información fue proporcionada por Ramon Ponce, 2016.

La naciente de Santa Fe es la única que cuenta con un tanque de agua, tiene un volumen de 6.870 galones y se encuentra dentro de la zona alta de recarga a una altura de 815 msnm, también cuentan con un desarenador y un rebalse para captar el agua y esta es transportada por tuberías de PVC hasta los caseríos del Mesillas. Las fuentes de La Porra y San Isidro solo cuentan con un rebalse para captar agua y el transporte del agua es por medio de tuberías de PVC hacia los caseríos, aprovechando la altura. Estas nacientes abastecen de agua para consumo a una población estimada de 170 personas, ninguna de estas comunidades realizan un tratamiento de potabilización para el consumo del agua; esta información fue proporcionada por Ramon Ponce, 2016. La ubicación y descripción de las características del elemento del sistema de agua potable les servirá a las organizaciones municipales realizar consultas y alimentar la tabla de atributos con información necesaria para su manejo o mejor funcionamiento.

Para la descripción de las calles se utilizó la base de datos del SINIT de las carreteras y se describió las que están dentro de la cuenca de El Mesillas, estas cuentan con una longitud total de 4.02 km que pasan por la zona más alta de la cuenca y está recubierta de material selecto y en la parte baja es una calle de tierra. Para la descripción de la red hídrica se recolecto información de la base datos del SINIT, y en la visita a campo con la ayuda de un GPS se pudo verificar la descripción física correcta.

Se realizó dos DEM, en la cual se determinó para la zona alta de recarga que fue delimitado por el ICF y es donde se encuentra las captaciones de agua para el abastecimiento de las comunidades aledañas y otro para la microcuenca generada del Mesillas que se delimitó para obtener una mayor compresión de la misma. En la zona alta de recarga las elevaciones se encuentran desde los 690 hasta los 1160 msnm.

En las áreas con una elevación entre los 930 hasta los 1160 msnm se pudo observar que predominan los bosques de pino. La microcuenca que se delimitó, tiene elevaciones entre los 666 y los 1170 msnm, las altitudes varían un poco a causa de la delimitación de la cuenca. El rango de elevación más bajo de la cuenca esta entre los 666 hasta los 800 msnm, aquí se pudo observar con la visita a campo que estas zonas realizan actividades agrícolas y ganaderas, y una parte de estas áreas poseen matorrales y tiene una escasa área bosque de pino malo.

En el cálculo de las pendientes de la zona alta de recarga se observa que el 58% del área tiene pendientes menores a 30%, la mayoría de los cursos de agua de las nacientes se encuentran en pendiente mayores de 30% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Área de los rangos de pendientes de la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas ubicada en la aldea de Hoya Grande.

| Rango de pendientes (%) | Área en | Porcentaje del área |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|
| 0-30 | 334.46 | 58 |
| 30-50 | 208.2 | 36 |
| > 50 | 38.97 | 7 |
| Total | 581.63 | 100 |

Se calculó las pendientes de la cuenca que se delimitó y se pudo determinar que el 73% del área total de la cuenca tiene pendientes menores a 30%. En las zonas bajas de la cuenca tienen pendientes menores a 30% y en la visita a campo se observó que estas áreas son de uso agrícola y ganadero por sus planicies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Área de los rangos de pendientes de la microcuenca El Mesillas ubicada en la aldea de Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016.

| Rango de pendiente (%) | Área (ha) | Porcentaje del área |
|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| 0-30 | 759.53 | 73 |
| 30-50 | 233.91 | 23 |
| > 50 | 42.16 | 4 |
| Total | 1035.6 | 100 |

Se realizó un análisis de proximidad, solo para la zona alta de recarga debido a la importancia social, es donde se encuentran las captaciones de agua para suministro de las comunidades. Otro motivo es que el ICF tiene declarada esta área como protegida por medio de la ley y se prohíbe cualquier tipo de actividad en las zonas altas, considerando como protección exclusiva (ICF, 2007). Para delimitar las áreas de protección de las fuentes se siguió el artículo 123 de la ley de protección de fuentes y cursos de agua establecida por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal y Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) donde se delimitó con un buffer las fajas de protección para la red hídrica de 4 cursos agua que son de tipo permanentes.

Se estableció para las quebradas de Pacaya, La Porra y Santa Fe un área de 150 m y para San Isidro se estableció un área de 50 m, medidos en proyección horizontal de lado a lado a partir de la fuente de agua, ley establecida por el (ICF, 2007). Las fajas de protección de la quebrada de Pacaya tiene un área 48 ha, la quebrada la Porra tiene un área de protección de 52 ha, la quebrada Santa Fe tiene un área de 56 ha y la quebrada San Isidro tiene un área de 11 ha. La definición y visualización de las áreas a proteger les servirá a la UMA de Morocelí a delimitar el área de protección para los cursos de agua, ya que este lugar no cuenta con un plan de manejo, esto les permitirá analizar y manejar datos geospaciales para gestionar y tomar mejores decisiones para realizar un plan de manejo de estas nacientes y el seguimiento de las leyes establecidas por el ICF para la preservación de los recursos hídricos para el uso de los habitantes de estas zonas (Figura 7).

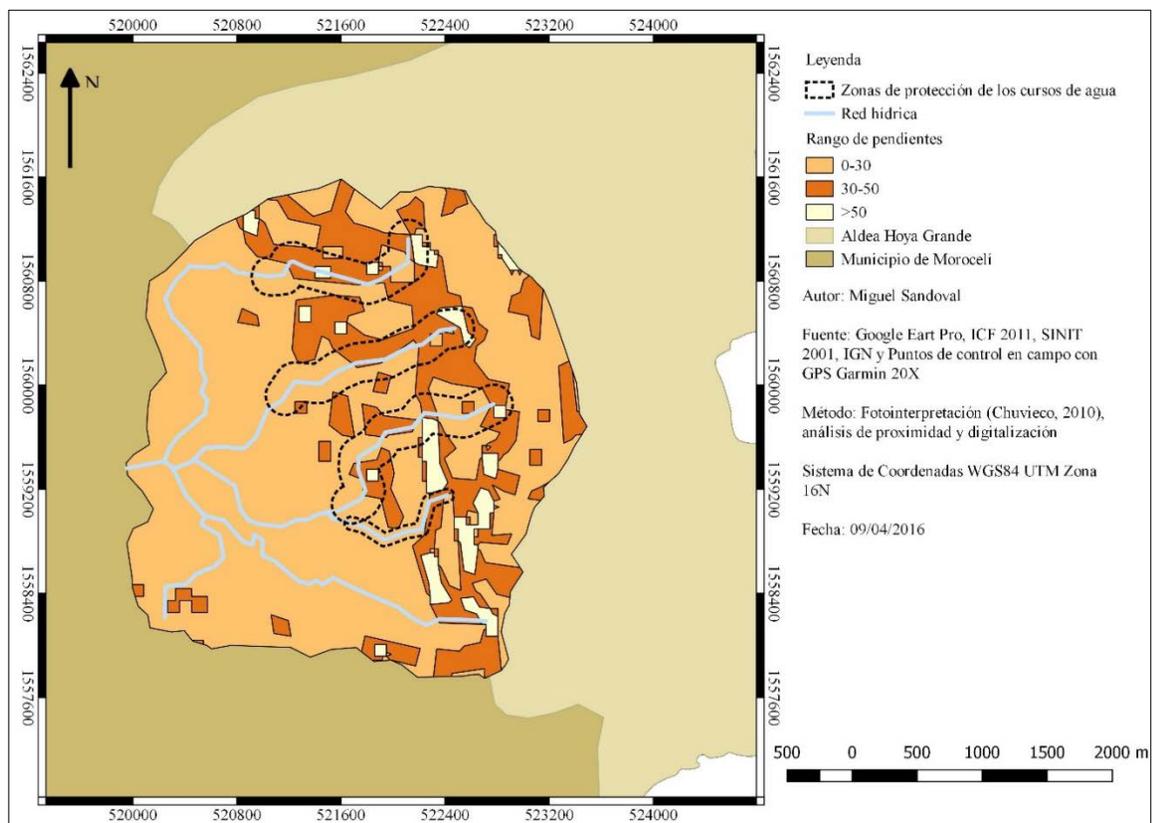


Figura 7. Mapa de las zonas de protección de cursos de agua en la zona alta de recarga de la microcuenca El Mesillas, situada en la aldea de Hoya Grande en Morocelí, Honduras, 2016.

Plan de capacitación. Se realizó un taller de capacitación en Sistemas de Información Geográfica usando QGIS®, se llevó a cabo durante 2 días en la Escuela Agrícola Panamericana en el salón de Aprender Haciendo de la carrera de Ambiente y Desarrollo. En este taller participaron ocho personas, de los cuales eran técnicos de la Unidad Municipal de Ambiente (UMA), técnicos de la oficina de Catastros y 2 estudiantes de Tercero de bachillerato de los municipios de Morocelí y Güinope (Anexo 5.), esta capacitación cumplió

con el objetivo del taller en el cual se creó conocimientos básicos para el manejo y procesos de datos geográficos por medio del programa QGIS®, con el fin de fortalecer la toma de decisiones en el manejo de los recursos de las microcuencas de Mesillas (Morocelí) y La Mora (Güinope). Para la ejecución de este taller los participantes siguieron las actividades de una agenda en lo que duró la capacitación (Anexo 6).

Los participantes recibieron e hicieron uso de un manual de capacitación compuesto por seis guías de paso a paso para el desarrollo del taller (Anexo 3.), cada quien tuvo una computadora para realizar las guías, un lápiz y un cuaderno de apuntes para responder las preguntas formuladas del manual. En el desarrollo de las guías se dio una introducción para la comprensión de cada tema, también se utilizó un proyector para ir realizando la guía con los participantes y se respondieron dudas de la ejecución del programa y el uso de cada proceso. Se tuvo un espacio donde se pudo compartir un tiempo y el almuerzo con los integrantes del taller.

Al finalizar el taller de capacitación que se realizó el 7 y 8 de abril del 2016 fue de agrado para los participantes, ellos dejaron comentarios sobre lo aprendido y el uso que podrían realizar con el manejo de este programa de QGIS® en sus labores diarias y oportunidades a futuro. La capacitación lleno los objetivos de cómo usar las herramientas básicas del programa y las funciones que tienen cada proceso realizado (Anexo 4).

Los participantes expresaron la utilidad y funcionalidad del programa en el área de manejo de los recursos y a su vez la significancia de implementar herramientas tecnológicas para llevar a cabo los trabajos en sus municipalidades, también resaltaron la importancia que tiene esta herramienta para las Unidades Municipales Ambientales, las oficinas de Catastros y para los estudiantes ya que expresaron que el activo humano es muy importante para llevar a cabo el desarrollo de sus municipios, con la obtención de conocimientos en áreas de estudio que sean de apoyo para sus labores diarias. Esto ayudara a la eficiencia y mejora en la gestión, planificación y toma de decisiones antes de realizar algún proyecto. Al terminar con el curso los participantes recibieron un certificado de participación del taller.

Con la capacitación del manejo de los datos geográficos y del programa, los técnicos de la UMA podrán manejar la línea base de datos generada para cada microcuenca en cada municipio. Con el conocimiento básico del programa podrán realizar diferentes trabajos como por ejemplo al momento de dar permisos de extracción de un árbol podrán visualizar en el interfaz del programa y podrán tomar decisiones que ayuden al manejo y preservación de los recursos hídricos, forestales y del suelo.

Implementación del Sistema de Información Geográfica. Al finalizar con la construcción de la base de datos y la capacitación, se llevó a cabo la instalación del programa de QGIS®, la descarga de la línea de base de datos y se instaló un visor local de datos con el programa de QGIS® de soporte con la información de cada microcuenca correspondiente. El visor tiene toda la cartografía realizada en este PEG, con las leyendas apropiadas de cada elemento representado y con las tablas de atributos con información relevante de cada cartografía. Se les entrego un manual de uso en digital, esto es para el manejo de la microcuenca de la Mora en el municipio de Güinope y el Mesillas para el municipio de Morocelí; esto quedó en las oficinas de la UMA en sus computadoras. Con

este programa y el visor local de datos los técnicos de cada UMA podrán visualizar los datos para gestionar, planificar y tomar mejores decisiones para el manejo de los recursos de las microcuencas.

Para el manejo de los datos geográficos generados (Figura 8), se implementó un visor local, que facilita el uso de estos datos. Esto reforzó a cada una de las Unidades Municipales Ambientales (UMA) de cada municipalidad en la toma de decisiones en temas de manejo de los recursos de las microcuencas abastecedoras de agua denominadas Mesillas y La Mora. Su uso es efectivo, gracias a la capacitación que recibieron los técnicos en el manejo de datos geográficos usando el programa QGIS®. Todo lo relacionado a la ejecución de las diferentes herramientas de análisis de este programa queda plasmado en el manual de capacitación (Anexo 3).

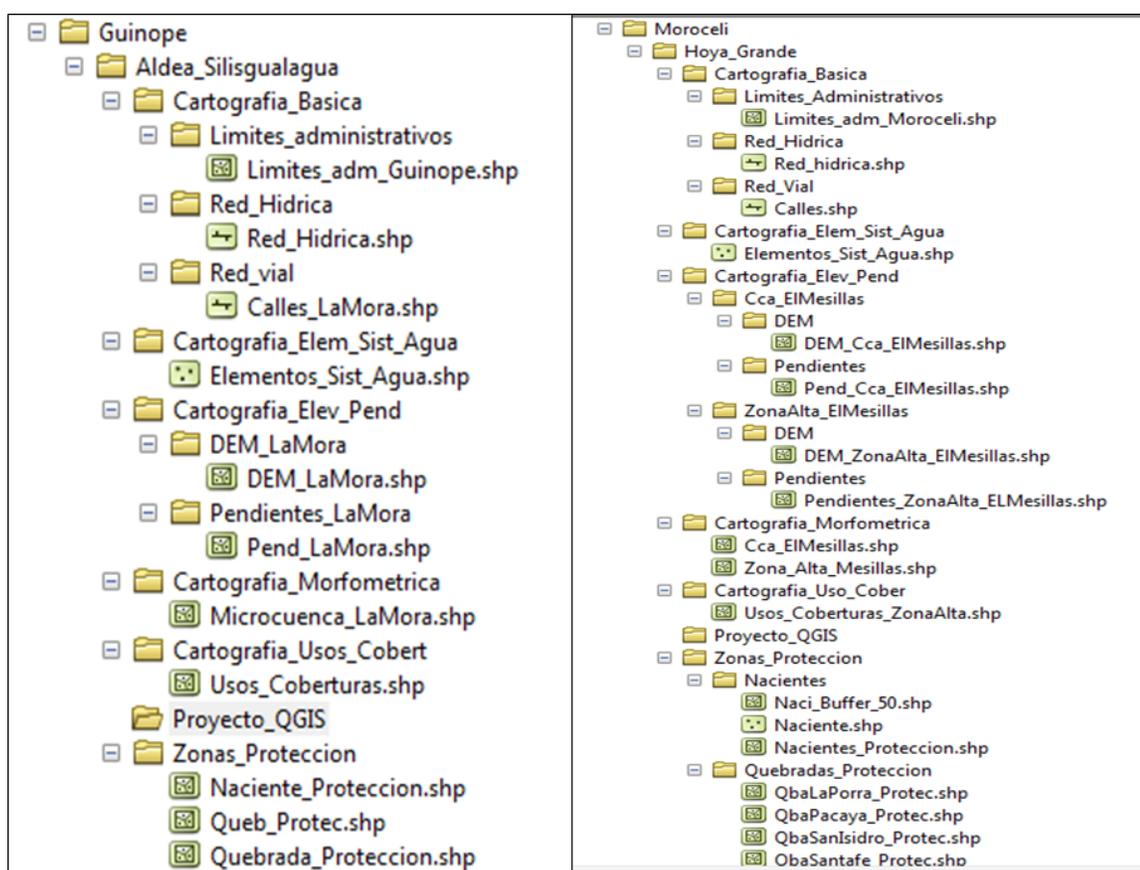


Figura 8. Descripción de la línea base de datos geográficos de las microcuencas de La Mora, Güinope y El Mesillas, Morocelí, El Paraíso, Honduras, 2016

Para el uso del visor local de datos se describe el contenido general; a continuación se detallan las temáticas que tiene la base de datos. El orden de las capas vectoriales del visor local empieza por puntos, estos representan los elementos del sistema de agua potable, las líneas, constituyen la red hídrica y las calles de la microcuenca, y los polígonos, figuran los límites administrativos del municipio, elevaciones, pendientes, morfometría, usos y

coberturas y las zonas de protección de la microcuenca. Este tiene colores que diferencia cada tema, las capas están sobre posicionadas; al revisar otra capa solo desactivan la que está sobre puesta, quitando el visto de la capa del cuadro izquierdo del panel capas del programa.

Estos datos contienen una tabla de atributos que tienen información en la que pueden realizar consultas básicas sobre las características de cada tema. Los elementos del sistema de agua tienen las características principales de cada componente, como la ubicación en coordenadas “X” y “Y”, los nombres de cada elemento, el volumen en m³ y galones, tamaño de la tuberías en pulgadas, la altura en msnm, con o sin tratamiento del agua, tipo de tratamiento y materiales de construcción. La red hídrica tiene el nombre del curso de agua, establecida por el ICF en el 2011 y la longitud en metros y kilómetros; las calles tienen la longitud en kilómetros. Las zonas de protección indican el área en hectárea delimitada, para preservar el recurso hídrico, según la Ley de protección de fuentes y curso de agua, establecido por el ICF en el 2007.

La morfometría está con el nombre la microcuenca correspondiente a cada municipio y cuenta con el área (ha y km), perímetro (m y km), ancho (km), longitud (km), la forma de la microcuenca con su coeficiente de Gravelius, relieve (%), densidad de drenaje (km/km²), y el orden de la cuenca. Las elevaciones se representan dato vectorial e indican las categorías o clases y las pendientes se representa en rangos de 0 - 30 hasta >50 % establecidos por el ICF para la delimitación y protección de las fuentes de agua. Los límites administrativos fueron obtenidos de la base de datos del SINIT en el 2001 con la delimitación de cada aldea de cada municipio, con su área en km, geo código de cada aldea y municipio, población, y su perímetro en km. La información manejada en este visor puede ser alimentada por los técnicos de cada municipio con su información, esto lo pueden hacer con la capacitación y ayuda del manual.

4. CONCLUSIONES

- Ante la falta de información y actualización se generó la línea base de datos geográficos de una microcuenca por municipio. Esta información permitirá que los técnicos de las alcaldías, juntas de agua y otros actores involucrados en la gestión del agua y otros recursos naturales puedan conocer el estado de cada microcuenca y tomar decisiones de protección.
- La microcuenca El Mesillas del municipio de Morocelí no cuenta con un plan de manejo y las autoridades municipales están interesadas en desarrollar e implementar este plan. Ante lo anterior, la información geográfica generada en este proyecto puede servir de línea base para la elaboración del plan de manejo de esta microcuenca.
- En la microcuenca La Mora predominan los usos agrícolas (café, maíz, frijol y plátano) y representa un 45.6% del área total de la microcuenca. Estos usos se ubican entre los 1550 - 1700 msnm y en rangos de pendientes de 0 a 30%. Lo anterior evidencia la necesidad de trabajar con métodos de agricultura sostenible y así asegurar un estado de conservación de los recursos hídricos, forestales y del suelo de la microcuenca.
- Los actores claves de los municipios demostraron motivación y disposición por aprender sobre los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones básicas. El fortalecimiento de las capacidades de estos actores permitirá que la base de datos de cada microcuenca se pueda alimentar con información reciente y además podrán aplicar sus conocimientos para construir bases de datos de otras microcuencas de interés.

5. RECOMENDACIONES

- Replicar en otras microcuencas y en otros municipios con el fin de construir información y fortalecer las capacidades de los actores claves en temas de manejo de los recursos naturales y que sean capaces de tomar decisiones para la gestión y planificación.
- Utilizar la línea base de este estudio para estudios hidrológicos, de cambios de usos y coberturas de la tierra y para evaluar escenarios de riesgos.
- Utilizar la información geográfica de este proyecto como línea base para la elaboración del plan de manejo de la microcuenca El Mesillas y se puede utilizar para la actualización de las líneas estratégicas del actual plan de manejo de la microcuenca La Mora.
- En este proyecto solamente se abordaron algunos aspectos biofísicos de la microcuenca y con el fin de contar con una base de datos completa es necesario realizar diagnósticos socioeconómicos y de calidad de agua de las microcuencas.

6. LITERATURA CITADA

- Bocco, G., Mendoza, M., & Masera, O. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Scielo, 38. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n44/n44a3.pdf>
- Chuvieco, E. (2015). La observación de la tierra desde el espacio. En E. S. Chuvieco, Teledetección Ambiental (págs. 181-190). Barcelona: Book Print Digital. Obtenido de <http://www.slideshare.net/jaiflo7503/teledeteccion-ambiental-listo>
- Delgado, M. I., & Gaspari, F. J. (2010). Caracterización morfológica geoespacial. Estudio de caso Arroyo Belisario, Argentina. *Tecnociencia Chihuahua*, IV, 154-155. Obtenido de http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v4n3/data/Caracterizacion_morfologica_geoespacial_Estudio_de_caso_Arroyo_Belisario_Argentina.pdf
- Díez, Á. (2006). Geomorfología e hidrología fluvial del río Alberche: modelos y S.I.G. para la gestión de riberas. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/bvuzamoranosp/reader.action?docID=10128243>
- FAO. (1996). Planificación y ordenación de cuencas hidrográficas. *Tecnologías para la aplicación nacional*, 53-54. Obtenido de https://books.google.hn/books?id=rAoyN_zJb0cC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- FAO. (2009). Los bosques y el agua. Roma: Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i0410s.pdf>
- Henríquez, C., Azócar, G., & Aguayo, M. (2006). Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-74. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022006000200004>
- ICF. (2007). Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Tegucigalpa: La Gaceta. Obtenido de <http://dspace.unm.edu/bitstream/handle/1928/12311/Ley%20ForestalAreasProtegidasYVidaSilvestre.pdf?sequence=1>
- Instituto Forestal de Conservación. (2014). Atlas Municipal Forestal y Cobertura de la Tierra. Comayagua: ICF. Obtenido de <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/09/0506-Puerto-Cortes-Atlas-Forestal-Municipal.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología de México. (2004). El manejo integral de cuencas en México. *Estudios y reflexiones para orientar a la política ambiental*, 13. Obtenido de https://books.google.hn/books?id=4Qs_tnSkDxEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

- Instituto Nacional de Ecología Mexico. (2004). Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de tancitaro. Michoacan: Instituto Nacional de Ecología.
- Lopez, F., & Gutierrez, D. (1982). Estimación de la erosion y aterramientos de empbales en la cuenca hidrografica del rio segura. Cuaderno de Inveestigación Geográficas, 3-10.
- Martinez de Anguita, P., Rivera, S., Benitez, J. M., & Cruz , F. (2006). Establecimiento de un mecanismo de pago por servicios ambientales sobre un soporte GIS en la cuenca del rio Calan, Honduras. Revista Internacional de Ciencia y Tecnologia de la Informacion Geografica, VII, 153-154. Obtenido de file:///D:/Downloads/93-497-1-PB%20(1).pdf
- Montoya, A. (2003). Evaluación de Impacto "Proyecto de Apoyo al Mejoramiento de Sistemas Productivos en el Municipio de Guinope, Departamento de El Paraiso/FAO". Zamorano: Biblioteca Digital Zamorano.
- Mosley, P., & McKerchar, A. (1992). STREAMFLOW. En D. Maidment, HANDBOOK OF HYDROLOGY (págs. 1-20). New York: McGraw-Hill.
- Muñoz, C. (2002). Evaluación del plan de manejo de la microcuenca Neteapa, Moroceli, Honduras. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.
- Oyarzún, C., Nahuelhual, L., & Núñez, D. (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque. Revista de Ambiente y Desarrollo de CIPMA , 88-89.
- Peña, J., Poveda, R., Bounet, A., Bellot, J., & Antonio , E. (2005). Cartografía de las coberturas y usos del suelo dela marina baixa (alicante) para 1956, 1978 Y 2000. Sistema de Información Científica, 97-98. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/176/17612746004/index.html>
- Rocha, J. V. (s.f.). El sistema de informaciones geograficas (SIG) en los contextos de planificacion del medio fisico y de las cuencas hidrograficas. Montevideo: UNESCO. Obtenido de <http://www.tramixsakai.ulp.edu.ar/access/content/group/50CA1217016/Material%20anexo%20para%20el%20curso%20de%20Geotecnologias/Sistemas%20de%20Informacion%20Geografica/cuencas%20hidricas.pdf>
- Sandoval, L., Ruiz, R., Zurvia, F., & León, A. (2013). Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México. Mexico: Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382013000100009&script=sci_arttext
- Singh, M., Singh, R., & Hasson, M. (2014). Landscape Ecology and Water management (Vol. II). (D. R. Singh, Ed.) New York: Springer. Retrieved from <http://download.springer.com/static/pdf/29/bok%253A978-4-431-54871-3.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fbook%2F10.1007%2F978-4-431-54871-3&token2=exp=1453819052~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F29%2Fbok%25253A978-4-431-54871-3.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A>
- Sthraler, A. (1957). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En A. Strahler , Hand of Book Apllied Hydrology (págs. 913-920). New York: American Geophysical Union.
- Torregroza F., E., Gómez J., A., & Borja B., F. (2014). Aplicación del sistema de información geografico quantum gis en la regionalización ecologica de la cuenca ciénaga de la virgen (cartagena de indias-colombia). RITI, 1-5. Obtenido de http://casesis.net/riti/24/Vol2No4_I.pdf

- Trucíos, R., Estrada, J., Delgado, G., Rivera, M., & Cerano, J. (2013). SIG para el manejo de recursos naturales. *AGROFAZ*, 133-146.
- Villanueva, C. (1998). La aplicación de los sistemas de información. En A. Maskrey, & A. Maskrey (Ed.), *Navegando entre brumas* (págs. 293-301). Lima: La RED. Obtenido de http://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/neb_cap11-ADS_nov-09-2002.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de las categorías de las coberturas y usos de los suelos de las microcuencas de Güinope y Morocelí en El Paraíso, 2016

1. Agricultura: producción de granos básicos, como maíz y frijol



2. Café sin sombra: la producción de café en estas zonas la sembraban con o sin huertas de plátano



3. Matorrales: especies arbustivas



4. Pastizales naturales



5. Bosque mixto: especies arbustivas, con árboles de gran y mediana.



6. Bosque de pino denso: bosque de pino con poca densidad pastizales.



7. Bosque de pino ralo: son bosque de pino con poca densidad poblacional.



8. Cuerpos de agua: curso de agua de los manantiales.



Anexo 2. Descripción de los elementos del sistema de agua.

1. Toma de agua: captación de agua de los manantiales



2. Desarenador o filtro de agua: proceso de filtración de los sedimentos del agua.



3. Tanque de agua: infraestructura de almacenamiento de agua para distribución de agua a los caseríos.



Anexo 3. Manual de uso y capacitación
(Disponible al final del documento)

Anexo 4. Comentarios de los participantes de la capacitación de QGIS®

| | | |
|--|--|--|
| <p>Hector Noel Álvarez Sosa El taller me fue excelente en su uso por la zona de trabajo que me permite realizar mi trabajo con mayor exactitud y por otra parte me gusta aprender algo nuevo que me sea útil y con los manuales y el programa que nos brindaron esperamos pronto en prácticas seguir y como que me gustaba si hubiera otra oportunidad de otro taller o capacitación me gustaba que me tomaran en cuenta y se nos valiera. Gracias por su existencia.</p> | <p>El programa QGIS, es muy importante ya que tiene herramientas que ayudan o más bien facilitan el trabajo. Lo que se necesita es practicarle lo suficiente para manejarlo con mayor facilidad. Se nos ha impartido con mucha paciencia, dedicación y facilidad para entenderlo. La Ing. Alejandra y el Ing. Miguel están debidos de paciencia para enseñar y eso facilitó el aprender. Gracias por brindarnos esta oportunidad.</p> | <p>El tema de Copiloteo de Salmo de información geográfica, me pareció muy interesante. Lo que me gusta es un programa que ayude mucho a las comunidades, tanto como para trabajar como políticas, como la educación. Como personas que nos damos mucho ayuda en varias áreas, la verdad que aprendimos muchísimo, se le agradece a Zambora por la atención y atención a esta capacitación, fue muy interesante y que se vea. Muchos gracias Miguel por su paciencia y atención para tenernos a los lados mucho, y decir de que voy a estar en su lugar como estudiante.</p> |
| <p>La capacitación aplicada por Miguel Sandoval ha sido de mucha importancia para nosotros ya que ha echo lo mejor para poder darnos a entender lo que es QGIS que consiste en algunos casos muy importantes como digitalización, información geográfica. Esta capacitación impartida nos puede servir en nuestra comunidad y en nuestros pueblos como en las ciudades en el área de catastro y UNA, para nosotros los estudiantes para el futuro nos puede servir para aplicar estos conocimientos.</p> | <p>Soy un alumno de 5^o de Bachillerato y pues, este taller me ha resultado muy interesante, he podido conocer un programa que me resulta muy importante e indispensable hoy en día. En un mundo que se vale por los conocimientos tecnológicos este tipo de programas es de gran ayuda. Resulta ser importante. A través de este medio recibí a Miguel, se que es un excelente alumno, pues lo demostró impartiendo el taller y también a la Ing. Alejandra y Manuel, note que Miguel aprendió de una persona muy capaz y muy profesional. Fue una grandiosa oportunidad para aprender. Este tema, la georreferenciación, la digitalización, la zona buffer entre otros me resultaron de mucho provecho. ¡Excelente taller!</p> | <p>Para mi nombre es Harold Salgado / en lo personal, voy muy contento por todas las cosas nuevas que aprendí con este programa como lo es el QGIS, nunca había trabajado con este programa pero me mantengo. Tiene muchos herramientas que si sabemos utilizarlas haremos más bonito nuestro trabajo.</p> |
| <p>Este tema, la georreferenciación, la digitalización, la zona buffer entre otros me resultaron de mucho provecho. ¡Excelente taller!</p> | <p>Tuvimos un excelente Expositor que siempre nos dio a entender claramente todo lo bueno del programa, gracias también a la Ing. Alejandra que siempre nos acompañó en el curso y aclaraba también nuestras dudas en cursos trabajos que realizamos en esta capacitación. Aprendí mucho y voy muy agradecido.</p> | <p>Tuvimos un excelente Expositor que siempre nos dio a entender claramente todo lo bueno del programa, gracias también a la Ing. Alejandra que siempre nos acompañó en el curso y aclaraba también nuestras dudas en cursos trabajos que realizamos en esta capacitación. Aprendí mucho y voy muy agradecido.</p> |

Anexo 5. Lista de participante del taller de capacitación usando QGIS®



TALLER: Plan de Capacitación sobre el Proyecto de Implementación de Sistemas de Información Geográfica

Zamorano 7 y 8 de abril de 2016

LISTADO DE PARTICIPANTES

| | NOMBRE | CARGO | MUNICIPIO | TELEFONO | E-MAIL |
|---|-----------------------|------------|-----------|-------------|-------------------------------|
| 1 | Harold Salgado | Asist. UMA | Moroceli | 99947963 | haroldsalgado251025@gmail.com |
| 2 | JESUS A. ESTRADA | CATASTRO | MOROCELI | 9505-0403 | jesusest199433@gmail.com |
| 3 | Luis Carlos Morazan | Estudiante | Moroceli | 9786-2819 | luiscmorazan@gmail.com |
| 4 | Merlin Yassir Ferrera | Estudiante | Moroceli | 99-15-88-14 | Merlinferrera11@gmail.com |
| 5 | Carman L. Rojas | UMA | Guinapa | 9885-7483 | Carman220479@hotmail.com |
| 6 | Keybelin M. Rivera | Estudiante | Guinape | 95-02-63-54 | keyb.rivera2014@gmail.com |
| 7 | Jessie A. Novos | Estudiante | Guinape | 99-59-89-75 | orabelynovos@gmail.com |
| 8 | Hector N. Ramirez | Catastro | Guinape | 97-60-17-03 | hector.ramirez@hotmail.com |
| 9 | | | | | |

Anexo 6. Cronograma de actividades del taller de capacitación en sistemas de información geográfica usando QGIS®



Carrera de
Ambiente y Desarrollo

Agenda de taller de capacitación en Sistemas de Información Geográfica usando QGIS®

Lugar y fecha: Salón de Aprender Haciendo, Departamento de IAD. Jueves 7 y viernes 8 de abril del 2016

Participantes: técnicos de la Unidad Municipal de Ambiente (UMA), técnicos de la oficina de Catastros y dos estudiantes de 3^{ero} de bachillerato de los municipios de Morocelí y Güinope.

Objetivo: Generar conocimiento básico en el proceso y manejo de datos geográficos por medio del programa QGIS® y así fortalecer la toma de decisiones en el manejo de los recursos de las microcuencas de Mesillas, Morocelí y La Mora, Güinope.

| <u>Hora</u> | <u>Actividad</u> | <u>Responsable</u> |
|---------------------------|---|--|
| 1^{er} día | | |
| 8:00 a 8:05 a.m. | Palabras de bienvenida | Dra. Victoria Cortés, representante de la Dirección de Ambiente y Desarrollo |
| 8:05 a 8:15 a.m. | Palabras introductorias por parte de los asesores del PEG | Ing. Alexandra Manueles e Ing. Josué León |
| 8:15 a 10:00 a.m. | Guía 1: Introducción al QGIS® | Miguel Sandoval |
| 10:00 a 10:10 a.m. | Receso | Todos |
| 10:10 a 12:00 a.m. | Guía 2: Manejo de datos Geográficos | Miguel Sandoval |
| 12:00 a 1:00 p.m. | Almuerzo | Todos |
| 1:00 a 3:00 p.m. | Guía 3: Georreferenciación | Miguel Sandoval |
| 2^{do} día | | |
| 8:00 a 10:00 a.m. | Guía 4: Digitalización | Miguel Sandoval |
| 10:00 a 10:10 a.m. | Receso | Todos |
| 10:10 a 12:00 a.m. | Guía 5: Manejo de tabla de atributos de los datos geográficos | Miguel Sandoval |
| 12:00 a 1:00 p.m. | Almuerzo | Todos |
| 1:00 a 2:30 p.m. | Guía 6: Análisis espacial vectorial | Miguel Sandoval |
| 2:30 a 3:00 p.m. | Entrega de certificados de participación | Docentes y estudiante |

Anexo 7. Plan de capacitación: ilustración del taller de capacitación de sistemas de información geográfica usando QGIS®

1. Curso tutotriado.



2. Entrega de certificados a los integrantes del taller por su participación.





Carrera de
Ambiente y Desarrollo

Manual de capacitación en Sistemas de Información Geográfica usando QGIS®

Valle del Yeguaré, abril, 2016 Zamorano

Foto de Guinope

Presentación

La Escuela Agrícola Panamericana ofrece la carrera de Ingeniería en Ambiente & Desarrollo, en la recta final de esta carrera cada estudiante de último año debe elaborar un Proyecto Especial de Graduación (PEG) y en esta ocasión se ha tomada la decisión de contribuir a las municipalidades vecinas con el proyecto denominado “**Implementación de Sistemas de Información Geográfico para las municipalidades de Güinope y Moroceli, Honduras**”, bajo este proyecto se pretende implementar un Sistema de Información Geográfica en cada una de las Unidades Municipales Ambientales (UMA) de cada municipalidad y así contribuir en la toma de decisiones en temas de manejo de los recursos de las microcuencas abastecedoras de agua denominadas Mesillas, Moroceli y La Mora, Güinope.

Previo a la implementación de los Sistemas de Información Geográfico en cada UMA se ha planteado realizar un taller de capacitación con el fin de construir conocimiento en el uso y manejo de los datos geográficos. Este taller está dirigido a los técnicos de la Unidad Municipal Ambiental (UMA), Oficina de Catastro y a dos estudiantes de 3^{er} año de bachillerato de los municipios de Moroceli y Güinope.

Se sabe que las organizaciones municipales demandan formación y acceso a la información geográfica para la gestión y planificación de las microcuencas hidrográficas. Con el fin de contribuir a la demanda de información se realizó una línea base de datos geográficos para la microcuenca Mesillas, Moroceli y La Mora, Güinope. Es esta línea base la que se dejará implementada en cada una de las municipales y el manejo será efectivo gracias a la capacitación que recibirán los técnicos en el uso y manejo de los datos geográficos usando el programa QGIS®, todo lo relacionado a la ejecución de las diferentes herramientas de análisis de este programa quedan plasmadas en el presente manual de capacitación.

Miguel Ángel Sandoval Tapia

Estudiante de cuarto año

Ingeniería en Ambiente y Desarrollo

Escuela Agrícola Panamericana

Contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS CONCEPTUALES, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES | 2 |
| METODOLOGÍA | 3 |
| Desarrollo de los temas | 4 |
| 1. Primer día | 4 |
| Guía 1: Introducción al QGIS®..... | 4 |
| Guía 2: Manejo de datos geográficos | 10 |
| Guía 3: Georreferenciación | 14 |
| 2. Segundo día | 19 |
| Guía 4: Digitalización..... | 19 |
| Guía 5: Manejo de tabla de atributos de los datos geográficos (dbf) | 29 |
| Guía 6: Análisis espacial vectorial | 32 |
| BIBLIOGRAFÍA | 39 |

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son un conjunto de herramientas y procesos que conforman diversos integrantes como hardware, software, usuario y datos geográficos; el software permite almacenar, crear, visualizar, consultar, editar y analizar grandes cantidades de información espacial georreferenciada, los datos georreferenciados son la información de la ubicación de un objeto real en la superficie (Trucíos, Estrada, Delgado, Rivera, & Cerano, 2013).

El uso de SIG en la planificación y ordenación de cuencas hidrográficas permite una mayor precisión, rapidez y eficiencia en el manejo de las cuencas hidrográficas (FAO, 1996). Los SIG comprenden las metodologías necesarias para analizar y manipular extensas cantidades de datos generando así información y conocimientos de las microcuencas para la gestión, planificación y toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales (Rocha, s.f.).

Los SIG se desenvuelven en múltiples funciones en el área ambiental, como el manejo de los recursos naturales, planificación territorial, gestión de riesgos y muchas más utilidades para solucionar problemáticas medioambientales y sociales. Una de las utilidades de esta herramienta es en la planificación de los recursos naturales que permite al usuario analizar los datos geoespaciales de un una área de interés, con esto podrá gestionar y tomar decisiones antes de ejecutar algún proyecto (Trucíos, Estrada, Delgado, Rivera, & Cerano, 2013).

Para poder manipular la información geográfica es necesario contar con un programa especializado, este puede ser privado o de fuente abierta, un ejemplo de este último es el programa QGIS®, mismo que permite visualizar, manipular, editar y diseñar la información geográfica creando mapas para la gestión de la información objeto de estudio. La información que se utiliza en el programa QGIS®, se debe presentar en formato vectoriales y ráster. El formato vectorial se representa como objetos discretos por medio de puntos, líneas y polígonos; y el formato ráster es representado por superficies continuas como celdas o cuadrículas de pixeles, como ejemplo de este formato están las fotografías aéreas e imágenes satelitales.

2. OBJETIVOS CONCEPTUALES, PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

Los participantes serán capaces de:

- I. Asociar la información biofísica y socioeconómica a un Sistema de Información Geográfica.
- II. Ejecutar herramientas de análisis espacial vectorial orientadas a la toma de decisiones en el tema de manejo y conservación de los recursos de las microcuencas.
- III. Poner en práctica los conceptos y herramientas de análisis espacial en las labores diarias encomendadas en las alcaldías municipales con el fin de contribuir a la toma de decisiones.

3. METODOLOGÍA

El taller es para construir conocimientos teóricos y prácticos básicos en el uso y manejo de datos vectoriales con el programa de QGIS®. Es un taller participativo donde los técnicos y los estudiantes podrán interactuar por medio de preguntas con el instructor del taller, en esta capacitación se dará a conocer desde las características de la interfaz del programa hasta la comprensión de los procesos de manejo de datos vectoriales para su análisis.

Se desarrollarán seis guías de paso a paso de diferentes temas (la base de estas guías está dada por Manueles, 2015), cada guía tendrá un promedio de tiempo de dos horas en su realización, el taller será personalizado, tendrán acompañamiento del instructor para realizar preguntas. Cada guía tendrá una serie de preguntas que deberán ser contestadas, con el fin de tener un mayor entendimiento de los procesos desarrollados en cada tema.

El taller tendrá la duración de 8 horas por día y se realizará durante dos días, y los temas que se llevarán a cabo para este taller de capacitación con el interfaz QGIS®, son los siguientes:

- Introducción al QGIS®
- Manejo de datos geográficos
- Georreferenciación de datos vectoriales
- Digitalización y generación de la base de datos espaciales
- Creación, consultas y alimentación de la tabla de atributos
- Herramientas de los geoprocursos.

Cada tema se iniciará con la presentación de la temática para transmitir la información general del tema, luego se desarrollará el tema con una guía paso a paso y finalmente se constatarán las preguntas. Las acciones y competencias que podrá obtener el participante al terminar el curso son:

- Administrar datos geográficos
- Explorar datos geográficos
- Trabajar con proyecciones y sistemas de coordenadas
- Asociar atributos a datos espaciales
- Simbolizar características geográficas
- Hacer consultas
- Establecer informes
- Editar datos y corregir errores
- Crear polígonos y cálculo de áreas

Requerimientos para la impartición del taller: manual o material de apoyo impreso, computadora, proyector, lista de asistencia, lápices, hojas de papel, lugar adecuado con capacidad de 10 o más personas, servicio de almuerzo, refrigerios y certificados de participación.

Desarrollo de los temas

Primer día

3.1.1 Guía 1: Introducción al QGIS®.

El QGIS es un software de los Sistemas de Información Geográfica de uso comercial libre con licencia pública, este programa se creó por un grupo de voluntarios para satisfacer las necesidades de las demandas en el uso de la información geográfica, actualmente cuenta con 40 versiones teniendo como última versión QGIS 2.14.0, este programa por ser público cuenta con actualizaciones frecuentes.

El QGIS 2.14.0 permite visualizar, manipular, editar y diseñar la información geográfica creando mapas para la gestión de la información finalizada. La información que se utiliza en los programas de SIG, en este caso es QGIS, son archivos vectoriales y ráster. El formato vectorial se representa como objetos discretos por medio de puntos, líneas y polígonos; y el formato ráster es representado por superficies continuas como celdas o cuadrículas de píxeles, por ejemplo la información más usada son las fotografías aéreas e imágenes satelitales.

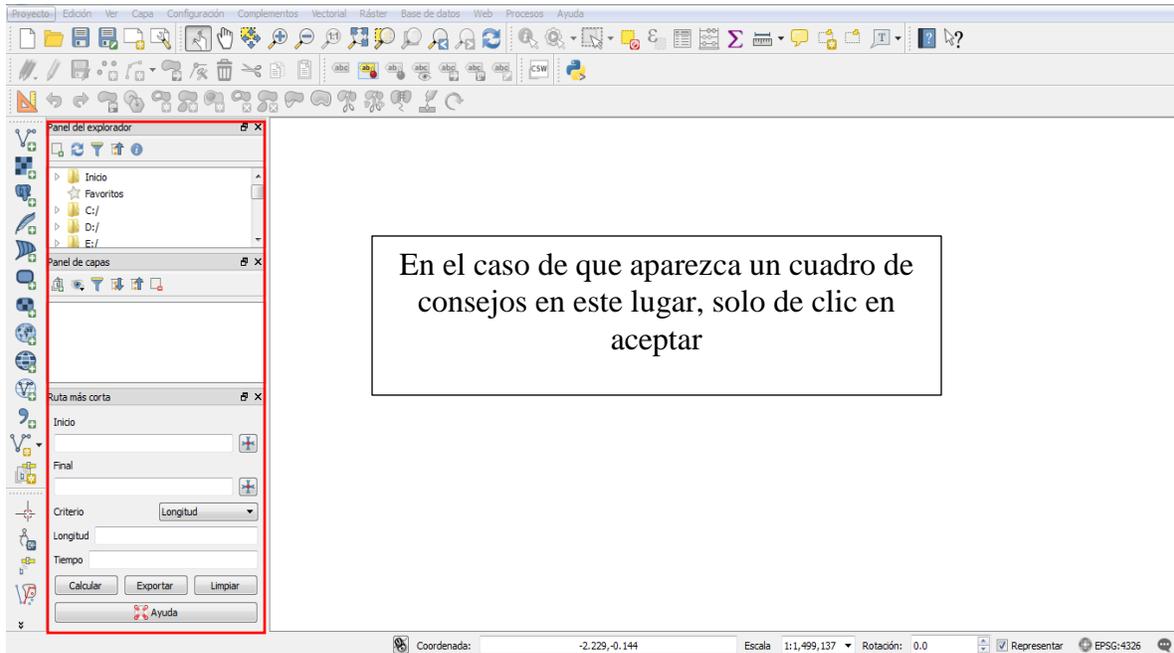
Los puntos se representan en la unión de coordenadas “X” y “Y” y no cuentan con una medida solo significa una ubicación exacta, se pueden simbolizar como: plagas, puntos de contaminación, derrumbos, tanque de abastecimientos de agua, etc. Las líneas están conformadas por la unión de puntos representados longitudinalmente y se representan en forma de: ríos, calles, líneas de distribución de agua, etc. Los polígonos son la continuación de líneas cerradas conformando un área y se puede visualizar como: parcelas, delimitación de áreas, zonas de recarga de agua, coberturas boscosas, etc. Los formatos vectoriales son guardados como archivos shapefile (son figuras geométricas) en el computador.

Objetivo

Relacionar al usuario con el interfaz de QGIS a través de un proceso de instrucciones básicas.

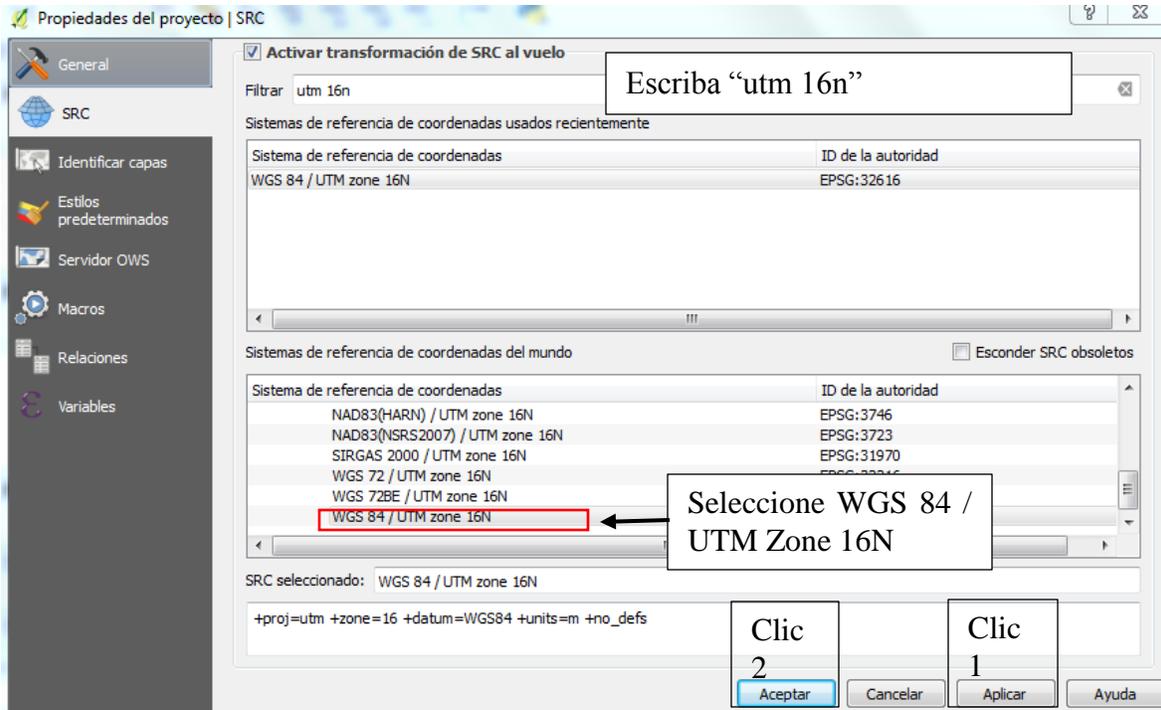
Inicio de la práctica.

1. Primero debe crear una carpeta de trabajo en: En el escritorio, dar clic derecho y seleccione nuevo (new) y luego carpeta (folder) / crear una carpeta con nombre QGIS/ dentro de la carpeta de QGIS, crear una carpeta con nombre de Practical1, sin espacio (esto quiere decir que es la primera práctica, para cada práctica debe crear una carpeta dentro de QGIS, según la enumeración de la práctica).
2. Guarde la información copiando la carpeta Datos_QGIS1 dentro de la carpeta de Practical1.
3. Ingresar al programa de QGIS, para eso diríjase a inicio de clic en todos los programas busque QGIS LYON y luego de un clic para ingresar, seleccione “QGIS Desktop 2.14.0”

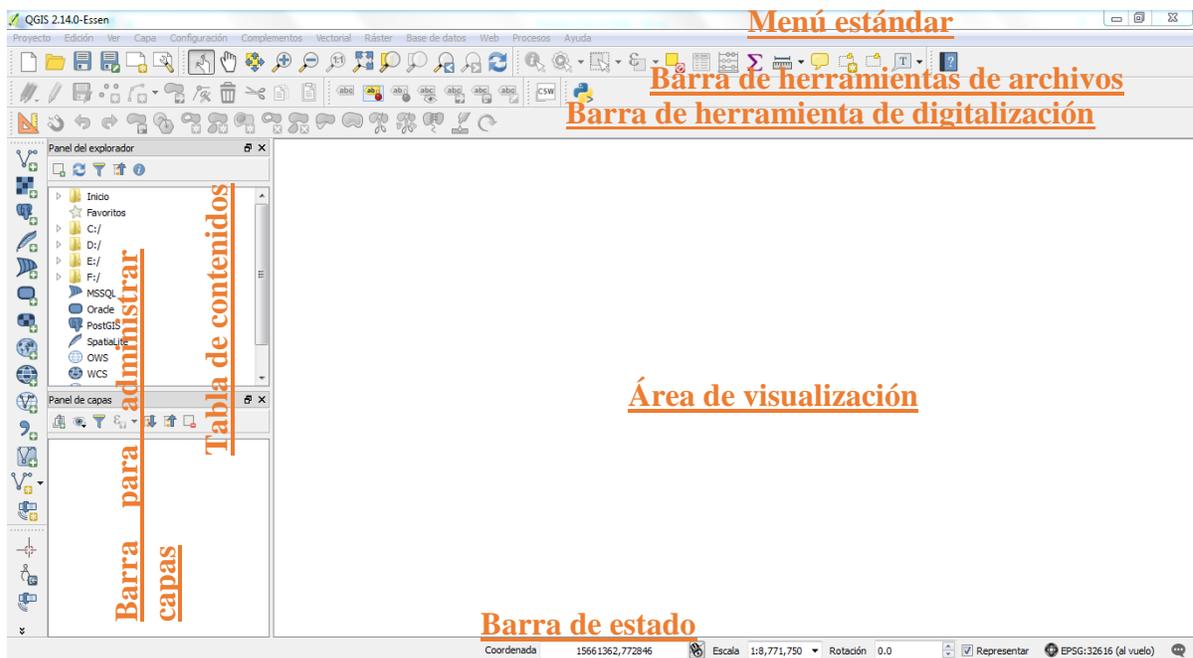


Observación: Puede observar en el recuadro rojo tres paneles descrito como: panel del explorador, panel de capas y ruta más corta. En el panel del explorador funciona para ver todas las direcciones de carpetas en su computador. El panel de capas permite observar los archivos vectoriales como punto (Pozos, derrumbos), líneas (carretas, ríos), polígonos (parcelas, delimitación de un área); y los archivos ráster son imágenes satelitales y fotografías aéreas. El ultimo es la ruta más corta que le permite trazar puntos para medir la distancia y tiempo (se recomienda cerrar este panel dando clic en la “X” que se encuentra en la esquina superior derecha, ya que no se la utilizara).

4. Configure el sistema de coordenadas del proyecto dirigiéndose a Proyecto luego a Propiedades del Proyecto y haga un clic en “Activar transformación de SRC al vuelo”, en Filtrar escriba UTM 16N luego en el recuadro de abajo llamado sistema de referencia de coordenadas (SRC) seleccione WGS 84/UTM zone 16 N y haga clic en Aplicar y luego Aceptar. Observe la figura de abajo.



5. Guarde el nuevo proyecto de QGIS dirigiéndose a proyecto luego guardar y busque la carpeta que se creó como Practical y ponga de nombre del proyecto "Practica 1".
6. Observe el interfaz del programa de QGIS que tiene Menú estándar, Menú de íconos, Tabla de contenidos, Mapa de localización, Área de visualización y Barra de estado. (Observe la figura de abajo).

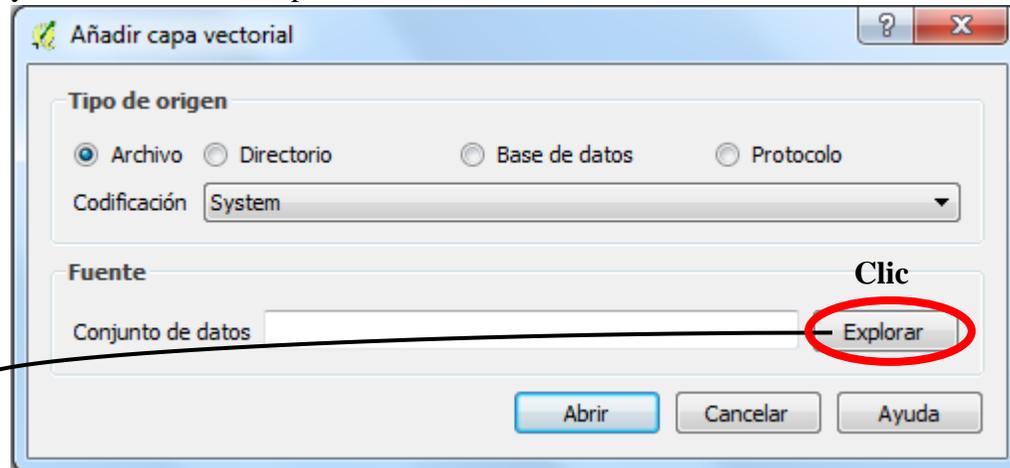


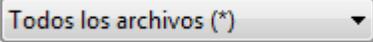
7. Familiarícese con el interfaz por unos minutos y lea cada función de las herramientas.

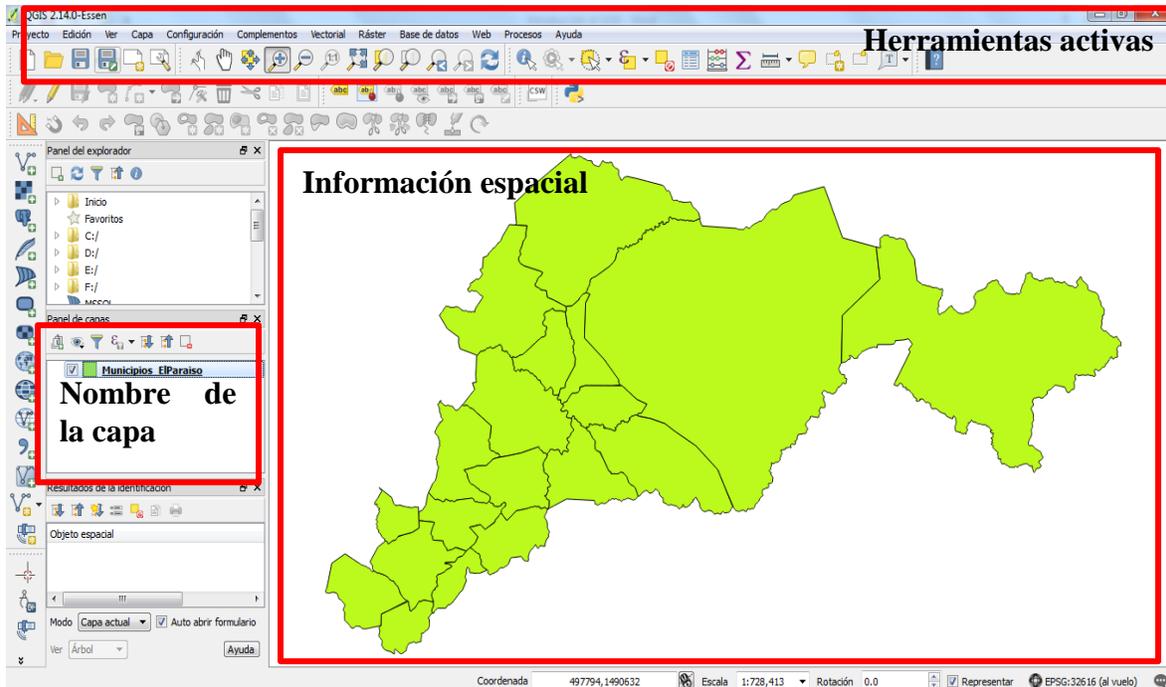
Insertar capa vectorial y uso de herramientas básicas

1. Diríjase a la barra para administrar capas (lado lateral izquierdo del interfaz de QGIS)

y seleccione añadir capa vectorial 



2. Se mostrara un cuadro donde tiene que hacer clic en “Explorar”. Busque la carpeta Datos_QGIS1, haga clic en Todos los archivos  y seleccione archivos shapefile de ESRI (shp.SHP), luego seleccione el archivo Municipios_ElParaiso.shp y haga clic en abrir y otra vez en abrir. Observe la figura de abajo.



3. Utilice todas las herramientas y lea la función de cada una, para eso tómese 5 minutos

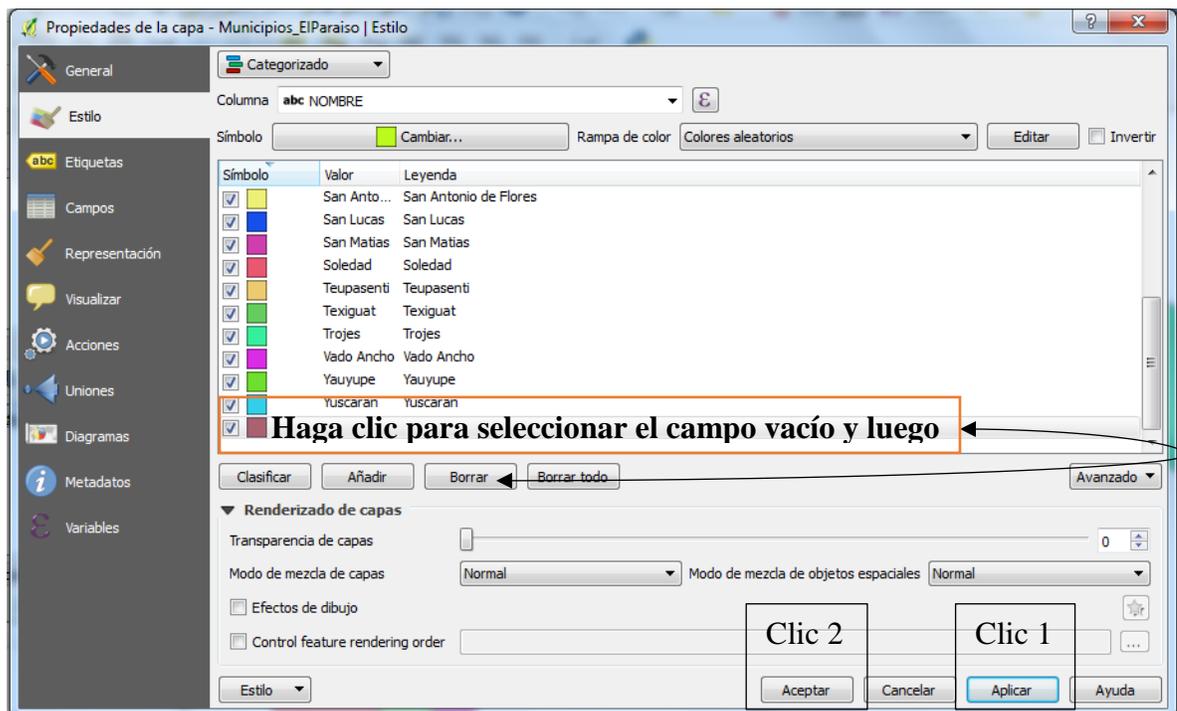
| Íconos | Función |
|---|--|
|  | Funciona para realizar acercamientos y distanciamientos en la capa visualizada |
|  | Ayuda a visualizar completa la capa, en caso de que se desaparezca la capa seleccione esta herramienta. |
|  | Sirve para acercarse a los elementos seleccionados |
|  | Funciona para moverse sobre la capa donde el usuario lo desee |
|  | Ayuda a identificar y dar información sobre el elemento seleccionado |
|  | Mide la distancia desde un inicial (A) al final (B) |
|  | Permite seleccionar objetos de una capa haciendo clic sobre el elemento. Ayuda a seleccionar y deseleccionar con expresiones algebraicas. Sirve para deseleccionar todos los elementos que estén seleccionados |



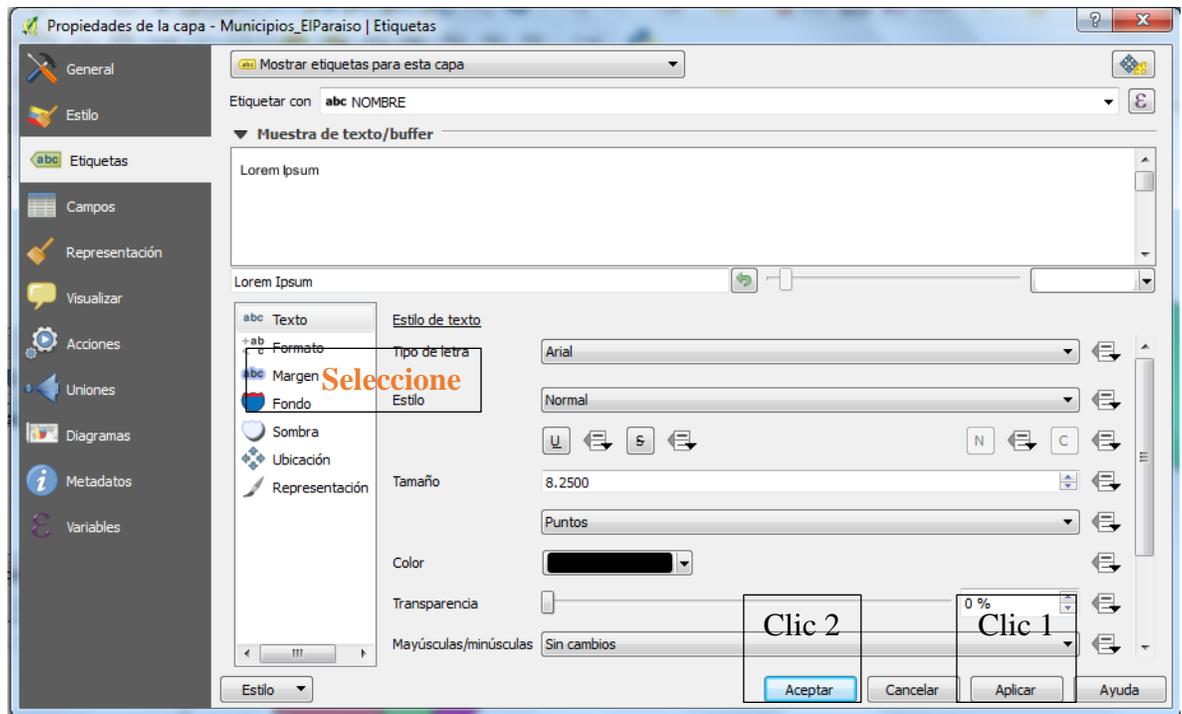
Permite observar la tabla de atributos donde se encuentra la información de la capa. Observe los datos de la capa.

Simbología y etiquetado de la capa

- Para cambiar la simbología de la capa debe hacer clic derecho sobre el nombre de la capa de Municipios_ElParaiso.shp seleccione Propiedades/ Seleccione la opción de Estilos en el cuadro que aparece al principio con nombre de Símbolo Único deberá cambiar a Categorizado, en el siguiente cuadro con nombre de columna seleccione NOMBRE /En Rampa de Colores seleccionar Colores aleatorios/ en la parte baja del cuadro en blanco haga clic en el botón de Clasificar y luego aparecerán una lista de nombres. Observe que al final de la lista de los departamento con colores, hay uno que no tiene nombre (este es un polígono falso), este debe seleccionarlo y borrarlo haciendo clic en el botón borrar. Finalmente haga clic en “Aplicar” y ”Aceptar”. observe la figura de abajo.



- Para etiquetar o colocar el nombre de cada departamento, haga clic derecho sobre el nombre de la capa Municipios_El Paraiso.shp luego seleccione Propiedades y escoja el campo de Etiquetas/ primero debe cambiar el primer cuadro Sin etiquetas a Mostrar etiquetas para esta capa, luego en el cuadro de etiquetar con escoja NOMBRE/ vaya a las opciones de abajo y seleccione Texto y cambie el tipo de letra (puede usar Arial) y el resto de opciones las puede dejar como están/En Margen debe activar la casilla Dibujar buffer de texto/ Aplicar y Aceptar. observe la siguiente figura.



Conteste las siguientes preguntas (Exploración en la tabla de atributos)

6. Diríjase a la tabla de atributos, para eso haga clic derecho sobre la capa y seleccione abrir tabla de atributos
7. Posicione el puntero sobre el campo llamado km2 y ordene el área en Area_km2 de mayor a menor, haciendo clic sobre este campo, hasta que aparezca una flecha hacia abajo. Conteste ¿Cuál es el municipio más grande de El Paraíso y cuantos km2 tiene? ¿Cuál es el municipio más pequeño de El Paraíso y cuantos km2 tiene? ¿Cuál es la población total de Moroceli? ¿Quién tiene el mayor índice de pobreza en El Paraíso?
8. Obtenga el área total en km2 y la población total del departamento del El Paraíso.

Para ello, debe posicionarse sobre ícono de estadísticas  y seleccionar el campo km2 y luego el de Pob_total; el resultado se presenta en la variable “SUMA”. Observe la figura de abajo.

3.1.2 Guía 2: Manejo de datos geográficos

El programa de QGIS es muy utilizado para el manejo de los datos geográficos. La información geográfica que es utilizada con mayor frecuencia, son los datos vectoriales que se representa como objetos discretos (Casas, llaves agua) y los datos ráster que representa

como objetos continuos (Lluvias, distribución de temperaturas) siendo una información más compleja.

La información geográfica utilizada en los SIG son una representación de la realidad transformadas a capas de mediante una figura geométrica en este caso se refiere a los objetos discretos; y los objetos continuos que vienen siendo fotografías aéreas e imágenes satelitales que son captadas por aviones o satélites que identifican objetos por medio un proceso de teledetección.

La representación de los datos vectoriales y ráster, demuestran la realidad con objetos discretos (puntos, líneas y polígonos) y continuos (píxeles o mallas) y esto se obtiene mediante la digitalización y transformación de datos. Estos formatos vectoriales y ráster representan una estructura referenciada espacialmente con coordenadas geográficas mostrando la ubicación real de los objetos o lugar que está representando.

Objetivos

Conseguir que el usuario pueda distinguir y adquirir conocimientos de las diferencias de los formatos vectoriales y ráster en el software de QGIS.

Familiarizarse con los datos vectoriales y ráster

Los datos vectoriales se representan como: puntos, líneas (rectas o curvadas) y polígonos. El formato vectorial, se forman por 5 archivos, siendo los siguientes:

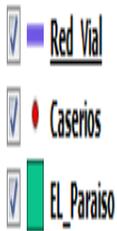
| Tipo de archivo | Función |
|-----------------------|--|
| Shp (Main File) | Representa la figura geométrica |
| dbf (Dbase File) | Corresponde a la base de datos de la figura geométrica |
| shx (Index File) | Permite enlazar la figura geométrica y la base de datos |
| prj (projection file) | Contiene la proyección de la entidad espacial |
| sbn y sbx | Permiten la indexación al momento de realizar consultas en la base de datos. |
| shp.xml | Contiene los metadatos de los datos geográficos. |

Los datos ráster suelen representarse en formatos JPEG, TIFF, GRID, IMG y otros relacionados a imágenes.

Identificación de estructura vectorial

1. Vaya a la carpeta creada la practica anterior llamada QGIS y cree una carpeta con nombre de practica2 (sin espacio) y guarde la carpeta de Datos_QGIS2
2. Entre a la carpeta de Datos_QGIS2 y conteste A ¿Qué tipos de archivos contiene el shapefile de Municipio_ElParaiso?
3. Abra el programa de QGIS, para eso diríjase a escritorio y abra QGIS Desktop 2.14.0, en el mensaje de consejos haga clic ¡ya eh tenido suficientes consejos... luego de aceptar.

4. Abra un nuevo proyecto (hoja en blanco)  active el sistema de proyección desde el Menú Estándar haga clic en Proyecto seleccione propiedades del Proyecto y escoja el SRC/haga clic en el cuadro “Activar Transformación del SRC al vuelo/escoja el sistema de proyección “WGS 84 UTM Zona 16 N”/aplicar/aceptar.
5. Guarde el proyecto y póngale nombre de “Practica2” en la carpeta de Practica2.
6. Añada las capas al proyecto, para esto diríjase a la Barra de Herramientas y haga clic en Capas y seleccione el icono de añadir capas vectoriales, luego seleccione  Añadir capa vectorial, en la ventana seleccione Archivo y Explorar hasta la carpeta de trabajo y añada el shapefile de Municipios_ElParaiso ubicado en Datos_QGIS2 (si aparecen todos los archivos escoja Archivos shape de ESRI.*shp*.SHP) y Abrir.
7. Con el icono  que se encuentra en la parte lateral izquierda en la barra de herramientas, explore en la carpeta de Datos_QGIS2 y agregue las capas de caseríos y red_vial.
8. Cambie el color de la simbología de cada capa, para eso debe dar doble clic seguido sobre cada capa y seleccione estilo y escoja el símbolo de preferencia.
9. Puede observar en su panel de capas tres estructuras que representan el mapa de los datos. La estructura vectorial se compone por líneas, puntos y polígonos. **B** Escriba dos ejemplos más para cada tipo de estructura.



| Estructura | Ejemplos |
|------------|----------|
| Línea | Rio, |
| Puntos | Casa, |
| Polígonos | Parcela, |

10. Observe y haga un análisis visual en el ordenamiento de los caseríos sobre la capa de Municipio_ElParaiso, para una mejor visualización debe desactivar la capa de Red_vial dando un clic en el cuadro que tiene un visto hasta que lo desactive. **C** ¿Cuál municipio tiene menos caseríos? **D** ¿Qué herramienta utilizo para la identificación del municipio?
11. Entre a la tabla de atributos de municipio, haciendo clic derecho sobre la capa de municipio y seleccione abrir tabla de atributos  **E** ¿Qué tipo de archivo representa la tabla de atributos? **F** ¿Qué tipo de archivo permite unir la figura geométrica con la base de datos? Según lo visto en esta práctica.

Añadir capa ráster y lectura de los archivos que la componen

- Desde el explorador de Windows diríjase a la carpeta Datos_QGIS2 donde se encuentra la imagen 2758-II-JH-22-2 y observe que tiene los siguientes archivos:
 - aux (Auxilliary Dictionary File) es un archivo generado por el programa ERDAS y contiene datos auxiliares o metadatos de las imágenes
 - jpw contiene datos de la georreferenciación de la imagen, es decir las coordenadas de una imagen JPEG
 - jpg (viene del Join Photographic Experts Group) comprime la información de una imagen en escala de grises y a color
 - jpg.xml contiene los metadatos de la imagen en formato Extensible Markup Language (los metadatos se ven en formato de páginas web como comandos) Abra este archivo y responda **G** ¿Qué sistema de coordenadas tiene?
 - rrd (Reduced Resolution Dataset) permite comprimir la resolución de la imagen por tanto permite visualizar de manera rápida el contenido ráster
 - rmf es un archivo de metadatos creados en Sextante del programa gvSIG (este archivo fue abierto anteriormente en gvSIG, es otro programa casi semejante al QGIS)
- Diríjase al QGIS en el proyecto que estaba trabajando y desactive las tres capas (punto, línea y polígono) con las que estaba visualizando, para eso desactive el cuadro pequeño con un visto que tiene cada capa.
- Agregue la capa ráster al proyecto con el icono  y seleccione la imagen 2758-II-JH-22-2 jpg y haga clic en abrir.
- Haga un zoom controlado, seleccione la herramienta acercar zum  luego posicione sobre el centro de la imagen (infraestructura de zamorano) y mantenga clic izquierdo sostenido y haga un recuadro sobre el lugar a observar. **G** ¿Mencione tres objetos que puede observar en la imagen?
- Para saber la resolución de la imagen va a realizar un zoom + hasta obtener la cuadrícula del pixel y utilizara la herramienta de medir línea (regla) y tomara la distancia del largo y ancho del pixel; para verificar esta medición hará clic derecho sobre la capa de la imagen y seleccionara guardar como.. y busque donde dice Resolución (Actual. Capa). **H** ¿Cuál es la resolución vertical y horizontal de la imagen? (nota no guarde la imagen solo cierre el cuadro donde está la “X”).
- Al terminar guarde el proyecto en la carpeta de la práctica y entregue por favor su hoja de respuestas, gracias.

3.1.3 Guía 3: Georreferenciación

La georreferenciación es la técnica de implementar coordenadas a elementos espaciales sin referencia geográfica, dando un posicionamiento espacial aquellos elementos. Son muy importantes los procesos de georreferenciación, mediante esta técnica nos permite posicionar imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas cartográficos y planos sin coordenadas.

Los sistemas de coordenadas más utilizados en el mundo son las coordenadas geográficas y las coordenadas proyectadas. Las coordenadas geográficas se representan por latitud y longitud y sus medidas se establecen en grados, minutos y segundos. Las coordenadas proyectadas o también conocidas como coordenadas planas, cartesianas y UTM, se representan por puntos (vértices) en “X” (este) y “Y” (norte), la unión de las dos coordenadas representan una ubicación.

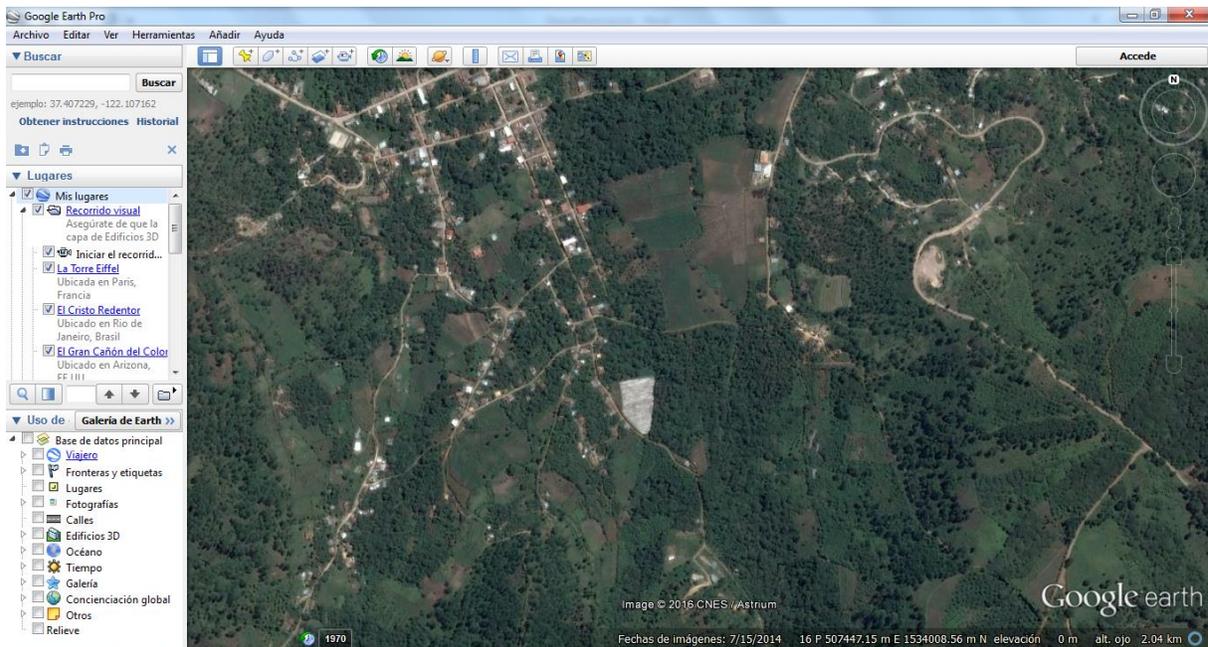
La implementación de coordenadas en datos geográficos sin ubicación espacial se puede hacer de dos maneras; primero, ir a campo con un receptor GPS, segundo, con programas de sistemas de información geográfica por ejemplo QGIS, ArcGIS, gvSIG, etc.

Objetivo

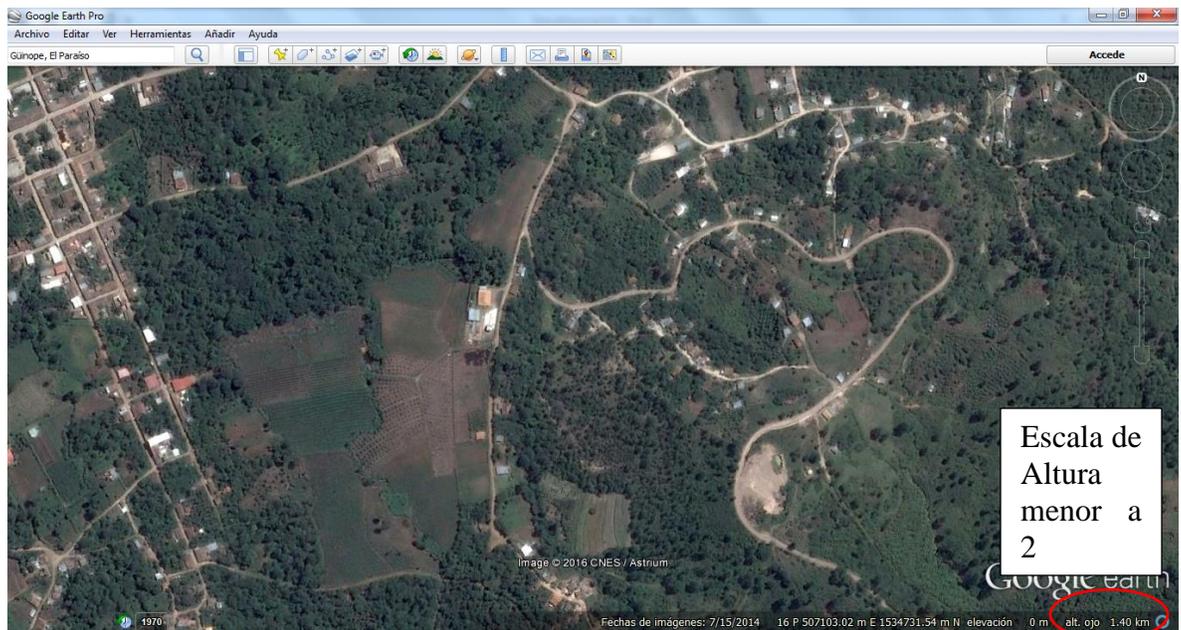
Entender y conocer los procesos de georreferenciación con la herramienta de georreferenciado del software de QGIS.

Descarga de imagen en Google Earth Pro para georreferenciar

1. Descargue Google Earth Pro. Para la descarga ingrese al buscador de google y escriba “descarga de Google Earth Pro” y seleccione el primer link que aparece.
2. Haga clic en “Aceptar y descargar” le va aparecer una ventana y coloque en usuario miguelst94@gmail.com y en el siguiente espacio van a escribir **“GEPFREE” (es la licencia que requiere el programa, y se requiere escribir con mayúsculas)**.
3. En la barra estándar del Google Earth seleccione: Herramientas y luego opciones y en Vista 3D en el campo que dice “Mostrar Lat./Long” seleccione UTM (Universal Transversal de Mercator). Luego en la misma ventana, con el fin de eliminar las exageraciones 3D del terreno, usted debe ir a Terreno y quitar el visto de las dos casillas y en el cuadrado de Exagerar Elevación escriba 0.01 y haga clic en aplicar y luego aceptar.
4. Ahora cierre el programa de QGIS y vuélvalo abrir.
5. Desactive las capas de fotografías, bordes, etiquetas, caminos y sitios que se encuentran en la barra lateral izquierda. Esto permitirá obtener una imagen limpia sin iconos.
6. En la ventana de búsqueda ingrese el nombre de Güinope, Honduras y diríjase a la zona agrícola, como se muestra en la figura de abajo.

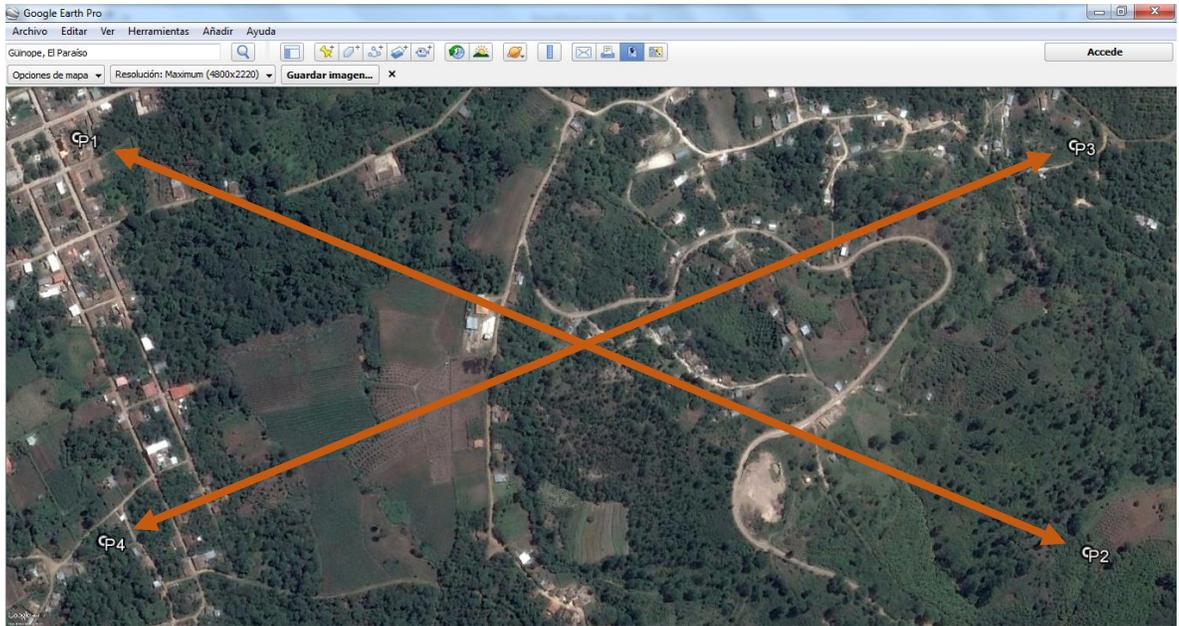


- Para obtener la imagen con mayor nitidez desactive la barra lateral, para eso haga un clic en Ver y desactive la “Barra lateral” y luego haga un zoom como el que se muestra a continuación y en la parte inferior derecha del visualizador verifique la escala en alt. Ojo, esto debe ser menor a 2 km.



- Añada los puntos de control, para agregar los puntos vaya a la barra de iconos de Google Earth seleccione el ícono de Marca de Posición , coloque otro nombre

en la marca de posición (por ejemplo: P1, P2, P3, P4), cambie el símbolo por un círculo y sobre el icono desplace con el mouse sobre la imagen hasta las esquinas de la imagen (la ubicación de los puntos deben se forma cruzada y en orden). Al estar posicionado cada punto de control en su esquina haga clic derecho sobre el punto de control y proceda a copiar en Excel o en una hoja (como se la haga más conveniente) las coordenadas “X” (Coordenada Este) y “Y” (Coordenada Norte) (ojo: solo copien las coordenadas) mostradas en la ventana de Marca de Posición. Al terminar este paso obtendrá una imagen y un cuadro con sus coordenadas como los que se muestran a continuación:

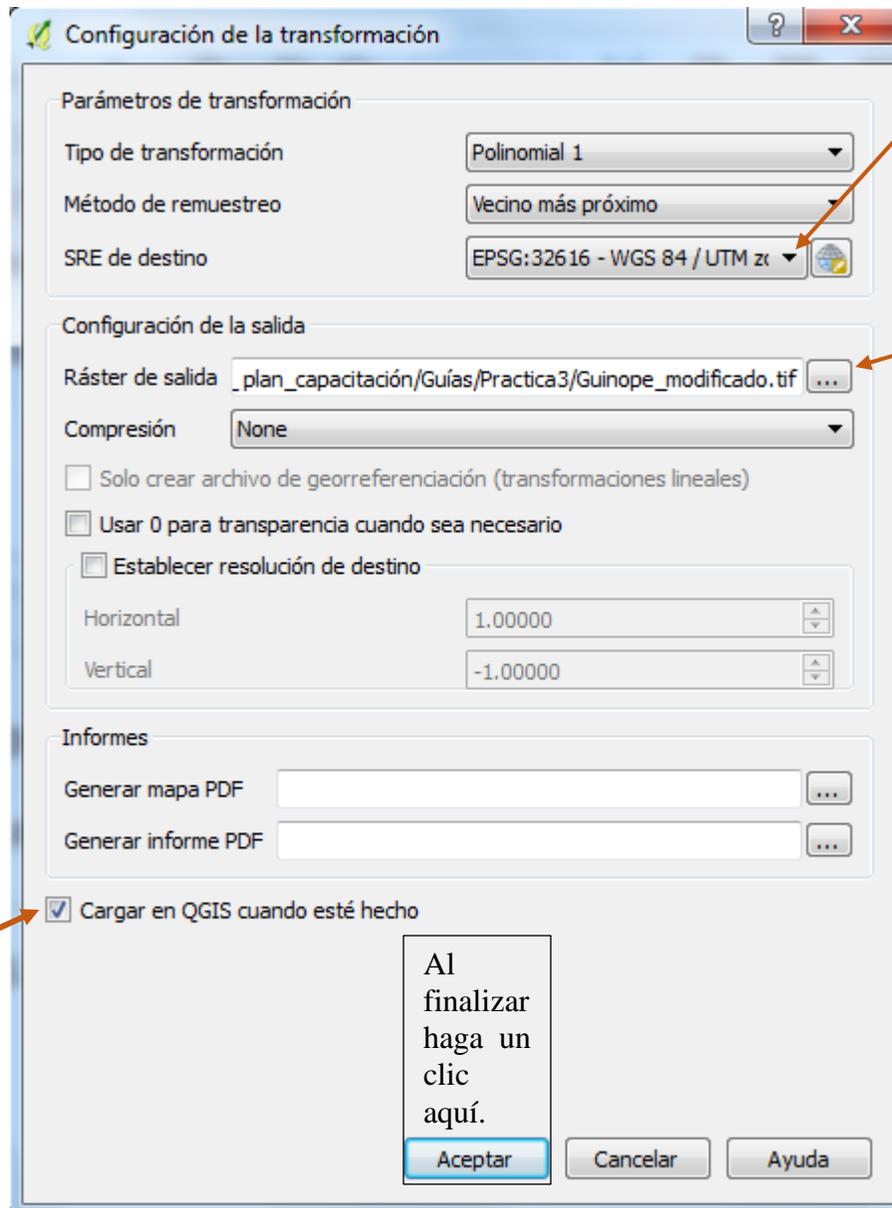


| Puntos | x | y |
|--------|--------|---------|
| 1 | 507039 | 1534701 |
| 2 | 508428 | 1534130 |
| 3 | 508411 | 1534687 |
| 4 | 507074 | 1534149 |

- Ahora debe guardar la imagen, para esto diríjase a Archivo y seleccione guardar en guardar imagen desactive todas las opciones de mapa y luego seleccione la Máxima resolución y luego al tener todos estos cambio guarde la imagen en la opción que dice “Guardar imagen” y lo nombrara como Guinope.jpg. La carpeta de destino es Practica3 (esta se debe crear, con el resto de prácticas) (espere mientras se guarda la imagen). En esta misma carpeta puede guardar la tabla de Excel.

Georreferenciación en QGIS

1. Abra QGIS Desktop 2.14.0, al aparecer el cuadro de consejos haga clic en acepta y abra un nuevo proyecto desde Proyecto y escoja nuevo.
2. Establezca el sistema de coordenadas del proyecto. Diríjase a proyecto luego seleccione Propiedades del Proyecto y el cuadro donde dice “Activar la transformación SRC al vuelo” y seleccione el sistema WGS 1984 UTM zone 16 N, primero haga clic en aplicar y luego aceptar.
3. Para iniciar la georreferenciación vaya al menú estándar y seleccione ráster después georreferenciar y finalmente georreferenciador.
4. Le aparecerá una ventana de georreferenciación, seleccione el ícono de Abrir Ráster  y busque y añada la imagen de Guinope en la carpeta que lo guardo. Se mostrara la ventana de Selector de Sistema de Coordenadas escoja el sistema de referencia de coordenadas usadas recientemente y seleccione WGS 84 UTM zone 16N, y haga clic en aceptar. fíjese que la imagen se ha añadido a la vista del Georreferenciador. En el caso de no aparecer la opción de establecer el sistema de coordenadas vaya a configuración y seleccione “Propiedades del ráster” en general escoja en el campo de sistema de referencia de coordenadas WGS 1984 UTM zone 16 N y de aplicar y luego aceptar (si le salió el cuadro para establecer las coordenadas omita este paso).
5. En la ventana del Georreferenciador debe agregar los Puntos de Control tomados de Google Earth Pro. Primero para iniciar, debe hacer haga un Zoom + controlado (sostiene el botón izquierdo y selecciona el área a observa haciendo un cuadro) en el primer punto (P1) a modo de ver el centro del Punto de Control marcado sobre la imagen.
6. Después agregue las coordenadas a los puntos de control, para eso diríjase al ícono “Añadir Punto”  luego de tener el zoom haga clic sobre el centro del primer Punto de Control aparecerá una ventana donde tiene que agregar la coordenada de X y la de Y (solo los números con los decimales) (las coordenadas que copiaron de Google Earth Pro) y luego de aceptar. Fíjese en la parte baja que hay una tabla de PCT, y que se agregó los Puntos de Control que están sobre la imagen y también se han agregado las coordenadas arbitrarias de “X” y “Y” de origen y las coordenadas reales de “X” y “Y” de destino.
7. Para ingresar las coordenadas al P2 haga un Zum a la capa  (muestra toda la imagen) y nuevamente haga un Zum + controlado y añada los puntos de control con este icono . Los pasos 6 y 7 se deben replicar para los puntos 3 y 4.
8. Al tener agregado todos los puntos de control, vaya al ícono de Comenzar Georreferenciación . Le aparecerá una venta con un mensaje que dice “Favor Establezca el Tipo de Georreferenciación” le dará un clic en aceptar, luego le aparecerá un cuadro que es para la “Configuración de la transformación” y la llenara de la siguiente manera (vea la figura de abajo):



Haga un clic en la flecha y seleccione EPSG:32616 – WGS 84/ UTM ZONE 16N

Busque la carpeta donde guardara la imagen georreferenciada (Practica3)

Asegúrese que este activado esta opción.

Al finalizar haga un clic aquí.

9. Haga un clic en Comenzar Georreferenciación  y fíjese que automáticamente se ha añadido la imagen sobre la vista del proyecto.
10. En el caso de no haberse agregado diríjase al icono para añadir ráster  y busque la carpeta donde guardo la imagen georreferenciada, y la encontrara como “Guinope_modificado”.
11. Al finalizar por favor indique la imagen georreferenciada.

Segundo día

3.1.4 Guía 4: Digitalización

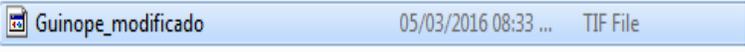
La digitalización es la creación de capas para representar características vectoriales como puntos, líneas y polígonos, con un su debida asignación de coordenadas para su localización en el espacio real. La creación de datos vectoriales ayuda a representar un objeto real como una figura geométrica (Carreteras, lagos, ríos, casas, parcelas agrícolas) con la finalidad de extraer información espacial (área, perímetro, longitud, ubicación), e implementar información del lugar (nombre, observaciones) esto permitirá tomar mejores decisiones al momento de ejecutar una acción correspondiente al lugar.

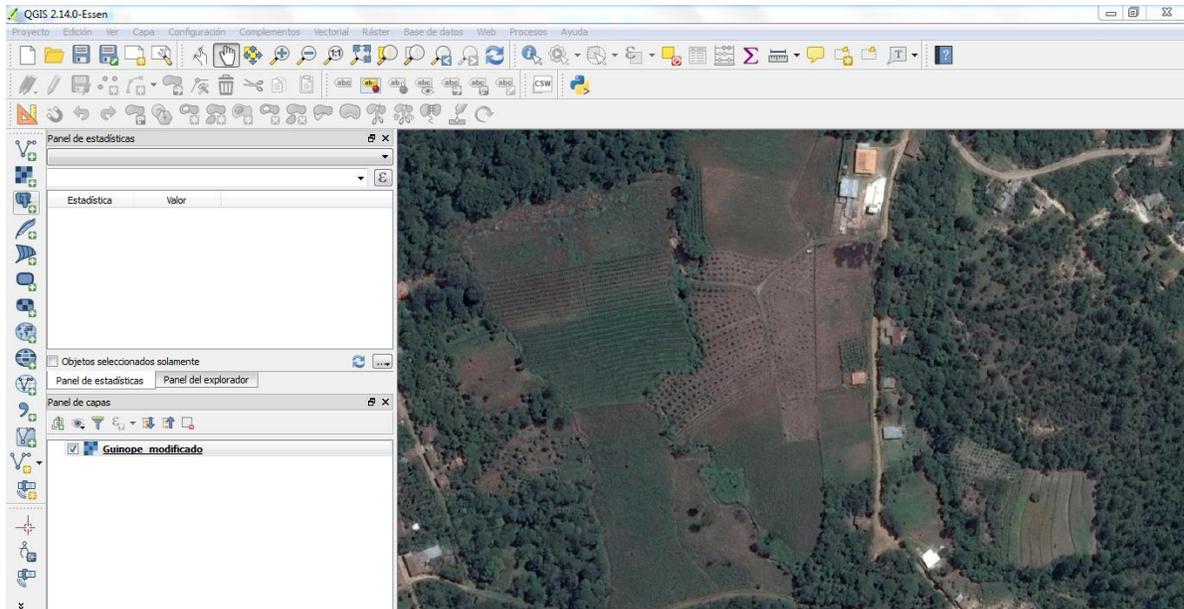
Esta información geográfica se la puede obtener por bases digitales en la web, por entidades gubernamentales o privadas, observaciones en campo; esta información pueden ser fotografías aéreas, imágenes satelitales, hojas cartográficas impresas o digitales y levantamiento de datos en campo.

Observaciones

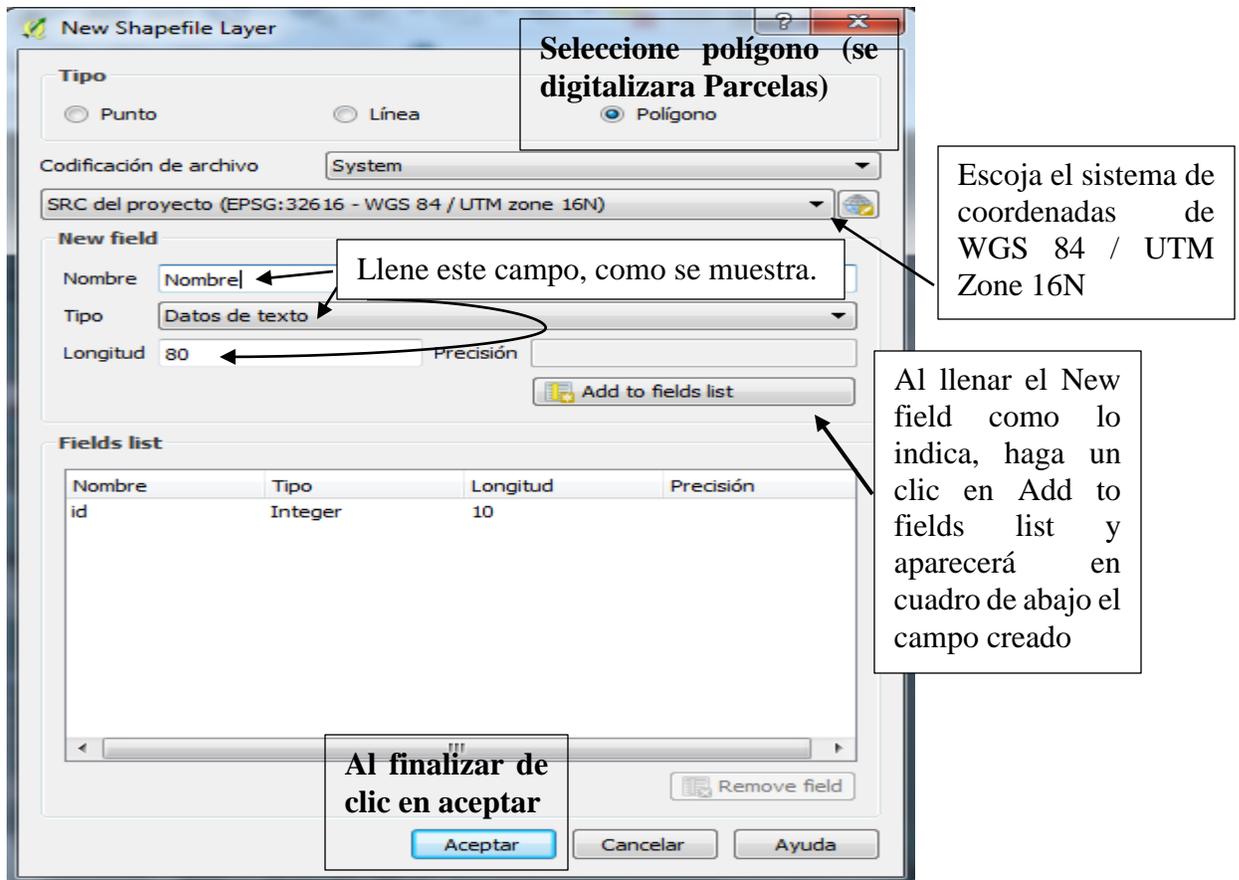
El usuario conozca las herramientas y procesos para digitalizar entidades espaciales con las herramientas de QGIS.

Proceso de digitalización de una imagen aérea

1. Abra el QGIS, abra un nuevo proyecto y establezca el sistema de coordenadas como se ha hecho en las prácticas anteriores.
2. Agregué la imagen de Guinope_modificado (imagen georreferenciada de la práctica anterior) para agregar la imagen seleccione añadir capa ráster  y busque en la carpeta de Practica3 el archivo TIF de Guinope_modificado como se muestra en la siguiente imagen  y de clic en aceptar.
3. Cree una carpeta para la práctica con el nombre de Practica4, con el fin de guardar los datos de salida.
4. Para iniciar la digitalización se debe hacer un zoom + controlado al área de interés, en este caso serán las parcelas agrícolas para tener una mejor visión al momento de empezar la edición. Observe la siguiente imagen.



5. Para iniciar la digitalización de los polígonos más grandes de las parcelas agrícolas, diríjase a la barra de herramientas de administrador de capas y seleccione Crear Capa y escoja “ Crear una nueva capa de archivo shape...” luego aparecerá una ventana que debe indicar lo siguiente:



Guárdelo como Parcela_agricola y busque la carpeta creada para esta práctica, luego de clic en guardar (save). Observe que la capa nueva del shapefile se ha agregado a la TOC pero como no se ha editado no tiene información. Antes de empezar la edición, el shapefile creado cámbiele el color, dando clic derecho en la capa de Parcela_agricola y escoja en Propiedades luego seleccione el campo de “Estilo” y en Color de Relleno, aquí escoja relleno transparente, en el color de borde seleccione el que usted guste y el ancho de borde es de 1.

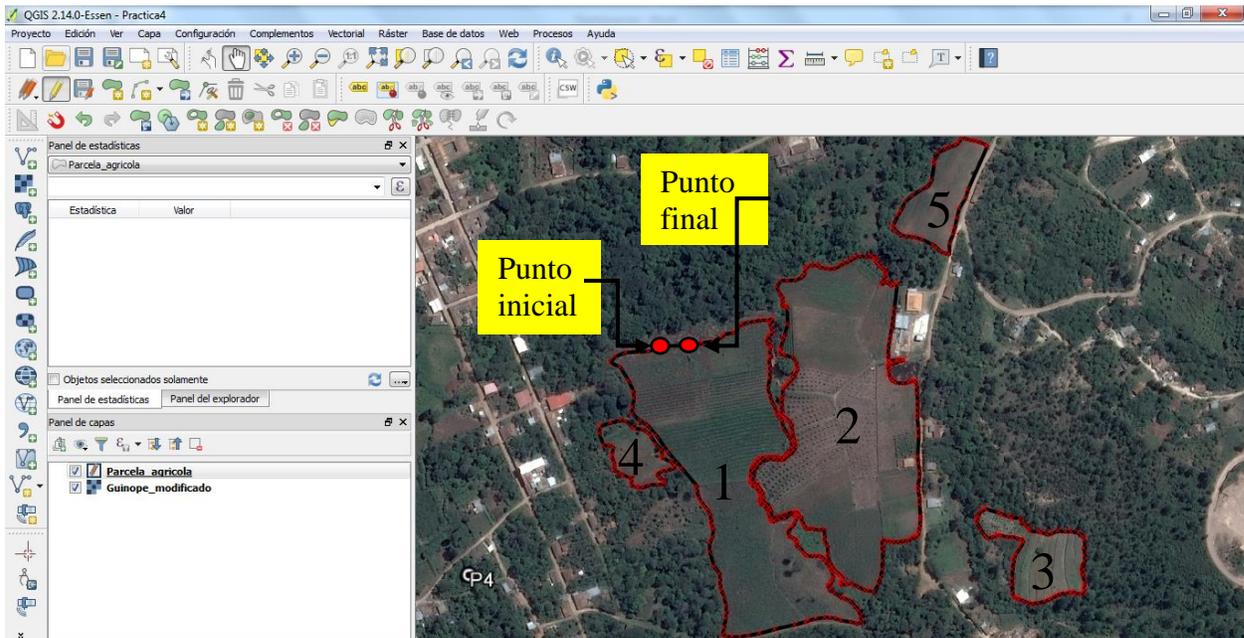
6. Modifique la transparencia a la herramienta de digitalización, para eso diríjase al menú estándar y en configuración seleccione opciones y haga un clic sobre el color de línea y en opacidad mueva la barra hasta un 30%(esto le permitirá una mejor visualización al momento de digitalizar).
7. Antes de iniciar a dibujar el polígono, haga un zum+ y con la herramienta de desplazar

mapa  o con la flechas se desplazara por el mapa para digitalizar. En la barra de

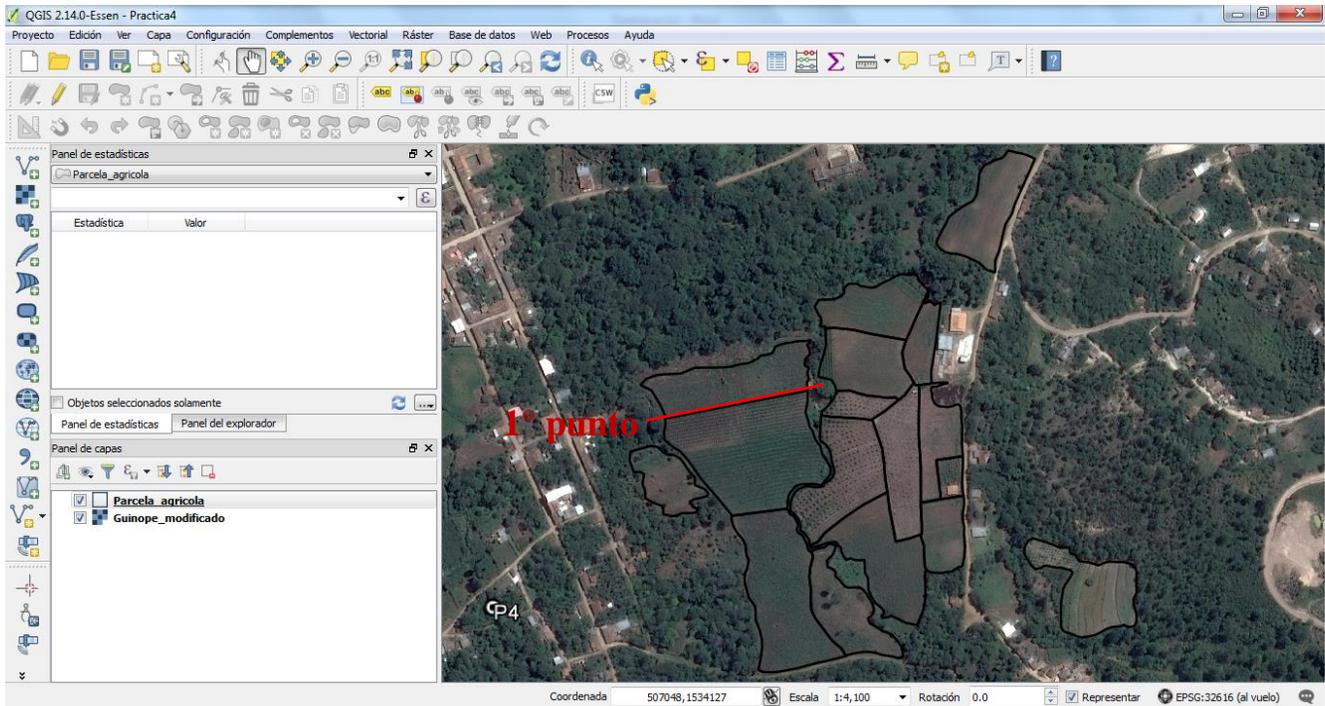
herramientas seleccione el icono  digitalizar y empiece a conmutar edición en la

misma barra clic en añadir objeto espacial  fíjese que el puntero cambia en forma de rombo, a continuación debe empezar a dibujar el borde de 5 polígonos. Para empezar la edición del primer polígono vaya bordeando con puntos seguidos por los bordes de la parcela y al finalizar ósea de antes de llegar al punto inicial haga un clic derecho para terminar edición, y cuando termine con el primer polígono le pondrá en

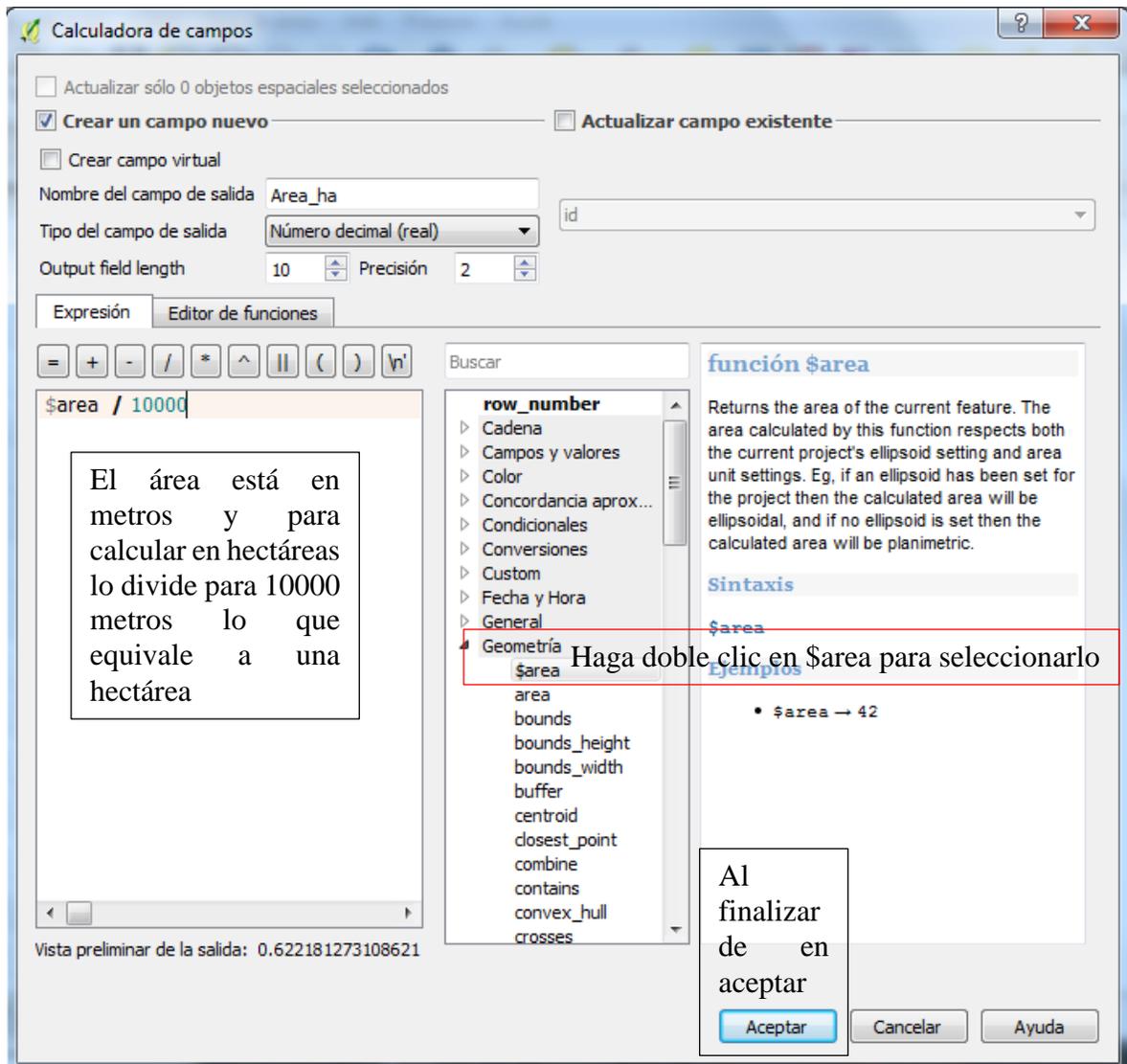
el “Id” 1 y consecutivamente el número de polígono a crear. Observe como se muestra en la siguiente imagen.



8. Observe las divisiones de los polígonos 1 y 2, para dividir las parcelas va a ir a “Ver” luego en Barra de Herramientas debe activar la “Barra de herramientas de digitalización avanzada” observe que se ha agregado una nueva barra. Desde la barra recién agregada escoja el ícono de dividir objetos espaciales  con esta herramienta activada divida el polígono. Para la división de la parcela 1, empiece con un punto fuera del polígono y para finalizar haga un clic izquierdo fuera del polígono y seguido con un clic derecho para terminar, así deberá de dividir la parcela 1 y 2, cuando haya terminado de digitalizar haga un clic en conmutar edición  y guarde la edición del polígono. Observe la figura de abajo.

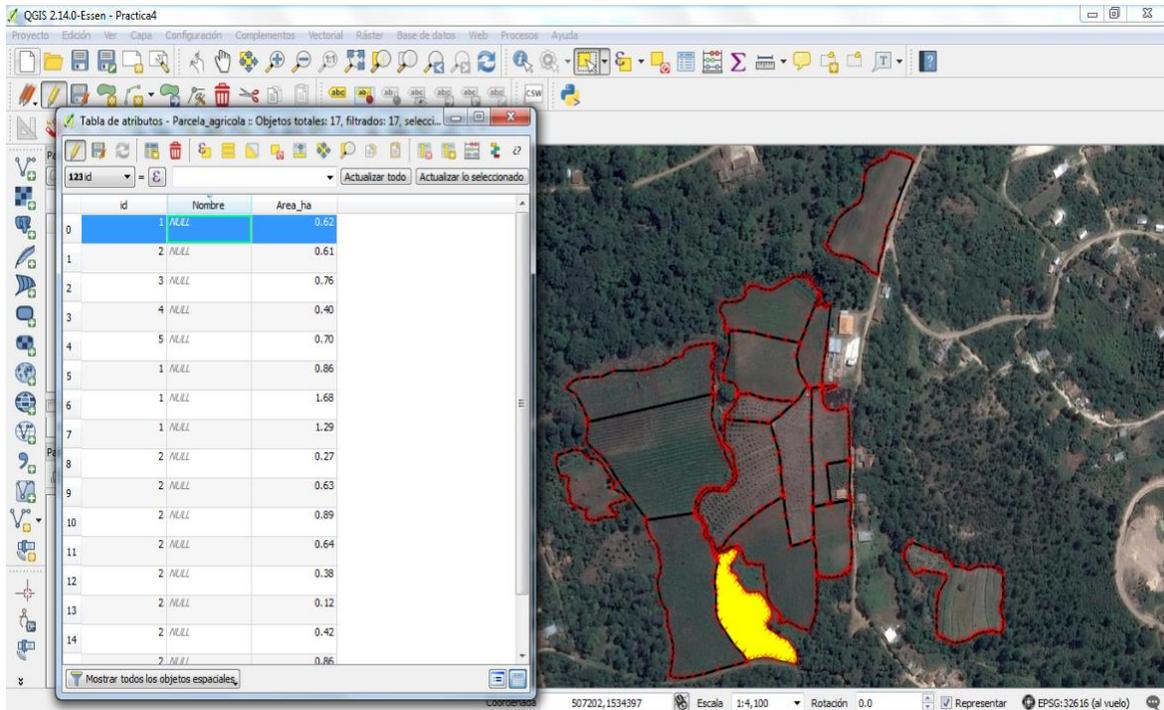


9. Ahora se calculará el área de los polígonos, para eso abra la tabla de atributos dando clic derecho sobre el la capa de Parcelas_agricolas y seleccione abrir tabla de atributos, seleccione conmutar edición . Crearemos un nuevo campo en la tabla de atributos (para calcular el área de cada parcela), seleccione “Abrir calculadora de campos”  y llene los datos como se muestra en la siguiente imagen.



Observe todas las parcelas con su cálculo de área en hectáreas.

10. Editaremos el campo de nombre para eso minimice la tabla de atributos para identificar cada parcela con sus áreas correspondientes como se muestra en la siguiente figura



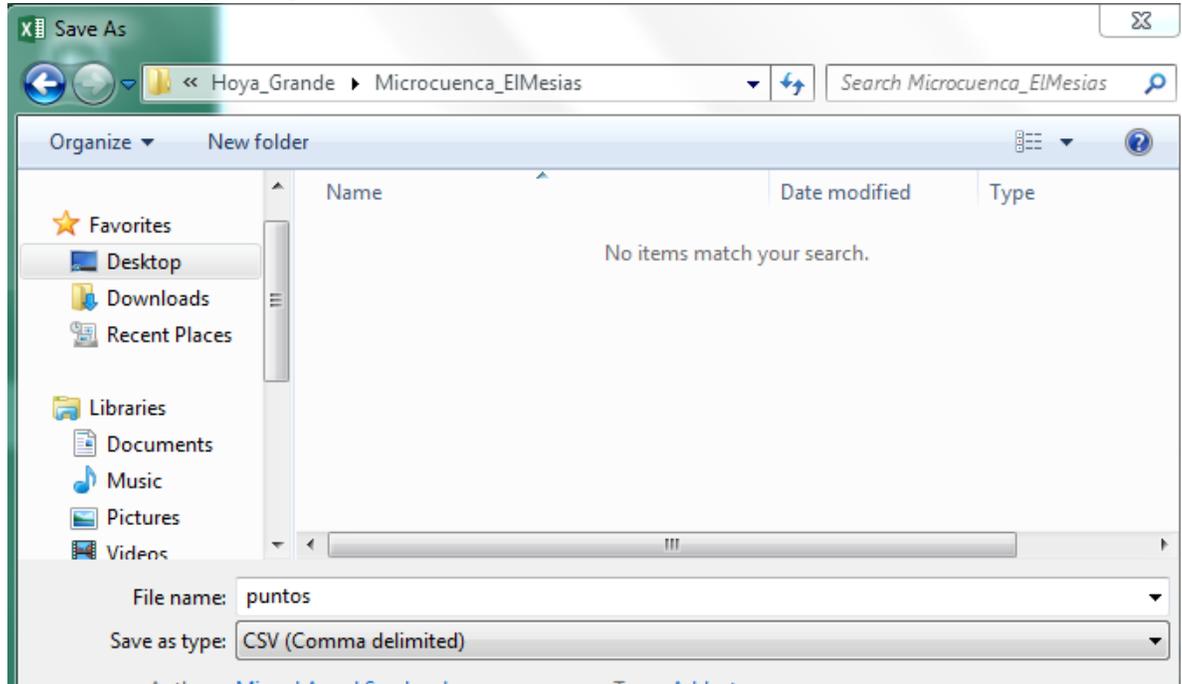
Para seleccionar solo haga un clic sobre la fila y se mostrara la figura seleccionada en la capa. Ahora para editar el campo de nombre haga doble clic en Null donde selecciono y ponga un nombre de un cultivo a su preferencia (ejemplo Tomate, frejol, chile, etc.) al finalizar haga clic en conmutar edición y muestre el trabajo al estudiante de Zamorano.

Introducción de datos en campo en GPS al Programa de QGIS

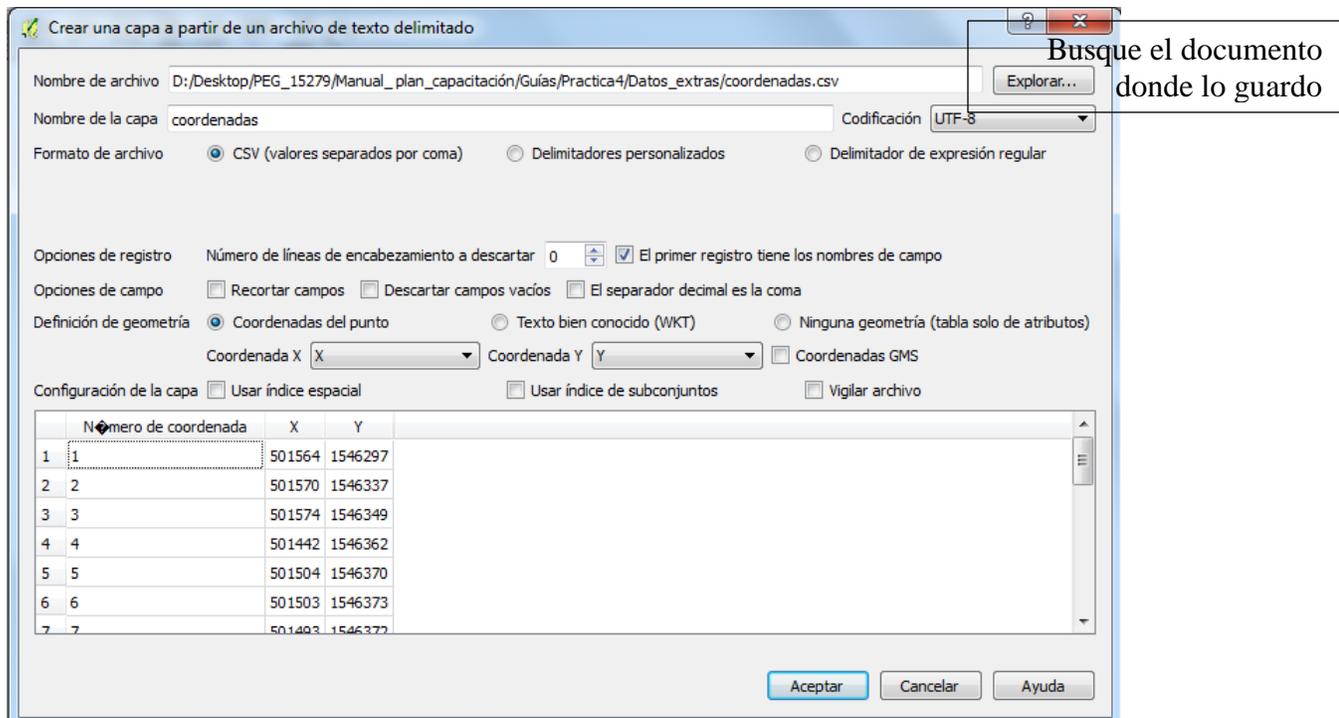
1. Tener listo los puntos tomado con GPS en campo.
2. Abrir un proyecto de Excel y pasar los datos de la siguiente manera, observe la figura.

| | A | B | C |
|----|----------------------|--------|---------|
| 1 | Número de coordenada | X | Y |
| 2 | 1 | 501564 | 1546297 |
| 3 | 2 | 501570 | 1546337 |
| 4 | 3 | 501574 | 1546349 |
| 5 | 4 | 501442 | 1546362 |
| 6 | 5 | 501504 | 1546370 |
| 7 | 6 | 501503 | 1546373 |
| 8 | 7 | 501493 | 1546372 |
| 9 | 8 | 501484 | 1546377 |
| 10 | 9 | 501462 | 1546387 |
| 11 | 10 | 501464 | 1546400 |
| 12 | 11 | 501464 | 1546405 |
| 13 | 12 | 501474 | 1546448 |
| 14 | 13 | 501477 | 1546455 |
| 15 | 14 | 501475 | 1546469 |
| 16 | 15 | 501464 | 1546477 |
| 17 | 16 | 501454 | 1546483 |
| 18 | 17 | 501443 | 1546512 |
| 19 | 18 | 501442 | 1546540 |
| 20 | 19 | 501470 | 1546539 |
| 21 | 20 | 501507 | 1546536 |
| 22 | 21 | 501562 | 1546532 |
| 23 | 22 | 501655 | 1546526 |
| 24 | 23 | 501695 | 1546523 |
| 25 | 24 | 501832 | 1546515 |
| 26 | 25 | 501881 | 1546510 |

- Al tener las coordenadas ordenadas como lo muestra en la figura anterior, debe guardar el archivo en “guardar como” y luego seleccione el tipo de archivo en CSV (Comma delimited) y guarde con su nombre respectivo de las coordenadas. Obsérvese la figura siguiente.

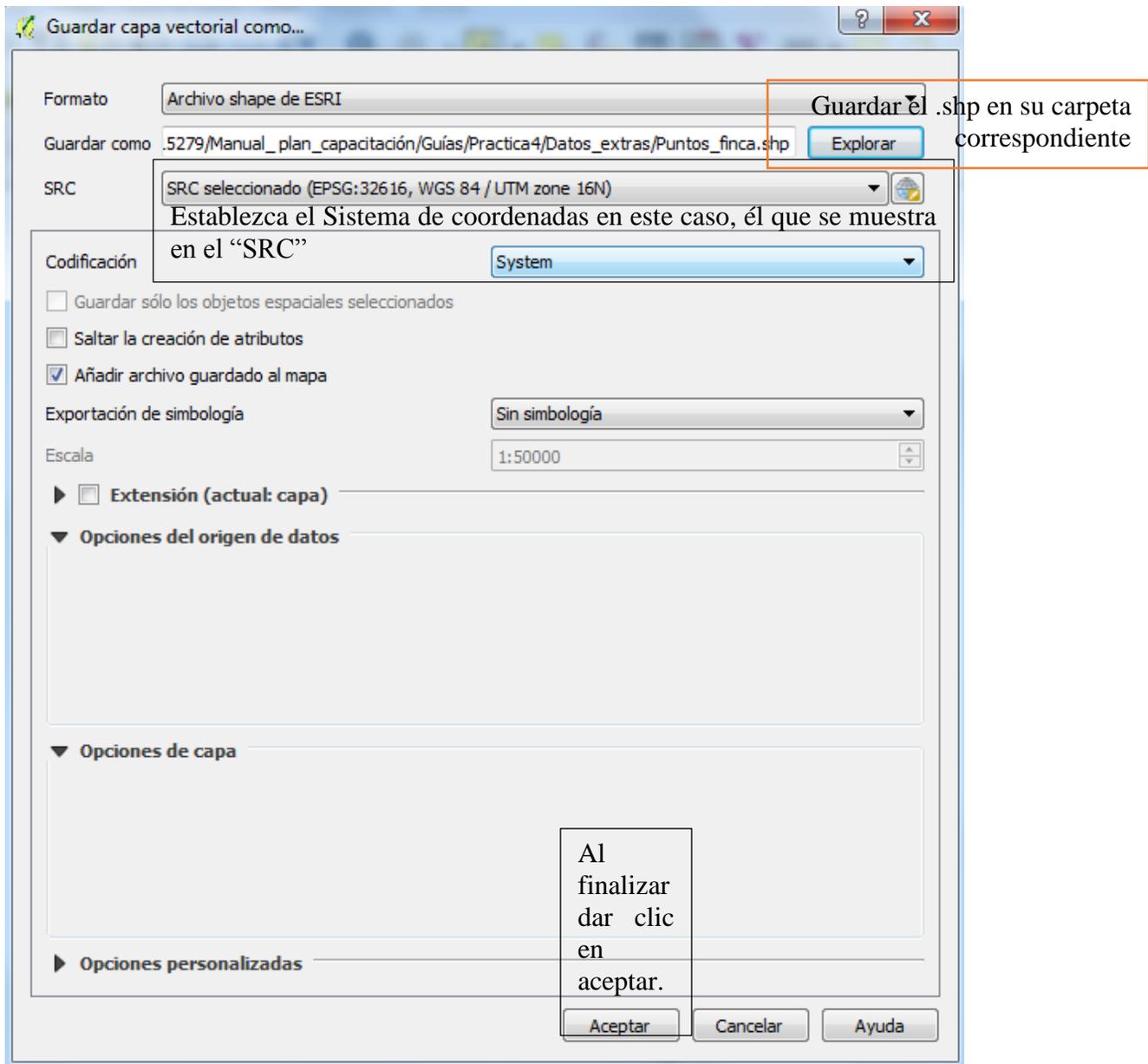


- Abra el QGIS, abra un nuevo proyecto y establezca el sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zone 16 N, para eso diríjase a “PROYECTO” en propiedades del proyecto en la opción de SRC (Sistemas de referencia de coordenadas) activar el cuadro de transformación del SRC al vuelo e introducir la coordenada antes mencionada en filtro.
- Ahora debe agregar el archivo de Excel CSV de la siguiente manera, en la barra de menú diríjase a “CAPA” y en añadir capa seleccione añadir capa de texto delimitado y le aparecerá un recuadro y llénelo como se indica en la figura siguiente.



Al finalizar dar clic en aceptar.

6. Se mostrara un cuadro para que establezca el sistema de coordenadas a la capa agregada, utilizara el mismo sistema de coordenadas que se ha utilizado.
7. Este archivo que aparece es temporal para realizar un archivo vectorial (.SHP) de puntos tenemos que dar clic derecho sobre la capa agregada y le aparecerá un recuadro, llene el cuadro de la siguiente manera.



8. Si las coordenadas ingresadas son solo puntos para indicar un objeto ha terminado al crear un .shp de puntos; si en el caso que Ud. haya ingresado puntos para identificar una parcela o cualquier objeto que tenga forma de una figura poligonal debe seguir el paso 5 hasta el 10 de esta guía que es de la parte de digitalización.

3.1.5 Guía 5: Manejo de tabla de atributos de los datos geográficos (dbf)

Los datos vectoriales se representan con dos propiedades como, geometría y atributos, la tabla de atributos se muestra como un formato dbf. este permite introducir o alimentar de información y representa las características de color, tamaño, información, observaciones del lugar, etc.; la figura geométrica que se presenta como formato shp. y representa una figura de un objeto real y la ubicación del lugar donde se encuentra y es indexada con el archivo shx. para unir los datos con la figura geográfica.

Las tablas de atributos permiten trabajar de manera más ordenada y simplificada con una extensa cantidad de datos, esto permite organizar y planificar ante cualquier proyecto o toma de decisiones, también se puede alimentar con información necesaria que ocupe para una cierta entidad geográfica.

Objetivo

Que el usuario adquiera conocimientos en la consulta y alimentación de datos en la tabla de atributos para una figura geométrica espacial en QGIS.

Añadir campos y realizar operaciones con la calculadora de campos

1. Abra el QGIS desktop 2.14.0 y escoja un nuevo proyecto, luego configure el sistema de coordenadas dirigiéndose a proyecto y propiedades del proyecto, active la transformación de SRC al vuelo.
2. Añada al nuevo proyecto el shapefile de Microcuencas_FM (microcuencas de Francisco de Morazán) que se encuentra en la carpeta de Datos_QGIS5.
3. Ingrese a la tabla de atributos haciendo clic derecho sobre la capa de Microcuencas_FM y haga clic en abrir tabla de atributos. Conforme a los datos de la tabla de atributos **A** ¿Cuántas microcuencas tiene registradas el departamento de Francisco de Morazán? (las respuestas son en una aparte).
4. Note que hace falta el campo del área en la tabla de atributos, entonces realizara la creación de este campo de área, siguiendo los siguientes pasos como se mira en la siguiente figura.

Tabla de atributos - Microcuencas_FM :: Objetos totales: 15, filtrados: 15, seleccionados: 0 (1 7) (2 7) (3 7)

| ID_ | NOM_MICRO_ | MUNICIPIO_ | DEPTO_ | AÑO_ | TENENCIA | TIPO | USO | COLOR_H2O | TURBIDEZ | VIDA_ACUA | PROF_SUELO | TEXTURA | RIESG |
|-----|-------------------------|--------------------|-------------------|------|----------|------------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|--------|
| 0 | 8001 La Pancha | Santa Lucia | Francisco Morazán | 2001 | Ejidal | Quebrada | Consumo doméstic | SIN DIAG | NOSTICO D | CALIDA | Profundo | Fran Arc | NULL |
| 1 | 8002 Las Cruetas | San Buenaventura | Francisco Morazán | 2001 | Ejidal | Quebrada | Consumo doméstic | NULL | NULL | NULL | SUELOS DE | LOS | VALLES |
| 2 | 8003 Cerro de Hula | Santa Ana | Francisco Morazán | 2001 | Ejidal | Quebrada | Consumo doméstic | SIN DIAG | NOSTICO D | CALIDA | SUELOS DE | LOS | VALLES |
| 3 | 8004 El Chupadero | San Juan de Flores | Francisco Morazán | 2001 | Ejidal | Quebrada | Consumo doméstic | -- | -- | -- | Variable | FranAren | -- |
| 4 | 8005 Las Manzanas | Distrito Central | Francisco Morazán | 2001 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | -- | -- | -- | Variable | FranArc | NULL |
| 5 | 8006 Qda. El Guayabo | El Porvenir | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arc-Areno | Medio |
| 6 | 8007 Qda. Lepaterique | Guaimaca | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | No | Delgado | Impermeabl | Bajo |
| 7 | 8008 Qda. Limones | San Ignacio | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arcilloso | Medio |
| 8 | 8009 Cerro Gacho | Alubarén | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arcilloso | Medio |
| 9 | 8010 Montaña La Tabl... | Curarén | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arcilloso | Medio |
| 10 | 8011 Los Rincones | Maraita | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arcilloso | Medio |
| 11 | 8012 El Coyolar | Nueva Armenia | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | No | Delgado | Limoso | Bajo |
| 12 | 8013 El Colmenar | La Venta | Francisco Morazán | 2008 | Privado | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | No | Delgado | Impermeabl | Bajo |
| 13 | 8014 Qda. Los Guamilés | San Ignacio | Francisco Morazán | 2008 | Ejidal | Quebrada | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Delgado | Arcilloso | Medio |
| 14 | 8015 Qda. Modis | El Porvenir | Francisco Morazán | 2008 | Privada | Nacimiento | Consumo doméstic | Clara | Limpia | Si | Medio | Franco arc | Bajo |

Paso 1. Haga clic en conmutar edición, para empezar a modificar la tabla de atributos. Paso 2. Aparecerá la barra para editar la tabla de atributos, seleccione añadir campo. Paso 3. Llene los datos como se muestra en el cuadro de añadir campo, al hacer clic en aceptar se añadirá un campo de Area_ha. Repetirá este mismo paso para crear el campo de Perímetro.

5. Con los nuevos campos creados calcule el área en hectárea y el perímetro de las microcuencas. Para realizar el cálculo del campo de Area_ha, observe que debajo el lápiz de conmutar edición dice ID_, cambie este campo por el campo Area_ha, a lado hay un símbolo de sumatoria  haga clic para Abrir calculadora de campos y luego el cuadro que está en la mitad “row_number” seleccione geometría y haga doble clic en \$area y aparecerá en el campo de cálculo y ahora utilice el símbolo de división e ingrese el numero 10000 ($\$area / 10000$) y luego de aceptar, en la barra le saldrá la operación matemática y a lado hay una opción que dice “Actualizar todo” haga clic y fíjese que el cálculo se agregó a la tabla de atributos. Para realizar el cálculo del Perímetro siga los primeros pasos anteriores cambiando el campo de Area_ha a Perímetro y haga clic en el símbolo de sumatoria  y en la calculadora de campos seleccione en geometría y escoja \$perimeter y de aceptar y luego “actualizar todo” y note el cálculo del perímetro para todas las microcuencas.

B ¿Cuál es el nombre de la microcuenca con mayor área en hectárea y cuanto es el área?

¿Cuál es el nombre de la microcuenca con menor área en hectárea y cuanto es el área?

C ¿En qué municipio se encuentra la microcuenca con mayor área y que tipo de microcuenca es?

¿En qué municipio se encuentra la microcuenca con menor área y que tipo de microcuenca es?

D ¿Cuál es el perímetro de la Quebrada Modis?

¿Cuál es el perímetro de la microcuenca la Pancha?

6. Para finalizar es importante que guarde los cambios que se agregó a su tabla de atributos, para eso debe dar un clic en conmutar edición  y guardar los cambios efectuados.

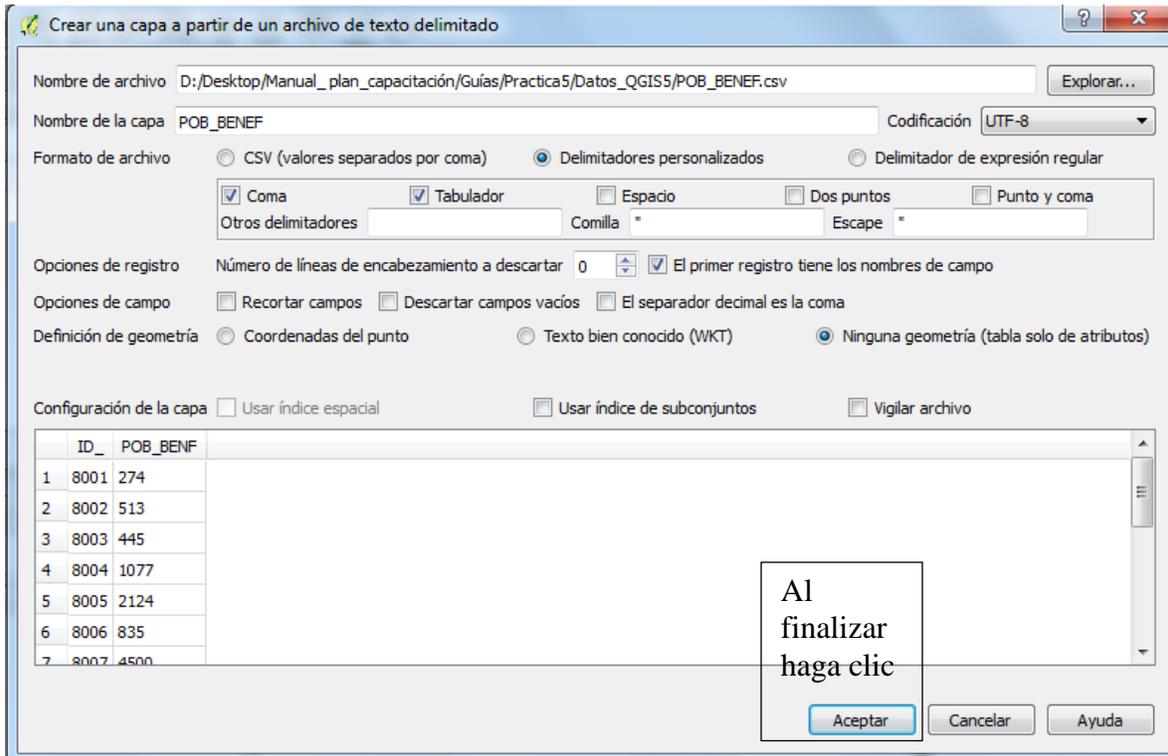
Unión o Join entre tablas de atributos

Se unirá un campo a la tabla de atributos de las microcuencas de Francisco de Morazán (que se encuentra en la carpeta de Datos_QGIS5), nombrado como POB_BENEF (población beneficiada) esto se refiere al total de personas que abastece de agua cada microcuenca, va a encontrar en la carpeta antes mencionada un archivo de Excel  y otro de CSV , y utilizara el CSV (comma delimited), y el campo en común con el que unirá la tabla de POB_BENF con la de atributos será ID_.

1. Para hacer un join o union, primero debe saber si tiene instalado el complemento que ejecute esta tarea de unir los datos. Diríjase a la barra de herramientas en

“Complementos” seleccione Administrar e instalar complementos y escoja “No instalados” y en buscar escriba Table Manager y seleccione ese complemento y de instalar complemento y aguarde un momento, luego cierre la ventana.

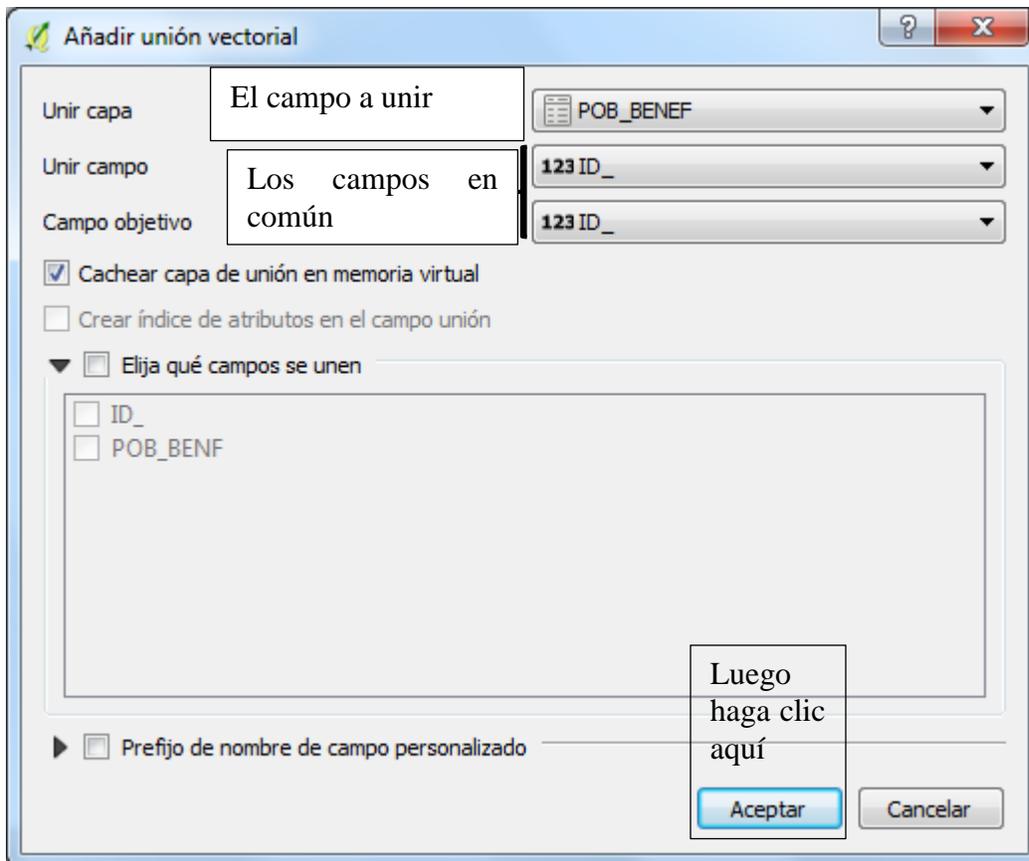
2. Agregue la tabla POB_BENEF.CSV al proyecto de QGIS, diríjase al menú estándar y seleccione Capa y luego Añadir capa y escoja “Añadir de texto delimitado”, aparecerá una ventana que deberá estar igual que la siguiente figura:



Observe que se agregó en su tabla de contenido de la interfaz un shapfile de datos de POB_BENEF, puede abrir la tabla de atributos y luego ciérrela.

3. Para realizar la union o join, primero haga clic derecho en la capa de Microcuencas_FM y seleccione propiedades, escoja el campo de “Uniones” y luego

haga clic sobre el símbolo  (que está en la parte baja) y mostrara una ventana, llene los datos como indica siguiente imagen:



4. Ingrese a la tabla de atributos de la capa de Microcuencas_FM y observe que el campo de POB_BENF se ha unido. Para que la unión sea permanente, guarde este shapefile, haciendo un clic derecho sobre el shapefile de Microcuencas_FM y de clic en guardar como y guárdelo como Pob_Benef_Agua.

E ¿Cuál es la microcuenca con mayor abastecimiento de agua y de cuanto es la población?

¿Cuál es la microcuenca con menor abastecimiento de agua y de cuanto es la población?

F ¿Cuántas comunidades abastecen la Quebrada Lepaterique?

¿Cuántas comunidades abastecen la Montaña El Tablazón?

3.1.6 Guía 6: Análisis espacial vectorial

El análisis geográfico permite que el usuario pueda obtener respuestas o soluciones a problemas, por lo que los datos geográficos pasan por un geoprocésos con el fin de obtener resultados.

Existen tres tipos de análisis espaciales, en este caso vamos a contemplar el análisis de proximidad; este análisis nos permite aplicar la herramienta del buffer permitiendo visualizar la distancia proximal hacia el objeto aplicado con el fin de realizar una consulta o un análisis del resultado final.

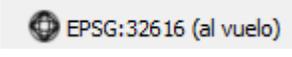
La creación de zonas buffer permite crear un polígono alrededor de la entidad o figura geométrica a aplicar, con el propósito de dar a conocer lo que se encuentra dentro de la zona buffer para determinar el espacio, así permitiendo analizar el problema para dar una solución según el resultado final.

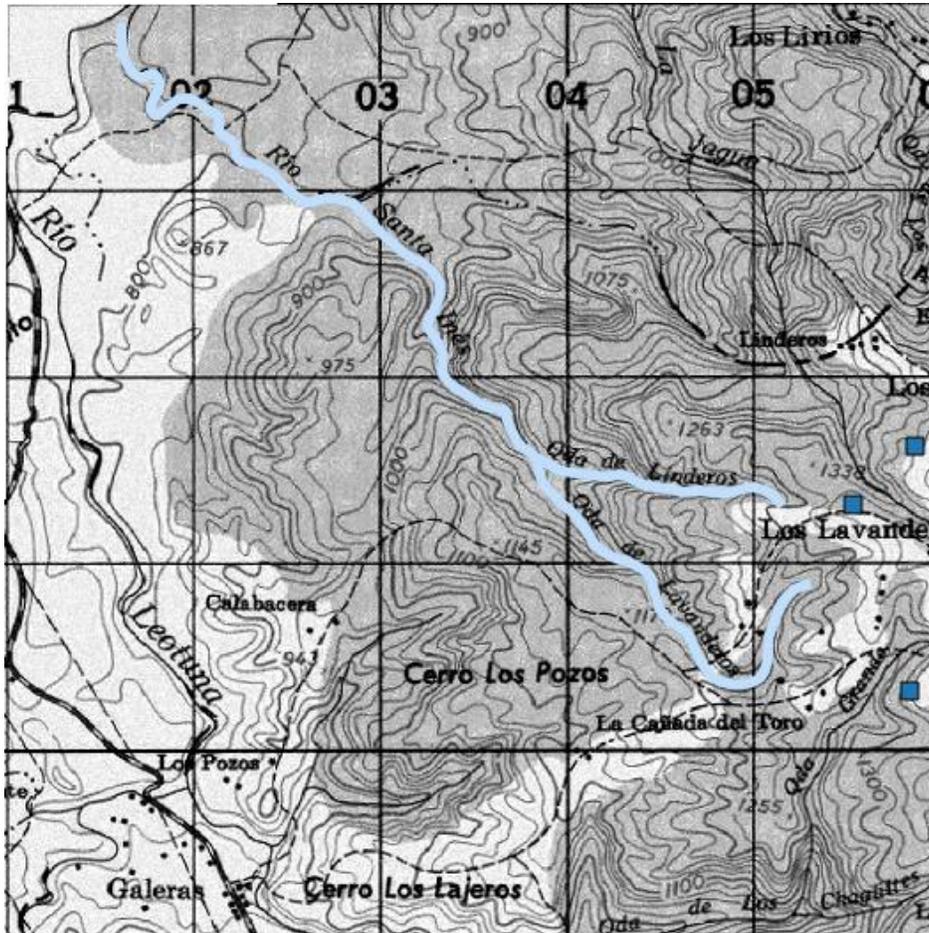
La finalidad de este análisis es definir un área poligonal para determinar que está dentro o fuera del polígono. En un caso se puede aplicar una zona buffer para determinar un área de conservación de los recursos que se encuentra dentro de un buffer aplicado a cualquier entidad geográfica, de esta manera se podrá determinar la cantidad de área a proteger y delimitar el área para su mayor protección.

Objetivo

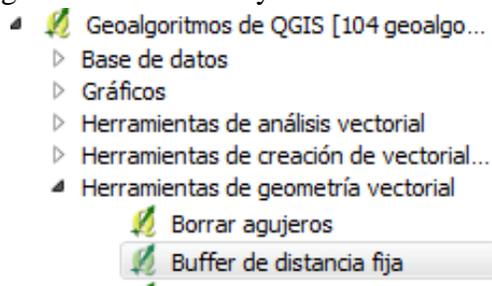
Manejo básico de la herramienta buffer de geoprocursos, para realizar un análisis espacial vectorial en la aplicación manejo de cuencas.

Pasos para aplicar un Buffer

1. Cree una nueva carpeta para la práctica (como practica6) y guarde la carpeta de Datos_QGIS6.
2. Ingrese a QGIS y abra un nuevo proyecto desde el siguiente icono  y establezca el sistema de referencia de coordenadas al vuelo  en la barra de abajo del visualizador y establezca la coordenada WGS 84 / UTM Zone 16 N.
3. Añada al proyecto la imagen ráster de una hoja cartográfica (del rio Santa Inés) que se encuentra ubicada en la carpeta de Datos_QGIS6 y escoge el archivo  que representa la hoja cartográfica a utilizar.
4. Agregue a la tabla de contenidos los shapefile de Ríos (se representa en línea) y Pozos (se representa en punto), desde el siguiente icono .
5. Cambie la simbología de las dos capas que acaba de ingresar, desde la capa haga clic derecho y escoja propiedades y en estilo le asignara una simbología y tamaño a su preferencia para cada capa (en la que se pueda representar según la capa)



- Para usar la herramienta buffer, dirijase a la barra estándar y escoja procesos y seleccione caja de herramientas y luego Geo algoritmos, busque Herramientas de geometría vectorial y seleccione Buffer de distancia fija.

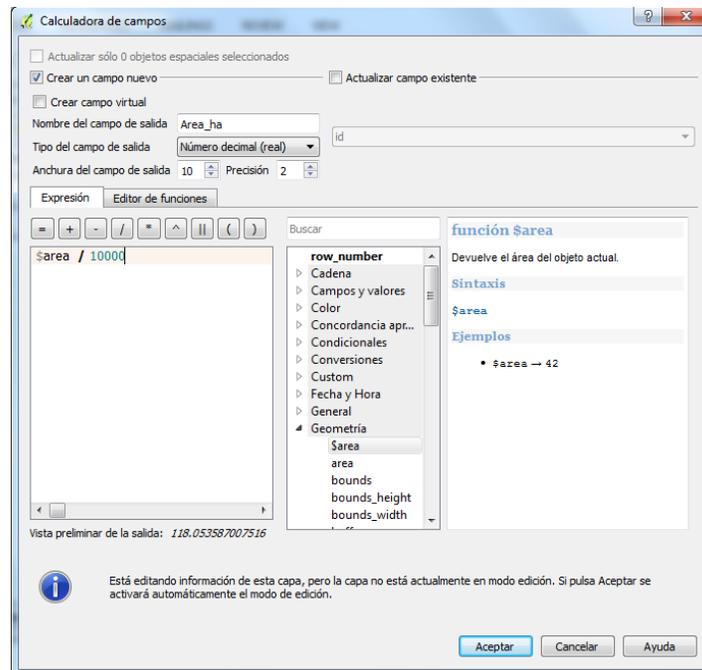


En la ventana debe mostrar Capa de entrada y debe seleccionar Rios.shp y en la distancia pondrá 150 (establecido por el Instituto de conservación forestal para la conservación de ríos) y en segmentos pondrá el valor de 1, en Buffer haga clic en los tres puntos  luego seleccione la carpeta de salida (Practica6), en esta debe guardar el nuevo shapefile como Buffer150. Después haga el mismo paso para Pozos.shp pero aquí le pondrá una distancia de 50 y lo nombrara como Buffer50 /Run.

- Cambie la simbología de los dos buffer aplicados haciendo clic derecho sobre la capa de interés y escoja propiedades y en estilo seleccione relleno sencillo y cambie a

relleno transparente y seleccione un color vistoso para el contorno y aumente el ancho del borde a 0.5.

- Abra la tabla de atributos de Ríos.shp haciendo clic derecho sobre la capa, note que tiene los nombres de los ríos y la distancia en km y ahora vamos a crear un campo para calcular el área, para eso debe hacer clic en conmutar edición  y va a abrir la calculadora de campos  complete los datos como se muestra en la siguiente imagen



Luego de en aceptar y note que aparecerá el nuevo campo con el área en hectárea.

Responda en una hoja aparte las siguientes preguntas:

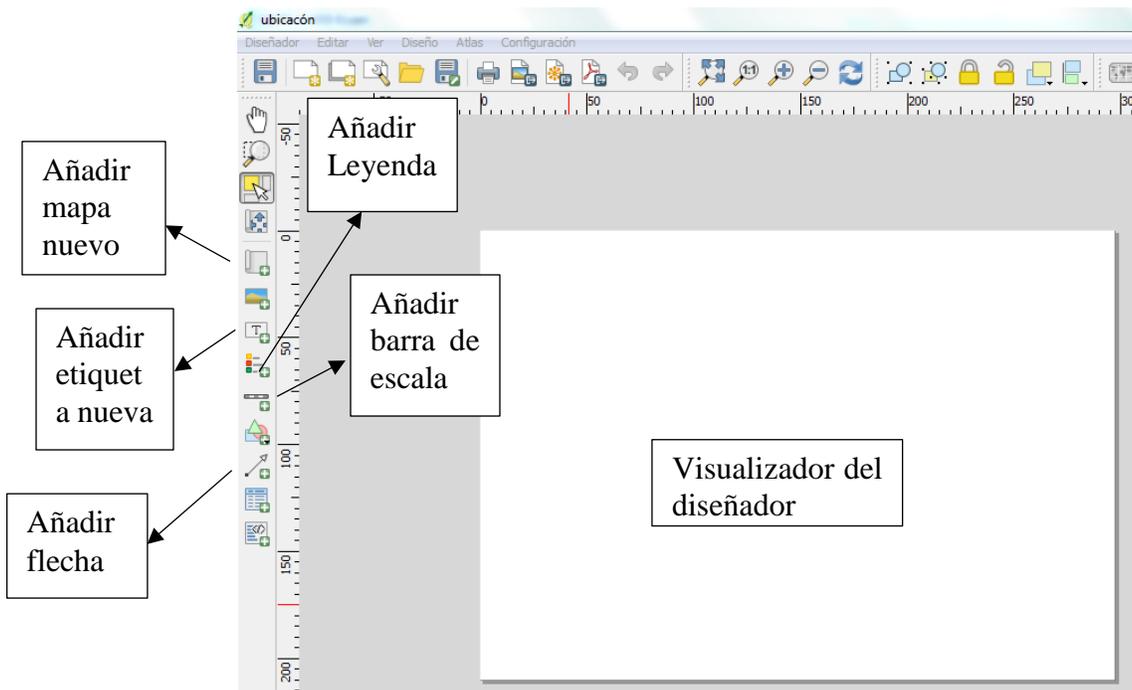
- ¿Cuál es el área en hectárea del buffer del (zona de protección) Río santa Inés?
- ¿Cuál es el área en hectárea del buffer de la (zona de protección) Quebrada de Linderos?
- ¿Cuál es el área en hectárea del buffer de la (zona de protección) Quebrada de Lavanderos?

- Repita el paso 8 para calcular el área buffer de los pozos. **D ¿Cuál es el área a proteger con un el buffer de 100 m?**
E ¿A su criterio, para que nos ayuda en aplicar un buffer en los cuerpos de agua?

Creación de mapas

- Abra el QGIS desktop 2.14.0 y escoja un nuevo proyecto, luego configure el sistema de coordenadas dirigiéndose a proyecto y propiedades del proyecto, active la transformación de SRC al vuelo con “WGS 84/ UTM Zone 16N”

2. Abra los shapefile de municipios de El Paraíso y municipio de Güinope, estos se encuentran en la carpeta de la de Datos_QGIS1.
3. Haga un clic derecho en la capa de los municipios de El Paraíso y seleccione propiedades. En el campo de estilo seleccione relleno sencillo y luego en relleno cambie a relleno transparente. Luego diríjase al campo de etiquetas y cambie de “sin etiquetas” a “mostrar etiquetas para esta capa”, luego en etiquetar con seleccione “nombre”, ahora seleccione aplicar y luego aceptar.
4. Debe hacer un zoom controlado en y centrar la imagen del mapa a diseñar.
5. Para el diseño del mapa debe dirigirse a “Proyecto” y escoger nuevo diseñador de impresión y saldrá un recuadro donde se debe poner título al nuevo diseño, poner un nombre a preferencia. Fíjese en la siguiente figura.



Son las opciones que se utilizará para diseñar un mapa

6. Seleccione la opción de añadir mapa nuevo con un clic y luego posicione el cursor sobre el visualizador y sostenga clic izquierdo y haga un cuadro del tamaño que quiere que sea su mapa.
7. Haga clic sobre el mapa que está en el visualizador, en propiedades del elemento seleccione la opción de cuadrícula y haga un clic en este icono . Modifique las opciones con la siguiente figura. Los intervalos de X e Y depende de escala del viso del programa.

Dibujar cuadrícula "Cuadrícula 1"

Tipo de cuadrícula: Cruz

SRC: EPSG:32616

Unidades de intervalo: Unidad de mapa

Intervalo: X 10000.000000000000, Y 10000.000000000000

Desplazamiento: X 0.000000000000, Y 0.000000000000

Anchura de cruz: 3.00 mm

Estilo de línea: — cambiar...

Modo de mezcla: Normal

▼ Marco de cuadrícula

Estilo del marco: Cebra

Tamaño del marco: 2.00 mm

Grosor de línea del marco: 0.30 mm

Colores de relleno del marco: [Color blanco] [Color negro]

Divisiones izquierdas: Todos

Divisiones derechas: Todos

Divisiones superiores: Todos

Divisiones inferiores: Todos

Lado izquierdo Lado derecho

Lado superior Lado inferior

▼ Dibujar coordenadas

Formato: Decimal

Izquierda: Mostrar todo, Marco exterior, Ascendente vertical

Derecha: Mostrar todo, Marco exterior, Ascendente vertical

Arriba: Mostrar todo, Marco exterior, Horizontal

Abajo: Mostrar todo, Marco exterior, Horizontal

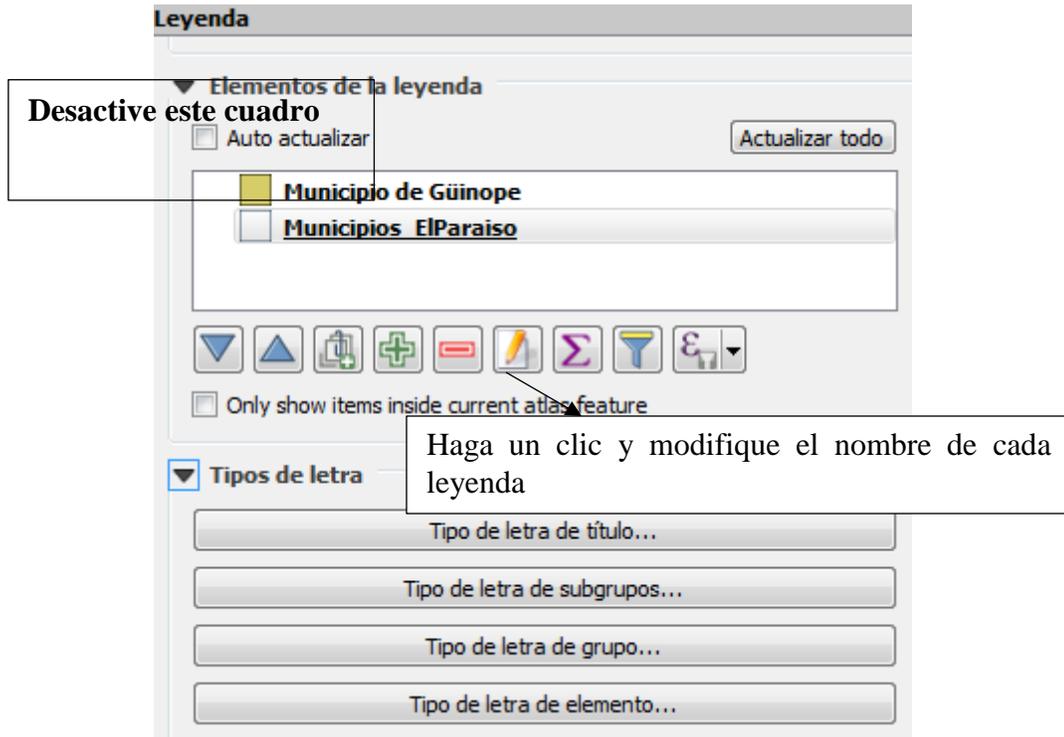
Tipo de letra: Tipo de letra...

Color de letras: [Color negro]

En estilo puede escoger el de su preferencia.

En la precisión de coordenadas debe estar en cero. Puede modificar según las características que desee.

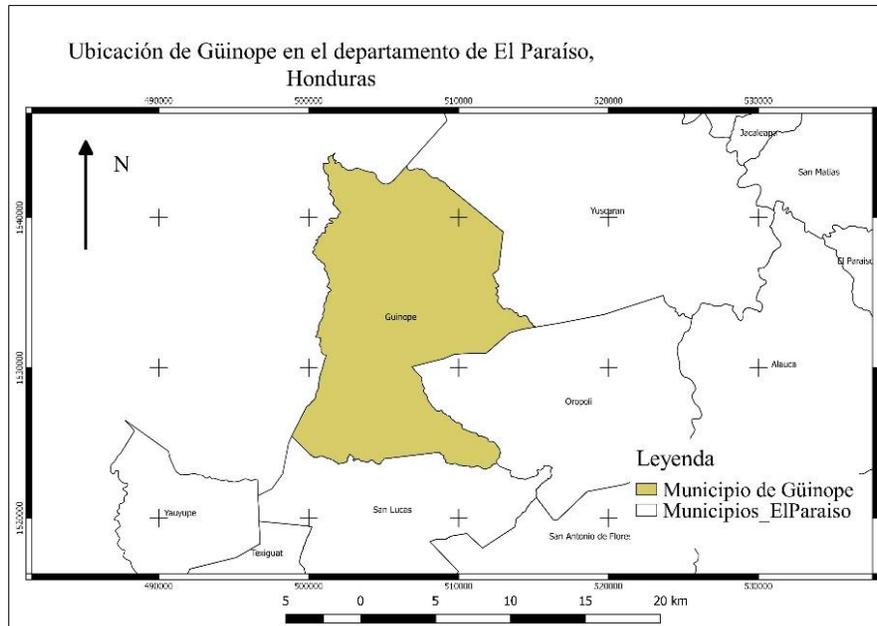
8. Haga clic en añadir etiqueta en la parte superior para el título, en propiedades de elemento escriba el nombre del título del mapa, en este caso se pondrá “Ubicación de Güinope en el departamento de El Paraíso, Honduras”. Puede cambiar el tamaño de letra y el tipo de letra a su gusto.
9. Añada la leyenda, haga un clic en visualizador en donde se vea mejor. Para modificar los nombres de la leyenda, siga la siguiente imagen.



Puede modificar en tipos de letra a su gusto con el estilo y tamaño que sea de su preferencia

10. Añada la escala con un clic donde quiera la escala.
11. Añada la flecha del norte, primero selecciones la opción y hace un clic izquierdo sostenido desde abajo hacia arriba para fijar el norte hacia arriba. Luego añada un texto a lado de la flecha para indicar el norte con una “N” mayúscula.
12. Al finalizar debe exportar el mapa y guardarlo, para eso debe hacer clic en el siguiente

icono  y guardar la imagen. El resultado del mapa debe ser distinto, pero en la siguiente figura se muestra el resultado.



4. BIBLIOGRAFÍA

- Manueles, A. 2016. Guías de Sistemas de Información Geográficas. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Trucíos, R., Estrada, J., Delgado, G., Rivera, M., & Cerano, J. (2013). SIG para el manejo de recursos naturales. AGROFAZ, 133-146.
- Rocha, J. V. (s.f.). El sistema de información geográfica (SIG) en los contextos de planificación del medio físico y de las cuencas hidrográficas. Montevideo: UNESCO.
- FAO. (1996). Planificación y ordenación de cuencas hidrográficas con ayuda de computadora. Tecnología para la planificación nacional



Esri, 2013.

Manual de capacitación en Sistemas de Información Geográfica usando QGIS®