



PUCE

Sede
Ibarra

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, APLICACIONES Y EJERCICIOS CON ARCGIS

 **Publicaciones**
Centro de
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

IBARRA - ECUADOR

AUTORES
Diego Fernando Baroja Llanos
Diego Leopoldo Mejía Romo
Álvaro Mauricio Cevallos Ramírez
Galo Hernán Puetate Huera

Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ibarra

Ibarra: Av. Jorge Guzmán Rueda y Av. Aurelio Espinosa

Pólit. Cdla “La Victoria”

Teléfono: 06 2615 500 / 06 2615 631

Fax: (593)6-2615 446

Apartado Postal 10.01.12

Web Site: www.pucesi.edu.ec

Email: prorect@pucesi.edu.ec

Sello editorial

Centro de publicaciones PUCE

www.edipuce.edu.ec

Quito, Av. 12 de Octubre y Robles

Apartado n.o 17-01-2184

Telf.: (5932) 2991 700

E-mail: publicaciones@puce.edu.ec

ISBN: 978-9978-375-53-2

Primera edición: 2020

Título: Sistemas de información geográfica, aplicaciones y ejercicios con ARCGIS

Autores:

Msc. Diego Fernando Baroja Llanos

Msc. Diego Leopoldo Mejía Romo

Msc. Álvaro Mauricio Cevallos Ramírez

Msc. Galo Hernán Puetate Huera

Escuela de Ingeniería en Sistemas/ Escuela de Ciencias Agrícolas y Agropecuarias
PUCE-Sede Ibarra

Ilustración de portada:

ESCUELA DE DISEÑO

Concepto gráfico y diagramación:

Oswaldo Portilla Villamagua

Revisión de estilo y redacción:

Mgs. Gabriela Garcés

Correcciones generales

Centro de Publicaciones Pontificia Universidad Católica
del Ecuador.

Este libro fue sometido al debido arbitraje y dictamen
de pares evaluadores expertos en el área.

Introducción

El presente texto pretende ser una herramienta de consulta y guía en el uso y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en diferentes campos del conocimiento a nivel universitario.

El desarrollo de los ejercicios aplicados permitirá al lector la comprensión de los procesos lógicos, del uso de las herramientas que permiten modelar y organizar la información geográfica en forma de capas temáticas.

Los resultados de los procesos son representados en mapas que se utilizan para comunicar y transmitir grandes cantidades de información de una forma organizada sobre temas específicos de nuestra realidad.

En esta publicación pretendemos que la resolución de los ejercicios ilustrados por mapas resulten muy efectivos y útiles para mostrar el manejo de datos geográficos con ejemplos claros que ayuden a los usuarios de SIG a dar a conocer y compartir la información geográfica.

Los diferentes temas tratados e ilustrados en ejercicios permitirán al lector tener una guía que le permitirá poseer un conocimiento y despertar en su conciencia el potencial uso de las diferentes herramientas de SIG para aplicarlas en la resolución de problemas en diferentes campos del conocimiento y en diferentes ramas profesionales.

Índice de Contenidos

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

1. ARCGIS	11
ArcMap	11
ArcCatalog	12
ArcToolbox	13
2. APLICACIONES PRÁCTICAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	14
Agricultura y usos del suelo	14
Forestales y de espacios protegidos	14
Arqueología	15
Prospección	15
Catastro	16
Cartografía	16
Redes de infraestructura	16
Gestión urbana	17
Planificación global	17
Análisis de fenómenos sociales	17
Tráfico	18
Control de flota	18
Envío de unidades	18
Caminos óptimos	18
Sistemas de guiado	18
SIG aplicado a los negocios	20
Formación	20
Ocio	21
Bélicas	21
SIG en el aula	21
Ejemplo1: El análisis de los terremotos recientes con SIG	23
Ejemplo 2: Analizando el clima mundial con SIG	25
3. MAPWINDOW	30
Proyectos	30
Plug-Ins	30
Manejo de capas de datos	31
Proyecciones	31
Diseño de mapas para exportación	32
Simbología para vectores	32
Personalización de la Simbología	32
Simbología de Ráster	32
4. GVSIG	33
¿Qué se puede hacer con GvSIG Desktop?	33
5. QGIS	36

EJERCICIO 1:	CREAR UN SHAPEFILE EN ARCGIS	38
EJERCICIO 2:	CREACIÓN DE DATOS DESDE ARCCALOG Y EDICIÓN EN ARCMAP	42
EJERCICIO 3:	EDICIÓN DE DATOS EN ARCMAP	49
EJERCICIO 4:	CREAR CAMPOS O ATRIBUTOS	55
EJERCICIO 5:	DIGITALIZACIÓN IMAGEN	68
EJERCICIO 6:	INGRESO DE DATOS EN ARCMAP Y DELIMITACIÓN DE ÁREA EN BASE A COORDENADAS TOMADAS CON GPS.	75
EJERCICIO 7:	CATEGORIZAR ELEMENTOS	84
EJERCICIO 8:	DIGITALIZACIÓN Y MAPA DE SALIDA	88
EJERCICIO 9:	PROCESO PARA REALIZAR UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDE) Y VISUALIZACIÓN EN ARCSCE.	104
EJERCICIO 10:	VISTA DE UN MAPA 3D EN LA APLICACIÓN ARCSCE	109
DESARROLLO DE EJERCICIOS DE SELECCIÓN DE DATOS		112

Índice de Figuras

Figura N° 1: Aplicación ArcMap Fuente: ESR	12
Figura N° 2: Aplicación ArcCatalog Fuente: ESRI	12
Figura N° 3: Aplicación ArcToolbox Fuente: ESRI	13
Figura N° 4: Añadiendo los datos de terremotos en ArcGIS Explorer	24
Figura N° 5 Abriendo las capas de información desde ArcGIS Online en ArcGIS	25
Figura N° 6 Terremotos en Haití y sus alrededores	26
Figura N° 7 Proyecto Worldclimate_hd	27
Figura N° 8 Mapa de elevación	28
Figura N° 9 Capa de Mapa de vegetación	28
Figura N° 10 GvSig	35
Figura N° 11: Imagen rasterl	37
Figura N° 12: Crear un shapefile	38
Figura N° 13: Conectar con la carpeta	38
Figura N° 14: Gestión subcarpetas	39
Figura N° 15: Crear New-Shapefile	39
Figura N° 16: Gestión tipo shapefile	39
Figura N° 17: Gestión referencia espacial	40
Figura N° 18: Gestión coordenadas	40
Figura N° 19: Referencia espacial, Referencia espacial, Spatial reference properties	41
Figura N° 20: Archivo shapefile	41
Figura N° 21: Configuración entorno de trabajo	42
Figura N° 22: Archivo contenedor shape.file	42
Figura N° 23: Entorno ArcCatalog	43
Figura N° 24: Conectar a una carpeta	43
Figura N° 25: Directorio de los archivos shapefile	44
Figura N° 26: Directorio de trabajo conectado	44
Figura N° 27: Crear archivo shapefile	45
Figura N° 28: Seleccionar forma geométrica de archivo shapefile	45
Figura N° 29: Proyección en un sistema de Coordenadas de archivo shapefile	46
Figura N° 30: Ubicación del entorno de trabajo	47
Figura N° 31: Sistema de coordenadas	48
Figura N° 32: Referencia espacial geográfica	48
Figura N° 33: Referencia espacial archivo shapefile	48
Figura N° 34: Tipos de archivos Shape.file	49
Figura N° 35: Entorno trabajo aplicación ArcMap	49
Figura N° 36: Adicionar archivos shapefile	50
Figura N° 37: Adicionar archivos	50
Figura N° 38: Carga de archivos shapefile	51
Figura N° 39: Seleccionar la capa en ArcMap	51
Figura N° 40: Edición geométrica de capas	52

Figura N° 41: Edición de capa polígono	52
Figura N° 42: Terminar edición de capa polígono	52
Figura N° 43: Selección de la capa línea	53
Figura N° 44: Edición capa línea	53
Figura N° 45: Edición de capa puntos	54
Figura N° 46: Edición de capa puntos	54
Figura N° 47: Crear campos	55
Figura N° 48: Campos creados por defecto	55
Figura N° 49: Adicionar campos	56
Figura N° 50: Configuración de campo	56
Figura N° 51: Campos creados	57
Figura N° 52: Abrir edición	57
Figura N° 53: Abrir tabla de atributos	58
Figura N° 54: Edición de datos capa	58
Figura N° 55: Cálculo de datos	59
Figura N° 56: Herramienta de cálculo	59
Figura N° 57: Cálculo de superficie	60
Figura N° 58: Edición capa línea	60
Figura N° 59: Gestión capa display	61
Figura N° 60: Etiquetar un shapefile	61
Figura N° 61: Gestión simbología capas	62
Figura N° 62: Gestión valores a la capa	63
Figura N° 63: Gestión de simbología de features	63
Figura N° 64: Gestión de simbol selector	64
Figura N° 65: Gestión de simbol selector 3D	64
Figura N° 66: Gestión de tamaño simbol selector	65
Figura N° 67: configuración de simbol selector	65
Figura N° 68: Gestión de simbología de capas	66
Figura N° 69: Gestión label de capas	66
Figura N° 70: Gestión símbolo selector y labels	67
Figura N° 71: Gestión label capas	67
Figura N° 72: Digitalización en ArcMap	68
Figura N° 73: Carpetas de archivos	68
Figura N° 74: Crear archivos shapefile	69
Figura N° 75: Start edition	69
Figura N° 76: Simbol Selector	70
Figura N° 77: Cut polygons Tool	71
Figura N° 78: Cortar polígonos	71
Figura N° 79: Tabla de atributos	72
Figura N° 80: Edición de mapa, digitalizar líneas	72
Figura N° 81: Edición de simbología	73
Figura N° 82: Propiedades de capas	73
Figura N° 83: Configuración de features	74
Figura N° 84: Diseño de capas	74
Figura N° 85: Ingreso de datos	75
Figura N° 86: Adicionar datos a ArcMap	76

Figura N° 87: Conexión y referencia espacial	76
Figura N° 88: Ingreso de datos referenciación	77
Figura N° 89: Importar datos y coordenadas	77
Figura N° 90: Transformación de coordenadas a shapefile	78
Figura N° 91: Conexión aplicación ArcCatalog y creación de shapefile	78
Figura N° 92: Edición de puntos exportados	79
Figura N° 93: Edición de puntos	79
Figura N° 94: Crear campos o atributos	80
Figura N° 95: Configuración de atributo	80
Figura N° 96: Cálculo geométrico	81
Figura N° 97: Cálculo superficie	81
Figura N° 98: Áreas de polígono	82
Figura N° 99: División de polígono	82
Figura N° 100: Salida de mapa	83
Figura N° 101: Capa provincias	84
Figura N° 102: Propiedades capa	84
Figura N° 103: Herramienta simbology	85
Figura N° 104: Herramienta categorizar	85
Figura N° 105: Categorizar capas	86
Figura N° 106: Configuración de Etiquetado	86
Figura N° 107: Etiquetas capa	87
Figura N° 108: Adicionar imagen	88
Figura N° 109: Conexión directorio	88
Figura N° 110: Imagen ráster	89
Figura N° 111: Importar shapefile	89
Figura N° 112: Digitalización imagen	90
Figura N° 113: Gráfico de área	90
Figura N° 114: Vista shp área	91
Figura N° 115: Digitalización sitios	91
Figura N° 116: Vista shapefiles	92
Figura N° 117: Vista previa	92
Figura N° 118: Configuración vista previa	93
Figura N° 119: Cambio de vista	93
Figura N° 120: Vista Layout view	94
Figura N° 121: Menú Insert	94
Figura N° 122: Herramienta legend	95
Figura N° 123: Configuración legend	95
Figura N° 124: Configuración texto legend	96
Figura N° 125: Configuración legend Wizard	96
Figura N° 126: Configuración legend items	97
Figura N° 127: Legend	97
Figura N° 128: Edición documento de salida	98
Figura N° 129: Insertar símbolo norte	98
Figura N° 130: Escala gráfica	99
Figura N° 131: Insertar imagen	99
Figura N° 132: Buscar imagen desde un directorio	100

Figura N° 133: Distribución espacio	100
Figura N° 134: Propiedades Layout View	101
Figura N° 135 :Crear cuadrículas	101
Figura N° 136: Grid tipo matriz	102
Figura N° 137: Proceso Grid tipo matriz	102
Figura N° 138: Vista final del proyecto en ArcMap	103
Figura N° 139: Herramienta 3D Analyst	104
Figura N° 140: Habilitar comandos	105
Figura N° 141: Habilitar extensiones	105
Figura N° 142: Habilitar extensiones	106
Figura N° 143: Configuración herramienta Create Tin From Featuree	106
Figura N° 144: Configuración herramienta Create Tin From Featuree	107
Figura N° 145: Eliminar curvas de nivel	107
Figura N° 146: Relieve sin curvas de nivel	108
Figura N° 147: Relieve sin curvas de nivel	109
Figura N° 148: Eliminar curvas de nivel de TIN	109
Figura N° 149: Capa ríos	110
Figura N° 150: Configuración propiedades	110
Figura N° 151: Superposición de capas	111
Figura N° 152: Trabajo con capas externas	112
Figura N° 153: Selección de datos de capas	112
Figura N° 154: Trabajo con capas externas	113
Figura N° 155: Ingreso de datos en capas externas	113
Figura N° 156: Selección de datos de capas	114
Figura N° 157: Trabajo con capas externas	115
Figura N° 158: Selección de features	115
Figura N° 159: Respuesta	116
Figura N° 160: Selección de features de capas externas	116
Figura N° 161: Configuración apartado select by atributes	117
Figura N° 162: Respuesta a consulta	117
Figura N° 163: Selección por atributos	118
Figura N° 164: Selección por localización	118
Figura N° 165: Selección por localización, ríos de la cuenca Guayas	119
Figura N° 166: Respuesta	119
Figura N° 167: Selección por localización	120
Figura N° 168: Selección por localización	121
Figura N° 169: Selección por localización	122
Figura N° 170: Respuesta	122
Figura N° 171: Selección por localización	123
Figura N° 172: Campo superficie en metros cuadrados	123
Figura N° 173: Selección condicional	124
Figura N° 174: Selección condicional	124
Figura N° 175: Respuesta Selección por localización	125

1. ARCGIS

ArcGIS TM es un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS en inglés) integrado que consta de tres partes claves:

- El software ArcGIS Desktop como un conjunto integrado de aplicaciones SIG avanzadas.
- El ArcSDETM Gateway es una interfaz para administrar las geodatabase (base de datos geográfica) en un sistema de administración de bases de datos (DBMS).
- El software ArcIMS es un SIG orientado a Internet para distribuir datos y servicios.

ArcGIS es un sistema de partes que pueden ser organizadas en un desktop individual o pueden ser distribuidas en una red de computadores heterogénea de estaciones de trabajo y/o servidores. ArcGIS Desktop de Environmental Systems Research Institute (ESRI) tiene una estructura modular compuesta de tres aplicaciones principales: ArcMap, ArcCatalog, y ArcTools. Se ofrecen tres niveles de licencia para su producto, que van aumentando las capacidades de sus tres componentes. Los tres niveles de licencias son: en orden ascendente de capacidad: ArcView, ArcEditor, y ArcInfo.

ArcMap

Es el componente primario del software y es utilizado para todas las tareas que involucren cartografía digital en forma directa, su análisis y edición. Se utiliza para desplegar mapas y efectuar consultas sobre ellos, crear mapas imprimibles de alta calidad, desarrollar aplicaciones personalizadas, y desarrollar una gran variedad de operaciones basadas en álgebra de mapas.

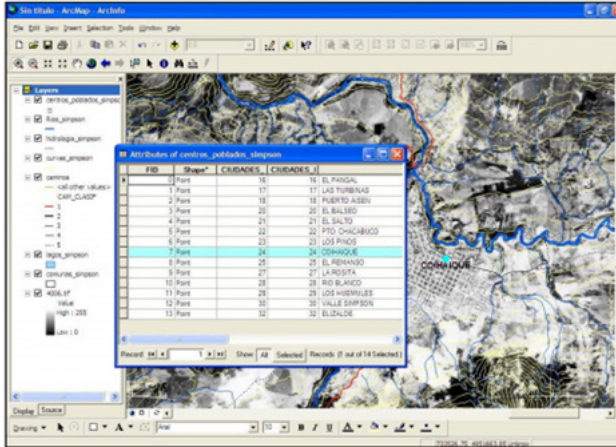


Figura N° 1: Aplicación ArcMap

Fuente: ESRI

ArcCatalog

Se ocupa de permitir en forma simple el acceso y manejo de los archivos de datos geospaciales. Permite crear nuevas coberturas, encontrar los datos que se necesitan, rápidamente visualizarlos, y crear o modificar sus metadatos (información que describen a los datos). También se puede definir la forma en que los datos se almacenan en las carpetas, discos duros, o bases de datos relacionales que pueden estar disponibles en la red (intranet o internet).

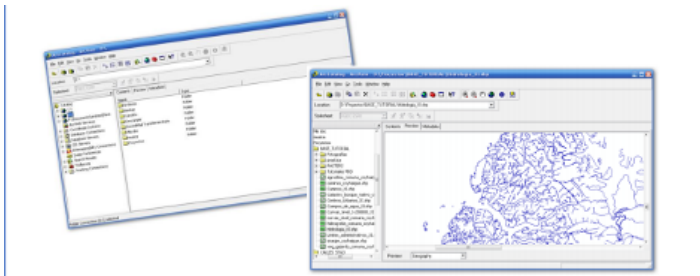


Figura N° 2: Aplicación ArcCatalog

Fuente: ESRI

ArcToolbox

Provee un ambiente de trabajo para desarrollar operaciones de geoprocésamiento. Estas operaciones se encuentran disponibles en librerías ordenadas por temas y en general cuentan con menús de ayuda (Wizards) y herramientas paso a paso para que las operaciones tanto de geoprocésamiento como de conversión de datos sean simples de utilizar.

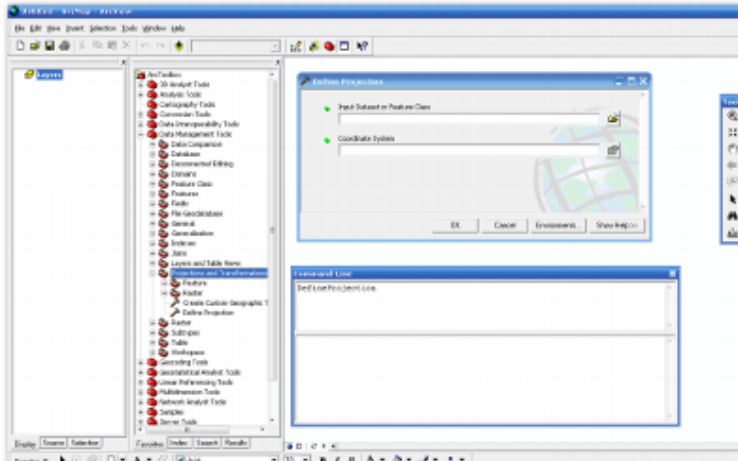


Figura N° 3: Aplicación ArcToolbox
Fuente: ESRI

2. APLICACIONES PRÁCTICAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Aparte del Modelo Digital de Terreno (MDT), como SIG de relieve, y las aplicaciones meteorológicas y oceanográficas tenemos numerosos campos de aplicación de los SIG.

Agricultura y usos del suelo

Información y planificación de la agricultura y ganadería. Hay compañías privadas que ofrecen servicios de monitorización de cosechas, es decir seguimiento en tiempo real de su evolución, como el servicio CROPCT (Pronóstico de cosechas) de la Earth Satellite Corporation. Son aplicaciones de gran importancia económica y política. Se aplica análisis espacial, y en ocasiones se simula el crecimiento de las cosechas (arroz, trigo, canela, patata, cacao, café) con datos del terreno, meteorológicos y de técnicas de aprovechamiento y laboreo. Cada año se comparan las predicciones con los resultados reales y se mejoran los modelos.

Otra aplicación muy extendida es el cálculo de la pérdida anual de suelo fértil teniendo en cuenta el tipo de suelo, la pendiente, las prácticas de laboreo, el régimen de lluvias, etc.

Forestales y de espacios protegidos

Hay una gran tradición en Canadá y USA de SIG aplicados a explotación forestal, para determinar por ejemplo cantidades máximas permisibles de tala. El primer SIG se estableció en Canadá en 1964 (Tomlinson) para inventario de recursos forestales. Existe un programa de seguimiento del Caribú por satélite (el NOAA) desde 1985. Se ha colocado un transmisor en el cuello de 20 animales y se establece su posición geográfica con un error de 500m varias veces al día. Se estudian movimientos estacionales en un radio de 2.000 km, hábitos de conducta, impacto de oleoductos y grandes obras en sus rutas, etc.

Por último, las aplicaciones orientadas a la protección del medio ambiente están desarrollándose espectacularmente en todo el mundo como proyectos emblemáticos entre ellos proyectos de Sistema de Calidad de las Aguas y sistemas de información del medio ambiente.

Arqueología

Por un lado, los SIG se utilizan en Arqueología para almacenar y analizar yacimientos arqueológicos. Por ejemplo, se tiene:

- Un fichero general de situación y acceso 1:400.000
- Un levantamiento del yacimiento a gran escala 1:100 a 1:1000
- Levantamientos de fotogrametría terrestre de objeto próximo de cuevas, fachadas, estatuas, etc.
- Atributos, descripciones literales cargados en los tres niveles.
- Es muy útil cuando se tiene superposición de yacimientos, cosa muy frecuente en ciudades donde existen vestigios de naturaleza arqueológica. Por otro, se ha usado para predecir nuevos posibles emplazamientos, conjugando una serie de variables como: datos geológicos, altitud, pendiente, aspecto, protecciones naturales, proximidad de ríos, etc. El hombre siempre ha buscado: agua, comida, un microclima agradable, buenas comunicaciones y seguridad. Por lo tanto, se aplica un modelo empírico que permite localizar áreas candidatas a poseer nuevos yacimientos.

Prospección

Existen aplicaciones geológicas, que incluyen multicapas del subsuelo con atributos para consulta, análisis y producción de mapas. Aplicaciones de prospección petrolífera, metales escasos, combinan datos geológicos, con otros de patrones de configuración del paisaje, relieve, composición superficial, análisis de aguas, levantamientos de anomalías geomagnéticas y gravimétricas. Es uno de los campos de más clara rentabilidad.

Existe un programa de prospección de Wolframio, en el Yukon (Canadá). El Wolframio es un metal escaso y muy útil en fabricación de aleaciones. Está asociado a plutones, rocas de magma que sube y se enfría, que deben estar enterrados para que el mineral no sea atacado por erosión. El sistema se basa en un método empírico: combina datos de un mapa geológico 1:25.000, imágenes Landsat, análisis de aguas y sedimentos en la zona. Se identifica un patrón de parámetros común a todos los yacimientos conocidos y se busca dónde se repite dicho patrón.

Catastro

El catastro necesita manejar la información geométrica de cada parcela, y tenerla relacionada con todos los datos necesarios del propietario correspondiente. La única forma eficaz de gestionarlo todo y mantenerlo al día es con un SIG.

Entidades municipales de cada país emplean estas técnicas basados en contratación de trabajos: digitalización y ortofotos. Existe un formato de intercambio desde principios de los 90 denominada Norma de Intercambio de Cartografía Catastral, (NICCA), bien definido y describe que, debido al volumen de contratación, se ha convertido hasta cierto punto en uno de los estándares. Luego se pasan macroprocesos de chequeo y se comprueba la calidad de los datos en una muestra representativa. Se manejan las siguientes escalas:

- En rústica 1:2.000 y 1:5.000 hecho el 60% aproximadamente.
- En urbana 1:500 y 1:1.000 hecho el 65% aproximadamente, incluyendo a poblaciones a las poblaciones de más de 25.000 hab.

Cartografía

Por cercanía tecnológica, una de las aplicaciones inmediatas de los SIG, es la producción de cartografía. Si el sistema está orientado exclusivamente a producción de mapas, se trata de un sistema de Cartografía Ayudada por Ordenador (CAO), no de un SIG. Pero hay sistemas que permiten análisis espacial de los datos y entre otras aplicaciones, permiten la obtención de mapas en una variedad de escalas, proyecciones y presentaciones considerable.

Redes de infraestructura

Mantenimiento de redes de gas, agua, electricidad, teléfono, alcantarillado. Son sistemas que permiten la localización de averías, situación exacta del lugar de actuación de las brigadas de reparación, conocer que parte de la red se queda fuera de servicio como consecuencia de una eventualidad en un punto, planificación de la red óptima, etc. En un principio se hicieron SIG específicos y redundantes para una misma ciudad o región, lo lógico es tender al SIG polivalente, o al menos a que los datos se compartan, pero todavía no siempre es así.

Gestión urbana

Toda la gestión que un municipio realiza en una ciudad de pequeño o gran tamaño puede ser realizada con la ayuda de un SIG corporativo: planeamiento urbanístico, concesión de licencias de obra, toma de decisiones, gestión ambiental (contaminación, calor, ruido); planeamiento de servicios (agua, gas, metro, bomberos); simulación de impactos (fábricas, canalización de ríos, túneles, puentes).

Planificación global

Son aplicaciones típicas de análisis espacial en las que se estudian emplazamientos ideales de nuevos equipamientos para una ciudad o una región, por ejemplo, nuevas industrias.

La Universidad de Columbia ha desarrollado un SIG para emplazar polígonos industriales teniendo en cuenta: altitud, pendiente, distancia mínima a una carretera principal, distancia a otra industria contaminante, tendido eléctrico existente, no tener acuíferos en un cierto radio, estar a cierta distancia de las poblaciones de 10.000 habitantes, no estar cerca de una zona sensible (parque, reserva, yacimiento), tipo de suelo, distancia a centros de distribución de materias primas y de productos acabados. Se encuentra qué zonas de la superficie requerida cumplen dichas condiciones.

Análisis de fenómenos sociales

Hay una serie de aplicaciones encaminadas a analizar cómo evoluciona un fenómeno social cualquiera en el espacio y tiempo, como: una epidemia determinada, un tipo de delito en relación con los índices de desempleo y escolarización, etc.

Son bastante frecuentes las aplicaciones en el campo de la criminología, orientadas fundamentalmente a la prevención de delitos.

Las Naciones Unidas está utilizando un SIG para estudiar la evolución de un Plan de Erradicación de la filaria (enfermedad tropical, parasitaria, infecciosa causada por un gusano nemátodo y transmitida al ser humano a través de la picadura de insectos) en Ghana.

Tráfico

Control de flota

Se basan en conocer en qué posiciones se hallan los vehículos de una flota (vehículos de policía, autobuses, vehículos de bomberos, camiones de transporte), para que una persona en frente a la pantalla de un computador tome decisiones en función de su distribución.

Envío de unidades

Envío de unidades (Dispatching). Respuesta en tiempo real mediante el envío de unidades móviles ante emergencias, con rutas óptimas, seguimiento, alternativas y coordinación de efectivos. Incluye un paso de sofisticación frente al punto anterior, aquí el sistema calcula qué unidad móvil es la ideal para atender una emergencia teniendo en cuenta todos los factores, y puede incluso guiar a dicha unidad siguiendo el camino óptimo hasta su destino. Ejemplos: bomberos, policía, ambulancias y hospitales, radiotaxis, mensajería, operaciones retorno.

Caminos óptimos

1 vehículo y 1 destino

Sistemas de guiado

Vehículos inteligentes, equipados con un microcomputador, con la red viaria cargada en una unidad de almacenamiento, el cual, mediante el marcado de origen y destino, el computador marca el camino más corto. Hay varios sistemas de este tipo, por ejemplo, el sistema CARIN (Car Information Navigation) de Philips admite un CD-ROMS intercambiable de cartografía urbana según la ciudad de que se trate; utiliza un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para situar la ubicación del vehículo, complementado con un giróscopo para mantener la ruta y un cuentakilómetros de precisión para los recorridos por calles estrechas que impiden recibir señal del número mínimo de satélites; proporciona rutas mínimas y caminos alternativos en una pantalla de 5 pulgadas y mediante mensajes sonoros (“gire a la derecha”, “siga recto”, etc.).

Otros sistemas, ya relativamente antiguos, se centran en la red de carreteras y no utilizan el posicionamiento del vehículo. En gran Bretaña se vende un sistema de pilotaje llamado OSCAR (OS Car), con datos digitales de todas las carreteras del Reino Unido a 1:625.000, basado en un computador con varias condiciones (velocidad en cada tipo de carretera, condiciones sobre gasolineras y hoteles, rutas cortadas) elige el camino más corto y el más rápido.

También existen sistemas para los pilotos automáticos de barcos, basados en cartas náuticas digitales y sistemas GPS de posicionamiento.

1 vehículo y n destinos

Rutas estáticas: Ante una distribución de estaciones por las que tiene que pasar un transporte, cálculo de rutas óptimas (problema del viajante). Es un problema matemáticamente muy complejo, que puede incluir varios factores, y muy rentable de resolver. Ejemplos: transportes de seguridad, paquetería, correos, reparto de mercancías.

n vehículos y n destinos

Las mejoras en la regulación del tráfico global suponen: mejora del transporte (público, privado y de urgencia), ahorro de combustible y disminución de la contaminación. Históricamente, existen varios sistemas.

1. Planes de semáforos. Existen desde los años 70, utilizados en la Unión Europea.
2. En tiempo fijo. Un computador elige entre una biblioteca de planes de semáforos, el óptimo según datos del tráfico. Con un ahorro global del 15% en tiempo para los conductores.
3. En tiempo real. Se calcula el mejor plan de semáforos en función del tráfico. Sistema de Siemens con un ahorro 22% en tiempo.
4. Sistemas de guiado individual con optimización según tráfico. Si un computador central recoge datos de tráfico y los transmite por radio al vehículo, el computador de éste puede elegir el camino más rápido y evitar calles cortadas.

5. Optimización individual y global. El vehículo sólo lleva un terminal no inteligente, el computador central halla una ruta de compromiso entre optimizar el camino del vehículo y el tráfico general. Dirige la circulación en tiempo real. El problema es el coste (económico, en personal, etc.) del sistema centralizado, es difícil o casi imposible hoy por hoy disponer de un computador que dé respuesta optimizada en función del tráfico en tiempo real a una buena parte de los vehículos de una gran ciudad. En horas pico, tendría que resolver del orden de 1.000.000 de consultas, analizando los datos de posición y velocidad de 1.000.000 de vehículos aproximadamente, con un tiempo de respuesta de muy pocos minutos.

SIG aplicado a los negocios

Otras aplicaciones muy interesantes son las de análisis estadístico con referencias geográficas. Es lo que se está empezando a llamar geomarketing. Por ejemplo:

- Estudios de mercado por zonas para determinar en qué barrio de una ciudad es más conveniente abrir un establecimiento comercial.
- Análisis de la evolución espacial en el tiempo de la renta per cápita para introducir un nuevo seguro.
- Intención de voto para planificar una campaña electoral.
- Panificación de sucursales, oficinas o concesionarios de una empresa.

La General Motors y Nissan Motor, han utilizado datos de los municipios a escala 1:1.000.000 acompañados de información sobre población, nivel económico y grado de motorización para diseñar mediante un programa específico su red de concesionarios óptima.

Formación

Menos importante en volumen de instalaciones que las anteriores, pero muy interesantes por las innovaciones tecnológicas que aportan, los sistemas de producción de realidad virtual para entrenamiento de pilotos de avión en condiciones cuasi reales. Utilizan datos de MDT, usos de suelo e imágenes de satélite, en aplicaciones innovadoras.

Las aplicaciones orientadas a estudiantes de enseñanza secundaria y universitaria que utilizan multimedia y datos a pequeñas escalas (1:500.000 y menores) están creciendo rápidamente. Uno de los intentos más interesantes de acercar los SIG al público ha sido el proyecto Domsday, llevado a cabo por la British Broadcasting Corporation (BBC) británica en 1986. Basado en un computador, con programas de consulta de manejo sencillo, incluye 21000 mapas o archivos en un disco óptico (similar a un CD) con datos geológicos, de suelos, población, empleo, estadísticas, etc.

Ocio

Por un lado, se empieza a ver los SIG como una herramienta útil en el campo del turismo, que puede permitir: elegir al cliente qué hoteles cumplen una serie de requisitos, distancia máxima al mar o a la montaña, un clima determinado, comunicaciones por carretera, proximidad de ciudades importantes, cercanía de centros de interés turístico, arqueológico, etc. y además guiarle en su viaje por carretera hasta el destino deseado. Por otro, aunque menos desarrollado, los juegos basados en la creación de una realidad virtual geográfica, como simuladores de vuelo, programas de respuesta a catástrofes naturales, etc.

Bélicas

Poco conocidas por razones obvias de seguridad, constituyen un poderoso motor de desarrollo de la tecnología debido a las grandes inversiones que manejan. Incluyen una gran variedad de aplicaciones: simulación de conflictos bélicos en escenarios realistas (juegos de guerra), simulación de conflagraciones nucleares, sistemas automáticos de guiado de misiles (el misil busca su objetivo utilizando GPS y reconocimiento de formas en imágenes).

SIG en el aula

En las aulas, los SIG pueden utilizarse no sólo en la Geografía, sino también en Biología, Química, Ciencias de la Tierra, Ciencias del Medio Ambiente, Historia, Matemáticas y otras materias. Puede ayudar a los estudiantes de todos los niveles a pensar críticamente y a usar datos reales, así como atractivo visual para el aprendizaje.

Se pueden tratar una gran variedad de temas: las relaciones entre las personas, el clima, el uso del suelo, la vegetación, los sistemas fluviales, acuíferos, las formas de la tierra, los suelos, los riesgos naturales y muchos más. Por ejemplo, ¿cómo afectará el cambio climático a la producción mundial de alimentos? ¿Cuál es la relación entre la tasa de natalidad y la esperanza de vida? ¿Cómo afecta el drenaje ácido de minas en una cadena de montañas a la calidad del agua río abajo? ¿Cómo afectan a la expansión urbana los cambios demográficos asociados con familias de menor tamaño? ¿Cuál es la mejor ubicación de los nuevos parques de energía eólica? ¿Cómo va a influir un centro comercial en construcción en las pautas del tráfico de una comunidad y en el uso de la tierra?, son interrogantes relacionadas con el geoposicionamiento en la actualidad.

Los SIG pueden ser empleados de tres formas.

1. Usando un programa SIG, como el software profesional ArcGIS o los programas de libre distribución ArcGIS Explorer y ArcExplorer Java Edition para la Enseñanza, los estudiantes pueden analizar los datos que han recogido y se almacena localmente. Por ejemplo, se podría analizar la altura y las especies de árboles en los terrenos de universidad.
2. Usando un SIG a través de un navegador web, los estudiantes podrían analizar una gama mucho más amplia de datos, por ejemplo, podría utilizar la web [This Dynamic Planet website](#) para estudiar la relación entre los terremotos y los volcanes en los límites de placas litosféricas y la tasa de movimiento de las placas. Podrían utilizar [Worldmapper](#) para ver la distribución de más de 700 variables a través de la web, incluyendo la pérdida de bosques y la distribución y extracción de minerales, o descargar esos datos.
3. Finalmente, los estudiantes podrían combinar el software SIG en el computador y sus herramientas asociadas con los datos descargados de Internet. Por ejemplo, para analizar el potencial

de inundación de los ríos en su comunidad y los incendios forestales en curso en todo el mundo a partir de datos reales y los mapas base en tres dimensiones, podrían utilizar ArcGIS y descargar imágenes de satélite y mapas topográficos locales de ArcGIS Online.

Cada uno de los métodos tiene sus ventajas. El programa de computador ofrece un conjunto de herramientas analíticas más potentes, mientras que los SIG basados en la web es más fácil de usar y sólo requiere un explorador web.

A continuación, se muestran dos ejemplos de los análisis con el SIG que podrían llevarse a cabo en la escuela:

Ejemplo 1: El análisis de los terremotos recientes con SIG

Se analiza que alguien ha leído un artículo afirmando que el terremoto y sus réplicas de Haití en enero de 2010 eran inusuales, ya que tuvieron una magnitud muy elevada y que los terremotos son poco frecuentes en Haití. ¿Se requiere comprobar si esto es verdad? Esto se puede hacer con el software SIG y de los datos descargados de Internet.

1. Debido a que los terremotos son fenómenos intrínsecamente tridimensionales, tendrá que descargar un software de SIG 3D, por ejemplo, ArcGIS Explore (gratuito sólo para Windows).
2. Desde el Catálogo sísmico del Servicio Geológico de EE.UU. (USGS), puede acceder a un archivo de texto separado por comas con datos sobre terremotos que cubre de enero y febrero de cierto año a investigarse. Para ello, seleccione “terremotos” de la izquierda, y luego en “Buscar un terremoto”. Ejecute una búsqueda global, seleccionando el formato de hoja de cálculo (delimitado por comas), con magnitudes 6 y superiores (utilizar 10 como la magnitud máxima), desde 1 enero a 28 febrero de un cierto año. Copie y guarde el resultado de datos de texto, que incluirá las fechas, lugares, magnitudes y profundidades de los epicentros de los terremotos en todo el mundo.

3. En un editor de texto, quite las líneas por encima y por debajo de los datos, excepto la línea de cabecera. En la línea de cabecera, quitar el paréntesis y vuelva a guardar el archivo.
4. En ArcGIS Explorer, utilice el menú Herramientas para añadir sus datos de terremoto como Coordenadas XY en sus posiciones correctas (ver imagen inferior).

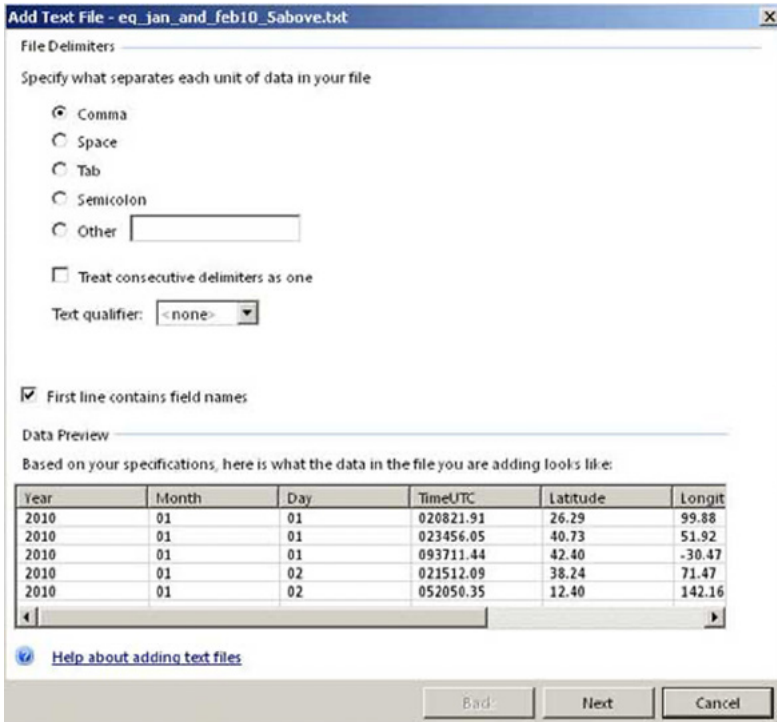


Figura N° 4: Añadiendo los datos de terremotos en ArcGIS Explorer
Fuente: ESRI

¿Qué se puede notar en el patrón espacial de la localización de terremotos a escala global? ¿Por qué los terremotos no se distribuyen uniformemente en todo el mundo?

Desde ArcGIS Online, abra la capa de los límites de las placas y la capa “Terremotos de enero 2004 a abril de 2007” en ArcGIS Explorer para que pueda investigar la relación entre los límites de placas y los lugares, las magnitudes y las profundidades de más de 60.000 terremotos. Al hacer clic en un terremoto, se puede ver la fecha, hora, magnitud, ubicación y profundidad de ese terremoto.

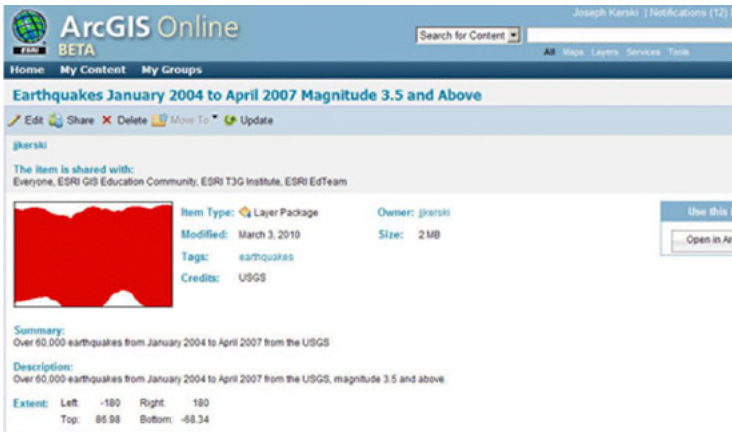


Figura N° 5 Abriendo las capas de información desde ArcGIS Online en ArcGIS
Fuente: ESRI

¿Por qué algunos límites de placas sufren abundantes los terremotos, mientras que otros son relativamente tranquilos? ¿A lo largo de qué tipo de límites de placas son más profundos los terremotos? ¿Y los menos profundos? ¿Por qué?

Verá que las cordilleras oceánicas tienen un número moderado de terremotos que tienen menos de 10 km de profundidad, mientras que las zonas de subducción (cuando una placa se hunde debajo de otra) se asocian con más frecuencia con terremotos que son a la vez más profundos e intensos.

Al acercarse a Haití verá que el artículo del periódico estaba en lo cierto: la mayoría de los terremotos de la región ocurridos en el período de tres años se produjeron siguiendo un patrón amplio y disperso en la costa noreste (que se muestra por los puntos púrpura en la imagen de abajo),

pero en enero y febrero de 2010 los terremotos se localizaron en un área muy cercana en el lado occidental de la isla, en Haití (mostrado por los puntos amarillos). ¿Cuáles serían para usted los terremotos réplica, y por qué?

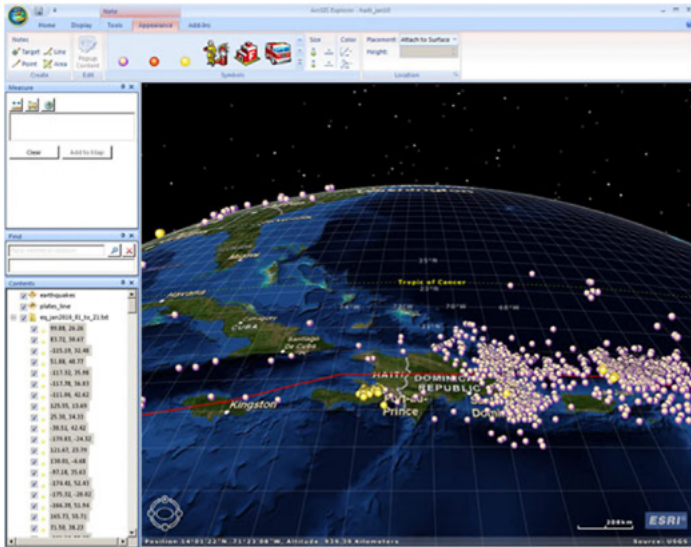


Figura N° 6 Terremotos en Haití y sus alrededores
Fuente: ESRI

Ejemplo 2: Analizando el clima mundial con SIG

Otra investigación para el aula usando SIG sería el análisis de los climas del mundo.

1. Descargar gratis el software GIS ArcExplorer Java Edition para la Educación (para Windows o Mac).
2. Abrir el proyecto worldclimate_hd para ver las capas de datos, que incluyen la vegetación, temperatura máxima y mínima para julio, temperaturas máximas y mínimas de enero, la precipitación media, altitud, países y una rejilla de 30 grados de latitud y longitud (ver imagen inferior).
3. Haga clic sobre la capa de países y utilice el menú que aparece para etiquetar los distintos países.

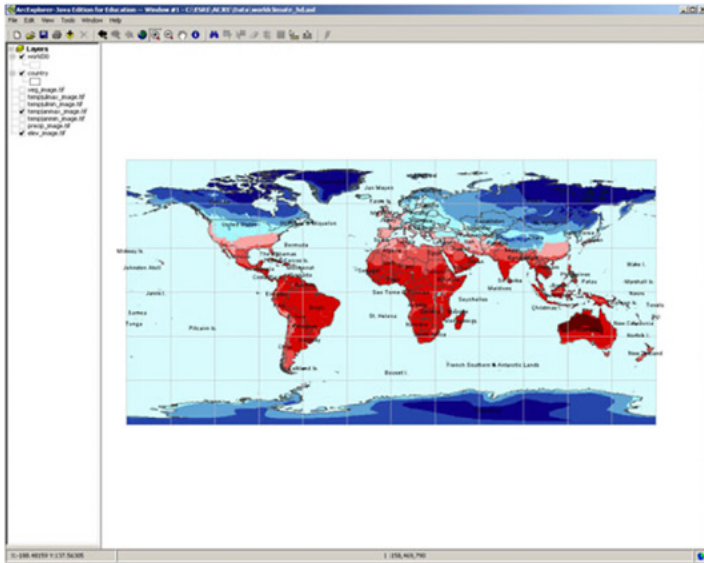


Figura N° 7 Proyecto Worldclimate_hd
Fuente: ESRI

¿Por qué es diferente el patrón de las temperaturas máximas para los meses de julio de enero? En el mapa, ¿puede ver en qué época del año es verano en el hemisferio norte y cuándo es verano en el hemisferio sur? ¿Qué influencia tiene la latitud en la temperatura?

¿Cuál es la diferencia entre las temperaturas mínimas y máximas de julio? ¿Hay alguna región del mundo que experimente oscilaciones diarias de temperatura de más de 20°C? ¿Dónde están estas regiones? ¿Cuál es el efecto del océano en los cambios de temperatura diaria y las temperaturas máximas en todo el mundo?

4. Encienda la capa de mapa de elevación (ver imagen inferior).

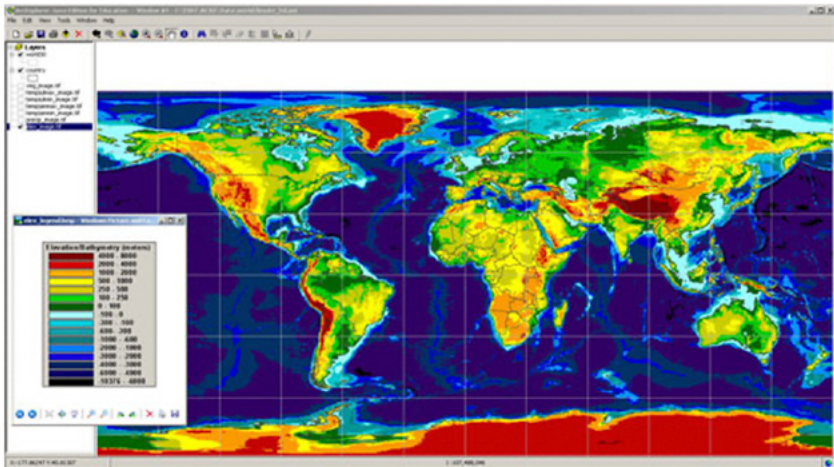


Figura N° 8 Mapa de elevación
Fuente: ESRI

¿Qué efecto tiene la elevación en la temperatura? ¿Es tan importante la elevación como la latitud como factor determinante de la temperatura?

5. A continuación, examinar la capa del mapa de vegetación.

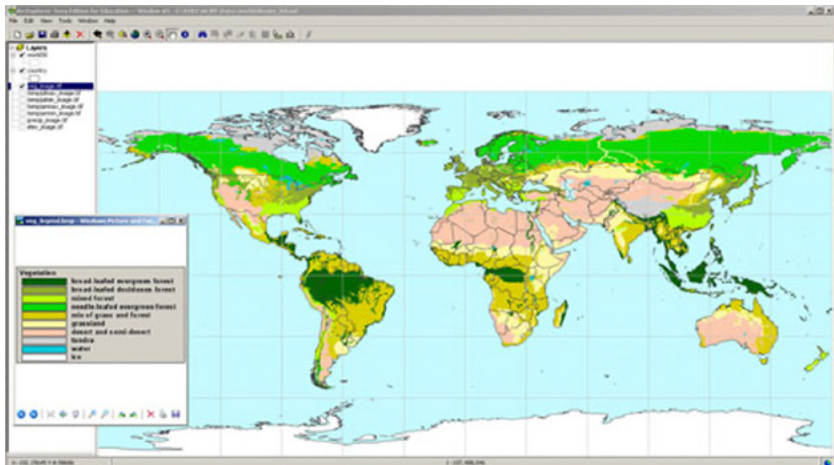


Figura N° 9 Capa de Mapa de vegetación
Fuente: ESRI

¿Qué tipos de vegetación primaria existen en Gabón, Omán y Japón? ¿Cómo es la relación entre el clima y la vegetación? ¿Cuál es la vegetación predominante en las regiones situadas a más de 2000 m de altitud?, mueva el ratón hasta situarlo sobre el Ecuador, y describir cómo va cambiando la vegetación a medida que se mueve a través de América del Sur, África y el sudeste asiático a lo largo del Ecuador. ¿Cómo cambia la vegetación y el clima a medida que avanza hacia el norte a lo largo del Meridiano de Greenwich desde Ghana hasta el Reino Unido?

Acérquese a la región en la que vive. Determine las variaciones diarias de temperatura en enero y en julio y luego compare las temperaturas máximas para enero y Julio para su región.

¿Cómo son la temperatura, la precipitación, la vegetación y la elevación comparadas con las de otras regiones del mundo? ¿Hay alguna otra parte del mundo que experimente un clima elevación y vegetación similares a los de su región? Si es así, ¿dónde está?

3. MAPWINDOW

Es una aplicación de SIG básico en el cual se pueden diseñar operaciones sencillas y avanzadas en lo referente a operaciones de información georeferencial, una de las ventajas de esta aplicación es que tiene licencia de Sistema Operativo Libre (GNU), la misma que es reconocida como una aplicación de software libre.

Para la instalación de esta aplicación debe ser descargada del sitio oficial de la web conocida como www.mapwindow.org, el mismo que para su instalación des estar acompañado de componentes básicos como .net framework en aplicaciones basadas para 32 y 64 bits, tiene una interfaz intuitiva para el uso de aplicaciones y presentaciones.

Una característica importante que tiene la aplicación Mapwindow es que su núcleo de software dispone del componente active X, razón por la cual desarrolladores de aplicaciones SIG, pueden implementar aplicaciones basadas en esta arquitectura de forma personalizada, de igual manera si la necesidad es fundamental, usuarios avanzados pueden incluso modificar la interfaz de la aplicación de escritorio, siempre y cuando se respeten las bondades que considera el software libre.

Esta aplicación se fundamenta en trabajar en los siguientes temas que constituyen el programa, identificadas como:

Proyectos

Cuando se inicia la aplicación de Mapwindow, este comienza generando un nuevo proyecto, de igual manera, es este menú del trabajo está relacionado con la configuración del proyecto, así mismo el formato de extensión del proyecto generado en esta aplicación es de formato. mwprj.

Plug-Ins

Al momento de la instalación de MapWindow, el software instala una serie de plugins importantes como shapefile, el mismo que agrega funcionalidades básicas de edición de elementos, para agregar plugins en MapWindow se deben realizar dos procesos, el primer paso es buscar los plug-ins en la página oficial de MapWindow, descargarlos, descomprimirlos en la carpeta plugins, la cual generalmente son

archivos.dll que pueden estar de forma unitaria o si son más archivos que complementan el plugin de igual manera debe copiarse en la ruta anteriormente explicada, el segundo paso es la activación de este plugin, el cual a través del menú plugins seleccionarlo y finalmente seleccionar el plugin a utilizarse.

Manejo de capas de datos

Uno de los fundamentos del trabajo de paquetes de aplicaciones SIG es que su trabajo está basado en el manejo de capas, es decir la mayoría de estas aplicaciones están compuestas por capas que permiten el manejo de la información de forma personalizada, a más de ello las propiedades de las capas permiten ver la configuración de la misma, de igual manera en el menú tendrá la opción de añadir, eliminar, cambiar de nombre.

Para el trabajo en MapWindow las capas se definen por medio de íconos de colores, los cuales indican la leyenda que ilustra el tipo de dato, sean vectoriales comprendidas por polígonos, líneas y vectores, de tipo ráster, cuadrículas o rectangulares de datos y de imágenes los que soportan formatos como shp, ngd, Dt1, hdr, img, jpg, tif, además el orden de las capas determinan la posición de la misma al momento de la planificación de presentación de los datos en las capas, si una capa no está visible puede ser la posibilidad que se encuentre activada alguna propiedad particular de la misma, visible o puede estar colocada debajo de otra lo que obstaculiza su presentación.

Proyecciones

La proyección dentro de MapWindow es la transformación matemática utilizada para la vista de las aplicaciones renderizadas en tres dimensiones, de igual forma, muestra sus propiedades de acoplamiento al momento de superposición de capas, es decir en esta etapa el proyecto y más que todo el manejo óptimo de capas debe estar totalmente depurado, ya que la primera carga será la que defina el proyecto en su proyección, caso contrario si las capas trabajadas no muestran una concordancia MapWindow emitirá un mensaje para la verificación y rediseño de capas lo más pronto posible, lo que implica que la edición esté acorde con el manejo de vectores y como dato más destacado de este problema es generar una nueva proyección y todo esto será importante editarla con la barra de herramientas para su

edición o diseño, planificando nuevas formas de presentarla y antes de que esta información sea procesada para su publicación final.

Diseño de mapas para exportación

Para el diseño de mapas en MapWindow se deben considerar aspectos importantes como el manejo de simbología, datos continuos, personalización de simbología.

Simbología para vectores

Es importante indicar que en MapWindow el proceso de codificación de colores con la simbología es un trabajo importante que define un manejo adecuado de la herramienta, para esto en el menú Propiedades de capa se puede realizar alcances de esta configuración, como la personalización de la simbología que implica combinación de colores, esquemas, estilos, etc., tanto los vectores únicos como datos continuos se debe enfocar un trabajo sumamente ordenado ya que implica modificar valores que por defecto el software viene planificado, aquí se debe realizar los cambios siempre y cuando se justifiquen plenamente las actividades como combinación de colores, de categorización de simbología, de igual manera si ésta se encuentra vacía indica que no hay simbología estructurada de formas personalizada.

Para el manejo de datos siempre es importante categorizar dichas medidas que se utilicen para indicar ciertos valores a las formas utilizadas para los diseños, de igual manera se puede personalizar por categorías de colores. Si se desea trabajar con colores más personalizados se debe configurar en grados y gradientes.

Personalización de la Simbología

Una vez generada la simbología de colores se puede personalizar en cuadros de diálogo denominado shapefile, desde aquella se puede hacer cambios a futuro.

Simbología de Ráster

Para la simbología de ráster es importante definir combinación de colores y definidas estas propiedades se puede generar categorías de colores.

Si se necesitan cambios de categorías de colores se los puede editar manejando opciones personalizadas.

4. GVSIG

GvSIG Desktop (gvSIG) es un Sistema de Información Geográfica en software libre. Es decir, una aplicación informática orientada a representar, editar, analizar y gestionar información desde el punto de vista de las relaciones espaciales. La licencia de gvSIG es GNU/GPL v.3. que otorga al usuario los derechos de libre uso, estudio, mejora y distribución.

La primera versión de gvSIG apareció en octubre de 2004 y su origen se encuentra en la migración a software libre de la Generalitat Valenciana, una administración regional de España. Desde el año 2010 el proyecto es gestionado por la Asociación gvSIG. Desarrollado bajo los valores de la colaboración y el conocimiento compartido, gvSIG ha evolucionado rápidamente y en pocos años se ha convertido en una de las aplicaciones más utilizadas para gestión de información geográfica.

¿Qué se puede hacer con GvSIG Desktop?

GvSIG es un completo Sistema de Información Geográfica y como tal se utiliza para realizar todo tipo de tareas relacionadas con la gestión territorial. Si se desea conocer los distintos usos de gvSIG, se puede visitar la web para explorar las tareas más comunes que son:

- Representar datos espacialmente. gvSIG puede abrir todo tipo de formatos (vectoriales y ráster; archivos, bases de datos y servicios remotos) y representarlos espacialmente en los distintos sistemas de coordenadas. Puede aplicar todo tipo de leyendas y etiquetado para representar estos datos.
- Diseñar mapas para impresión. gvSIG dispone de herramientas para diseñar con facilidad mapas, permitiendo añadir todo tipo de elementos cartográficos y ofreciendo opciones de impresión y exportación.
- Edición. Ofrece un amplio conjunto de herramientas para editar tanto datos cartográficos como alfanuméricos.
- Análisis. gvSIG cuenta con herramientas que facilitan el análisis de los datos existentes, tanto cartográficos como alfanuméricos. En gvSIG se tiene disponibles más de 300 geo procesos.
- Personalizar gvSIG. Además de tener la posibilidad de ampliar la funcionalidad de gvSIG mediante Java, cuenta con un módulo de scripting sobre Python.

Proyecto (.gvsproj)	Los proyectos de gvSIG permiten guardar las sesiones de trabajo en un archivo con extensión. gvsproj. Un proyecto de gvSIG contiene los orígenes de la información (rutas a archivos, a bases de datos, enlaces web) y el trabajo realizado sobre estos datos (leyendas, etiquetados, mapas diseñados, gráficas realizadas).
Capa	La información con componente geográfica se representa como capas. Cada capa representa un conjunto determinado de datos. Las capas pueden representar la información mediante colecciones de puntos, líneas o polígonos, superficies continuas como modelos digitales de elevación o imágenes ráster (fotografías aéreas o imágenes de satélite).
Tabla de contenidos (TOC)	Es el área donde se encuentra el listado de capas disponibles para una Vista. Permite cambiar la posición de las capas (el orden en la TOC se corresponde al orden de visualización),
Web Map Service (WMS)	Servicio de visualización estándar del OGC (Open Geospatial Consortium). Representa la información geográfica en formato de imagen como PNG, GIF o JPEG.
Web Map Tiled Service (WMTS)	Servicio de visualización estándar del OGC. Utiliza teselación para mejorar la velocidad de respuesta respecto al WMS. Representa la información geográfica en formato de imagen
Web Feature Service (WFS)	Servicio estándar del OGC para el acceso a información vectorial.
Web Coverage Service (WCS)	Servicio estándar del OGC de acceso a datos ráster.
OpenStreetMap (OSM)	Acceso a servicios de teselas, piezas de dibujos en mosaicos de OpenStreetMap.
Coordinate Reference System (CRS)	Sistema de referencias coordenado o, como se denomina más habitualmente, sistema de referencia.

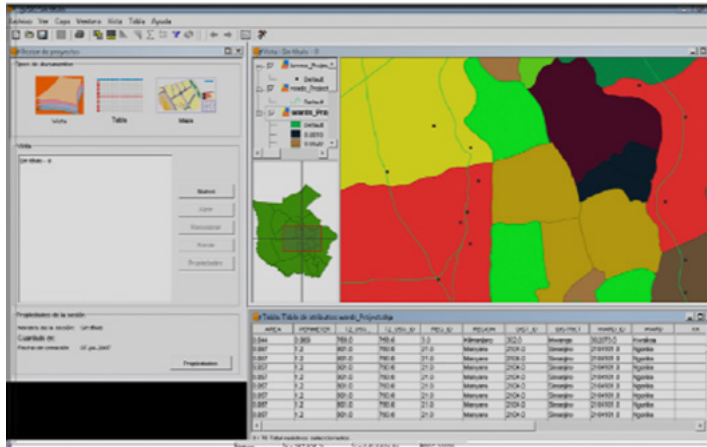


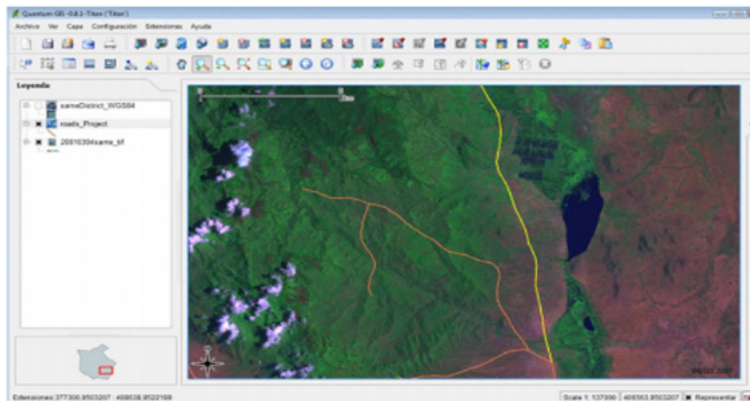
Figura N° 10 GvSig
Fuente. Autores

QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica de código abierto. El proyecto nació en mayo de 2002 y se estableció como un proyecto en SourceForge en junio del mismo año. Se ha trabajado constantemente para hacer que el software SIG (tradicionalmente software propietario caro) esté al alcance de cualquiera con acceso básico a un computador personal. QGIS actualmente funciona en la mayoría de las plataformas Unix, Windows y OS X. QGIS se desarrolla usando el kit de herramientas Qt framework multiplataforma (<http://qt.digia.com>) y C++. Esto significa que QGIS es ligero y tiene una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) agradable y fácil de usar.

Se pueden ver y sobreponer datos vectoriales y ráster en diferentes formatos y proyecciones sin convertir a un formato interno o común. Los formatos admitidos incluyen:

- Tablas y vistas habilitadas para operaciones espaciales utilizando PostGIS, SpatiaLite y MS SQL Spatial, Oracle Spatial, formatos vectoriales admitidos por la Biblioteca de Abstracción de Datos Geoespaciales (GDAL / OGR) instalada, incluyendo archivos shape de ESRI, MapInfo, SDTS, GML.
- Ráster y formatos de imágenes admitidos por la biblioteca GDAL instalada, por ejemplo, GeoTIFF, ERDAS IMG, ArcInfo ASCII GRID, JPEG, PNG. Ráster GRASS y datos vectoriales de base de datos GRASS (location/mapset). Datos espaciales en línea como servicios web OGC incluyendo WMS, WMTS, WCS, WFS, y WFS-T.



*Figura N° 11: Imagen ráster
Fuente: Proyecto Qgis*

BLOQUE DE EJERCICIOS

En este apartado se plantean una serie de ejercicios prácticos en la herramienta Arc-Gis, en la cual se explica de forma detallada el procedimiento para el manejo de la herramienta.

EJERCICIO 1: CREAR UN SHAPEFILE EN ARCGIS

Pasos para crear un Shapefile:

1. Para crear un Shapefile, primero se debe crear una carpeta.

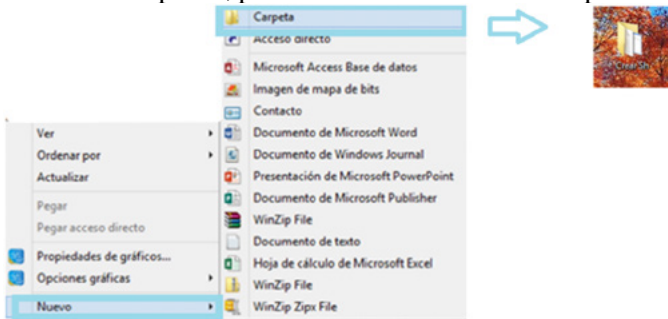


Figura N° 12: Crear un shapefile

Fuente: Autores

- Un Shapefile. - Sirve para almacenar las entidades geométricas de los objetos.

2. Abrir ArcCatalog y conectar con la carpeta creada anteriormente

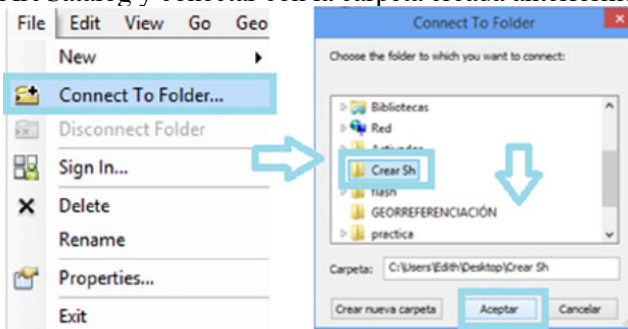


Figura N° 13: Conectar con la carpeta

Fuente: Autores

- ArcCatalog. - Sirve para organizar y documentar datos geográficos.

3. Crear una subcarpeta.

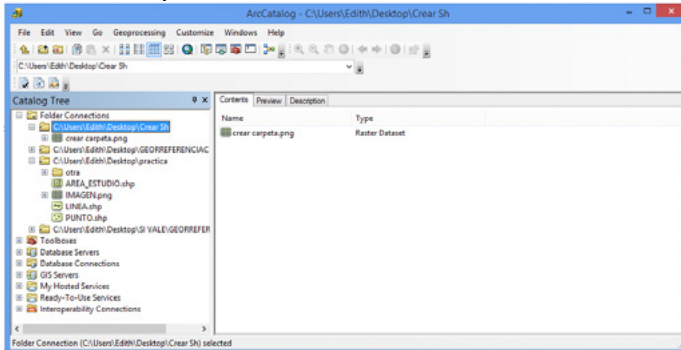


Figura N° 14: Gestión subcarpetas
Fuente: Autores

4. Dentro de la pestaña Contents hacer un clic derecho para desplegar el diálogo de opciones y luego seleccionar New-Shapefile.

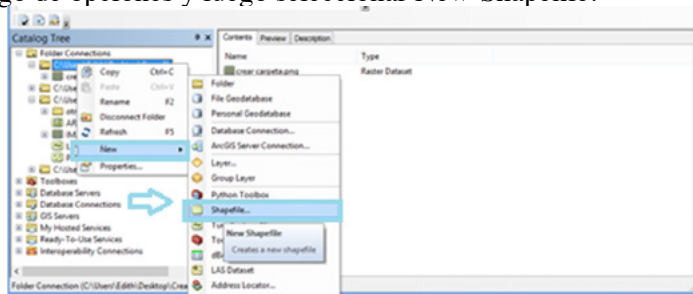


Figura N° 15: Crear New-Shapefile
Fuente: Autores

5. Una vez creado, elegir el tipo de geometría que se requiera utilizar.

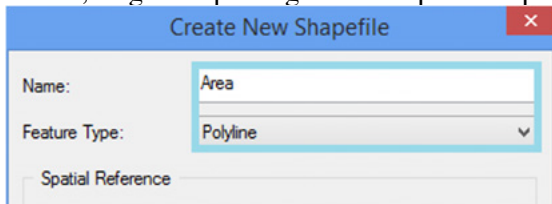


Figura N° 16: Gestión tipo shapefile
Fuente: Autores

La herramienta Create new shapefile permite indicar tres parámetros:

- Name: Nombre de la capa.
- Feature type: Desplegable en el que se debe indicar el tipo de geometría (punto, línea o polígono).
- Spatial Reference: Información acerca del Sistema de Coordenadas, el cual se puede asignar a través del botón Edit.

6. Luego hacer clic en Edit para poder la referencia Espacial.

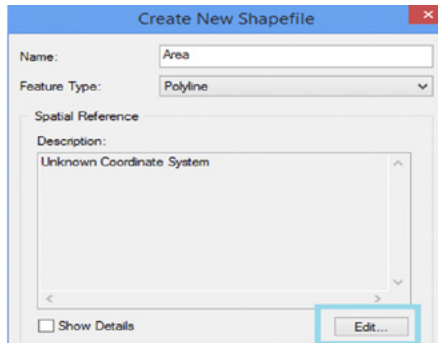


Figura N° 17: Gestión referencia espacial
Fuente: Autores

7. Posteriormente georreferenciar dependiendo del lugar a trabajar.

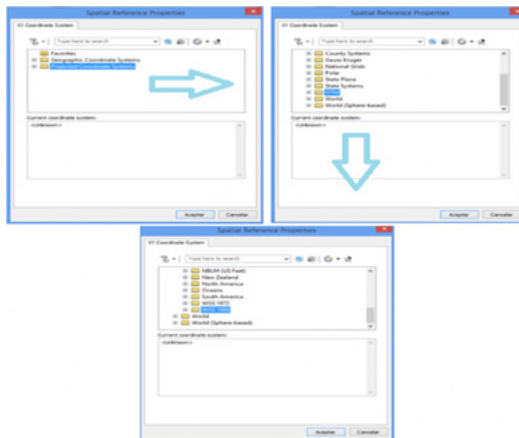


Figura N° 18: Gestión coordenadas
Fuente: Autores

EJERCICIOS

- La herramienta **Spatial reference properties**. - Define las opciones de proyección de mapa que se va a utilizar para definir coordenadas.

8. A continuación, se debe aceptar y seguir haciendo los mismos pasos con el resto de shapefile de polígono, línea y punto (depende del objetivo del trabajo)

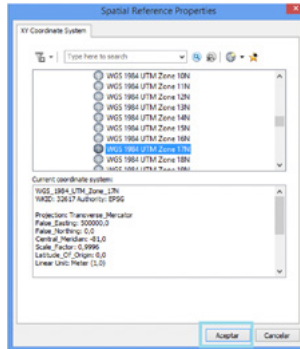


Figura N° 19: Referencia espacial, Referencia espacial, Spatial reference properties
Fuente: Autores

9. Finalmente presionar OK y se tendrá el Shapefile creado y listo para ser editado.

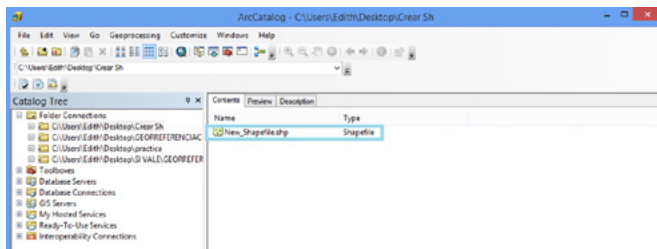


Figura N° 20: Archivo shapefile
Fuente: Autores

EJERCICIO 2: CREACIÓN DE DATOS DESDE ARCCATALOG Y EDICIÓN EN ARCMAP

1. Tras haber instalado el software ArcGis, es necesario preparar el directorio en dónde se ubicarán todos los archivos creados y modificados en el ordenador. Para ello, se debe crear una carpeta en una partición de disco a conveniencia.

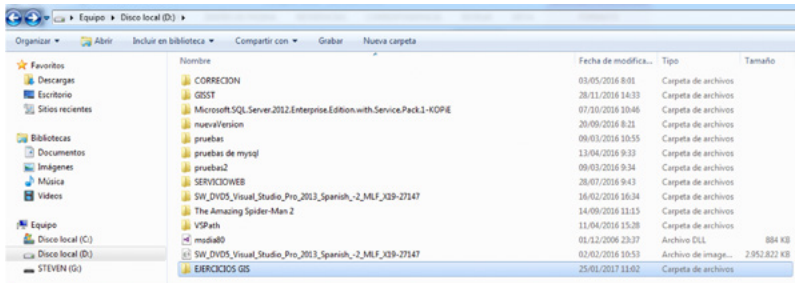


Figura N° 21: Configuración entorno de trabajo

Fuente: Autores

2. Crear una carpeta “EJERCICIOS GIS” dentro de ella una subcarpeta con el nombre PRÁCTICA 1.

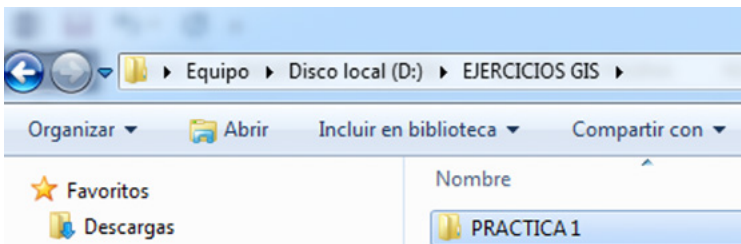


Figura N° 22 Archivo contenedor shapefile

Fuente: Autores

3. A continuación, abrir la aplicación ArcCatalog, la cual permite organizar la información geoespacial necesaria para el desarrollo de un ejercicio.

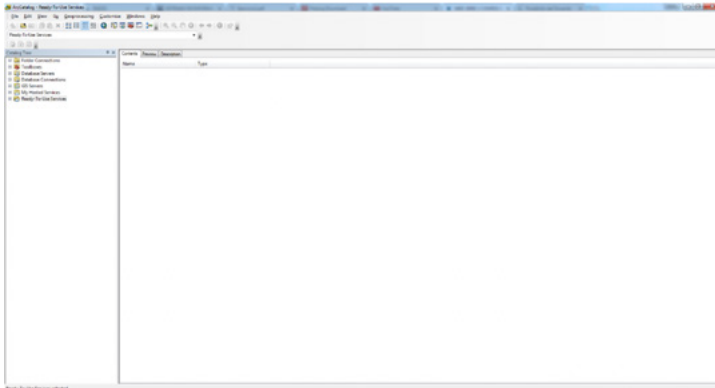


Figura N° 23 Entorno ArcCatalog
Fuente: Autores

Ahora es necesario hacer referencia a la carpeta de directorio principal de trabajo que se creó previamente, para ello se debe ubicar en la opción Connect to Folder para establecer la ruta donde se alojaron los archivos.

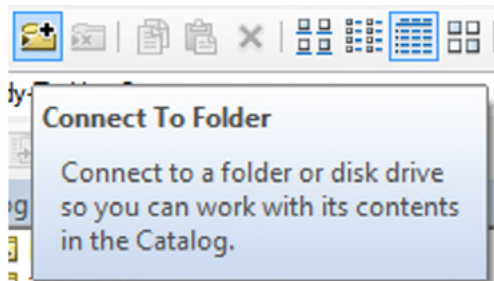


Figura N° 24: Conectar a una carpeta
Fuente: Autores

4. Ubicar el directorio correspondiente a la Práctica 1 y hacer clic en Aceptar.

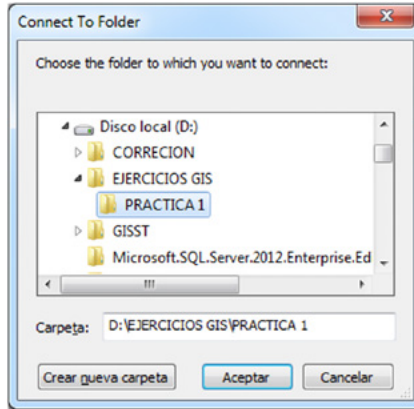


Figura N° 25: Directorio de los archivos shapefile
Fuente: Autores

Automáticamente el programa permite conectarse al directorio de trabajo PRÁCTICA 1.

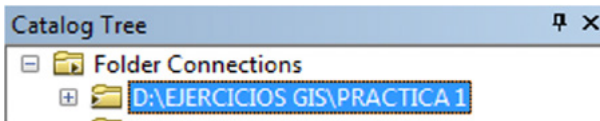


Figura N° 26: Directorio de trabajo conectado
Fuente: Autores

5. Con el espacio de trabajo preparado y definido, se puede incluir uno o varios shapefile de los diferentes tipos (punto, línea o polígono), estos archivos permiten graficar espacios geométricos en forma de: puntos, líneas o polígonos para representar un espacio geográfico determinado. Para esto se debe ubicar en la barra de menú y seleccionar File->New->Shapefile

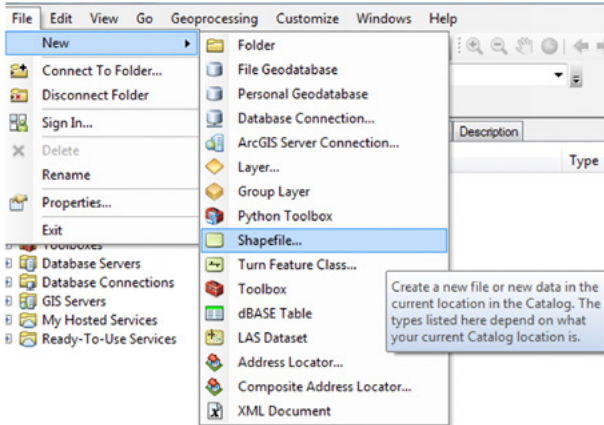


Figura N° 27: Crear archivo shapefile
Fuente: Autores

6. Al abrirse la siguiente ventana, es necesario dar un nombre identificativo del archivo y seleccionar el tipo de característica: PUNTO, POLÍGONO O LÍNEA.

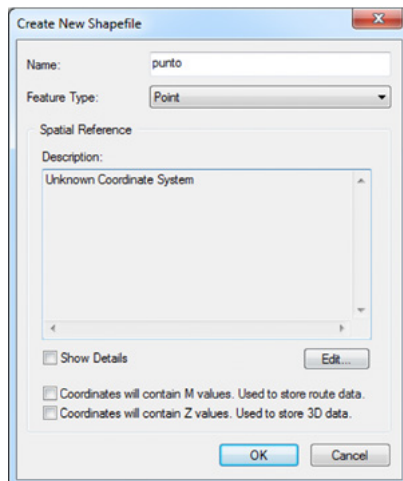


Figura N° 28: Seleccionar forma geométrica de archivo shapefile
Fuente: Autores

7. A todo shapefile creado es necesario definir la referencia espacial, para ello hacemos clic en Edit

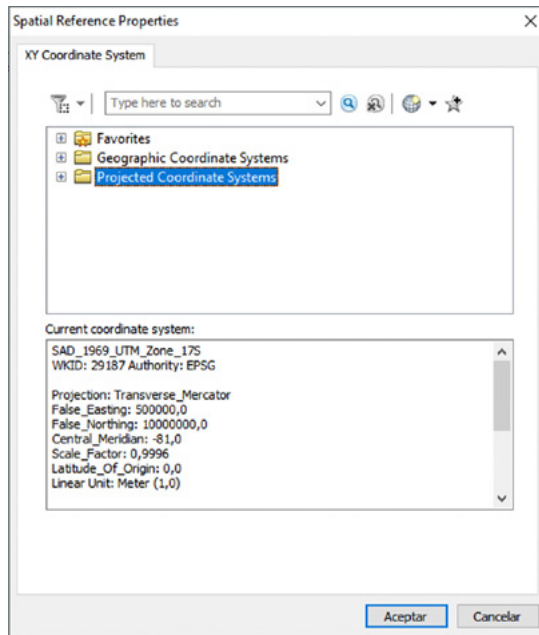


Figura N° 29: Proyección en un sistema de Coordenadas de archivo shapefile
Fuente: Autores

8. Para agregar una referencia geográfica es necesario conocer la ubicación geográfica del lugar a ser representado en el mapa, para ello se despliega la carpeta Projected Coordinate Systems y se debe escoger la subcarpeta UTM que es el sistema de coordenadas universal transversal de Mercator.

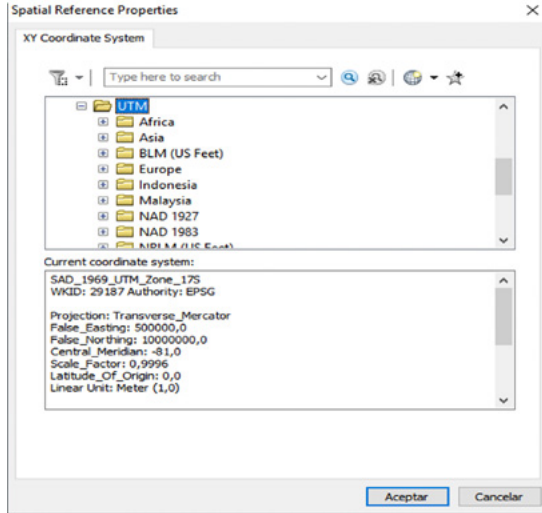


Figura N° 30: Ubicación del entorno de trabajo

Fuente: Autores

9. Dentro de esta carpeta seleccionar la opción WGS1984 que es un datum universal.

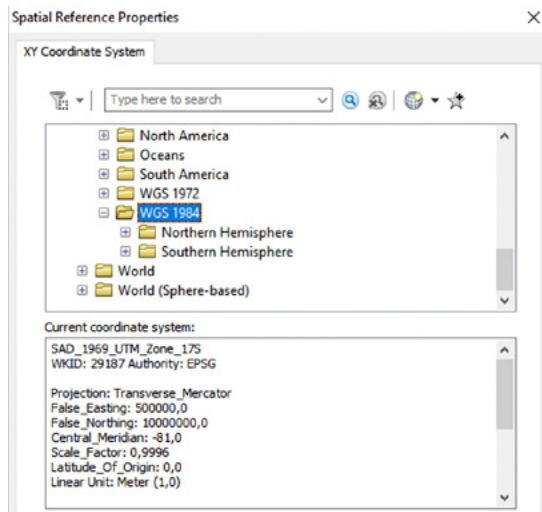


Figura N° 31: Sistema de coordenadas

Fuente: Autores

10. Seleccionar el hemisferio norte y localizar la opción WGS 1984 UTM Zone 17N y hacer clic en Aceptar, ahora el shapefile ya cuenta con una referencia espacial geográfica.

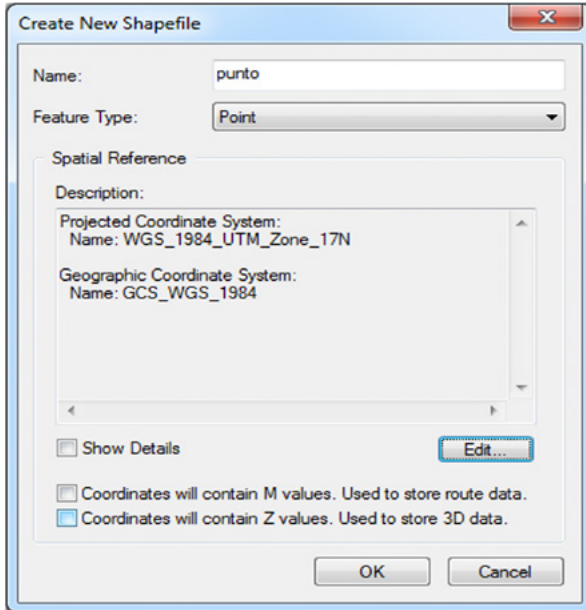


Figura N° 32: Referencia espacial geográfica

Fuente: Autores

11. Al hacer clic en OK se carga el archivo al espacio de trabajo, con la configuración que se realizó.

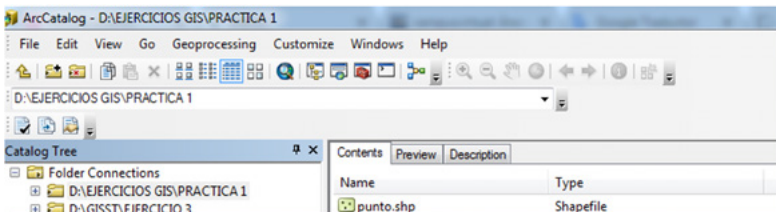


Figura N° 33: Referencia espacial archivo shapefile

Fuente: Autores

12. Para crear shapefile, se debe repetir los últimos pasos realizados, con la diferencia de cambiar el tipo de característica, por tanto, se deberá crear un archivo para Líneas y otro para Polígono, respectivamente y agregarlos al espacio de trabajo.




Contents		Preview	Description
Name	Type		
 linea.shp	Shapefile		
 poligono.shp	Shapefile		
 punto.shp	Shapefile		

Figura N° 34: Tipos de archivos Shapefile

Fuente: Autores

EJERCICIO 3: EDICIÓN DE DATOS EN ARCMAP

1. A continuación, se abre la aplicación ArcMap

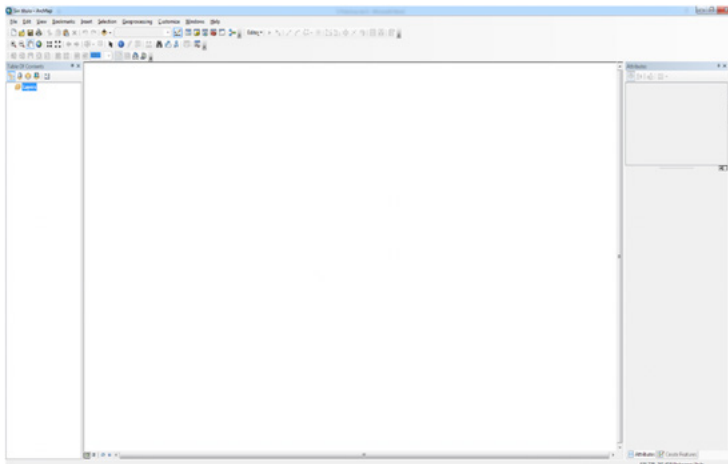


Figura N° 35: Entorno trabajo aplicación ArcMap

Fuente: Autores

2. En la barra de menú seleccionar File->Add Data->Add Data

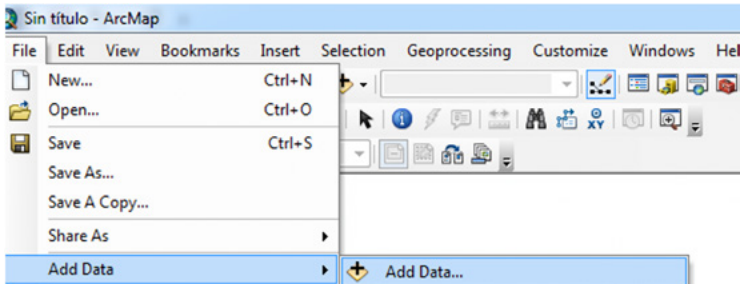


Figura N° 36: Adicionar archivos shapefile

Fuente: Autores

3. Luego se debe ubicar el directorio donde se tiene guardados los archivos de la práctica 1, se puede visualizar los shapefile que se crearon en ArcCatalog, seleccionar los archivos de la carpeta y hacer clic en Add, para adicionarlos a la aplicación ArcMap.

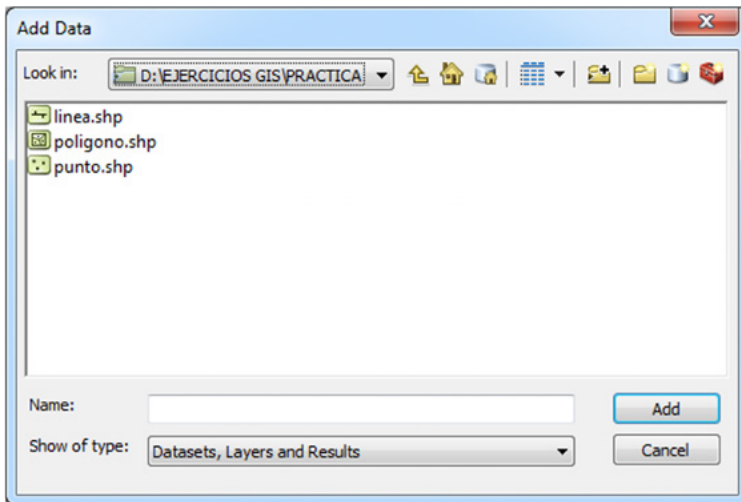


Figura N° 37: Adicionar archivos

Fuente: Autores

4. Los archivos se cargan en la tabla de contenido de la aplicación ArcMap.

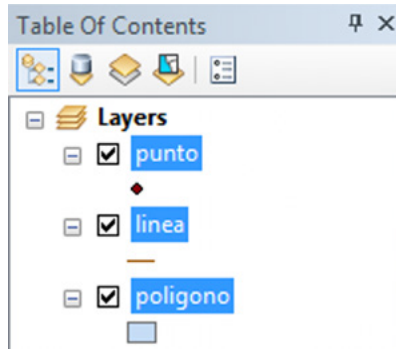


Figura N° 38: Carga de archivos shapefile
Fuente: Autores

5. Ahora se puede diseñar gráficamente un área en específico, tenga en cuenta que los archivos cargados a ArcMap se trabajan mediante capas, y cada una tiene sus respectivos atributos. Seleccionar la capa polígono.

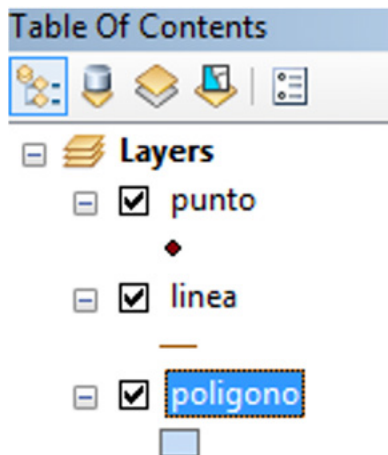


Figura N° 39: Seleccionar la capa en ArcMap
Fuente: Autores

6. Para dibujar la geometría de un archivo geoespacial, en la barra del menú principal se debe ubicar la opción Editor y hacer clic en start Editing, esto permite crear la geometría de los diferentes tipos de shapefile.

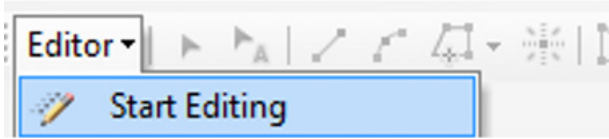


Figura N° 40: Edición geométrica de capas
Fuente: Autores

7. En el espacio de trabajo (data view), realizar un trazado de la superficie del área. Para ello, se debe utilizar el puntero y formar el contorno haciendo clic en el espacio respectivo para cambiar de dirección, al finalizar el trazado, unir los vértices finales y hacer doble clic.

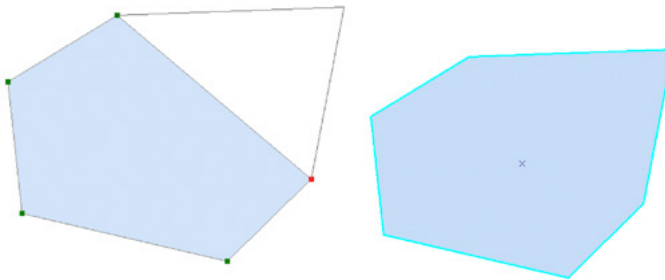


Figura N° 41: Edición de capa polígono
Fuente: Autores

Es necesario detener el editor, para seguir trabajando en otras capas, o añadir información a la capa actual.

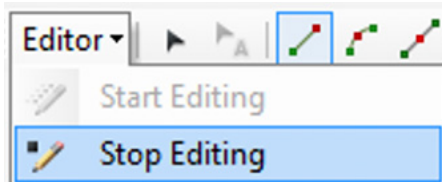


Figura N° 42: Terminar edición de capa polígono
Fuente: Autores

8. Edición de la capa línea, el proceso es similar al del polígono.

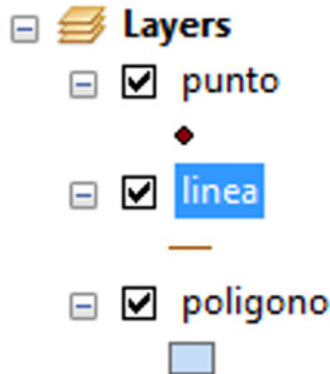


Figura N° 43: Selección de la capa línea
Fuente: Autores

9. Realizar el trazado de las líneas con el puntero, luego de dibujar para cambiar de dirección dar un solo clic, para culminar la línea doble clic al terminar.

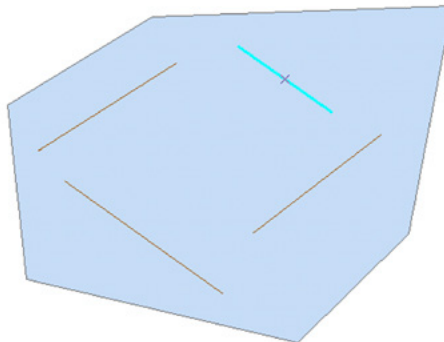


Figura N° 44 Edición capa línea
Fuente: Autores

Al finalizar, detener el editor y guardar los cambios.

10. Seleccionar la capa punto de la tabla de contenidos en ArcMap.

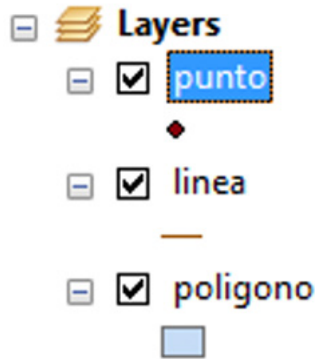


Figura N° 45 Edición de capa puntos

Fuente: Autores

11. Iniciar el editor y dibujar los puntos en el área. Hacer clic para generar el punto en el lugar deseado, al terminar dar doble clic para guardar y detener la edición. (stop edition).

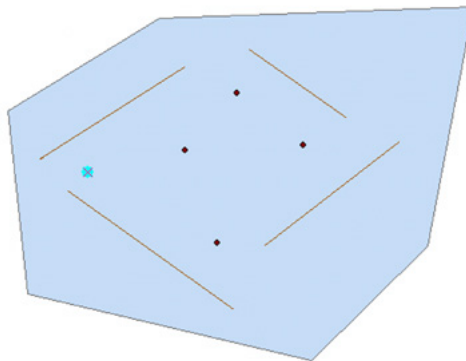


Figura N° 46: Edición de capa puntos

Fuente: Autores

12. Detener el editor y guardar los cambios realizados.

EJERCICIO 4: CREAR CAMPOS O ATRIBUTOS

1. A continuación, se va a agregar información a cada uno de los elementos que están representados en las capas. Para ello se debe dirigir a la tabla de contenidos dar clic derecho y dirigirse a la opción Open attribute table.

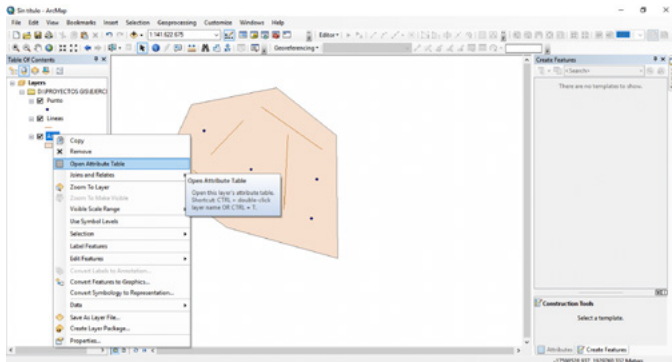


Figura N° 47: Crear campos

Fuente: Autores

2. En la tabla que se visualiza tres campos que por defecto el programa crea.

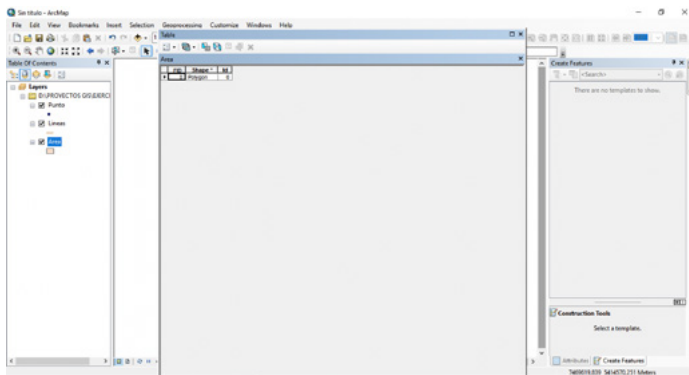


Figura N° 48: Campos creados por defecto

Fuente: Autores

3. Para crear nuevos campos que contengan información se debe dirigir a la barra de herramientas la primera opción izquierda superior de esta pequeña tabla y hacer clic en la opción Add Field.

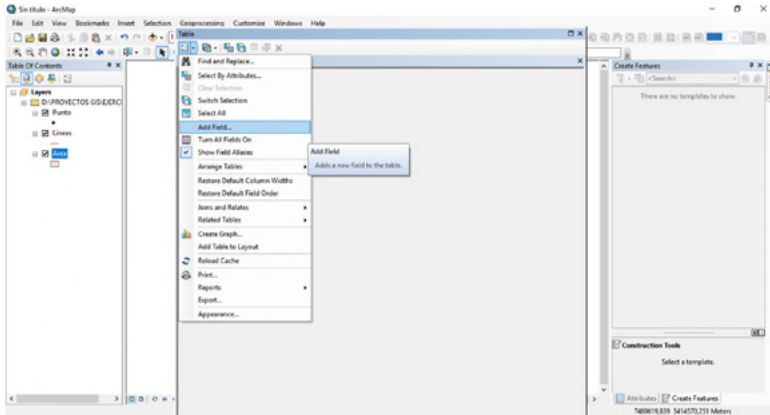


Figura N° 49: Adicionar campos

Fuente: Autores

4. Es necesario configurar el tipo de campo, nombre y ancho.

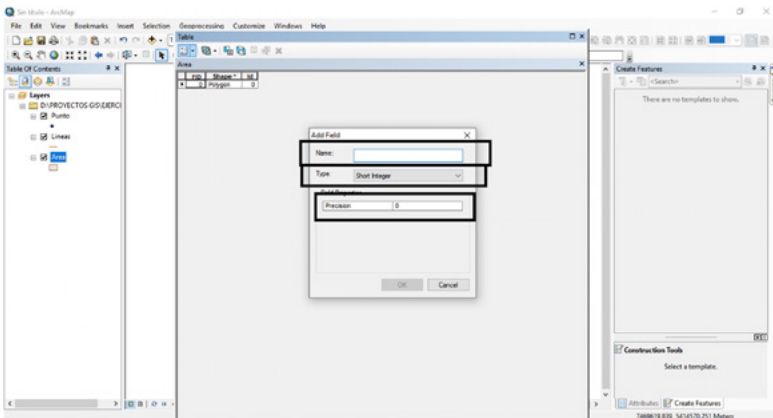


Figura N° 50: Configuración de campo

Fuente: Autores

5. Una vez creado dos campos más uno con nombre área nombre tipo texto, tamaño 50 y otro con areatam con tipo double, precisión 50 y escala 50 se tiene el siguiente resultado.

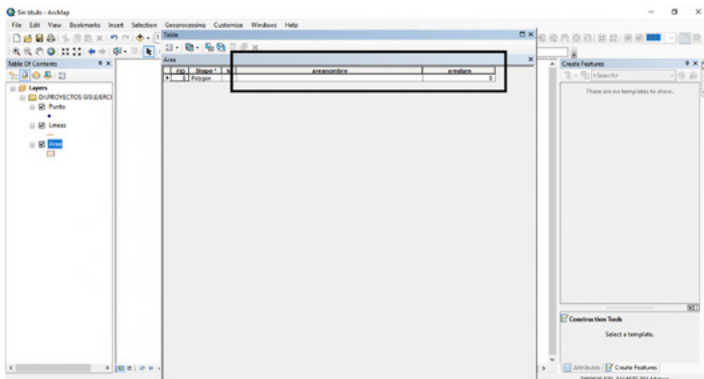


Figura N° 51: Campos creados

Fuente: Autores

6. A continuación, se debe dar un nombre y calcular cuál es el área de dicho polígono que se acaba de realizar entonces para ello se debe cerrar esta ventana, correr el editor (start edition), ingresar nuevamente a esta ventana y llenar los datos correspondientes, como se muestra a continuación:

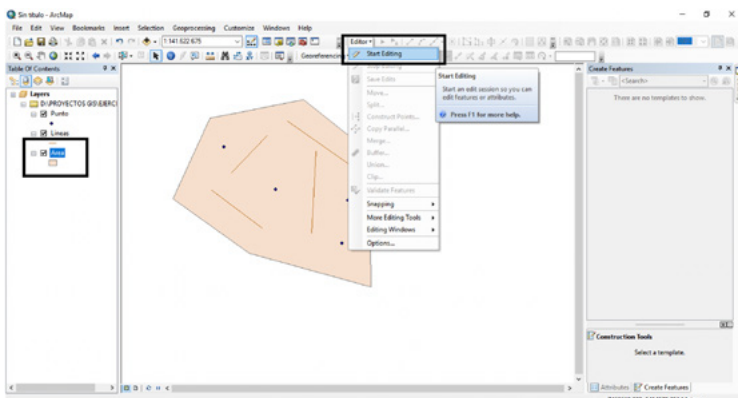


Figura N° 52: Abrir edición

Fuente: Autores

7. Para llenar las celdas de los campos debe correr la edición.

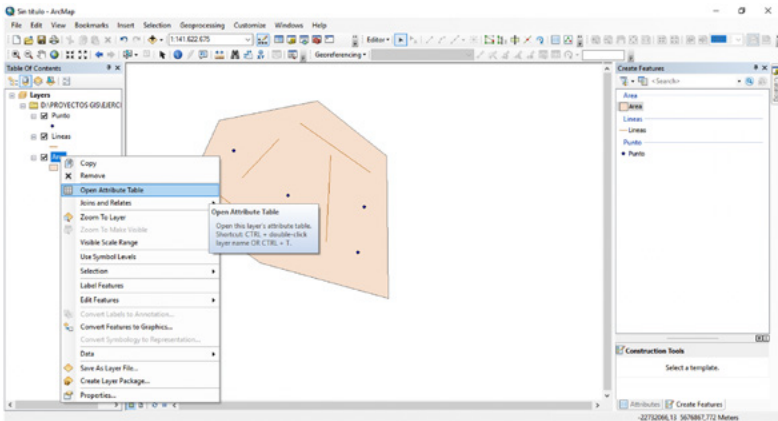


Figura N° 53: Abrir tabla de atributos
Fuente: Autores

8. Una vez que corra la edición llenar el texto correspondiente como se muestra a continuación:

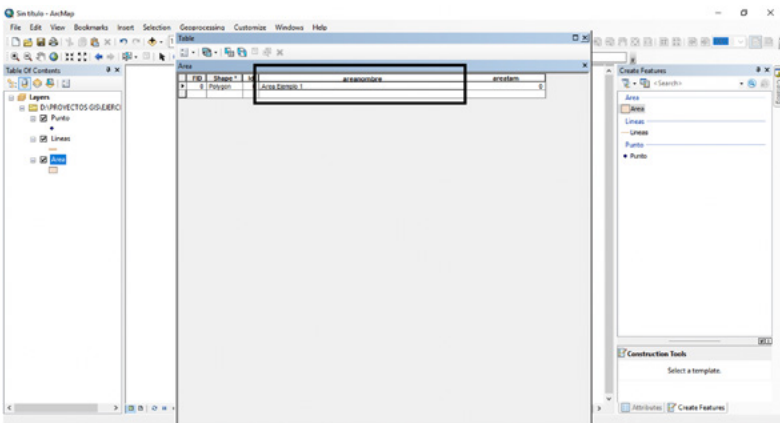


Figura N° 54: Edición de datos capa
Fuente: Autores

9. Para calcular el área de este polígono se debe ubicar el cursor en el nombre del campo (areatam), marcar la columna y realizar el cálculo.

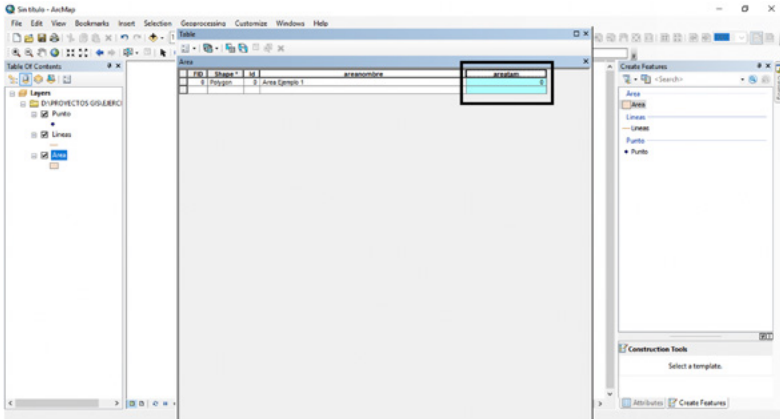


Figura N° 55: Cálculo de datos
Fuente: Autores

10. Posterior a tener realizado este paso se debe dirigir nuevamente a la parte superior donde el nombre es areatam y ahora con un clic derecho debe aparecer una lista de opciones se debe escoger calculate geometry.

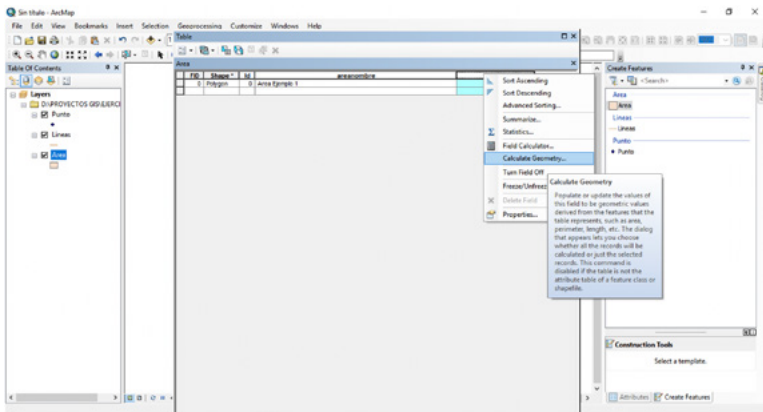


Figura N° 56: Herramienta de cálculo
Fuente: Autores

11. Dentro de esta opción se escoge la opción calculate geometry, el cual se hará automáticamente.

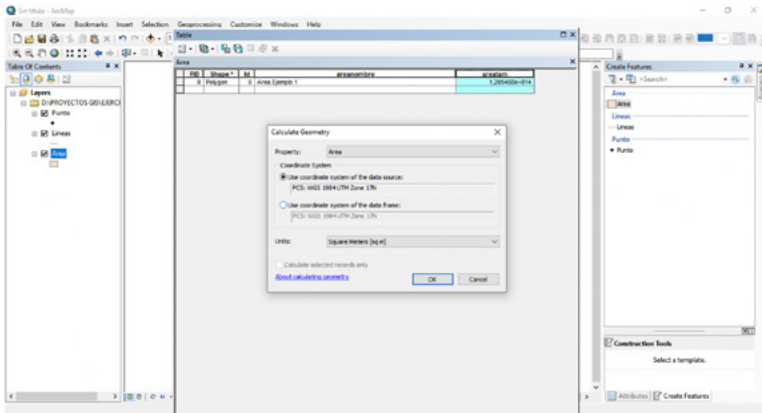


Figura N° 57: Cálculo de superficie
Fuente: Autores

12. Se debe detener el editor y volver a repetir los pasos anteriores para líneas y puntos respectivamente, analizando qué tipo de información se añadirán en cada shapefile.

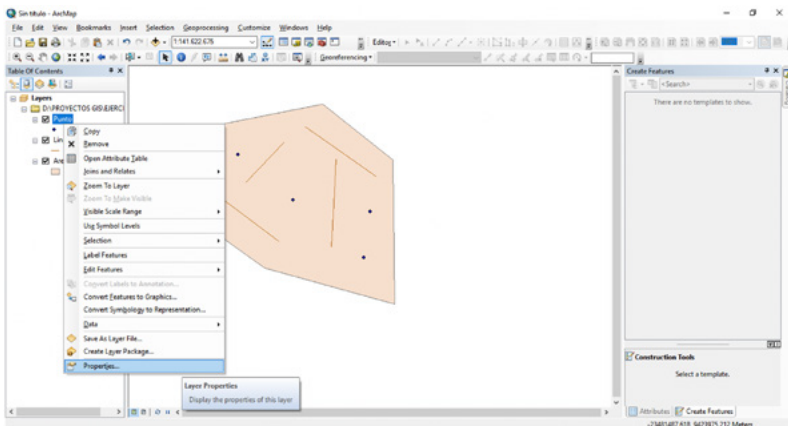


Figura N°58: Edición capa línea
Fuente: Autores

13. Desplegar la opción propiedades de la capa que se quiere configurar, sea el display, etiquetas a categoriza, entre otros.

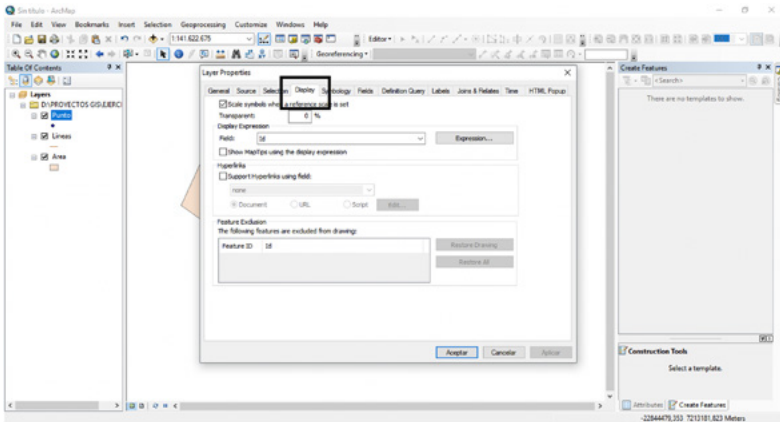


Figura N° 59: Gestión capa display
Fuente: Autores

14. En la opción propiedades de la capa etiquetar por el campo que se escoja, habilitar opción Label features in this layer.

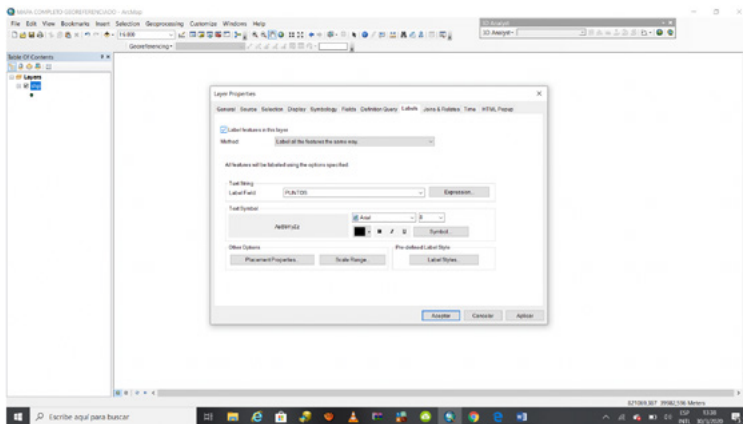


Figura N° 60: Etiquetar un shapefile
Fuente: Autores

15. Para categorizar un shapefile, en la ventana propiedades de la capa escoger la herramienta symbology, opción categories en la parte izquierda del menú show, dentro de esta opción se selecciona nuevamente el valor “nombre” que se creó dentro de las tablas de información, a continuación, para distinguir cada punto se tomará en cuenta la opción Color Ramp del lado derecho, una vez concluida esta opción se debe dar clic en aplicar.

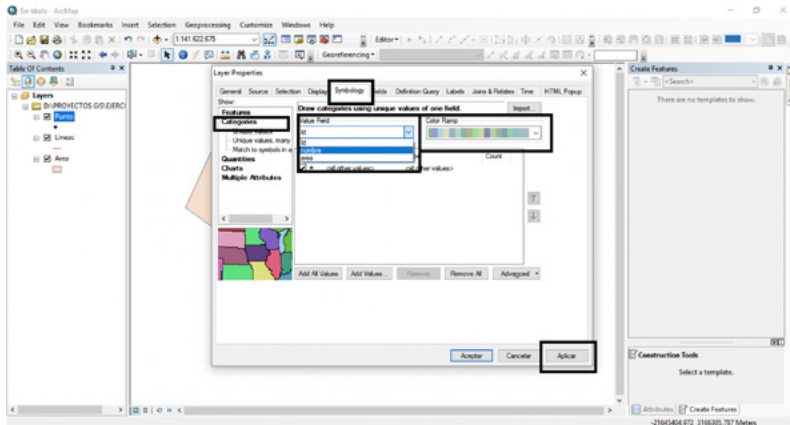


Figura N° 61: Gestión simbología capas
Fuente: Autores

16. Posterior se debe ir a la opción add all values y dar clic nuevamente en la opción aplicar para guardar los cambios, este mostrará todos los puntos que se tienen dentro del mapa como se muestra en la siguiente imagen, así a su vez con su respectivo nombre.

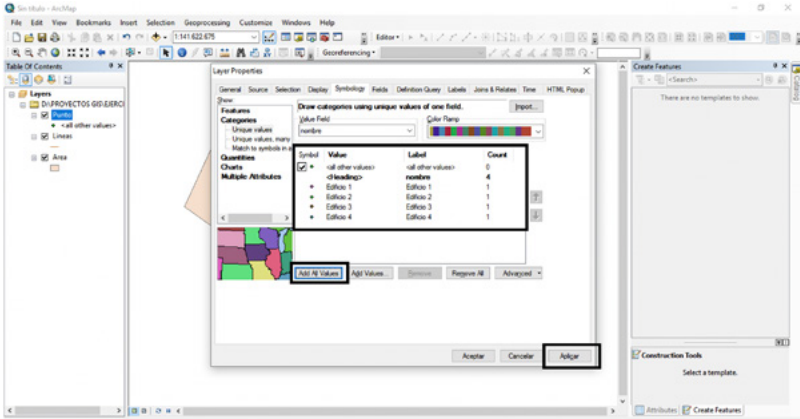


Figura N° 62: Gestión valores a la capa
Fuente: Autores

17. Para añadir los edificios se direccionará individualmente a cada punto, en este caso se debe ir al primero, se dará doble clic izquierdo sobre él y aparecerá un menú como el siguiente:

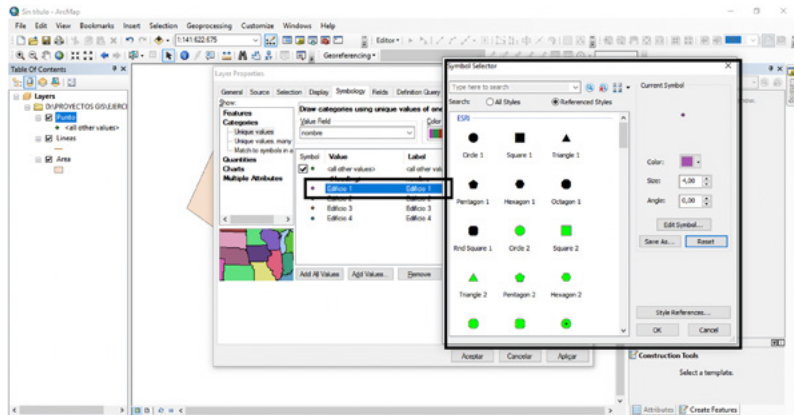


Figura N° 63: Gestión de simbología de features
Fuente: Autores

18. Una vez dentro de este menú el símbolo de selector se debe dirigir a la opción style reference en el cual se puede buscar la simbología correspondiente al tema.

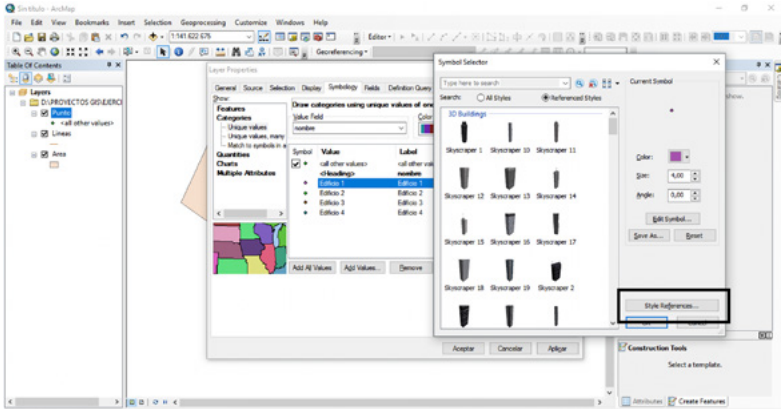


Figura N° 64: Gestión simbol selector
Fuente: Autores

19. Dentro de este tema se debe buscar la opción 3D buildings que serán los edificios que se deben colocar en los puntos.

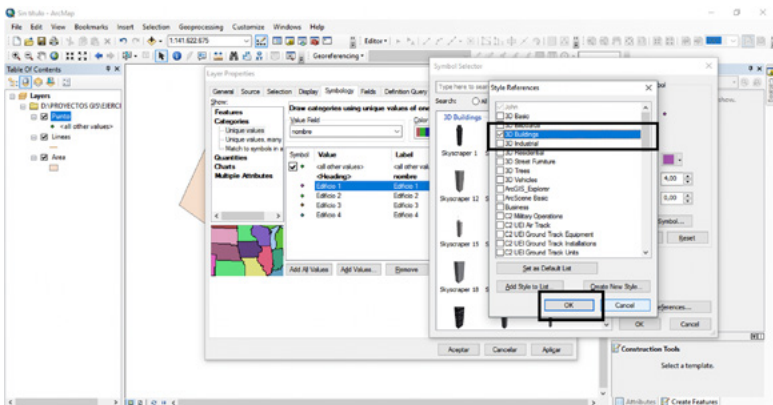


Figura N° 65: Gestión de simbol selector 3D
Fuente: Autores

20. Como se puede observar se añadieron nuevos elementos a la lista de símbolos de selector, a continuación, se seleccionará un edificio y se dará un tamaño referente para colocarlo en el mapa. Como se muestra a continuación:

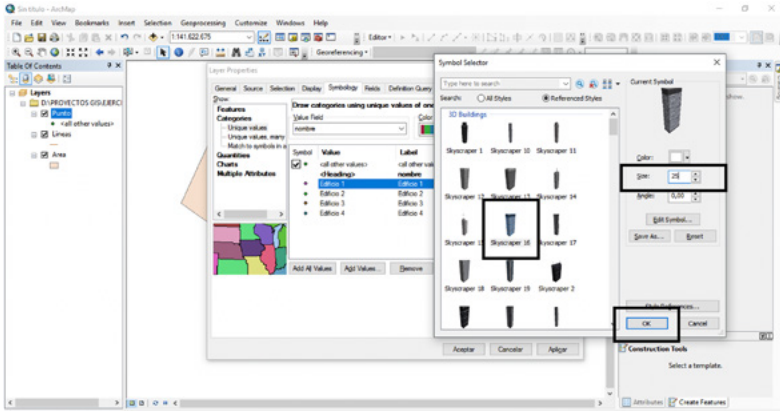


Figura N° 66: Gestión de tamaño simbol selector
Fuente: Autores

21. Ahora se puede visualizar que se realizó un cambio en el edificio uno en la primera ventana como se puede verificar en la siguiente imagen:

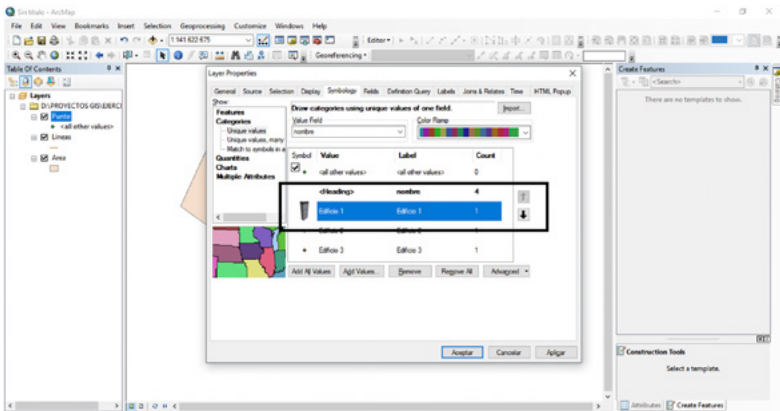


Figura N° 67: configuración de simbol selector
Fuente: Autores

22. Repetir para todos los edificios que contienen la capa. Una vez terminado este proceso deberá tenerse un resultado como este:

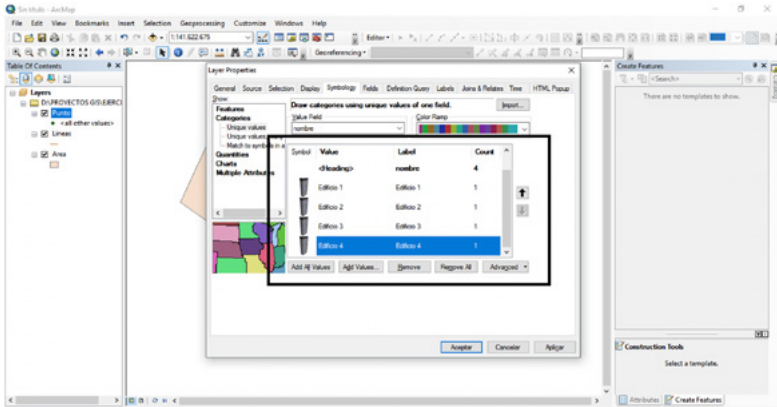


Figura N° 68: Gestión de simbología de capas

Fuente: Autores

23. A continuación, etiquetar los features con la opción labels, activar para mostrar el campo del nombre del edificio, ahora se debe indicar qué atributo se mostrará en el mapa para ello dirigirse a nombre y por último se tendrá el resultado siguiente:

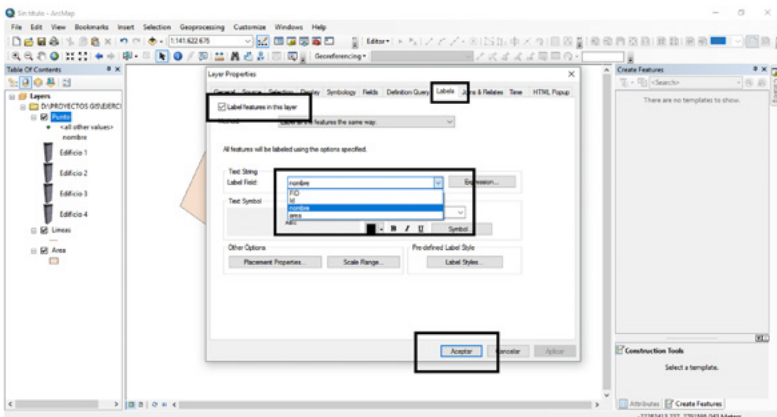


Figura N° 69: Gestión label de capas

Fuente: Autores

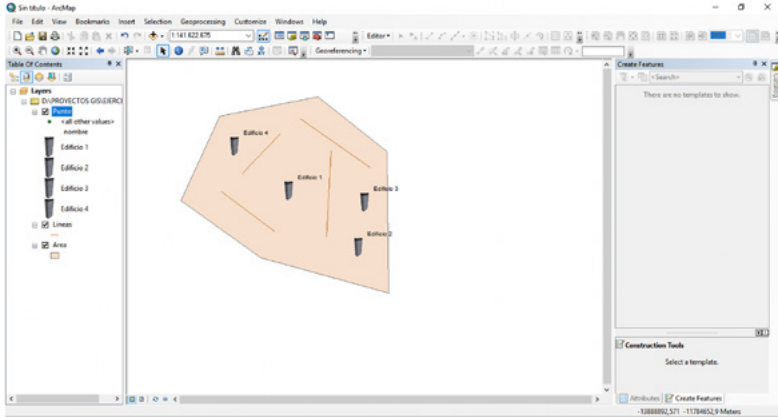


Figura N° 70: Gestión símbolo selector y labels

Fuente: Autores

24. Estos pasos se deberán repetir para las líneas que se interpretan por carreteras y la del polígono que es el área de trabajo. Como se observa se debe añadir un nombre y figuras a los edificios y carreteras, así como también se puede observar esos cambios en el lado de la tabla de contenidos de la izquierda.

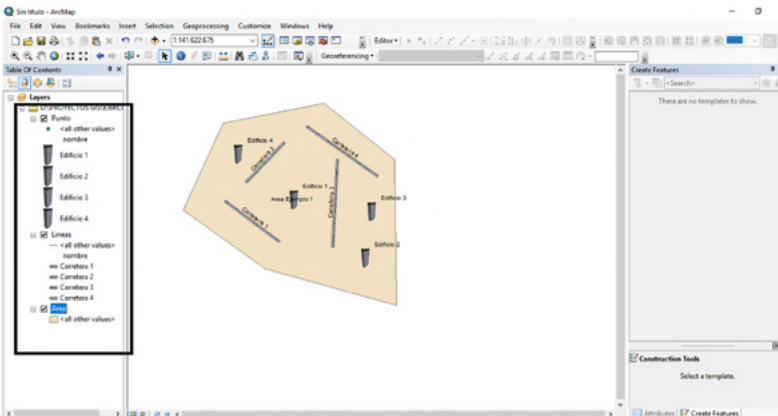


Figura N° 71: Gestión label capas

Fuente: Autores

25. Para concluir se debe dirigir a la barra de herramientas y a File para guardar el archivo en la carpeta correspondiente con la herramienta file save as.

EJERCICIO 5: DIGITALIZACIÓN IMAGEN

Pasos para Digitalización de una imagen satelital tomada de Google Earth Pro:

1. Conectar con la carpeta que se va a trabajar.

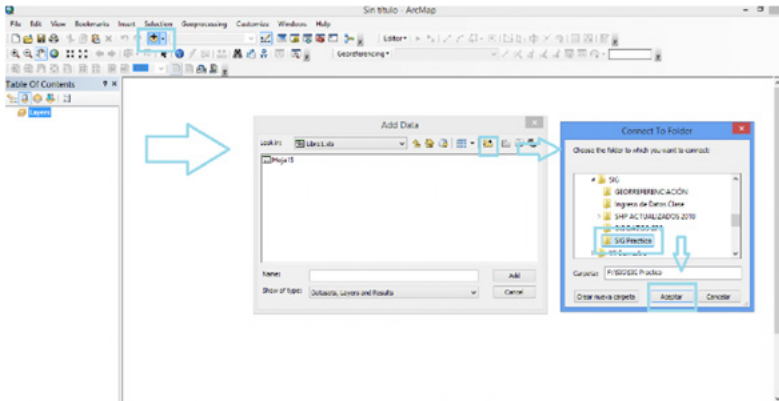



Figura N° 72: Digitalización en ArcMap

Fuente: Autores

- Add ().- Ayuda a conectar con las carpetas o nuevos archivos.

2. Adjuntar la imagen ráster tomada de Google Earth con la que se va a trabajar.

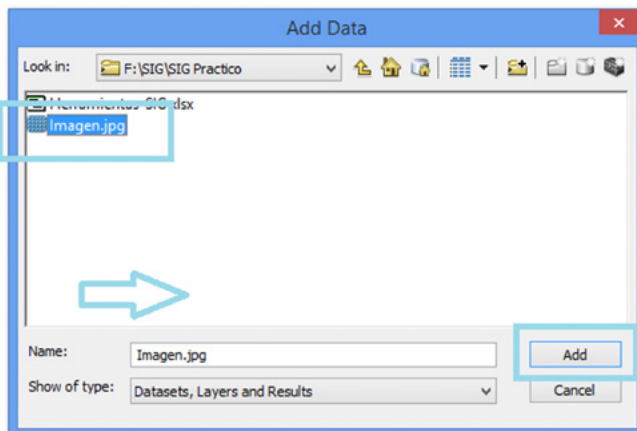


Figura N° 73: Carpetas de archivos

Fuente: Autores

3. Crear tres shapefile de: línea, punto y polígono.

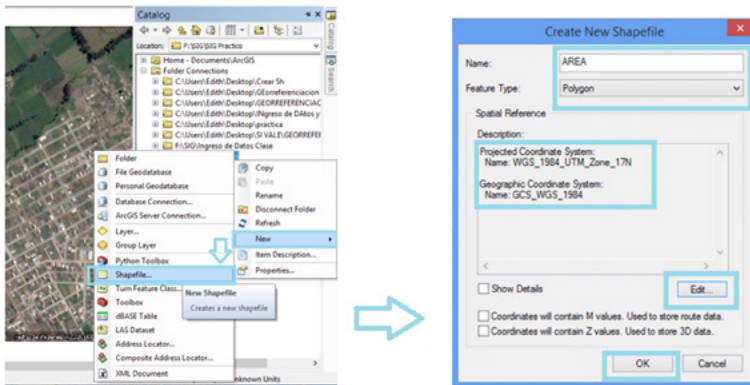


Figura N° 74: Crear archivos shapefile
Fuente: Autores

4. Usar Straight Segment para delimitar el área que se va a trabajar, primero se debe activar Start edition.

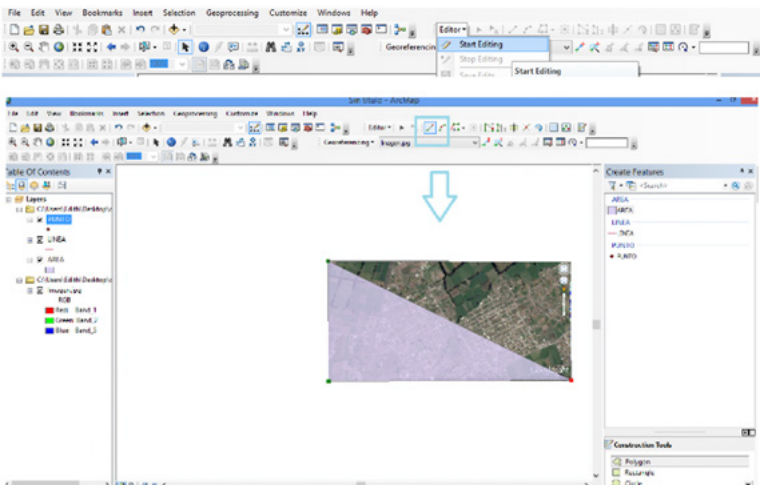





Figura N° 75: Start edition.
Fuente: Autores

- La herramienta Select Elements (). - Ayuda a seleccionar, cambiar el tamaño y mover texto, gráficos y elementos colocados en el mapa.
- Start Editing( Start Editing).- Permite empezar una edición para modificar las características o atributos.
- Straight Element().- Permite crear un vértice cada vez que se haga un clic, los segmentos entre vértices son líneas rectas.

5. Hacer un clic en el símbolo de Área para poner en Hollow y se pueda hacer transparente y se pueda visualizar el mapa, para comenzar a trazar las líneas.

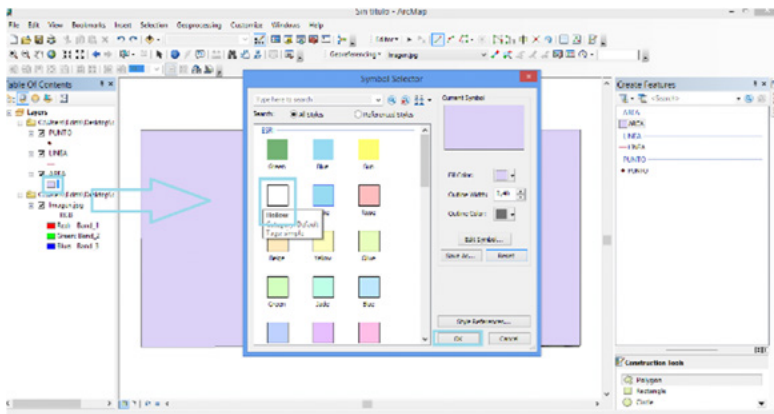


Figura N° 76: Simbol Selector

Fuente: Autores

6. Identificar las zonas más representativas del mapa a trabajar como, por ejemplo: zonas urbanas, lomas, etc. Luego hacer clic Cut polygons Tool para cortar las partes más importantes a señalar.

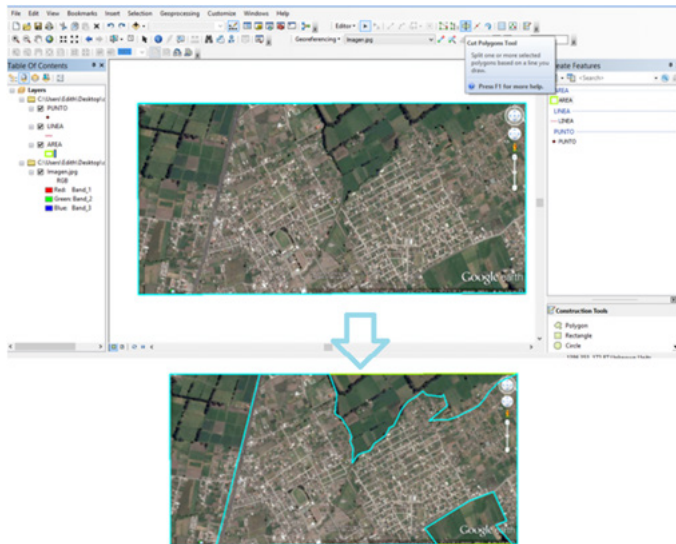



Figura N° 77: Cut polygons Tool
Fuente: Autores

- Cut Polygons Tool ().- Ayuda a cortar entidades poligonales cuando son seleccionadas.

7. Luego poner Stop Edition.

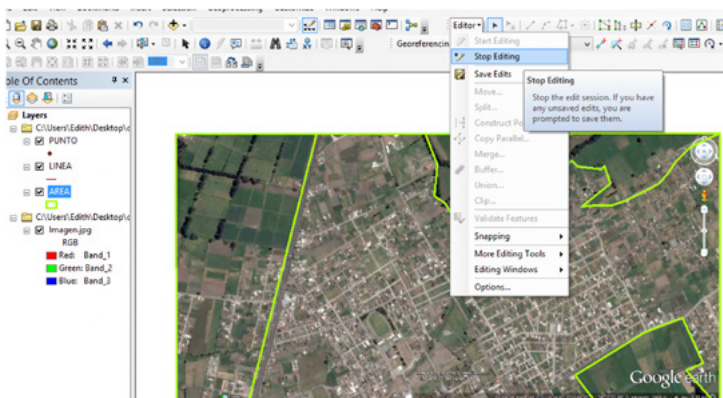
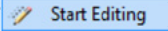


Figura N° 78: Cortar polígonos
Fuente: Autores

- Stop Edition (). - Permite parar la edición de la sesión.

8. Hacer un clic izquierdo, y poner Open Attribute Table and agregar un campo con el nombre de la zona y la superficie.

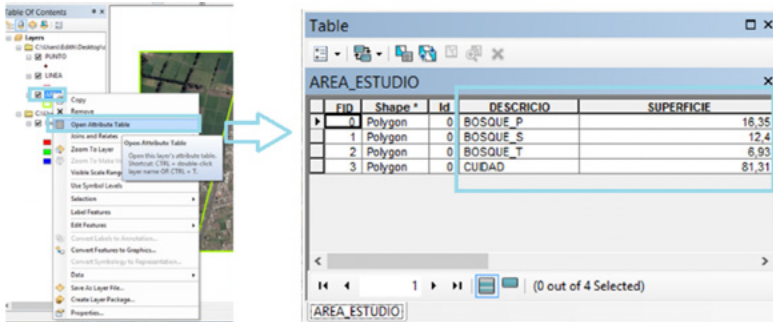


Figura N° 79: Tabla de atributos

Fuente: Autores

9. Luego trazar las líneas más importantes como carreteras, calles entre otras cosas, y poner puntos, identificando sitios más importantes. De igual forma se debe agregar más campos en cada tabla de atributos.



Figura N° 80: Edición de mapa, digitalizar líneas

Fuente: Autores

10. Editar y cambiar de colores y formas a cada capa que se han creado. Haciendo clic en cada símbolo de las capas.

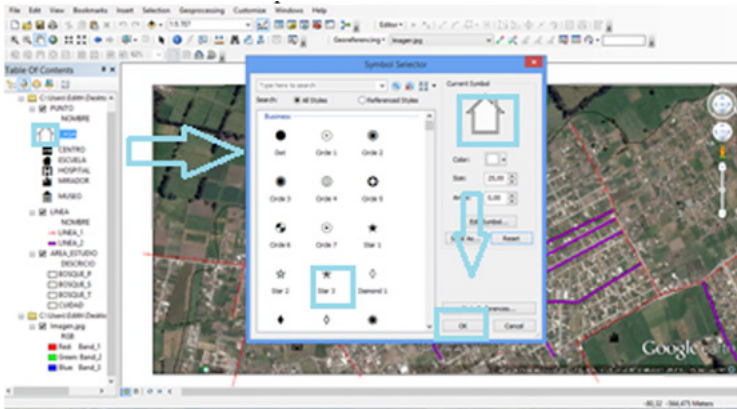


Figura N° 81: Edición de simbología
Fuente: Autores

11. Hacer clic en las capas creadas y elegir la opción de propiedades.

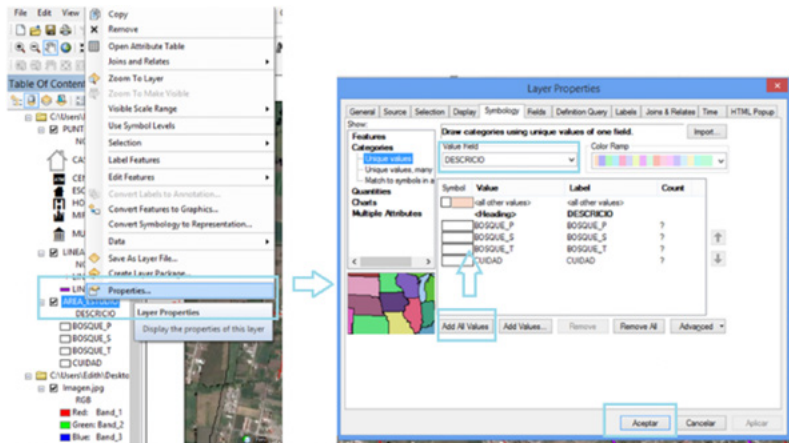


Figura N° 82: Propiedades de capas
Fuente: Autores

12. Para la programación de features se debe ir a la opción Labels, luego hacer clic en Expression y conectar los campos que se desee colocar en el mapa de la siguiente manera:

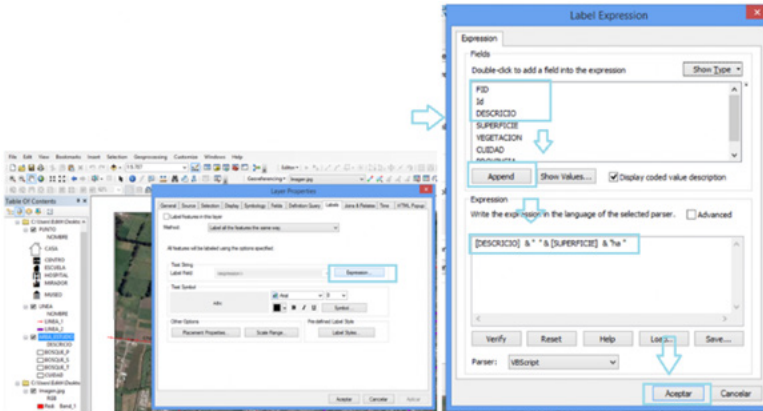



Figura N° 83: Configuración de features

Fuente: Autores

- Editor Toolbar (). - Activa la barra de edición abriendo una nueva barra de herramientas.

13. Cuando se conecte los campos quedará de la siguiente manera:

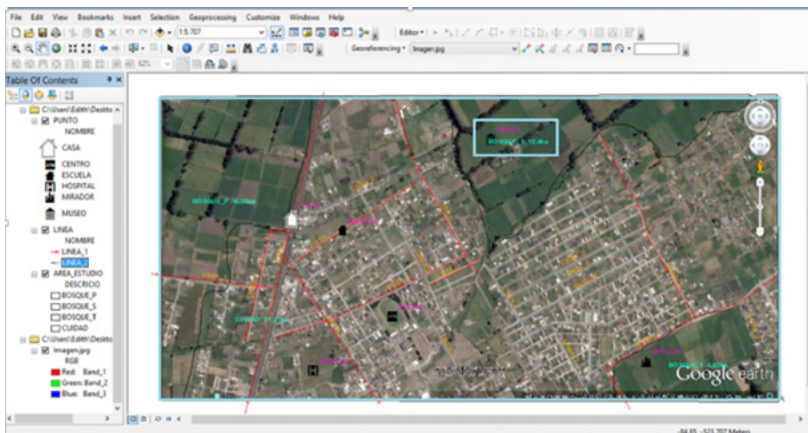


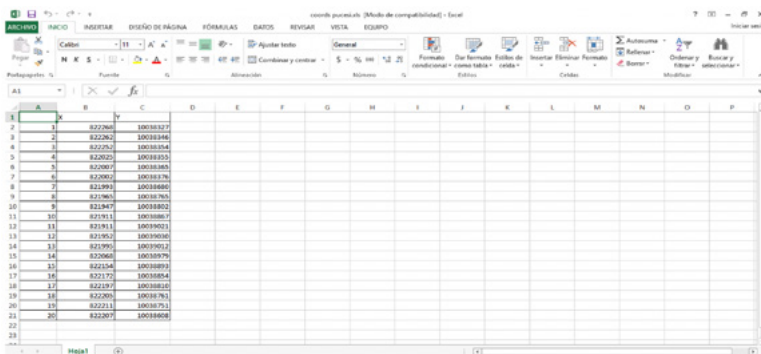
Figura N° 84: Diseño de capas

Fuente: Autores

EJERCICIO 6: INGRESO DE DATOS EN ARCMAP Y DELIMITACIÓN DE ÁREA EN BASE A COORDENADAS TOMADAS CON GPS.

Ingreso de Datos:

1. Con las coordenadas de sitios tomadas en campo con un GPS, crear una matriz en Excel con tres columnas principales que tienen como nombre: la primera el “Id” o “puntos”, la segunda “X” y la tercera “Y”, como obligatorias, el resto pueden contener información adicional sobre la temática y guardar el archivo de Excel en el formato “Libro de Excel 97-2003” con su respectivo nombre.



	X	Y	Id
1	822708	10038327	
2	822708	10038327	
3	822752	10038354	
4	822825	10038355	
5	822897	10038385	
6	822902	10038378	
7	822991	10038486	
8	822965	10038365	
9	822947	10038402	
10	822911	10038407	
11	821911	10039003	
12	821957	10039048	
13	821995	10039032	
14	822068	10038979	
15	822124	10038993	
16	822170	10038984	
17	822197	10038980	
18	822098	10038971	
19	822211	10038971	
20	822207	10038968	

*Figura N° 85: Ingreso de datos
Fuente: Autores*

2. Abrir ArcMap y conectar con el archivo de Excel creado con la herramienta Add x, y date.

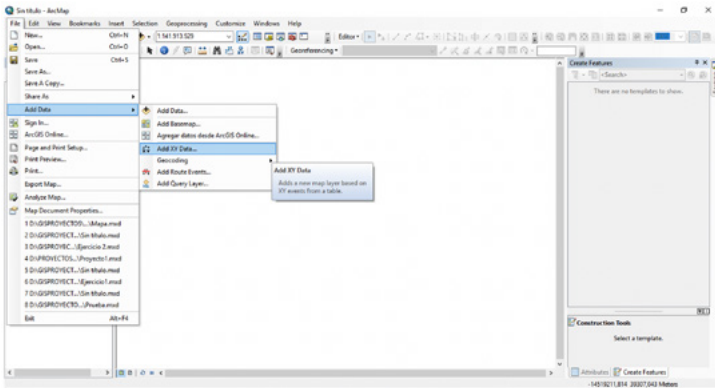


Figura N° 86: Adicionar datos a ArcMap
Fuente: Autores

3. Se visualiza en el Date View los shp tipo punto, con su respectivo sistema de referencia.

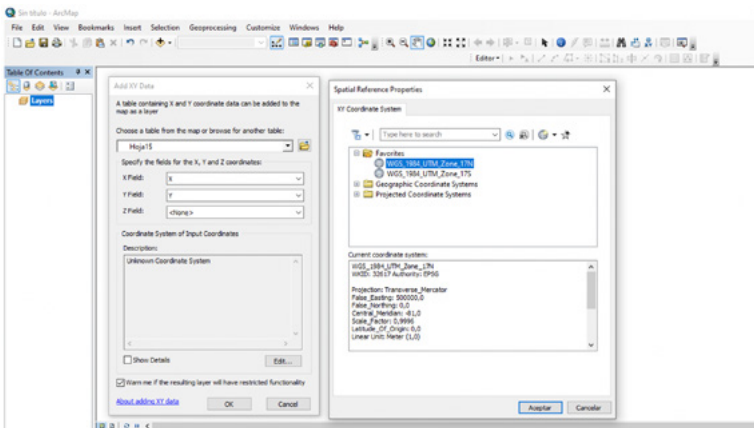


Figura N° 87: Conexión y referencia espacial
Fuente: Autores

4. Hacer clic en Ok para finalizar la importación. Y las coordenadas se mostrarán gráficamente.

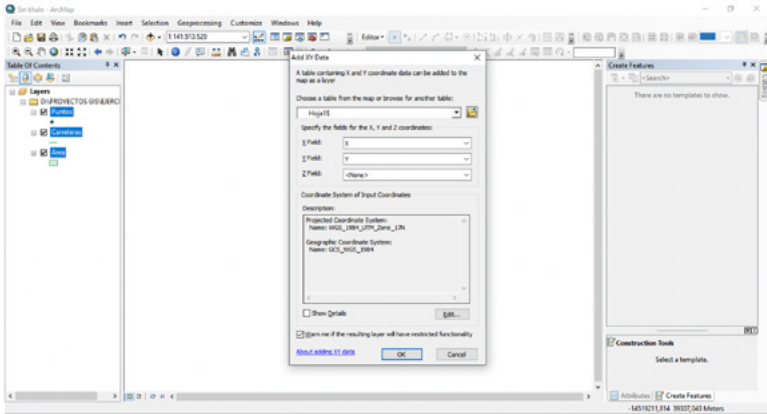


Figura N° 88: Ingreso de datos referenciación
Fuente: Autores

5. Los datos visualizados e ingresados a ArcMap se transforman a shp con la herramienta Date.

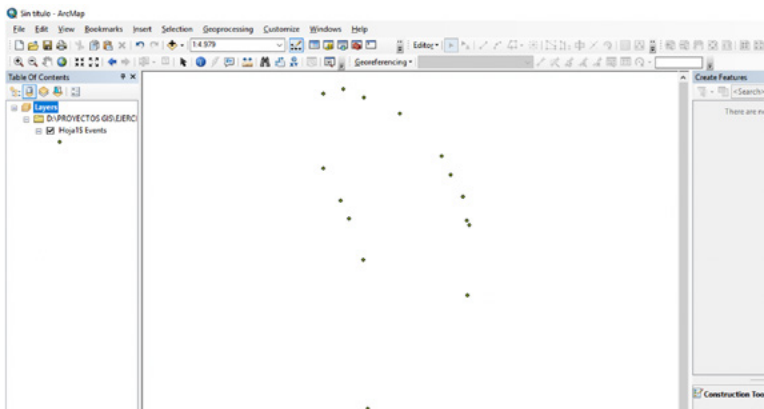


Figura N° 89: Importar datos y coordenadas
Fuente: Autores

6. Transformar las coordenadas a shapefile con la herramienta Export Date.

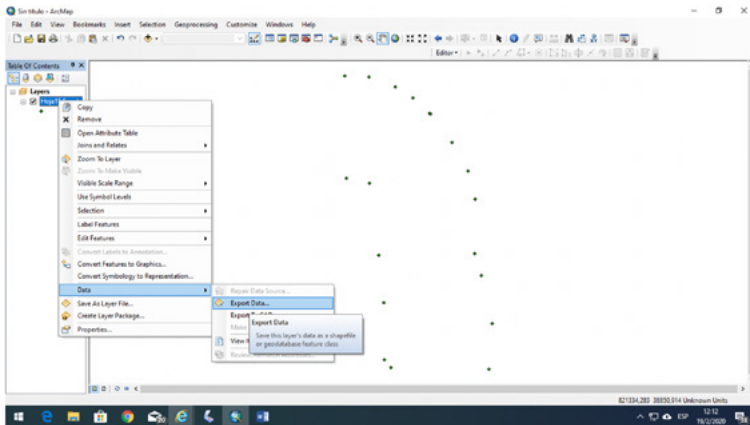


Figura N° 90: Transformación de coordenadas a shapefile

Fuente: Autores

7. Los datos ingresados a ArcMap son las guías que permiten unir y formar un polígono, el cual puede dar información como la superficie, perímetro y otros campos que pueden ser llenados en la tabla de atributos.

Se debe crear shapefile en ArcCatalog, con la respectiva referencia geográfica, que concuerde con las de los shp de puntos.

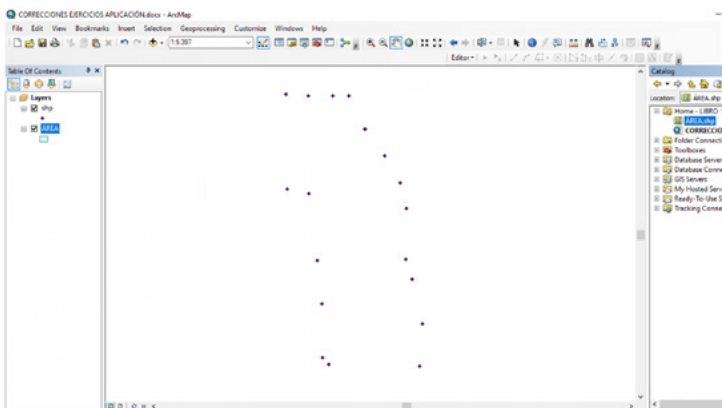


Figura N° 91: Conexión aplicación ArcCatalog y creación de shapefile

Fuente: Autores

8. Con las capas importadas, se procede a editar el área, dibujamos el área siguiendo los puntos como guías, como resultado obtenemos un área a cuya parte gráfica le podemos añadir campos o atributos.

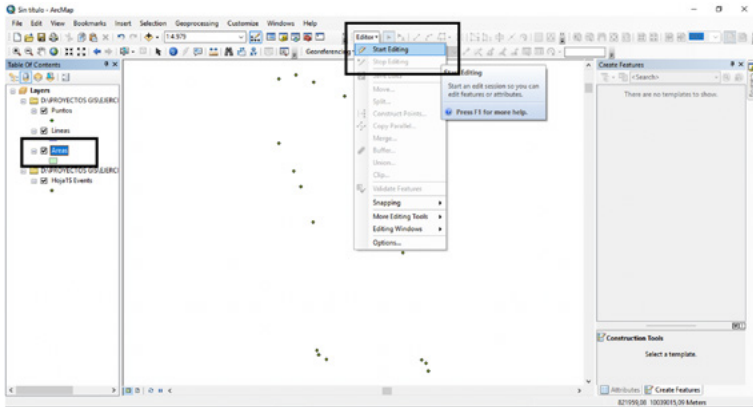


Figura N° 92: Edición de puntos exportados
Fuente: Autores

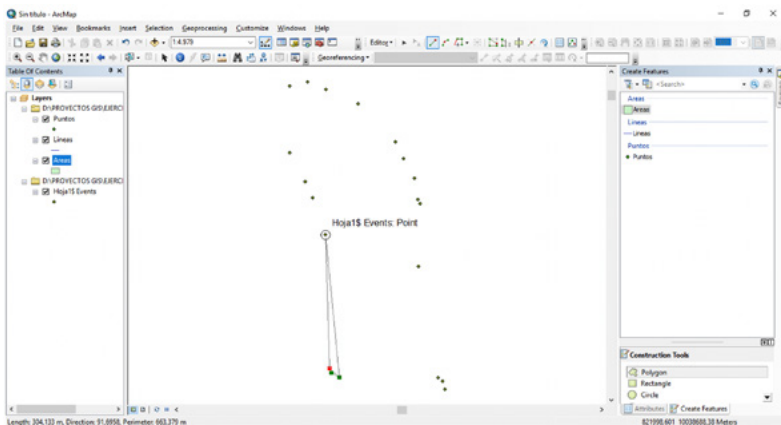


Figura N° 93: Edición de puntos
Fuente: Autores

9. Para crear y llenar atributos se debe desplegar la herramienta open attribute table.

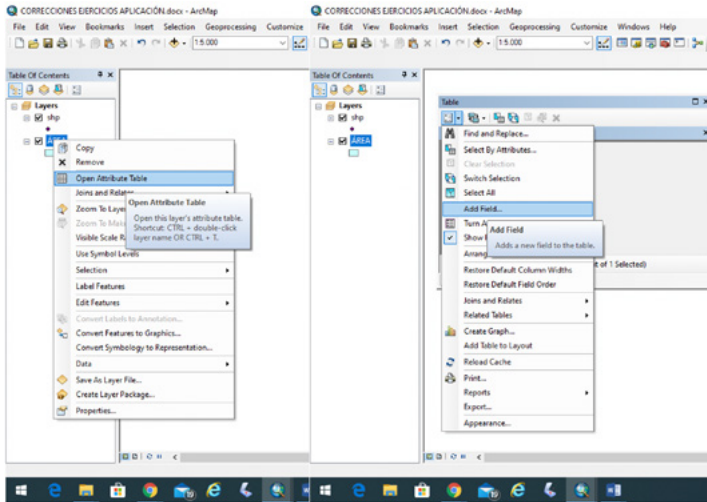


Figura N° 94: Crear campos o atributos
Fuente: Autores

10. Luego de añadir atributos con Add file, configurar escogiendo tipo de campo y ancho.

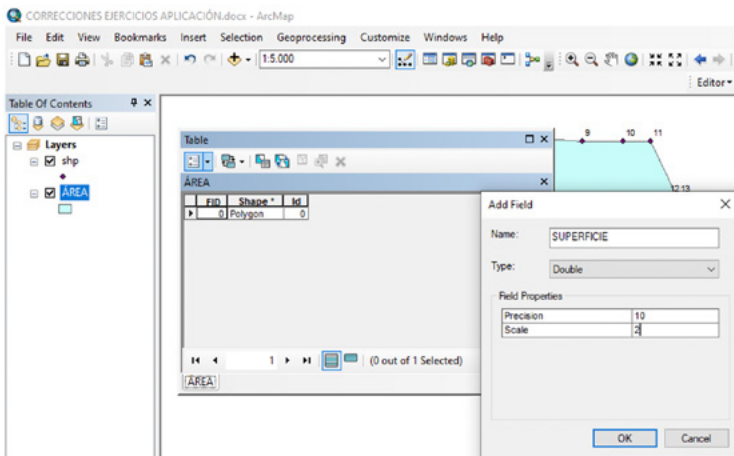


Figura N° 95: Configuración de atributo
Fuente: Autores

11. Una vez configurado el campo o atributo se debe llenar y en el caso de hacer un cálculo se procede con la herramienta calculate geometry.

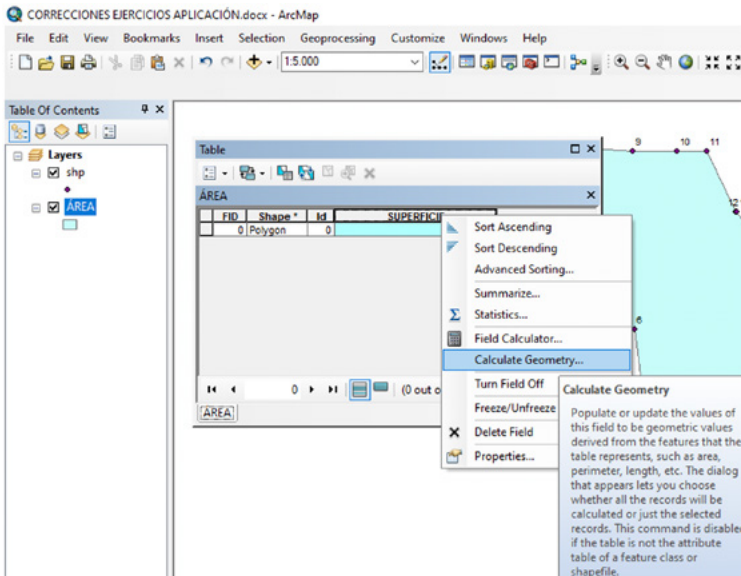


Figura N° 96: Cálculo geométrico
Fuente: Autores

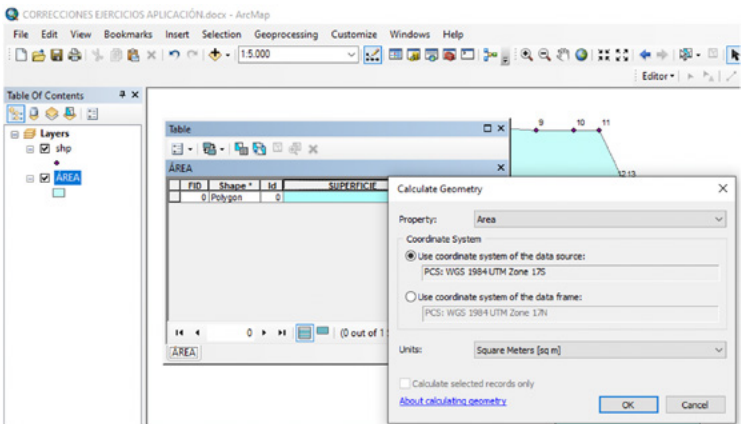
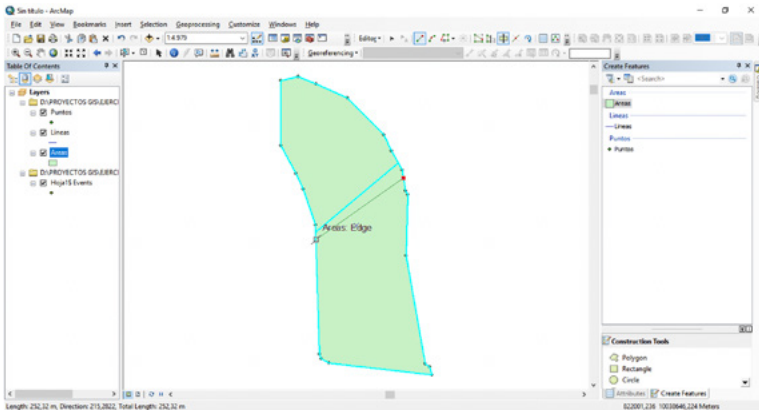


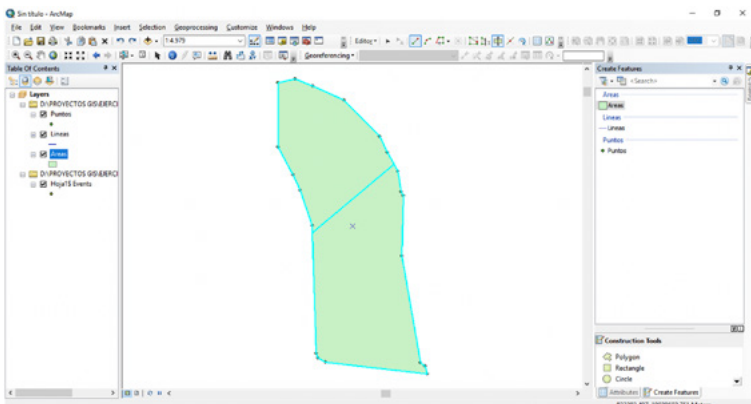
Figura N° 97: Cálculo superficie
Fuente: Autores

Es posible dividir el área en partes para ello se debe iniciar el editor, dirigirse a la opción de cortar polígono, y realizar un trazado de división dentro del área.

12. Seleccionar el extremo que se desea cortar y seleccionar el otro extremo y realizar el corte y debe quedar de la siguiente manera.



*Figura N° 98: Áreas de polígono
Fuente: Autores*



*Figura N° 99: División de polígono
Fuente: Autores*

13. Los datos ingresados pueden ser editados, cambiados su simbol selector y obtener la siguiente imagen:

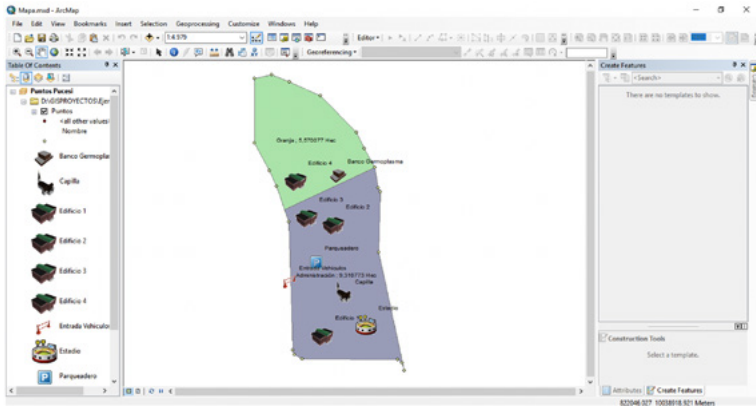


Figura N° 100: Salida de mapa
Fuente: Autores

EJERCICIO 7. CATEGORIZAR ELEMENTOS

1. Cargar capas con features que sean diferentes dentro de cada campo o atributo, en este caso campo “DPADESPRO”.

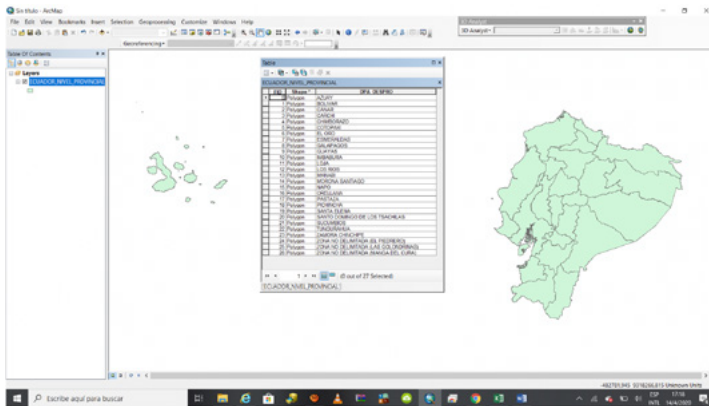


Figura N° 101: Capa provincias
Fuente: Autores

2. Desplegar propiedades de la capa.

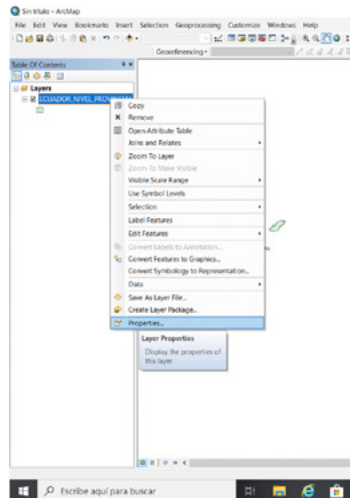


Figura N° 102: Propiedades capa
Fuente: Autores

3. En el menú propiedades escoger la herramienta “Symbology”

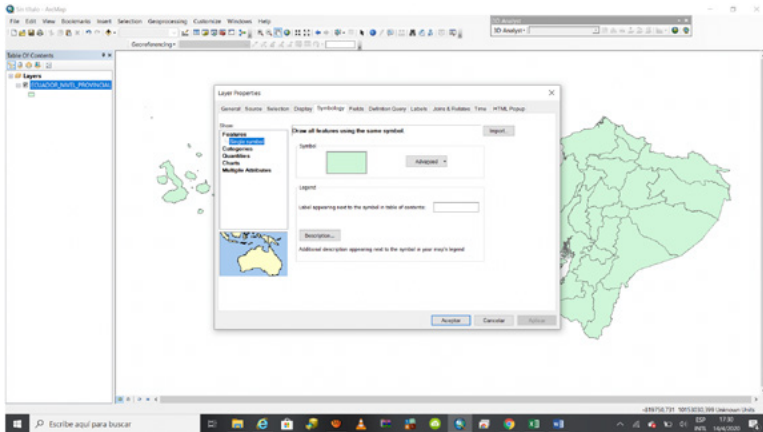


Figura N° 103: Herramienta symbology
Fuente: Autores

4. De este menú se configura habilitando la herramienta “Unique Values” del menú “Show”, en la pila “Value Field” y permite escoger el campo que se quiere categorizar en este caso “DPA_DESPRO”, se define el “Color Ramp”, adicionando los valores con “Add All Values” se aplica y se acepta.

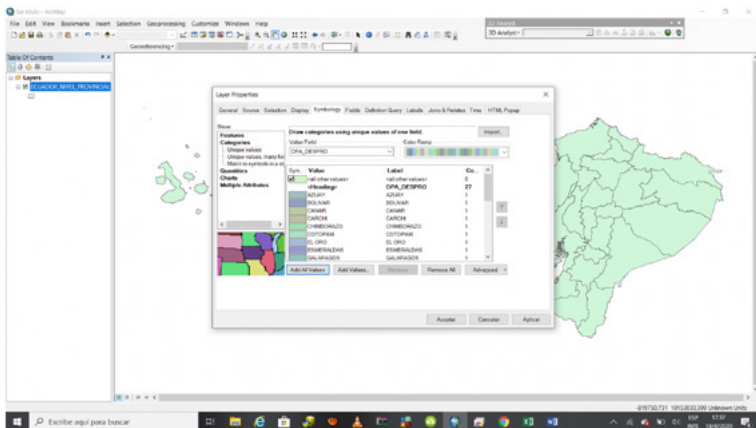


Figura N° 104: Herramienta categorizar
Fuente: Autores

5. El resultado es una capa con diferentes colores que corresponden a cada feature, que representa la geometría de las provincias.

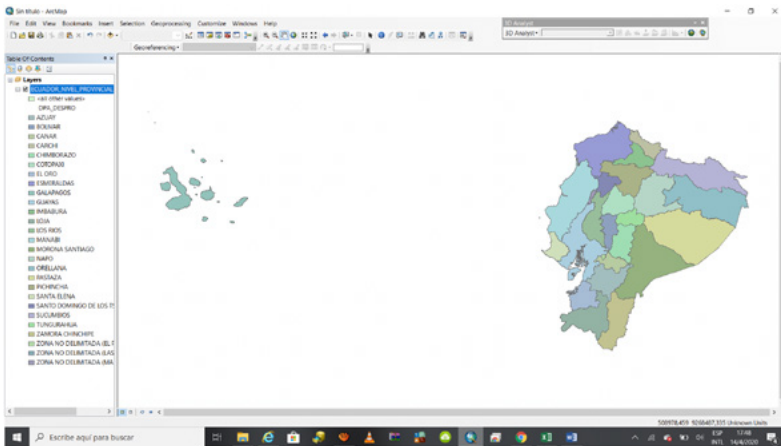


Figura N° 105: Categorizar capas
Fuente: Autores

6. Para etiquetar se debe desplegar las propiedades de la capa y configurar habilitando desde este menú las herramientas “Labels”, se debe poner un visto en “Label Features In This Layer”, también se puede escoger tipo, color, tamaño de texto que se requiera visualizar, ya que en este menú se tiene un editor de texto.

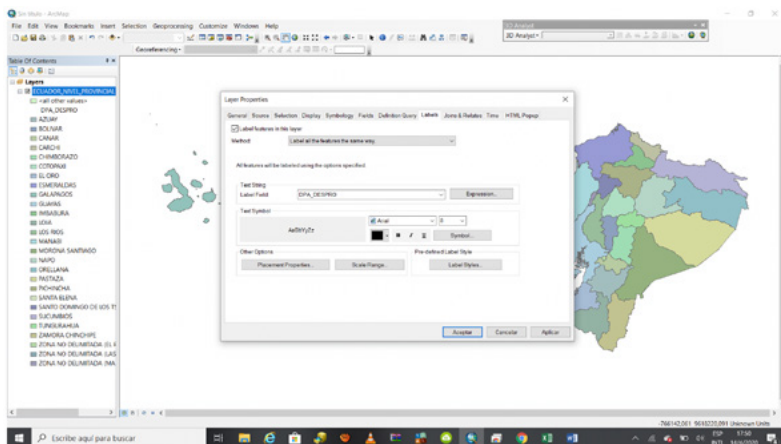


Figura N° 106: Configuración de Etiquetado
Fuente: Autores

7. Ejecutando la anterior herramienta se tiene las etiquetas en las capas categorizadas.

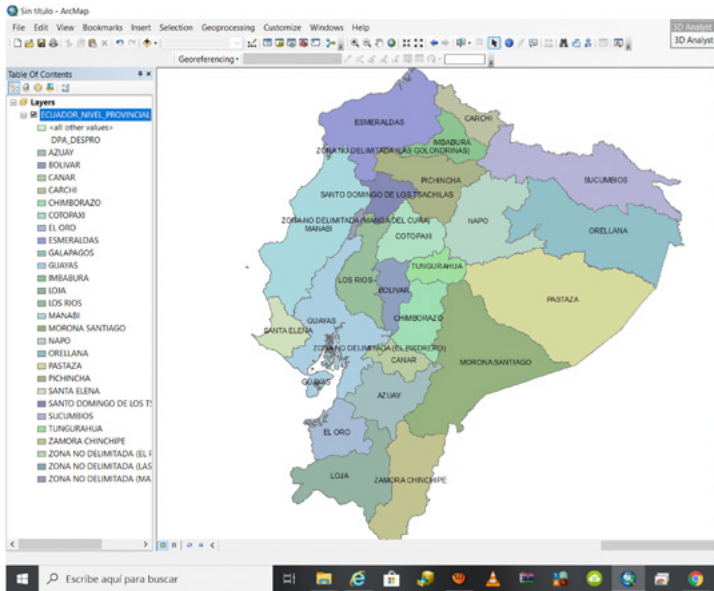


Figura N° 107: Etiquetas capa
Fuente: Autores

EJERCICIO 8: DIGITALIZACIÓN Y MAPA DE SALIDA

1. En un nuevo espacio de trabajo añadir la imagen que se desea digitalizar.

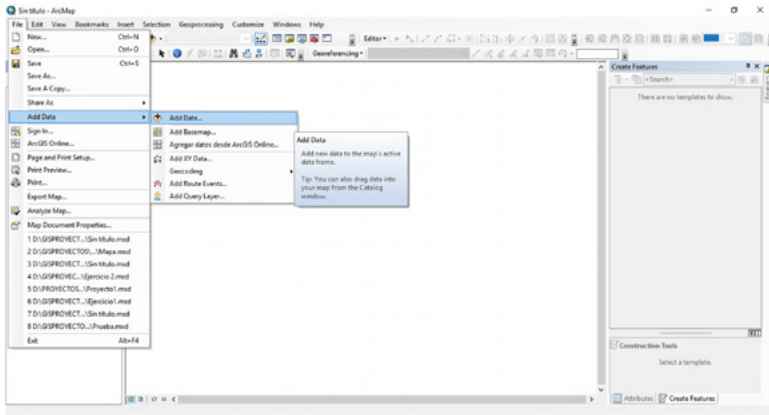


Figura N° 108: Adicionar imagen

Fuente: Autores

2. Seleccionar la imagen a importar.

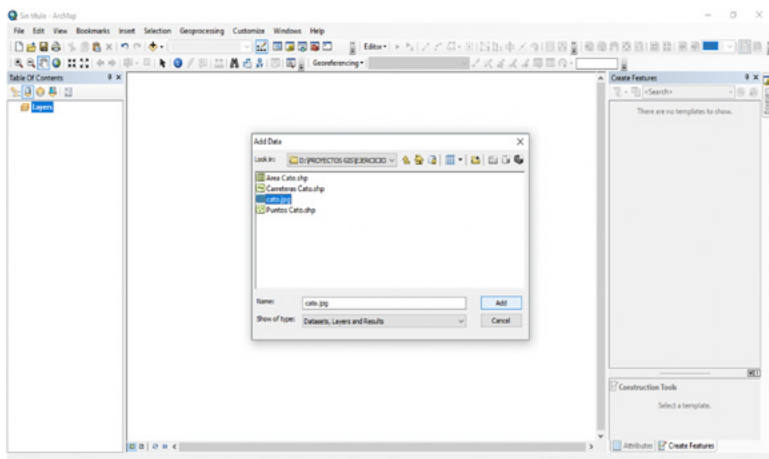


Figura N° 109: Conexión directorio

Fuente: Autores

3. Importar imagen.

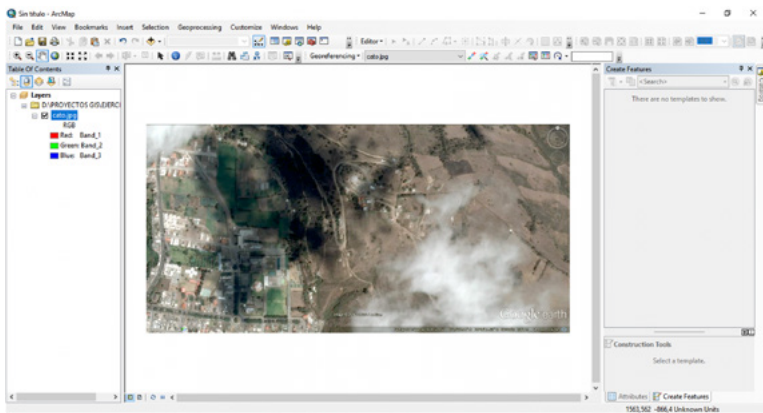


Figura N° 110: Imagen ráster

Fuente: Autores

4. Cargar desde la aplicación ArcCatalog 3 shapefile creados y referenciados de los diferentes tipos de formas geométricas de un archivo geoespacial.

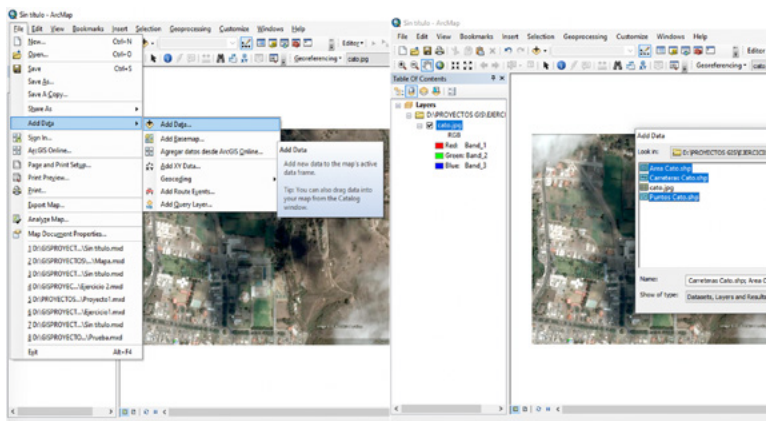


Figura N° 111: Importar shapefile

Fuente: Autores

5. Siguiendo las instrucciones dadas en el “EJERCICIO 4” se empieza a dibujar la geometría respectiva tomando como guía los bordes, sitios y líneas de la imagen ráster.

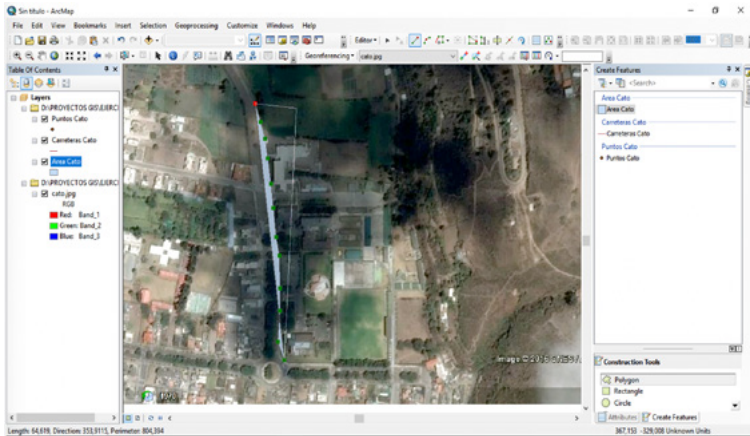


Figura N° 112: Digitalización imagen

Fuente: Autores

6. Una vez concluida la digitalización del área macro de la figura, se puede observar lo siguiente.

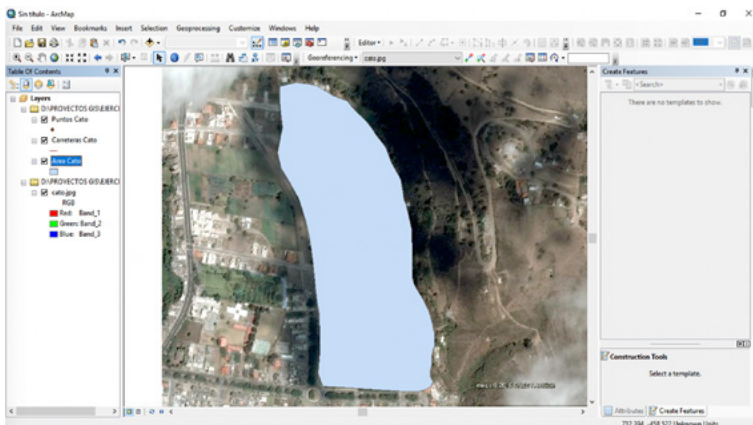


Figura N° 113: Gráfico de área

Fuente: Autores

7. Se puede deshabilitar las diferentes capas para tener una vista distinta en el Data View.

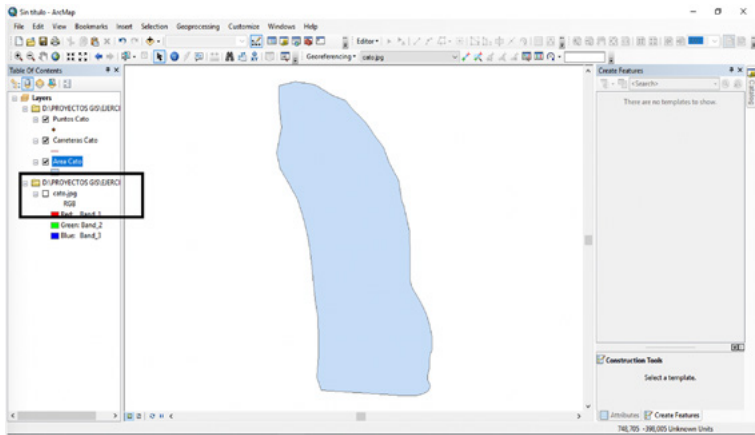


Figura N° 114: Vista shp área
Fuente: Autores

8. Repitiendo los pasos para áreas, se puede representar con shapefile tipo puntos y líneas los sitios reales que se presentan en la imagen, como lo muestra la siguiente figura:

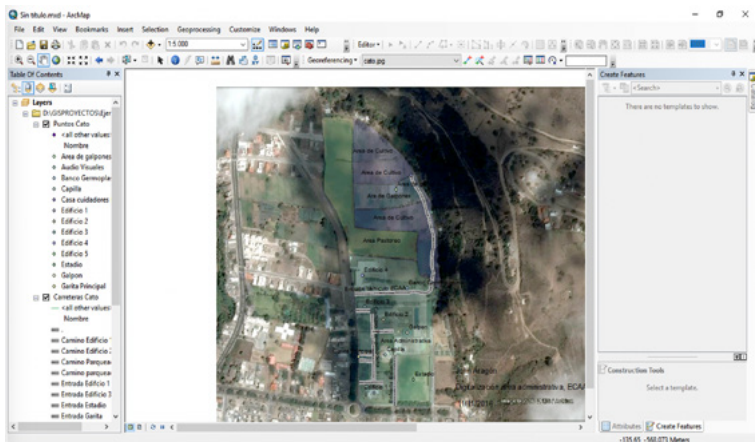


Figura N° 115: Digitalización sitios
Fuente: Autores

9. Se debe dejar habilitada la capa diferentes capas excepto la imagen.

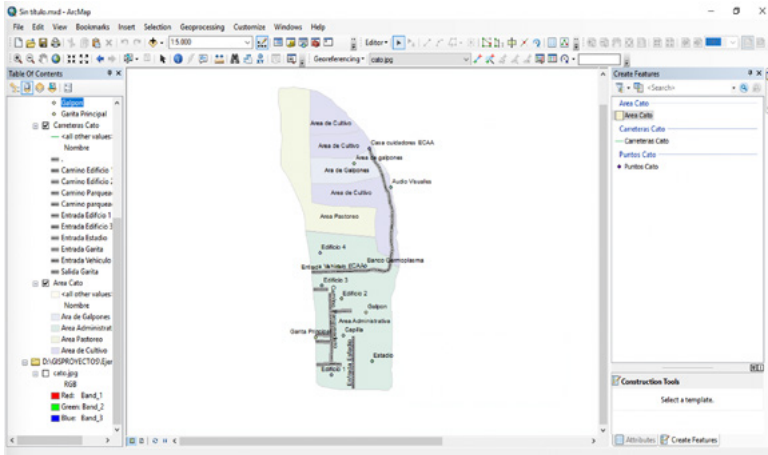


Figura N° 116: Vista shapefiles
Fuente: Autores

10. Es importante realizar una vista previa del avance del proyecto.

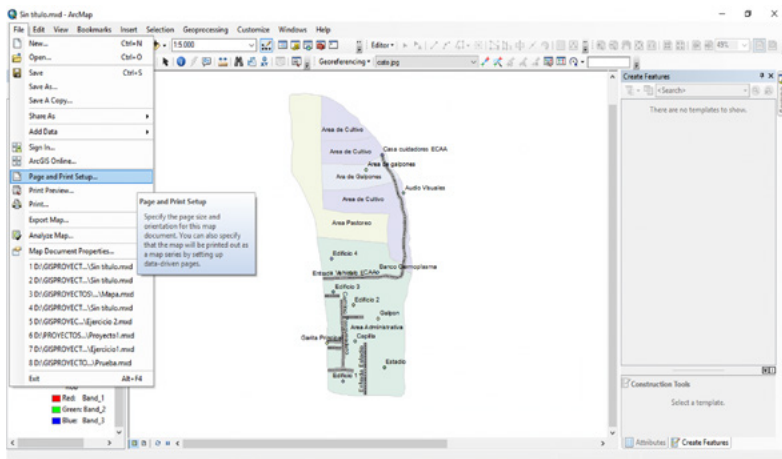


Figura N° 117: Vista previa
Fuente: Autores

11. La herramienta “landscape” del menú “Page and Print Setup”, permite configurar la orientación del mapa, así como el resto de las opciones que aquí se presenta, escoger aplicar y aceptar y regresar a la opción de Layout View que se muestra en la parte inferior.

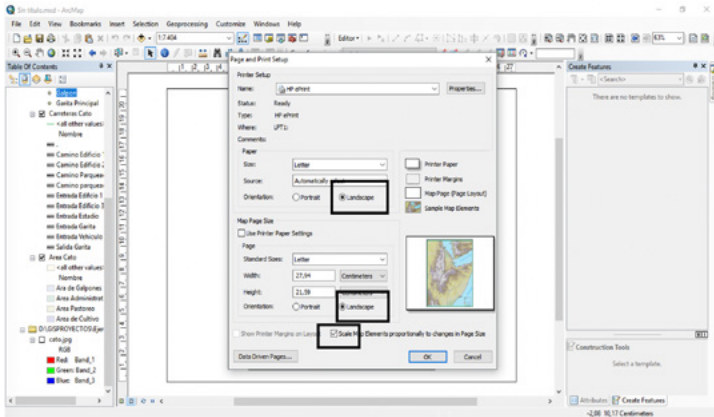


Figura N° 118: Configuración vista previa

Fuente: Autores

12. La herramienta “Layout view”, cambió de vista en hoja de trabajo dentro de la aplicación ArcMap.

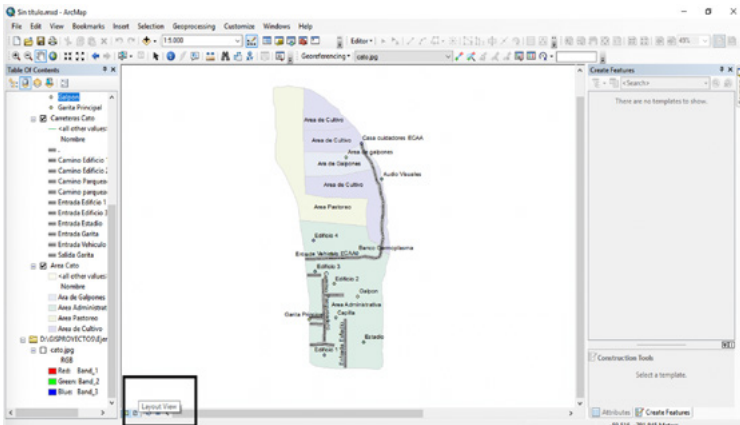


Figura N° 119: Cambio de vista

Fuente: Autores

13. Aplicado lo anterior, deberá mostrarse un resultado como el siguiente:

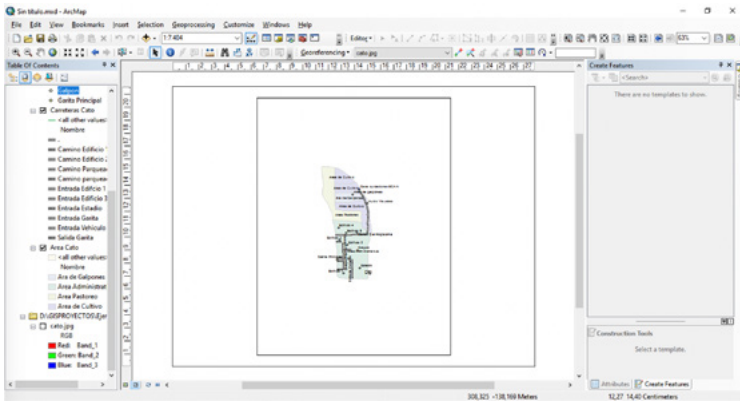


Figura N° 120: Vista Layout view

Fuente: Autores

14. En el menú Insert se encuentra las opciones que permite insertar los diferentes elementos que debe tener una cartografía final, entre ellos: Leyendas, escalas gráficas, cuadrículas, títulos, textos, membretes, imágenes, símbolos de norte, entre otros.

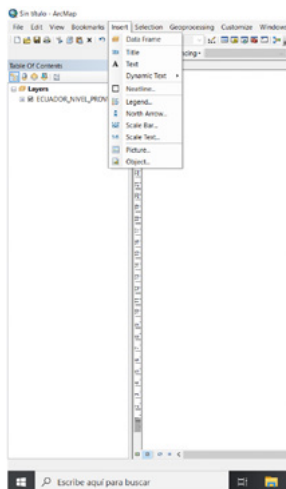


Figura N° 121: Menú Insert

Fuente: Autores

15. Aquí se añadirá una leyenda al mapa, dentro de esta ventana se debe dirigir a la parte superior en insertar, y leyenda. En esta herramienta se debe seleccionar los campos que se desee aparezcan en la leyenda y dar clic en siguiente:

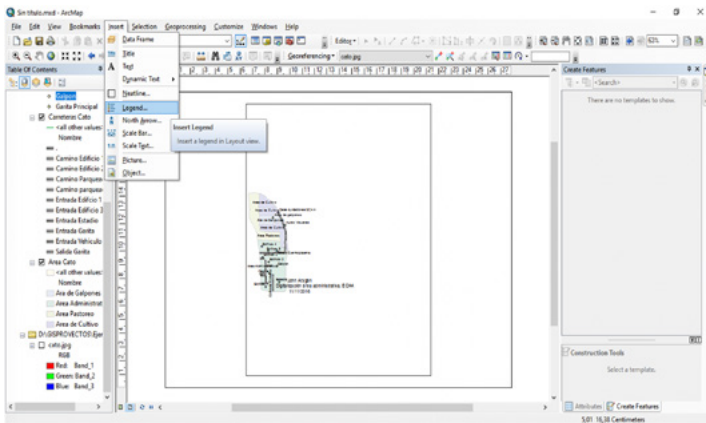


Figura N° 122: Herramienta legend

Fuente: Autores

16. Escoger campos para la leyenda

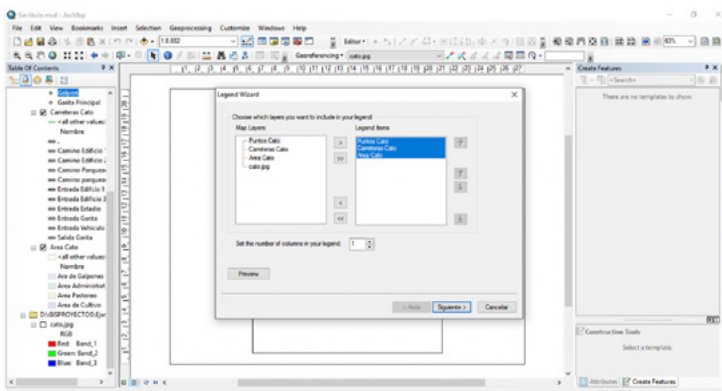


Figura N° 123: Configuración legend

Fuente: Autores

17. Se debe seleccionar un estilo de letra y tamaño si se desea.

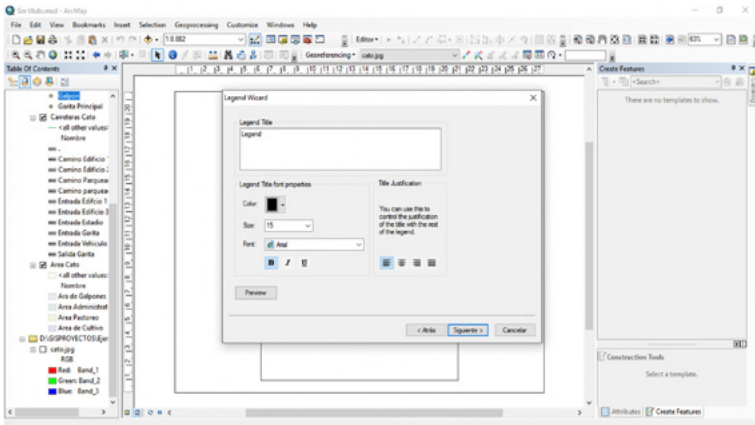


Figura N° 124: Configuración texto legend
Fuente: Autores

18. Si fuese necesario, esta herramienta permite diseñar con bordes, color de fondo, entre otros como lo muestra la siguiente figura:

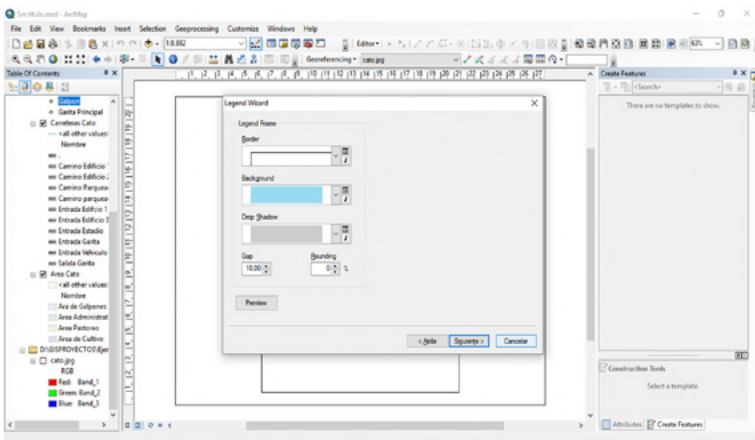


Figura N° 125: Configuración legend Wizard
Fuente: Autores

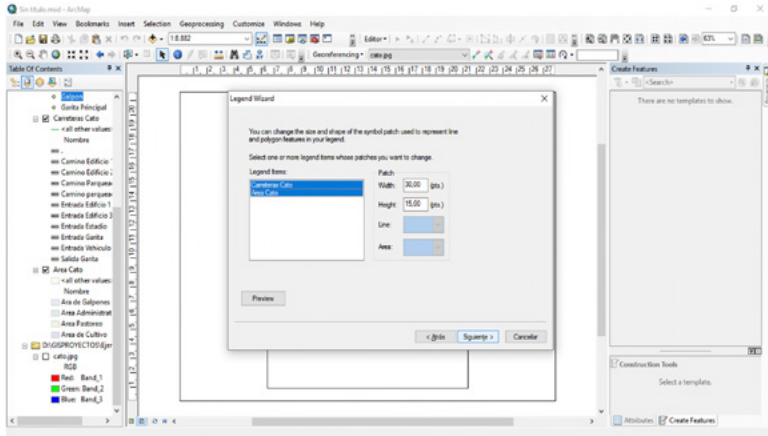


Figura N° 126: Configuración legend items
Fuente: Autores

19. El resultado es tener información adicional que podemos presentar en el mapa, la información debe ser combinada con etiquetas, pero no es necesario repetir sino más bien complementar.

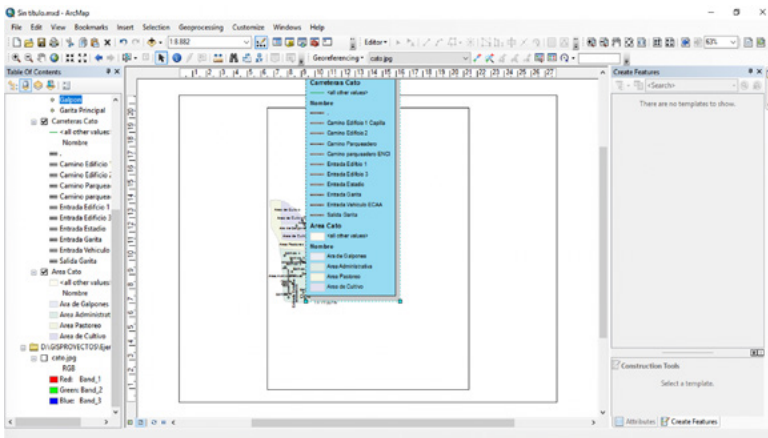


Figura N° 127: Legend
Fuente: Autores

20. Posterior a esto se debe insertar el resto de elementos que tiene un mapa.

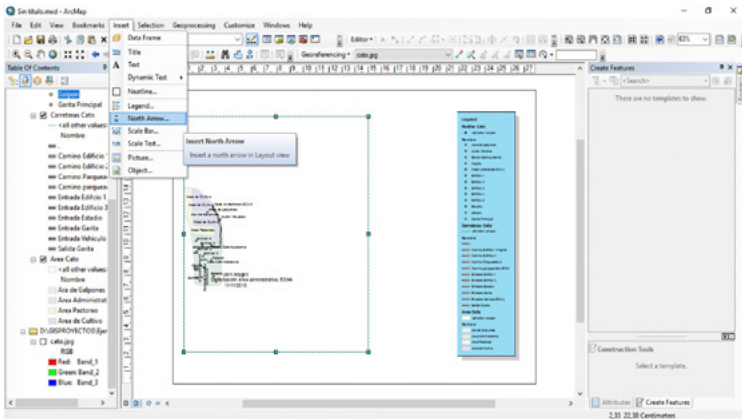


Figura N° 128: Edición documento de salida
Fuente: Autores

21. Insertar símbolo de norte y cambiar el zoom de la cartografía.

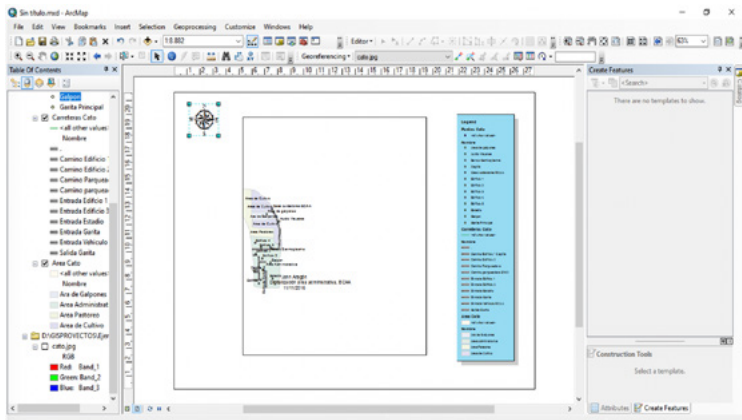


Figura N° 129: Insertar símbolo norte
Fuente: Autores

22. Insertar escala gráfica.

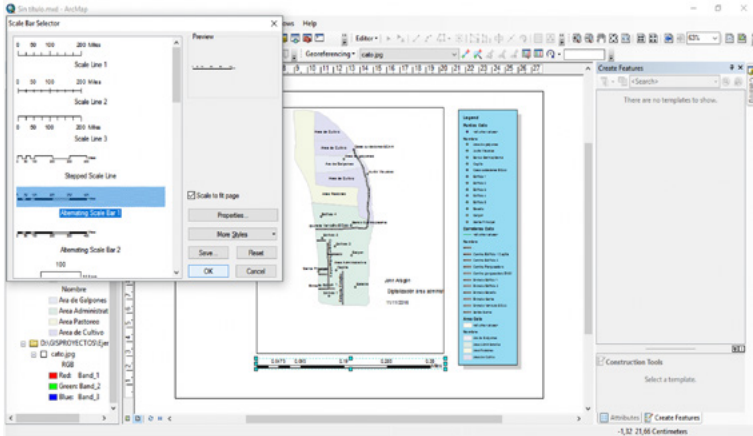


Figura N° 130: Escala gráfica
Fuente: Autores

23. La herramienta Insert permite insertar una imagen que esté guardada en el computador o se puede importarla vía web.

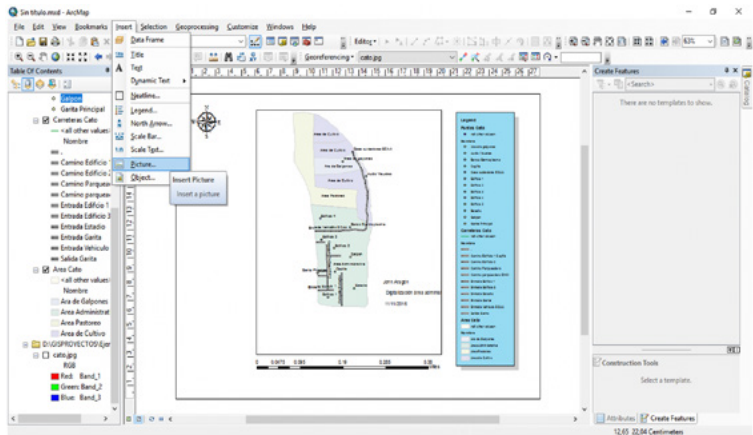


Figura N° 131: Insertar imagen
Fuente: Autores

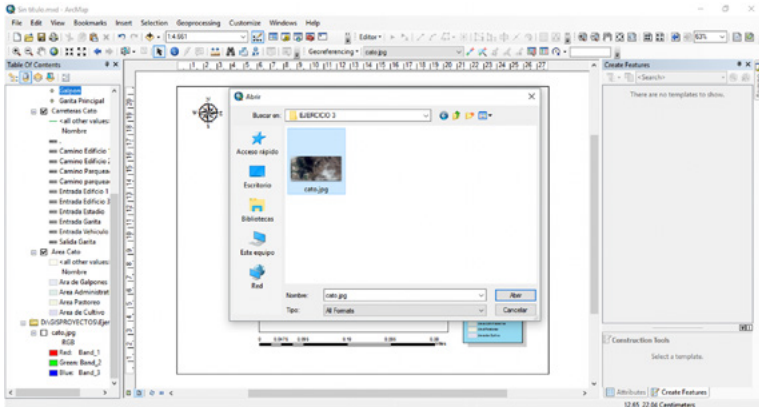


Figura N° 132: Buscar imagen desde un directorio
Fuente: Autores

24. Luego se le debe ajustar y colocarla en un extremo para que dé más personalidad al mapa, es importante ocupar de buena manera el espacio de la cartografía, dando jerarquía a la información principal, secundaria y elementos, en este orden.

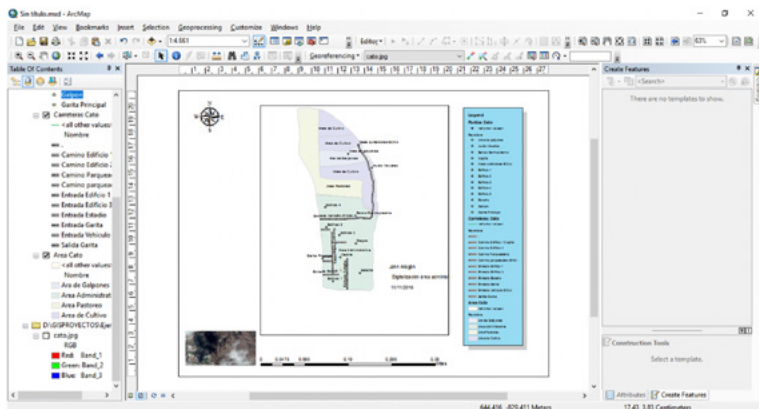


Figura N° 133: Distribución espacio
Fuente: Autores

25. Uno de los elementos importantes de un mapa son las cuadrículas que se encuentra en el menú propiedades.

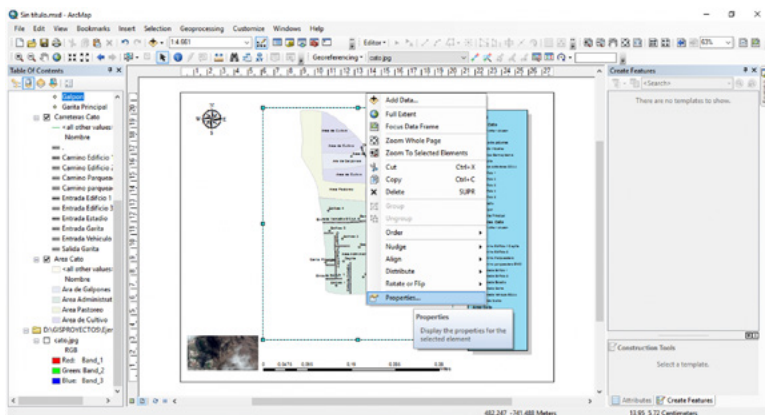


Figura N° 134: Propiedades Layout View

Fuente: Autores

26. Del menú propiedades se debe escoger “New Grid”, para dar líneas de referencia espacial.

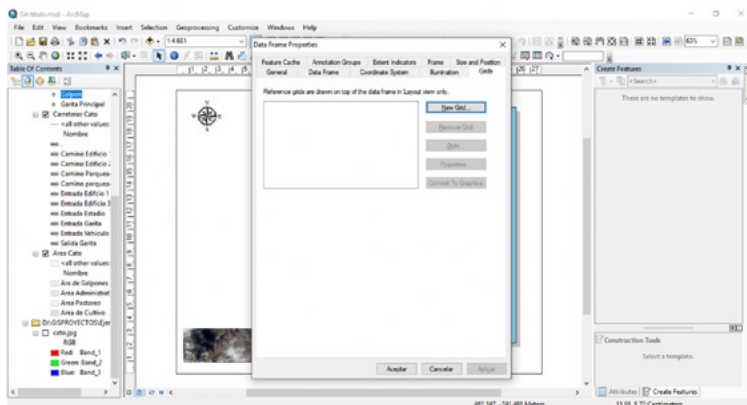


Figura N° 135: Crear cuadrículas

Fuente: Autores

27. En este menú se debe escoger la cuadrícula de una opción de tres, la que más se acomode a las necesidades cartográficas presentadas según el uso que se le vaya a dar al mapa, en este caso se tiene la tercera opción, que mostrará una matriz como se ve a continuación, una vez seleccionado el modelo de “Grids”, hacer clic en siguiente varias veces hasta concluir el proceso.

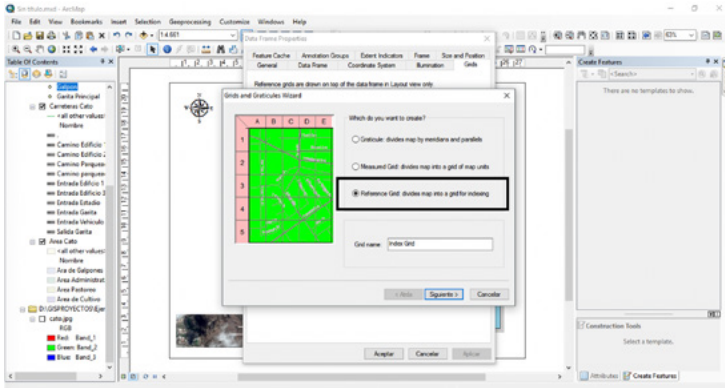


Figura N° 136: Grid tipo matriz

Fuente: Autores

28. Luego seleccionar Aplicar y Aceptar estos cambios y debe mostrarse el siguiente resultado.

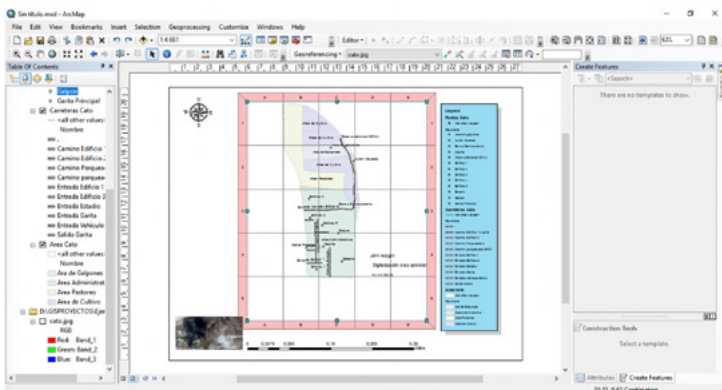


Figura N° 137: Proceso Grid tipo matriz

Fuente: Autores

29. En layout view se puede diseñar un documento de salida con varias opciones, una de ellas es la que se tiene como en la siguiente imagen:

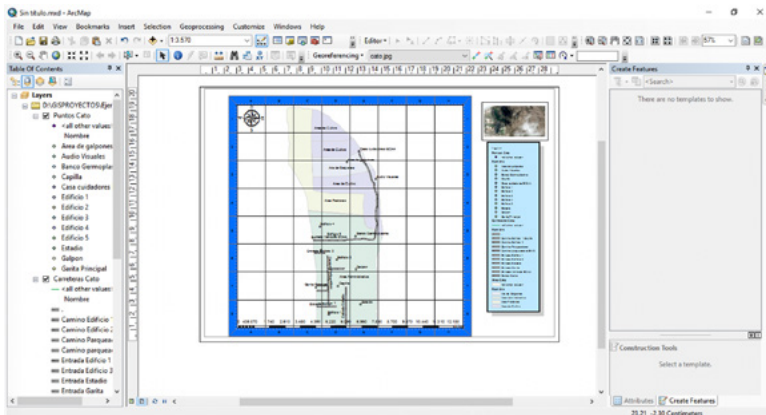


Figura N° 138: Vista final del proyecto en ArcMap

Fuente: Autores

EJERCICIO 9: PROCESO PARA REALIZAR UN MODELO DIGITA DE ELEVACIÓN (MDE) Y VISUALIZACIÓN EN ARCSCENE.

1. Para la realización de un MDE es necesario obtener la capa curva de nivel con un campo que defina la altitud.
2. Habilitar la herramienta 3D Analyst.

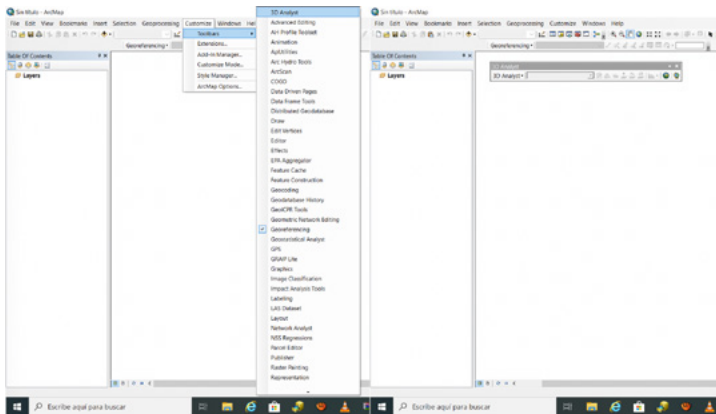


Figura N° 139: Herramienta 3D Analyst
Fuente: Autores

3. Habilitar comandos como Create Tin From Feature, Feature To 3D, entre otras dependiendo de la necesidad.

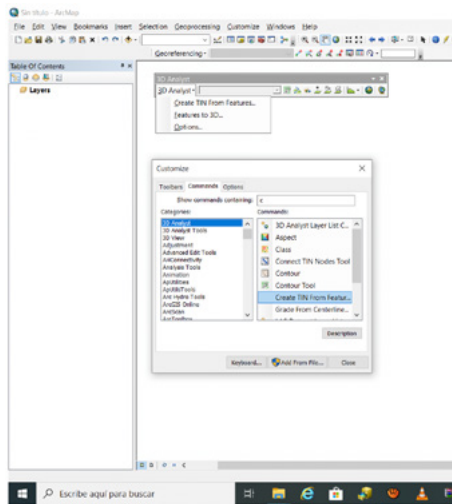


Figura N° 140: Habilitar comandos

Fuente: Autores

4. Para realizar este trabajo se debe habilitar las extensiones que tiene ArcGis.

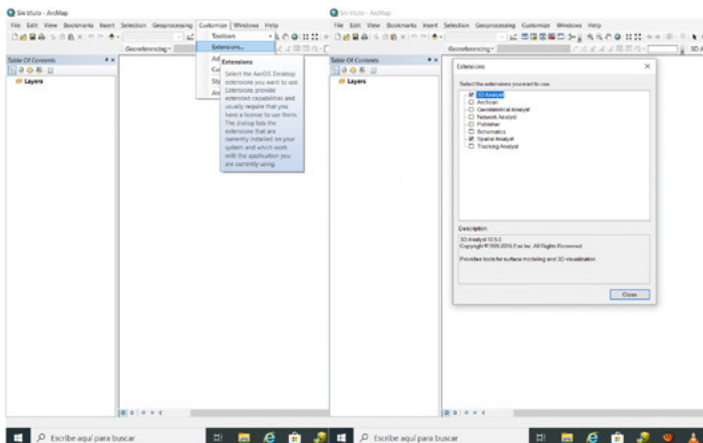


Figura N° 141: Habilitar extensiones

Fuente: Autores

Ejemplo Crear un Triangulated irregular Network (TIN)

5. Obtener la carta topográfica de Ambato y cargar las capas de: curvas de nivel y ríos.

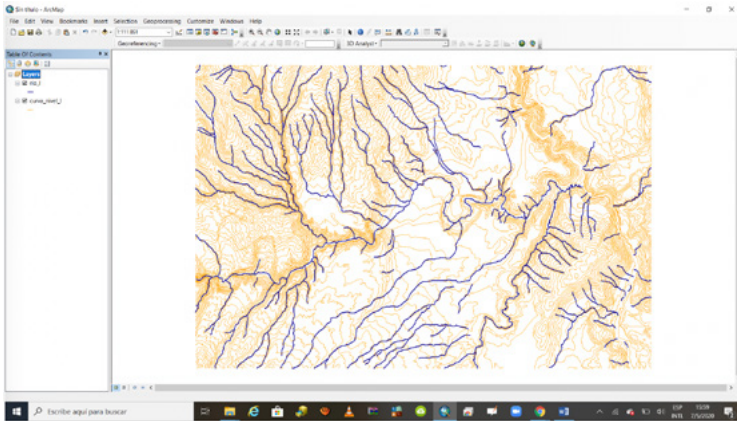


Figura N° 142: Habilitar extensiones
Fuente: Autores

6. Crear un TIN en base a curvas de nivel, habilitar herramienta Create TIN From Feature, en el apartado “Layer” escoger capa curva, en “Height source” determinar el campo que, de las cotas o altitud, en este caso “crv”, seleccionar el directorio y ejecutar.

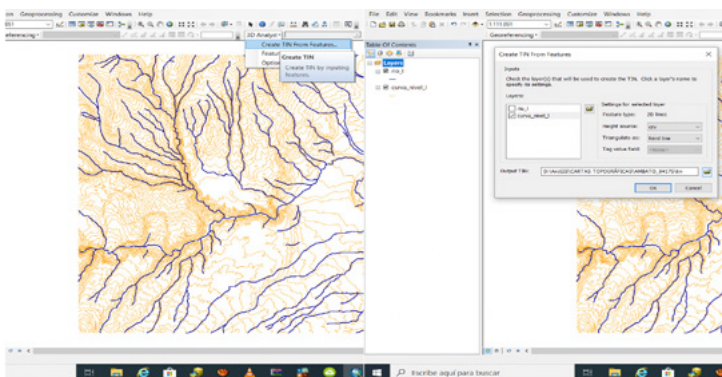


Figura N° 143: configuración herramienta Create Tin From Feature
Fuente: Autores

7. El resultado de realizar el TIN, es obtener el relieve del terreno.

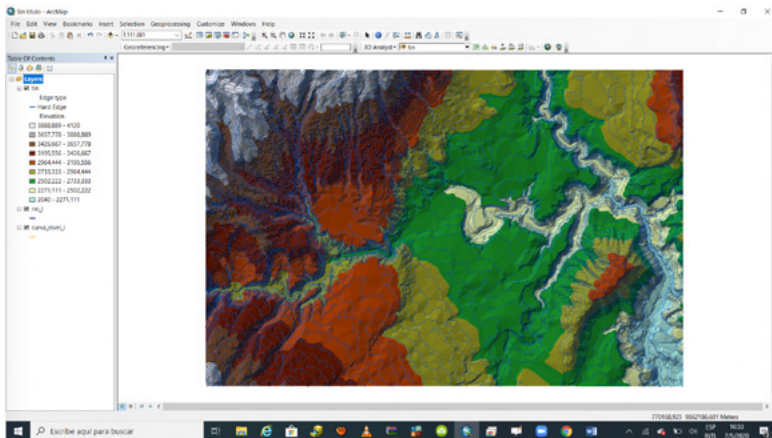


Figura N° 144: configuración herramienta Create Tin From Feature
Fuente: Autores

8. Por defecto el resultado del TIN conserva las curvas de nivel, por lo que es necesario quitar para tener una mejor vista, ingresar a las propiedades de la capa Tin, en el apartado “show” deshabilitar “Edge types” y ejecutar.

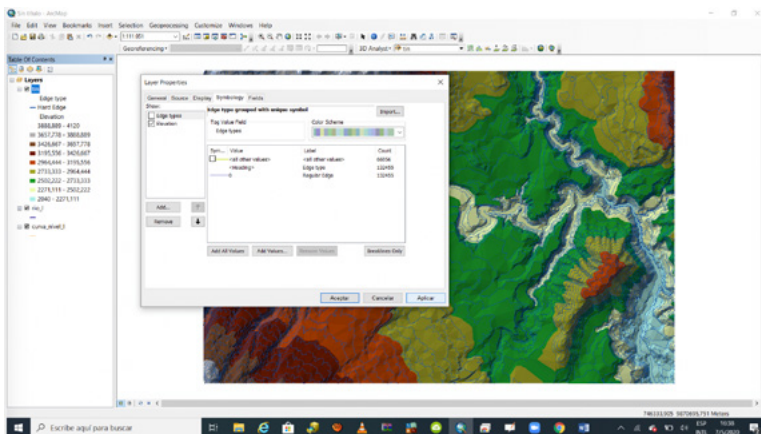


Figura N° 145: Eliminar curvas de nivel
Fuente: Autores

9. Resultado de un mapa de relieve sin curvas de nivel.

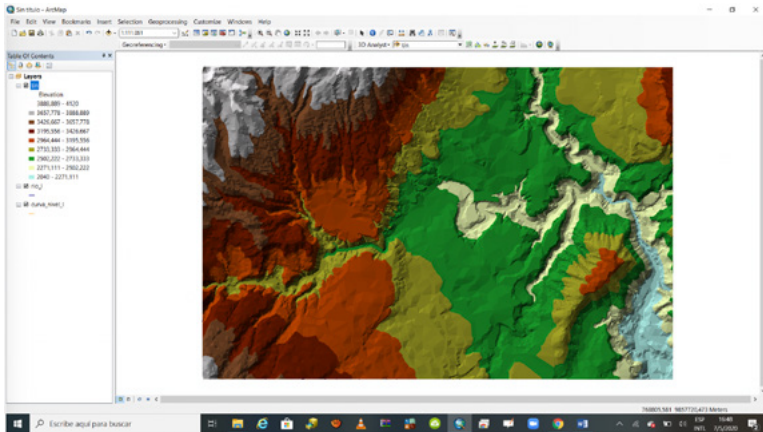
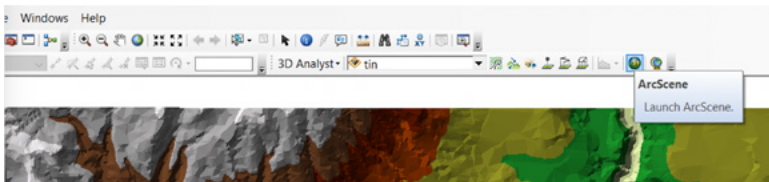


Figura N° 146: Relieve sin curvas de nivel
Fuente: Autores

EJERCICIO 10: VISTA DE UN MAPA 3D EN LA APLICACIÓN ARCSCE

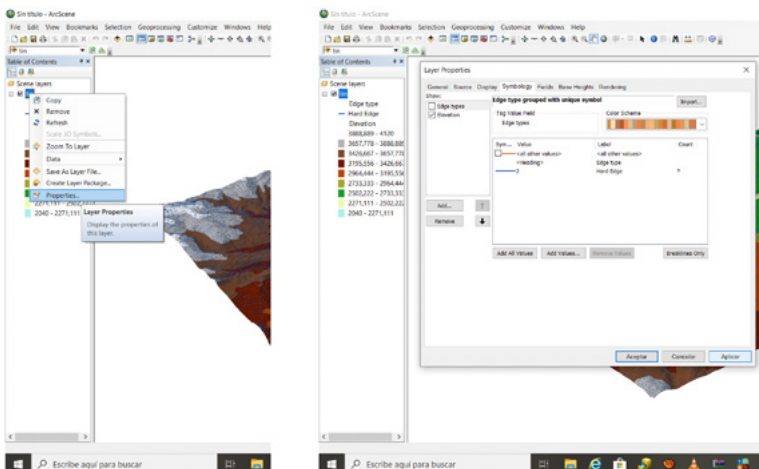
ArcScene es una aplicación que permite superponer muchas capas de datos en un entorno 3D. Para que las entidades se puedan ver en 3D, ofrecen información de altura desde la geometría de entidades, los atributos de entidades, las propiedades de capas, o una superficie 3D definida, y cada capa en la vista 3D se puede manejar de manera diferente.

1. Abrir la aplicación ArcScene desde ArcMap.



*Figura N° 147: Relieve sin curvas de nivel
Fuente: Autores*

2. Una vez ejecutada la aplicación ArcScene, se debe cargar una capa TIN y eliminar las curvas de nivel que por defecto aparecen sobre el relieve. Ingresar a las propiedades de la capa TIN, deshabilitar “Edge types” y ejecutar.



*Figura N° 148: Eliminar curvas de nivel de TIN
Fuente: Autores*

3. Luego se debe cargar la capa ríos de la carta topográfica.

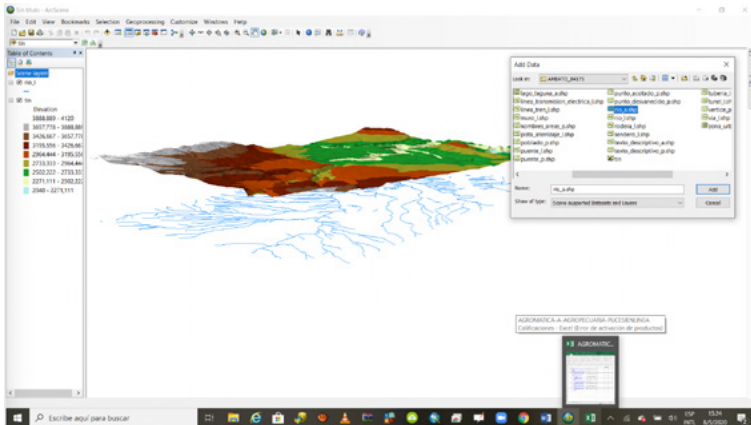


Figura N° 149: Capa ríos
Fuente: Autores

4. En el momento de cargar la capa ríos, se puede observar que los ríos quedan en la parte inferior, esto se debe a que no es un shapefile que tenga un campo altitud, por lo que es necesario realizar una superposición de capas, desde propiedades en el menú se debe escoger la herramienta “Base Heights”, habilitar el apartado “Floating on custom surface”.

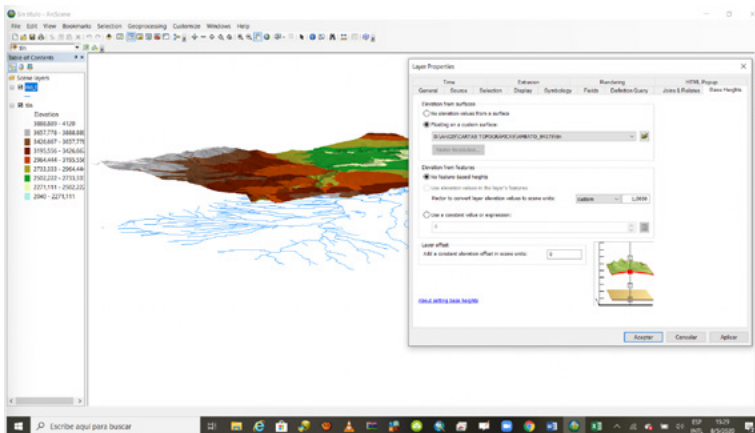


Figura N° 150: Configuración propiedades
Fuente: Autores

5. El efecto de utilizar la herramienta “Base Heights” es utilizar el TIN para que los ríos sigan el relieve de esta capa. El efecto es el que se muestra en la figura 151.

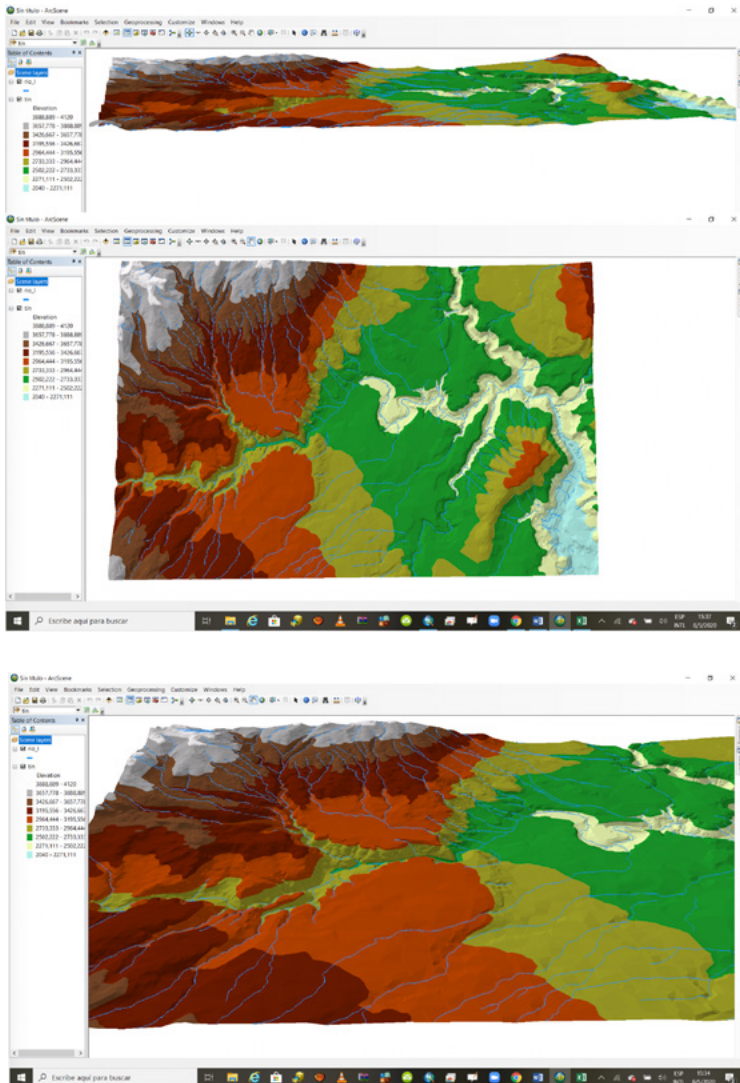


Figura N° 151: Superposición de capas

Fuente: Autores

DESARROLLO DE EJERCICIOS DE SELECCIÓN DE DATOS

¿Cuántos centros poblados de la provincia Imbabura están atravesados por ríos dobles?

Ejercicio 1

1. Cargar las capas centros poblados, FA_PROVINCIAS, ríos dobles finales z172.
2. Seleccionar por localización select features from y en target layer(s) centros poblados y en source layer ríos dobles finales z17.

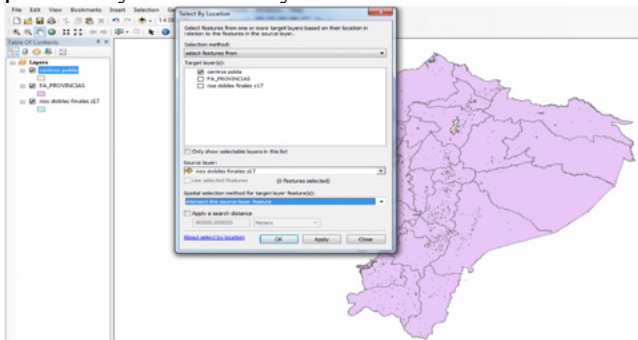


Figura N° 152 trabajo con capas externas

Fuente: Autores

3. Seleccionar por atributos en layer FA_PROVINCIAS, “DPA_DESPRO” = “IMBABURA”

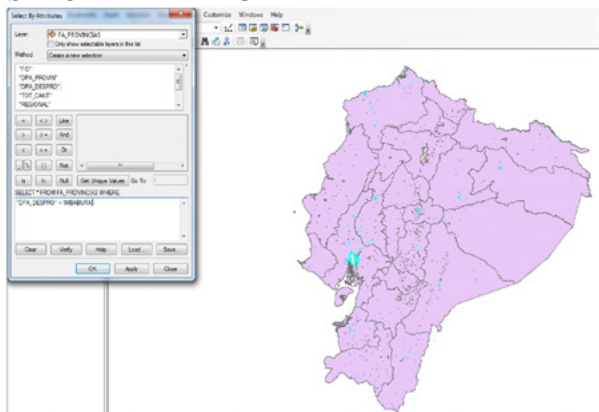


Figura N° 153 Selección de datos de capas

Fuente: Autores

4. En select from the currently selected features in, en target layer(s) centros poblados, en source layer FA_PROVINCIAS habilitar el visto a use selected features, luego en spatial selection method for target layer feature(s) poner en la opción are completely within the source layer feature.

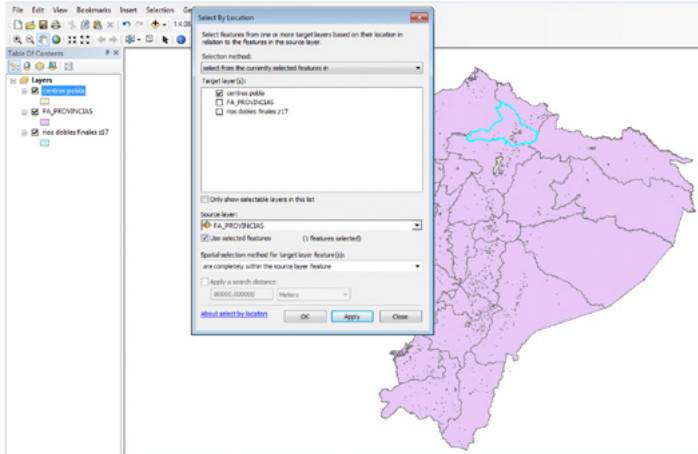


Figura N° 154 trabajo con capas externas
Fuente: Autores

Respuesta = 0

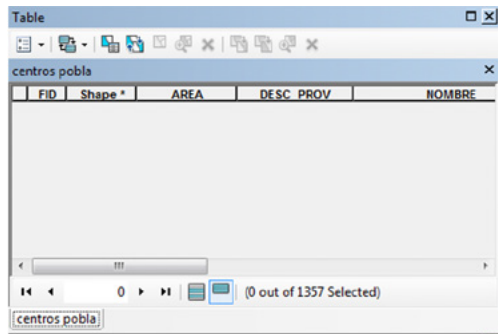


Figura N° 155 Ingreso de datos en capas externas
Fuente: Autores

Ejercicio 2

¿Cuántos centros poblados de la provincia Imbabura están atravesados por ríos?

1. Cargar las capas centros poblados (shp-polígono), provincias (shp-polígono), ríos, (shp-línea)

2. En la herramienta Select by attributes, seleccionar de la capa Provincias en el campo, “DPA, DESPRO” la provincia de “IMBABURA”, como lo muestra la figura 156.

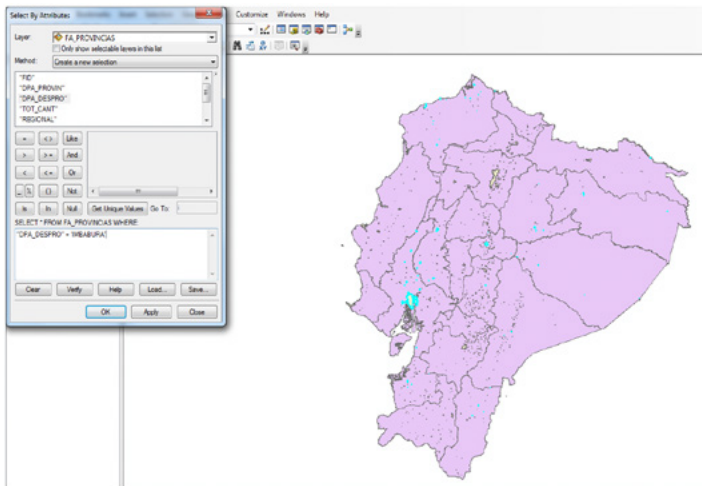


Figura N° 156: Selección de datos de capas

Fuente: Autores

Figura N° 156: Selección de datos de capas

Fuente: Autores

3. Desplegar apartado Selección por localización con la siguiente configuración: select features from y en target layer(s) ubicar centros poblados y en source layer, ríos. Como lo muestra la figura 171.

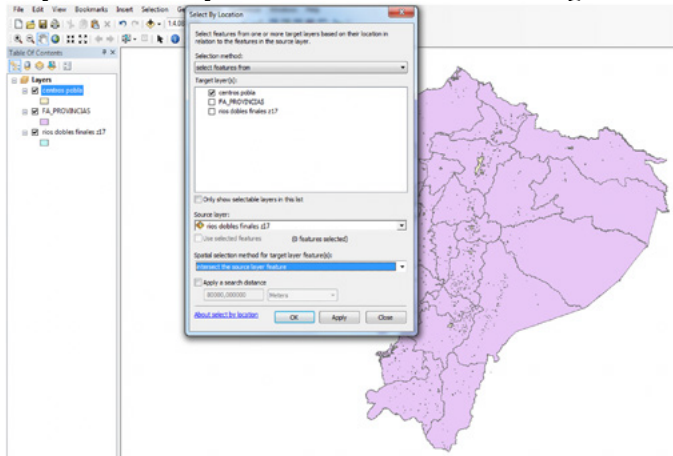


Figura N° 157: trabajo con capas externas
Fuente: Autores

4. En select from the currently selected features in, en target layer(s) centros poblados, en source layer “FA_PROVINCIAS” habilitar: use selected features, luego en el apartado spatial selection method for target layer feature(s) escoger la opción are completely within the source layer feature, fig. 158

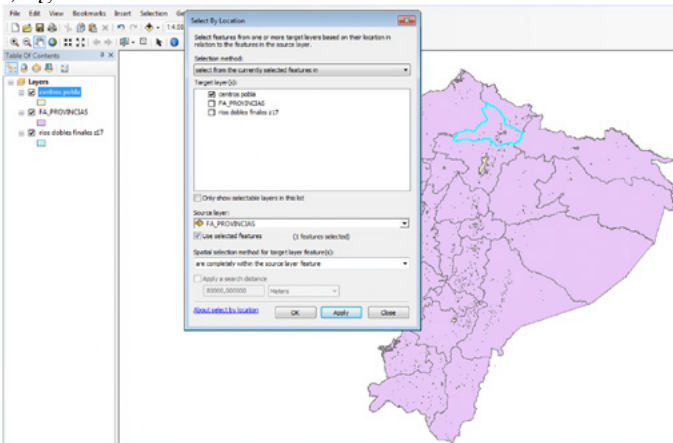


Figura N° 158: Selección de features
Fuente: Autores

5. Para encontrar la respuesta, desplegamos la tabla de atributos de la capa centros poblados, respuesta = 0

FID	Shape*	AREA	DESC PROV	NOMBRE
(0 out of 1357 Selected)				

Figura N° 159: Respuesta
Fuente: Autores

Ejercicio 3

¿Cuántas estaciones meteorológicas están dentro de la provincia de Imbabura?

1. Cargar las capas: provincias (shp-polígono), estaciones meteorológicas (shp-punto).
2. Seleccionar la provincia Imbabura con select by attributes, fig. 160.

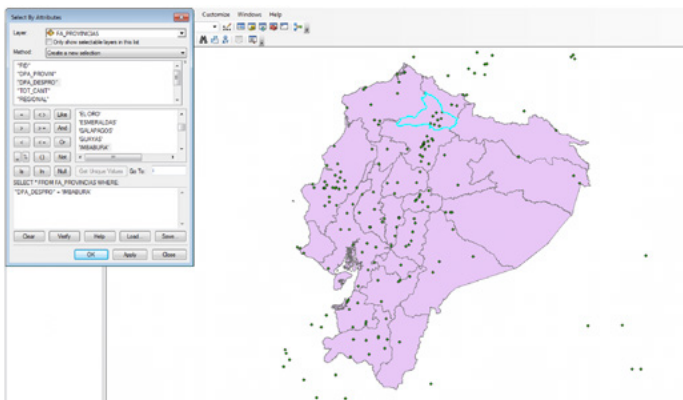


Figura N° 160: Selección de features de capas externas
Fuente: Autores

3. Con select by location y en target layer(s) seleccionar estación_met , en source layer seleccionar “PROVINCIAS” y habilitar la herramienta, use selected features, fig. 161.

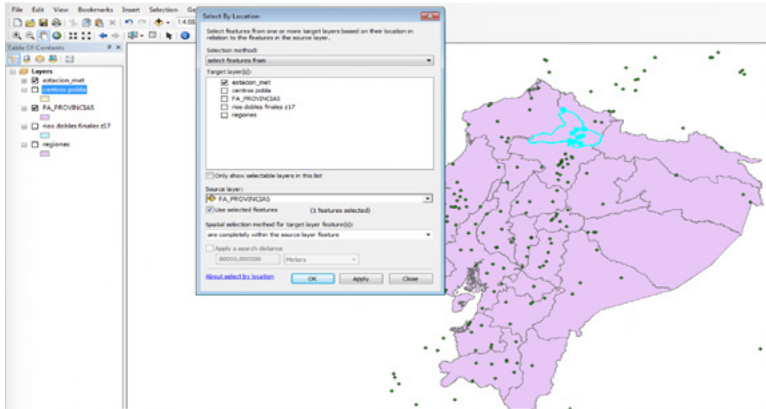


Figura N° 161: Configuración apartado select by atributes
Fuente: Autores

4. Desplegar la tabla de atributos de la capa estaciones meteorológicas, la respuesta a esta consulta es de 9 estaciones que pertenecen a la provincia de Imbabura. Fig. 162.

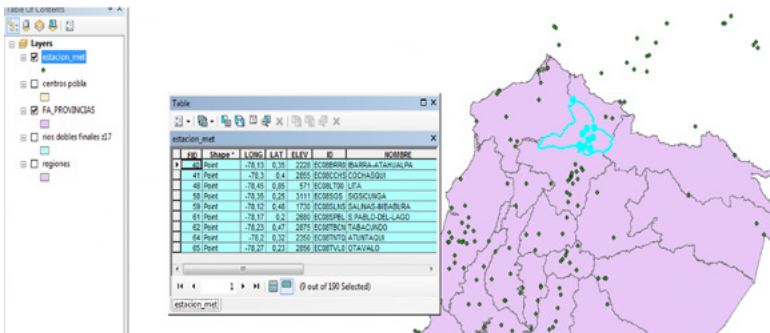


Figura N° 162: Respuesta a consulta
Fuente: Autores

Ejercicio 4

¿Cuántos ríos que se encuentran a 700 metros de distancia de los poblados, pertenecen a la cuenca del río Guayas?

1. Cargar capas: ríos (shp-línea) y cuencas hidrográficas (shp-polígono), poblados (shp-punto)
2. Seleccionar la cuenca del Río Guayas en select by attributes, fig. 163.

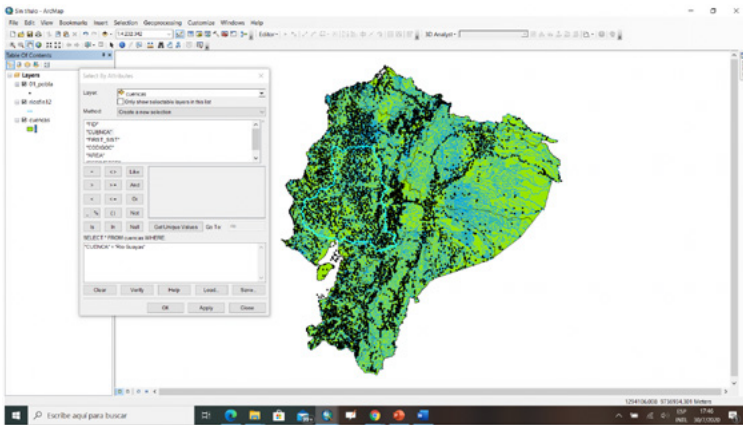


Figura N° 163: Selección por atributos

Fuente: Autores

3. En select by location poner en target layer(s): ríosfin12 y en source layer: cuencas; habilitar: use selected features y en el apartado: spatial selection method for target layer feature(s) la opción: are within a distance of the source layer, el resultado es una selección a nivel nacional de la condición solicitada, fig. 164.

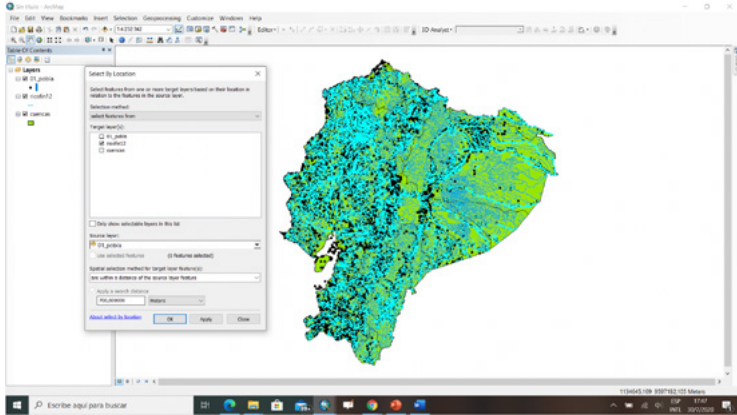


Figura N° 164: Selección por localización
Fuente: Autores

4. Para que la selección se dé solo en la cuenca solicitada, la configuración de la herramienta de selección por localización se estructura como en la figura 165.

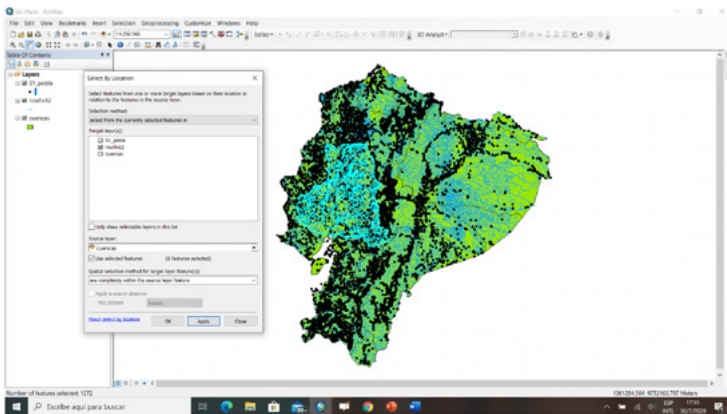


Figura N° 165: Selección por localización, ríos de la cuenca Guayas
Fuente: Autores

5. Para consultar la respuesta se la encuentra en la tabla de atributos de la capa selectora (ríos), respuesta: 1271, fig. 166.

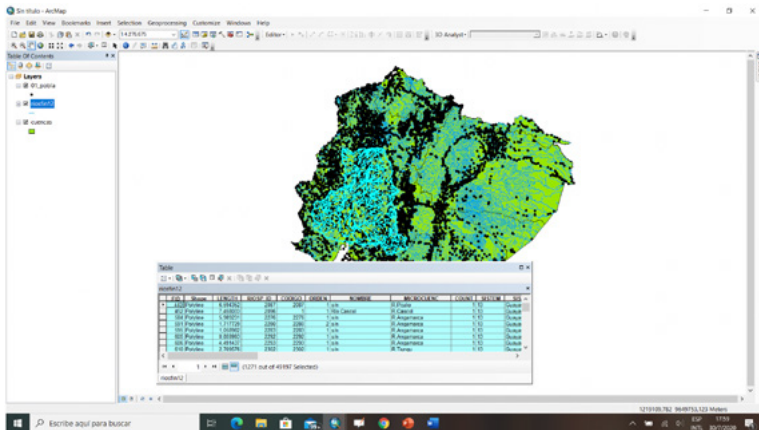


Figura N° 166: Respuesta

Fuente: Autores

Ejercicio 5

¿Cuántos poblados están a 500 m de distancia de las vías, dentro del cantón Atacames?

1. Cargar las capas poblados (shp-puntos), vías (shp-líneas), cantones del Ecuador (shp-polígono).

2. Seleccionar el cantón Atacames con el uso de la herramienta selección por atributos, fig. 167.

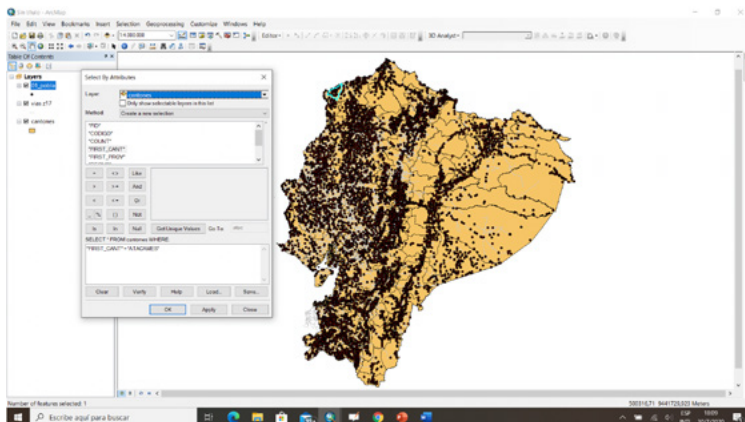


Figura N° 167: Selección por localización
Fuente: Autores

3. En select by location poner en select method select features from y en target layers marcar 01_pobla y en source layer viasz17, en spatial selection method of the source layer feature(s), escoger: are within a distance of the source layer feature y colocar la distancia de 500 metros, ejecutar, fig. 168.

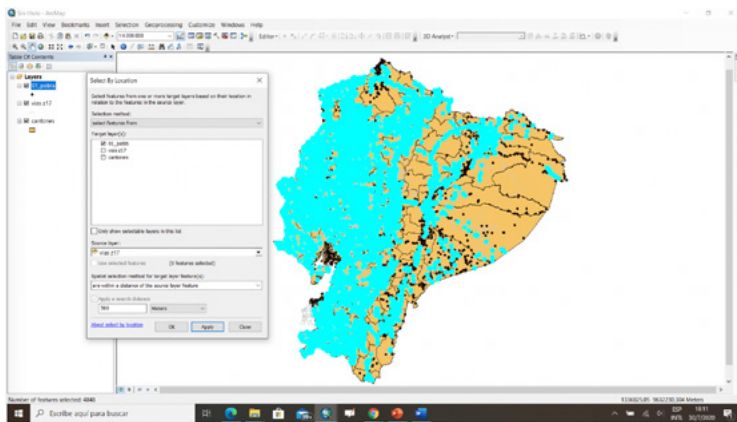


Figura N° 168: Selección por localización
Fuente: Autores

4. En el apartado select by locations redicios la selección al cantón Atacames con la configuración que se muestra en la figura 169.

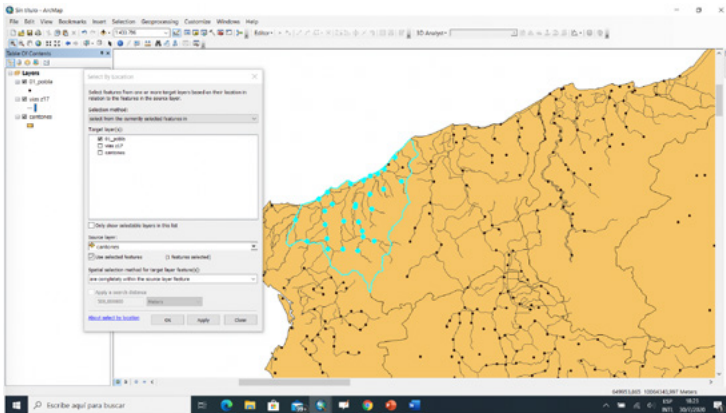


Figura N° 169: Selección por localización
Fuente: Autores

5. La respuesta se visualiza en la tabla de atributos de la capa poblados, respuesta = 28 poblados que se encuentran a 500m de distancia de las vías del cantón Atacames. Fig. 170.

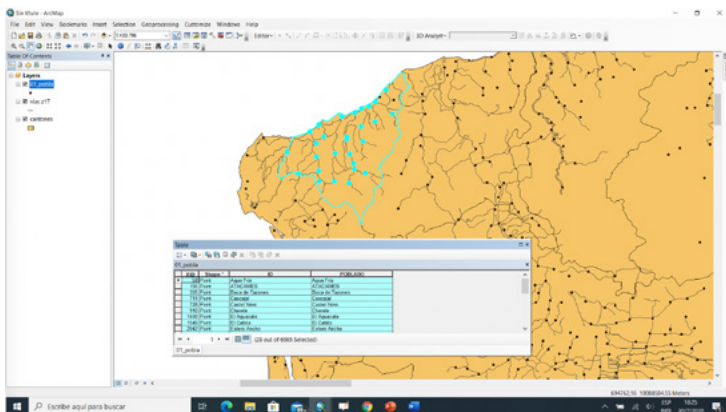


Figura N° 170: Respuesta
Fuente: Autores

Ejemplo 6

¿Cuántas parroquias entre 5 millones y 10 millones de metros cuadrados están dentro de la provincia de Imbabura?

1. Cargar las capas parroquias (shp-polígono), provincias (shp-polígono)
2. Seleccionar en select by attributes la provincia de Imbabura., fig. 171

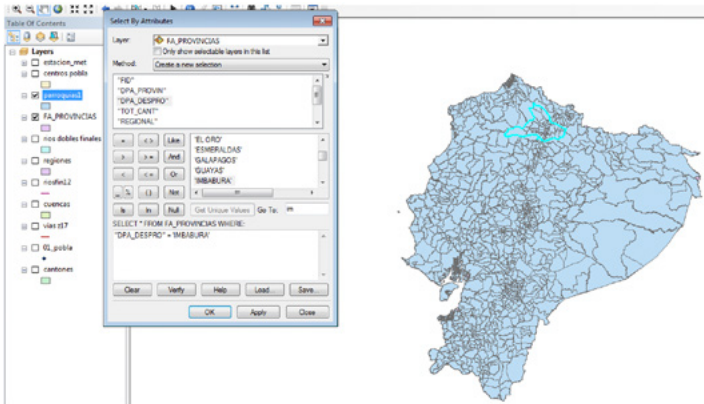


Figura N° 171: Selección por localización
Fuente: Autores

3. Debe tomarse en cuenta que el campo que indica la superficie debe estar calculada en metros cuadrados, fig. 172.

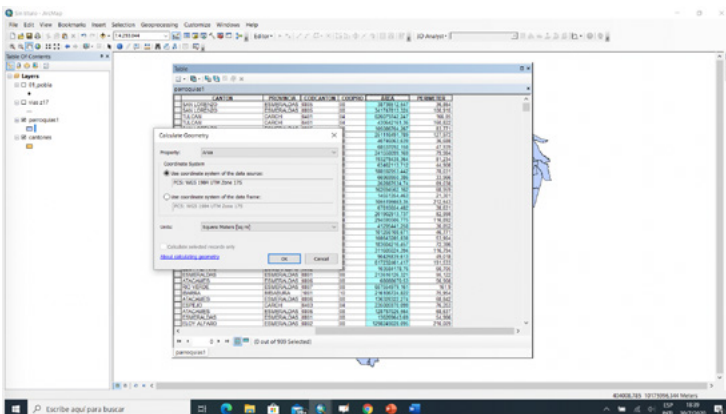


Figura N° 172: Campo superficie en metros cuadrados
Fuente: Autores

4. En la herramienta select by attributes colocar la sintaxis “AREA”>5000000 AND “AREA” <10000000, para seleccionar las parroquias con la condición solicitada, fig. 173.

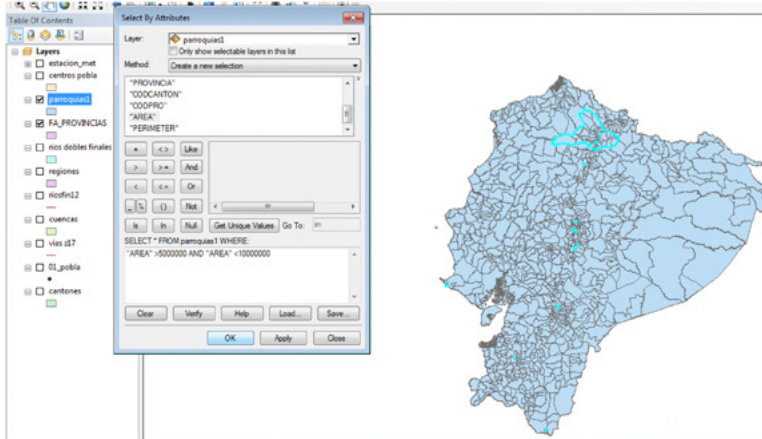


Figura N° 173: Selección condicional
Fuente: Autores

5. Para seleccionar las parroquias con la condición solicitada, la herramienta selección por localización se configura según la figura 174.

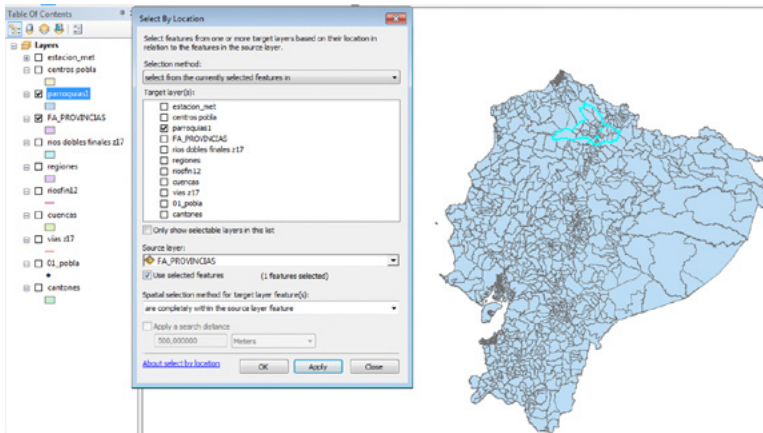
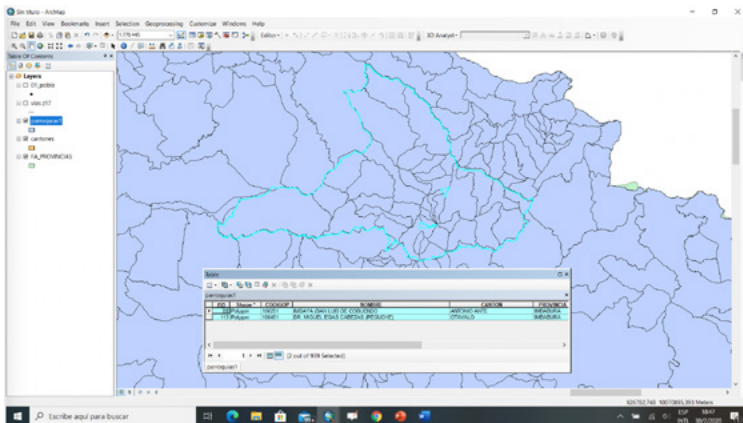


Figura N° 174: Selección condicional
Fuente: Autores

6. La respuesta se encuentra en la tabla de atributos de la capa parroquias, en este caso existen dos parroquias de la provincia de Imbabura que tienen una superficie entre 5 y 10 millones de metros cuadrados de superficie, fig. 175.



*Figura N° 175: Respuesta Selección por localización
Fuente: Autores*

6. Referencias Bibliográficas:

- Marazzi F, Tirelli D (2010) Combating earthquakes: designing and testing anti-seismic buildings. *Science in School* 15: 55-59.

Author

- José Kerski es el gestor de la educación en el Environmental Systems Research Institute (ESRI), donde desarrolla planes de estudio basado en el SIG, lleva a cabo el desarrollo profesional de educadores, desarrolla y consolida alianzas educativas para el adelanto de análisis espacial en la educación y realiza investigaciones sobre la aplicación y la eficacia de los SIG en la educación. Antes de unirse a ESRI, Joseph trabajó como geógrafo en el Servicio Geológico de EE.UU. y la Oficina del Censo de EE.UU., enseñó SIG y Geografía en varias escuelas secundarias y universidades.

- ESRI es una empresa dedicada al desarrollo del software SIG que millones de personas en todo el mundo utilizan a diario para tomar mejores decisiones en los organismos gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro, el sector privado, el educativo y científico. El equipo de educación ESRI apoya el uso de SIG en todos los niveles de la educación, en la enseñanza, la política educativa y la administración educativa.



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

| Sede
| Ibarra

 **Publicaciones** Centro de
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR