

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

En esta era donde la tecnología ha hecho un gran avance, nos permite tomar herramientas para organizar mejor nuestra información, llevando en algunos casos a volcar los datos de papel a digital con la finalidad de reducir espacio y volumen.

Es así que una manera de disponer de información de manera rápida es tenerla digitalizada y organizada.

En el presente trabajo se realizará un GIS Vial en el que se podrá realizar consultas de determinados elementos de la red vial.

Mediante el GIS (sistema de información geográfica) podremos referenciar todos los elementos con sus características que se registran en el inventario para poder tener una visión más clara de lo que tiene la red vial del Valle Central de Tarija.

El inventario es el registro de aquellos elementos que constituye la red vial y la descripción de sus características. En base a este registro de datos que será recopilado de instituciones que les compete el tema de caminos, se implementará el GIS.

En cuanto al GIS (Sistema de Información Geográfica), es una integración de Hardware, Software y datos geográficos que permitirá almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada de la red vial.

Se sabe que la red vial se constituye por la red fundamental, red departamental y red municipal. Para la elaboración del Gis Vial se identificará las rutas que constituyen las redes que atraviesan por el Valle Central.

Teniendo identificadas las rutas realizaremos una recolección de datos de las instituciones competentes.

Reuniremos información acerca de lo que hay de los siguientes elementos de una red vial:

- Longitud de vías (pavimentadas, sin pavimentar, empedrados)
- Alcantarillas
- Badenes
- Muros
- Puentes.
- Señalizaciones Verticales

1.2. Identificación del Problema

Cómo se puede realizar un proyecto de planificación de una obra ingenieril sino se tiene información a disposición inmediata ni visualizada acerca de la red vial en el Valle Central de Tarija.

1.3. Justificación

El realizar un GIS (Sistema de información Geográfica) vial a partir de los datos alfanuméricos del inventario se hace una necesidad, pues el hecho de poder contar con una herramienta nueva que permita el acceso a los datos de manera dinámica es importante para las instituciones que compete el tema de las redes viales.

Se lo realizará para tener un registro de información que se visualice espacialmente, permitiendo realizar consultas a la información disponible respecto a los elementos viales de las rutas que hay en el Valle Central de Tarija constituyéndose una fuente base para poder realizar planificaciones, programar actividades de mantenimiento en aquellas área que lo requieran.

El GIS (sistema de información Geográfica) se elabora en base a los datos alfanuméricos del inventario para así ubicar los elementos viales en un mapa debido a que no existe la misma para el Valle Central de Tarija.

En la realización de proyectos cuando las circunstancias lo demanden y se requiera disponer de datos del inventario lo más rápido posible para poder sacar conclusiones

rápidas y prácticas, el GIS (Sistema de Información geográfica) permite visualizar en un mapa la información deseada, es decir el usuario puede por ejemplo combinar las capas de los temas de su interés y visualizar el resultado de la combinación de temáticas en un mapa.

El sistema de información geográfica es una herramienta de trabajo muy importante en todas aquellas actividades en el que se tenga como principal insumo la información (base de datos) georeferenciada.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

El objetivo será la realización de un GIS vial a partir de los datos alfanuméricos del inventario de parte de la red vial del Valle Central de Tarija.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Reunir datos alfanuméricos de los elementos viales que están presentes en las rutas de la Red Fundamental, Departamental y Municipal.
- Realizar la depuración de los datos alfanuméricos.
- Elaborar un esquema conceptual que relacione los elementos viales con la red vial, misma que servirá de guía en la elaboración de un esquema lógico y la base de datos para el GIS vial.
- Elaborar una base de datos cuyo contenido será la información que describa a los elementos viales que son parte de las redes viales.
- Efectuar la conversión de datos alfanuméricos a datos vectoriales.
- Georeferenciar un mapa del departamento de Tarija y las comunidades del Valle Central de Tarija.
- Realizar mapas con la información almacenada en la base de datos.

1.5. Alcance

Cómo se puede realizar un proyecto de planificación de una obra ingenieril si no se tiene una información que sea de rápida disposición y sea visualizada.

De la geodesia tomaremos algunos aspectos que nos ayudarán en la georeferenciación de objetos del mundo real, en un mapa del GIS vial.

El sistema de información geográfico que elaboraremos para la red vial es un conjunto de hardware, software, datos y elemento humano en donde cada componente tiene una función que hace posible el GIS vial.

El Sistema de Información Geográfica permite el almacenamiento, manipulación de datos y visualizar desde las capas temáticas en un mapa y con ello tomar decisiones o sacar conclusiones. Para su diseño se debe seguir una serie de pasos desde la generación de un esquema conceptual, lógico y finalmente el esquema físico.

Es importante saber sobre las características geográficas así como sus descripciones geológicas del Valle Central de Tarija, por lo que el capítulo también hace referencia a dichas descripciones.

La elaboración del GIS vial se iniciará con la recopilación de datos en las instituciones que les compete el tema de caminos, realizando su depuración posteriormente. Los datos alfanuméricos los vectorizaremos para que se puedan manipular en el GIS Vial.

Georefenciaremos un mapa del departamento de Tarija y las comunidades del Valle central de Tarija y en ella se ubicarán los elementos de la red vial. Al final se deberán visualizar las imágenes y atributos de éstos en el mapa del GIS vial del Valle Central de Tarija.

Inicialmente en el capítulo I estableceremos las generalidades contando en forma breve acerca de lo que se va a hacer en el proyecto. También identificaremos el problema que es el motivo por el que se realiza el proyecto. Conociendo el problema será de fijar un objetivo general que tendremos que alcanzar mediante objetivos específicos.

Luego en el capítulo II se considera ciertos aspectos de la Geodesia, que es la ciencia en la que nos apoyaremos para poder realizar la georeferenciación de objetos del mundo real. También se da antecedentes y se realiza la clasificación de la red vial en Bolivia.

Abordaremos aspectos generales del GIS como: su significado, sus componentes, los tres elementos geométricos para la representación del mundo real, las etapas para el diseño de la base de datos del GIS (esquema conceptual, esquema lógico y el esquema físico). El almacenamiento, la extracción, la edición de la información GIS y finalmente la representación en un mapa.

Como ayuda el GIS a resolver problemas que van desde: el trazado de carreteras con el mínimo impacto ambiental, la planificación del tránsito valiéndose del sistema de información geográfica para lograr la seguridad vial en carreteras con mayor flujo vehicular o lograr una buena gestión de carreteras.

Resolver el problema para representar la accidentalidad, la regularidad en ciertos tramos de la carretera a través de segmentaciones dinámicas.

Se mostrara bajo que formato se halla guardado la información del inventario de parte de la red vial del Valle Central de Tarija actualmente.

Se explicará secuencialmente las actividades que se realizarán para la construcción del GIS (Sistema de Información Geográfica) vial. Iniciándose con la recopilación de datos alfanuméricos de las redes viales, realizando la depuración de los mismos viendo su compatibilidad con el GIS.

La elaboración de la base de datos del GIS se realizará guiándose con el esquema conceptual y un esquema lógico.

Los datos alfanuméricos con los que contamos se los convertirá a datos vectoriales y se cargará los atributos que caractericen a cada elemento que constituye la red vial a la base de datos del GIS.

Para visualizar la información registrada en la base de datos nos valdremos de mapas los cuales contendrán nuestra información ubicados según su georeferenciación.

Las conclusiones a las que se llegará luego de haber elaborado un Sistema de Información Geográfico para las redes viales del Valle Central de Tarija serán en función a los resultados que se obtengan luego de elaborar el GIS vial.

Se escribirán las recomendaciones acerca del tipo de archivos que conviene tener para el manejo de la información en el GIS, del aprovechamiento de alguna herramienta que ayude a representar diversas situaciones ocurridas en un tramo o más de un camino. También se recomendará el uso del GIS y la capacitación del mismo.

CAPÍTULO II

GEODESIA Y LA RED VIAL EN BOLIVIA

2.1. Geodesia

Concepto General de Geodesia

La geodesia es una ciencia que se encarga del estudio de la forma y dimensiones de la Tierra, así como de las posiciones sobre la misma.

2.1.1 Geodesia geométrica

El objetivo general es determinar la forma y dimensiones de la Tierra, en esta parte se hace relevante conocer la geometría del elipsoide de revolución sobre el cual se referirán respecto a un punto fundamental, la medición de distancias, ángulos que se realizaron sobre la superficie terrestre, así como las altitudes desde una cota cero.

2.1.2 Geodesia Satelitaria

La geodesia satelitaria atiende el problema de la forma y dimensiones de la Tierra en un Sistema de coordenadas geocéntrico. Estudia y determina las posiciones en la superficie y también ubica los objetos móviles en el espacio, un ejemplo de esto son los satélites artificiales.

Los satélites geodésicos han permitido conocer con exactitud la forma de los continentes, así como constante movimiento de las placas terrestres. Los satélites oceánicos han explorado el fondo marino, revelando gran cantidad de información.

La geodesia satelitaria aportará al presente estudio en la determinación de las coordenadas determinadas mediante el sistema de posicionamiento global es decir GPS.

2.1.3 Modelo Geoide

Para entender el concepto imagine por un momento que se halla a nivel del mar y que las aguas de éste permanecen tranquilas en ausencia de mareas. La superficie que observa se pierde por debajo de la corteza terrestre, y la atracción gravitacional que se

experimenta en ella se considera constante en todo sus puntos. Es a esta superficie que podemos denominar geode.

Respecto a la forma que la superficie presenta es irregular debido a ondulaciones que dificultan los cálculos de localización y distancias.

Entonces en definitiva vamos a decir que el modelo geoidal es la masa equipotencial sobre la cual se halla la corteza terrestre.

2.1.4 Elipsoides de referencia.

Concepto:

Podemos entender como elipsoide de referencia a un modelo matemático que trata de ajustarse a la forma del geode y representarse sobre estos puntos de la superficie terrestre referidos a un punto fundamental (datum)

Los parámetros que definen al elipsoide de referencia son el semieje mayor (a), el semieje menor (b) y el achatamiento $f = (a-b)/a$.

Figura Nro.2.1: Elipse y elipsoide de revolución



Fuente: [www.Gabriel Ortiz.com](http://www.GabrielOrtiz.com).

Los diversos elipsoides que se obtienen a partir de la determinación de las dimensiones del eje polar como del eje ecuatorial va a depender de la precisión con que se determinen estos ejes.

El eje polar del elipsoide de referencia es específico para una región. Debemos hacer notar que el eje polar no coincide con el eje real de la Tierra. El mismo criterio se toma para el eje ecuatorial.

Los orígenes de los diversos elipsoides que se determinan en función a la precisión difieren en unos cientos de metros.

Se logra representar la totalidad de la tierra con mayor precisión a través de elipsoides cuyo sistema de coordenadas denominada de satélite, los cuales emplean sistemas geocéntricos.

Para poder representar las diferentes áreas del globo terráqueo se recurre a modelos matemáticos los cuales deben representar en lo mejor posible la forma de la Tierra.

El hecho de que la tierra no es una esfera ni un ovoide perfecto hace que se defina distintos elipsoides. En el siguiente cuadro se muestran los tipos de elipsoides que se utiliza en el mundo:

Tabla Nro 2.1.: Tipo de elipsoides

NOMBRE	AÑO	SEMI EJE MAYOR (a)	SEMI EJE MENOR (b)	ACHATA- MIENTO	PAÍS DE USO
EVEREST	1830	6377276.300	6356075.4	300.8000	INDIA,BURMA, PAKISTAN,AFGANISTAN,TAI- LANDIA, ETC.
BESSEL	1841	6377397.115	6356078.963	299.1528	CENTRAL EUROPEA,CHILE, INDONESIA
AIRY	1849	6377563.400	6356256.900	299.3200	GRAN BRETAÑA
CLARKE	1866	6378206.400	6356583.800	294.9787	NORTE AMERICA,FILIPINAS
CLARKE	1880	6378249.145	6356514.870	293.4650	MAYOR PARTE DE AFRICA, FRANCIA
HAYFORD	1909	6378388.000	6356911.946	297.000	RESTO DEL MUNDO
INTERNACIONAL	1924				
KRASOVSKY	1940	6378245.000	6356863.000	298.3000	UNION SOVIÉTICA
EVEREST	1956	6377301.243	6356100.228	300.8020	
AUSTRALIAN	1965	6378160.000	6356774.719	298.2500	AUTRALIA
FISCHER	1968	6378150.000	6356768.337	298.3000	
WGS72	1972	6378135.000	6356750.520	298.2600	NASA
WGS84	1984	6378137.000	6356752.314	298.2570	DE CARÁCTER MUNDIAL

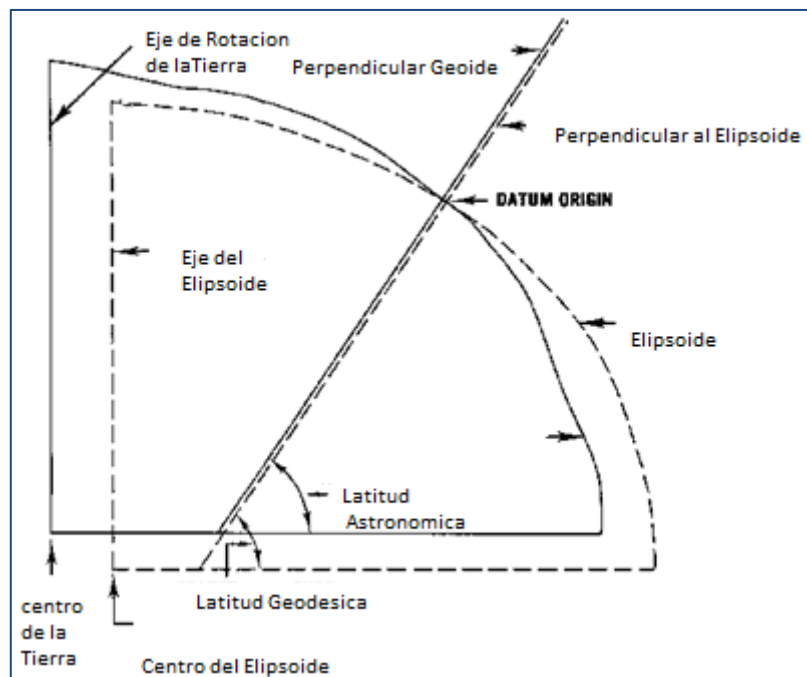
Fuente: Geodesia y fotogrametría aplicada a la ingeniería civil.

2.1.5 Datum

Se necesita de un punto origen a partir del cual se va a representar el resto de los puntos sobre la superficie y es a lo que se llama datum. Éste se halla referido a un elipsoide de referencia.

El datum es un punto de intersección donde coincide la vertical del geoide con la normal del elipsoide.

Figura Nro.2.2: Ilustración de datum



Fuente: Elaboración propia.

Los datums pueden ser locales y globales.

2.1.5.1 Datum local:

El datum local es un punto que se localiza generalmente en las llanuras extensas por cuestiones de visibilidad entre puntos de medición y evitar el efecto gravitacional.

La latitud y longitud del datum se determina astronómicamente.

2.1.5.2 Datum Global:

Datum Global:

El datum global es un punto cuya localización está en el centro de la masa terrestre y que son utilizados por elipsoides globales.

2.2. Sistema de Coordenadas

Podemos considerar que en un sistema de coordenadas tendrá un conjunto de valores que permiten identificar la posición de un punto de manera inequívoca en un espacio geométrico.

Entre los tipos de sistemas de coordenadas generalmente utilizados tenemos por ejemplo:

2.2.1 Sistema de coordenadas geográficas:

Es un sistema donde las coordenadas se determinan de manera independiente del elipsoide y datum requiriendo para su medición sólo el meridiano de Greenwich y la línea del ecuador.

2.2.2 Sistema de Coordenadas Cartesianas:

Las coordenadas cartesianas representan un punto de la Tierra mediante tres valores numéricos X, Y, Z los cuales se referencian respecto de un origen donde intersectan los tres ejes ortogonales.

Sistema de Coordenada U.T.M

2.2.3 Tipos de proyecciones Cartográficas

Una proyección cartográfica es el sistema que se utiliza para representar un punto de la Tierra sobre una superficie plana. Mediante la proyección llevaremos un espacio tridimensional a un bidimensional.

Las proyecciones básicas distintivas son: cilíndrica, cónica y azimutal.

Proyección Cilíndrica:

Consiste en proyectar los puntos de la superficie terrestre sobre una superficie cilíndrica.

Ejemplo de proyecciones Cilíndricas

- Proyección de Mercator
- Proyección de Peter

Figura Nro.2.3: Proyección cilíndrica

Fuente: imagen capturada en Wikipedia.

Proyección Cónica:

Consiste en proyectar los puntos de la superficie terrestre sobre la superficie cónica tangente donde el vértice se sitúa sobre el eje que une los polos de la superficie terrestre.

Ejemplo de proyecciones Cónicas

- Proyección Cónica Simple
- Proyección Conforme de Lambert

Figura Nro.2.4: Proyección Cónica



Fuente: imagen capturada en Wikipedia.

Proyección Azimutal:

Consiste en proyectar una porción de la Tierra sobre un plano tangente al globo en un punto seleccionado, la imagen que se obtiene será similar a la visión de la Tierra desde el interior (gnomónica) o el exterior (ortográfica).

Ejemplo de proyecciones Azimutal

- Proyección Gnomónica
- Proyección Ortográfica

Figura Nro.2.5: Proyección Plana



Fuente: imagen capturada en Wikipedia.

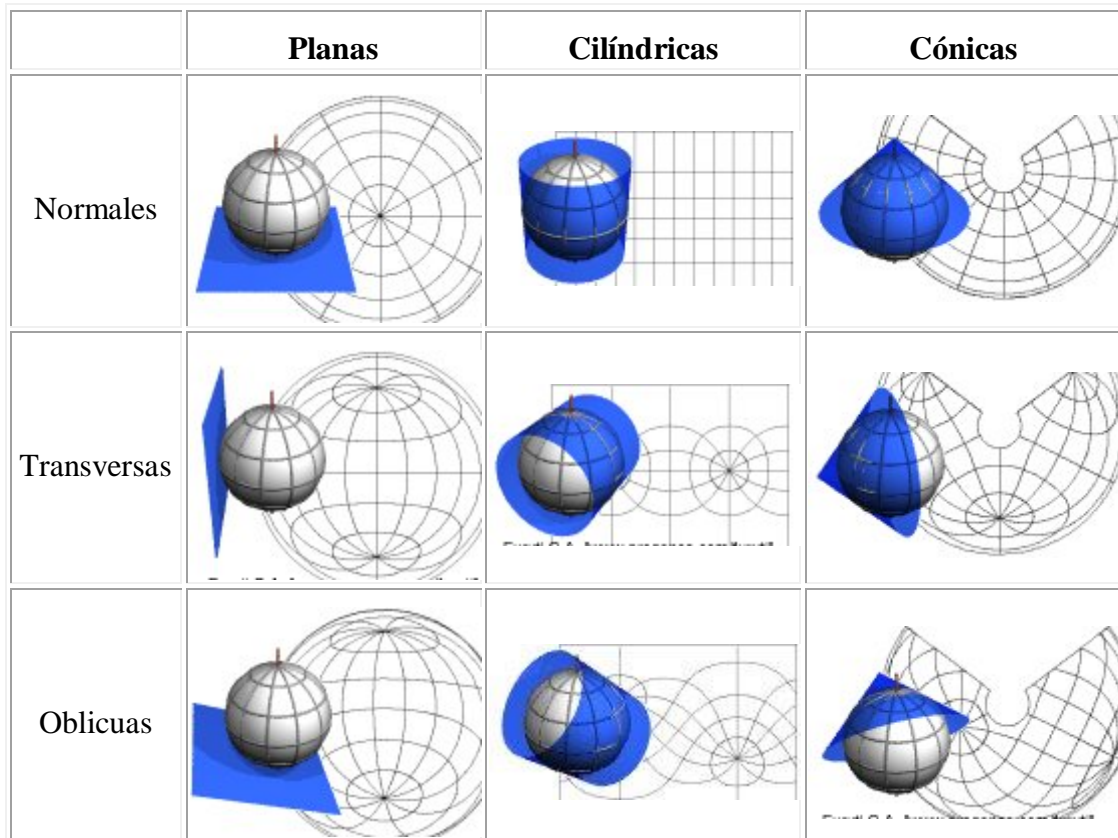
2.2.4 Orientación de las superficies de proyección

La orientación de las superficies de proyección respecto del plano del ecuador puede ser:

Proyecciones Normales: Cuando el eje de la superficie de proyección es normal (perpendicular) al plano del ecuador.

- Proyecciones Transversas (o transversales): En este caso el eje de la superficie de proyección es paralelo al plano del ecuador.
- Proyecciones Oblicuas: Cuando no se cumplen ninguno de los dos criterios anteriores.

Figura Nro.2.6: Orientación de la superficie de proyección.



Fuente: imágenes tomadas de Furuti C.A. "www.progonos.com/furuti/").

2.2.5 Deformación de la Proyección.

Las proyecciones tienen propiedad de ser:

- ◆ Conforme: conservan la forma, es decir conserva los ángulos.
- ◆ Equidistante: conserva las distancias.
- ◆ Equivalentes: conserva la superficie.

2.2.6 Proyección U.T.M cilíndrica Secante.

La proyección U.T.M se define como un sistema cilíndrico transverso, conforme y secante al elipsoide a lo largo del meridiano central de la zona que se toma como meridiano de origen.

El límite de la proyección se halla entre los siguientes paralelos 84 grados norte y 80 grados sur.

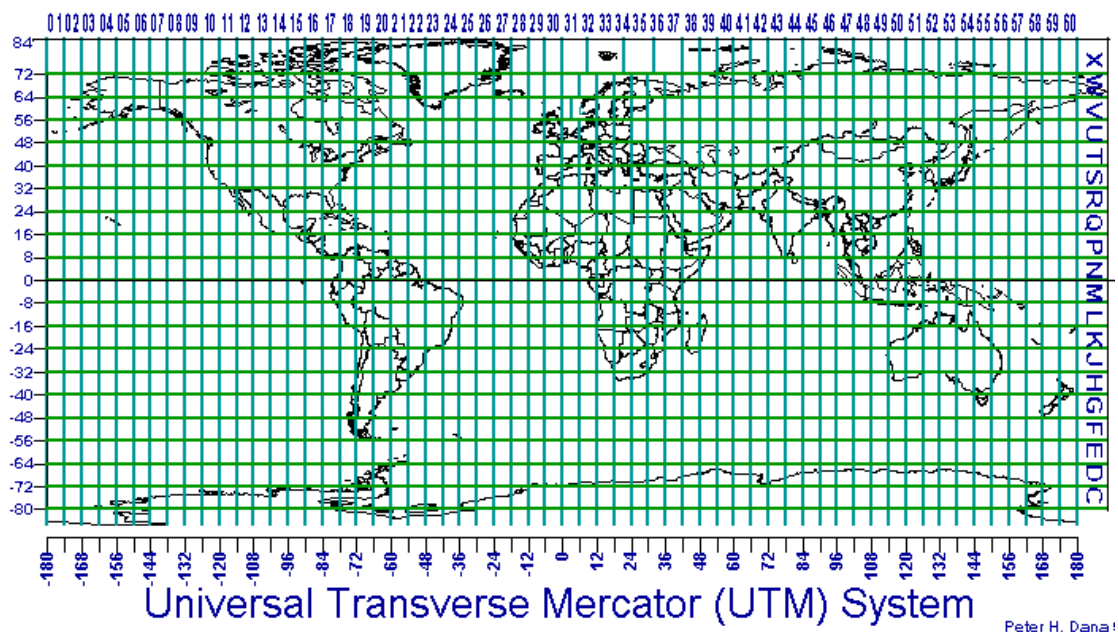
Esta proyección divide a la Tierra en 60 husos sexagesimales.

2.2.7 Huso o zona de proyección

Un Huso o zona de proyección es una representación de una parte de la Superficie Terrestre sobre un plano el cual se halla comprendido entre dos meridianos.

La zona de proyección se obtiene dividiendo a la Tierra en 60 partes cada uno de 6 grados de longitud y 8 grados de latitud.

Figura Nro.2.7: Representación de huso o zona.



Fuente: imágenes tomadas de www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html

La numeración de las zonas se hace desde el antimeridiano partiendo de 0 a 60 de oeste a este.

Los segmentos que generan los paralelos se designan con letras desde la letra C hasta la X se excluye la letra "I", "O", cada segmento tiene 8 grados de latitud excepto la X que tiene 12 grados de latitud.

2.3. Transformación de coordenadas

La transformación de coordenadas es útil en momentos en que se cuente con información que no está en el sistema de proyección que nos interesa, por ello es que en este párrafo se detallan las expresiones de conversión.

Conversión de las coordenadas geodésicas a UTM:

$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \qquad c = \frac{a^2}{b}$$

$$Zona = ENTERO * \left[\frac{\lambda}{6} + 31 \right]$$

$$\lambda_o = Zona * 6 - 183$$

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_o$$

$$A = \cos \varnothing * \operatorname{sen} \Delta\lambda$$

$$\xi = \frac{1}{2} * \ln \left[\frac{1+A}{1-A} \right]$$

$$\eta = \arctan \left[\frac{\tan \varnothing}{\cos \Delta\lambda} \right] - \varnothing$$

$$v = \frac{c}{(1 + e'^2 + (\cos \varnothing)^2)^{\frac{1}{2}}} * 0,9996$$

$$\tau = \frac{e'^2}{2} * \xi^2 * \cos^2 \varnothing$$

$$A_1 = \text{sen}(2\phi) \quad A_2 = A_1 * \cos^2\phi$$

$$J_2 = \phi + \frac{A_1}{2} \quad J_4 = \frac{3 * J_2 + A_2}{4} \quad J_6 = \frac{5 * J_4 + A_2 * \cos^2\phi}{3}$$

$$\alpha = \frac{3}{4} * e'^2 \quad \beta = \frac{5}{3} * \alpha^2 \quad \gamma = \frac{35}{27} * \alpha^3$$

$$B_\phi = 0,9996 * c * (\phi - \alpha * J_2 + \beta * J_4 + J_6)$$

$$X = \xi * v * \left(1 + \frac{\tau}{3}\right) + 500000$$

$$Y = \eta * v * (1 + \tau) + B_\phi + 100000000$$

Donde:

ϕ : Latitud geodésica del punto .

λ : Longitud geodésica del punto .

a : Semieje mayor del elipsoide de referencia

b : Semieje menor del elipsoide de referencia

e'^2 : Excentricidad

X : Coordenada Este del punto.

Y : Coordenada Norte del punto.

2.4. Antecedentes de la red vial en Bolivia

El Servicio Nacional de Caminos tuvo sus orígenes en la **Dirección General de Obras Públicas** dependientes de la Prefectura del Departamento de La Paz en 1939, posteriormente en la **Dirección de Vialidad** en la misma institución en 1941, y luego en el **Servicio Cooperativo Boliviano Americano de Caminos (SCBAC)** en 1955. En principio el SCBAC atendía 6 distritos viales. El SCBAC introdujo por primera vez el uso de equipo pesado consistente en motoniveladoras, tractores, palas mecánicas y otros equipos que antes no se utilizaban.

Hasta entonces la única carretera pavimentada era Cochabamba – Santa Cruz, el cual fue construido por Corporación Boliviana de Fomento.

Hasta algunos años el servicio nacional de caminos tuvo bajo su completa responsabilidad la construcción, mantenimiento y administración de toda la red de carreteras de Bolivia, hoy esa responsabilidad se delega a las Prefecturas de los departamentos y a los Gobiernos municipales.

Por mandato de la ley de Descentralización Administrativa 1654 promulgada el 8 de julio de 1995.

De acuerdo al **Inventario de usuarios de GIS** realizado en Bolivia por la GAF en el año 1996 bajo el marco del Banco Internacional de Desarrollo. No se registraba como usuario al SNC por lo que la misma no tenía su información georeferenciada en un GIS.

El INE si era un usuario, contaba con información georeferenciada de diversos temas de su interés en la cual figura la red vial fundamental que generó a partir de mapas del IGM.

En el año 2010 se conformó un grupo de trabajo interinstitucional para la creación de una verdadera infraestructura de datos geoespaciales para el Estado Plurinacional de Bolivia, a través del proyecto GEOBOLIVIA. Este grupo de trabajo pretende administrar y publicar mediante servidores web la información geográfica generada en el estado Plurinacional.

En lo que respecta a nivel de institución de caminos (ej. ABC, SEDECA) no tienen aún la unidad o área que se encargue de procesar la información que disponen acerca de las redes viales sus elementos viales y se lo vuelque en un GIS.

2.5. Clasificación de la red vial

Desde el punto de vista administrativo, la red vial de Bolivia según el decreto Nro. 25134 de 1998 considera tres niveles para la red vial, siendo éstas: red Fundamental, red Departamental y red Municipal que a continuación se detallan.

2.5.1 Red fundamental

La red vial fundamental se halla bajo la responsabilidad de la Administración Boliviana de Carreteras (A.B.C) ex –SNC.

Las carreteras que pertenecen a esta red deben contar con las siguientes características:

- Vincular las capitales políticas de los departamentos
- Permitir la vinculación de carácter internacional conectándose con las carreteras principales de los países limítrofes.
- Conectar dos o más carreteras de la red fundamental en puntos adecuados.

2.5.2 Red Departamental

La red departamental se halla bajo la responsabilidad del Servicio Departamental de Caminos (SEDECA). Las vías que se hallan dentro de esta clasificación tienen las siguientes condiciones:




- Integran el departamento
- Se conectan con la red Fundamental
- Vinculación de capitales de provincia con capital del departamento.
- Caminos colectores que pasando cerca de las zonas productivas permitan una conexión corta a través de los caminos municipales llevando la producción a los centros de consumo.

2.5.3 Red Municipal

Los municipios son los que se encuentran a cargo de esta red. Pertenecen a esta modalidad las rutas que:

- Son caminos alimentadores de la red departamental y/o fundamental.
- Vinculan poblaciones rurales, comunidades o centros de producción.

2.5.4 Simbología utilizada según la red vial :

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Mediante un escudo dentro del cual se halla escrito la letra “F” seguido de un numeral en orden correlativo se identifica la red vial fundamental.
	El símbolo para identificar la red vial departamental es un círculo, dentro trae escrito la letra “D” seguido de un numeral en orden correlativo para señalar sus carreteras.
	La red vial municipal tiene como simbología el rombo dentro se halla escrito el número de la ruta.

CAPÍTULO III

ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 Definición de los Sistemas de Información Geográfica

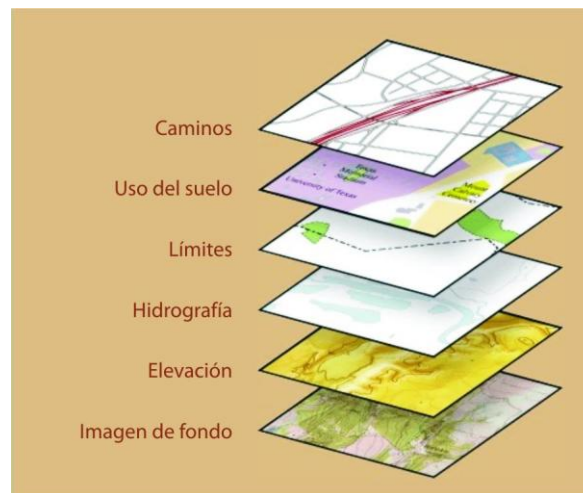
El GIS que es un acrónimo en inglés cuyo significado es Geográfico Información Sistema (Sistema de información Geográfica).

El sistema de información geográfica se comprende por un conjunto de hardware, software y procedimientos que permiten administrar, manipular, analizar, modelar y realizar una representación gráfica de los datos espacialmente Georeferenciadas.

El GIS separa y almacena la información en diferentes layers o capas temáticas.

El usuario a partir de la información del GIS puede agrupar las diferentes capas temáticas del mismo según cual sea las necesidades y condiciones de estudio generando de este modo estructuras de representación acorde a sus requerimientos.

Figura Nro.3.1: Capas temáticas



Fuente: Sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial.

3.2 Componentes de un GIS

Un GIS tiene por componentes al hardware, software, datos geográficos y elemento humano.

- **Hardware**

Para ejecutar físicamente el GIS se requiere de máquinas tales como la computadora (CPU, el teclado, mouse), escáner que nos permitan introducir a la base de datos toda la información para su correspondiente almacenamiento, manipulación, edición, e impresión a través de impresoras, plotters. Con lo cual se podrá publicar la información luego de haberla procesado.

- **Software**

Es necesario contar con una interface gráfica que nos permita un acceso fácil a las herramientas de trabajo como ser la herramienta para almacenar, o la herramienta de búsqueda, herramienta de análisis, programas computacionales, etc.

- **Datos geográficos**

Nada podríamos realizar si tenemos solamente el hardware y software y no contamos con la información (datos geográficos) que es el componente más importante para poder elaborar el sistema de información geográfica.

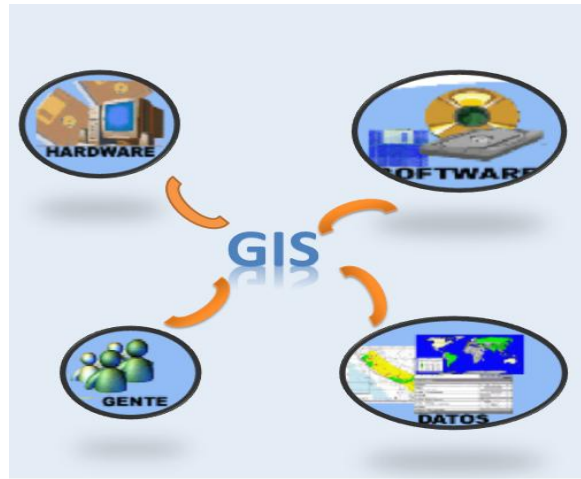
La información con la que se va a trabajar en un sistema de información geográfico debe ser datos geo referenciados, para poderlos representar y visualizar en un determinado lugar del mapa, ello no quiere decir que datos comunes que estén tabulados en hojas de Microsoft Excel, Microsoft Access o aquellas información contenida en tablas de extensión dbf puedan formar parte de la información del GIS.

- **Elemento humano.**

Se podría decir que la tecnología del GIS estaría limitada si no se cuenta con el elemento humano, pues estos se encargaran de operar, desarrollar, actualizar y administrar el sistema.

Los objetos del mundo real es lo que se quiere representar en un GIS, siendo esta la información que debe reproducirse a partir de tres elementos geométricos que son el punto la línea y el polígono.

Figura Nro.3.2: Componentes de un GIS



Fuente: Elaboración propia.

3.3 Cuestiones que puede responder un GIS

Debido a la gran capacidad de administrar datos y a su característica principal, la dimensión espacial, el sistema de información geográfica puede responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Dónde se localiza determinada variable o actividad?
- ¿Qué hay en determinado lugar o localización?
- ¿Cuáles son las características de dicho objeto (perímetro, área u otros atributos)?
- ¿Dónde está determinado equipamiento urbano en relación al conjunto de la ciudad?
- ¿Cuál es el camino más corto desde el hospital al punto del accidente?
- ¿Cuántas ocurrencias (frecuencia) de accidentes y de tránsito hay en determinada área de influencia?
- ¿Dónde se repite el fenómeno en la localización mencionada?

3.4 Usos de la información de un GIS

3.4.1 Representación de un GIS

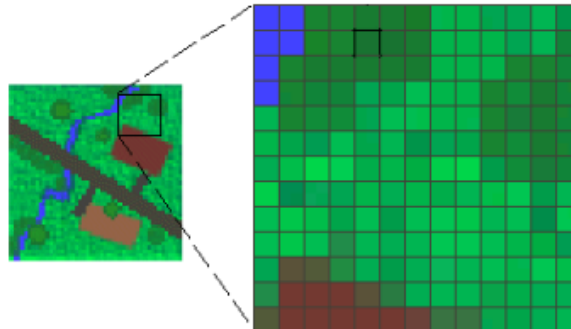
Los datos del GIS representan los objetos del mundo real (carreteras, uso del suelo, altitudes). Estos objetos de la realidad se dividen en dos grupos que son los datos raster y datos vectoriales.

3.4.1.1 Datos raster:

En esencia es cualquier tipo de imagen digital representadas en mallas. Los cuales dividen al espacio en celdas donde cada uno contiene un único valor. Que puede venir a representar por ejemplo la altura de precipitación, temperaturas.

Algunos ejemplos de imágenes raster pueden ser imágenes satelitales, imágenes escaneados, los cuales pueden tener formatos que como los jpg, tiff.

Figura Nro.3.3: Datos raster.



.Fuente: ESRI

3.4.1.2 Datos vectoriales:

Para poder representar los objetos del mundo real se utilizan tres elementos geométricos:

- **Punto:** una de las características principales que podemos atribuirle a este elemento es la localización de entidades geográficas que para su referencia requieren solo dicha característica.

Figura Nro.3.4: Punto



- **Fuente:** Elaboración propia
- **Línea:** la característica principal de este elemento es la longitud y orientación. Se utilizan para representar ríos, caminos, ferrocarriles, tendidos eléctricos, curvas de nivel.

Figura Nro.3.5: Línea



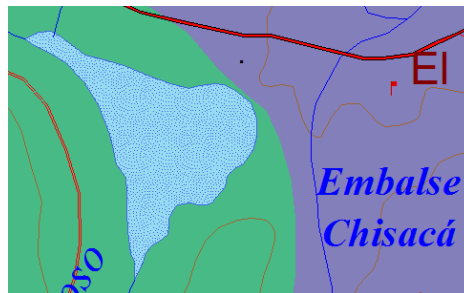
Fuente: Elaboración propia

- **Polígono:** La caracterización de este elemento es el perímetro y el área.

El polígono se utiliza para representar un elemento geográfico que cubre un área particular de la superficie de la Tierra.

Los polígonos se utilizan para representar lagos, zonas urbanas como ser manzanos, barrios, comunidades, áreas verdes, parques, etc.

Figura Nro.3.6: Polígono



Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Estructura de representación

La manera como se agrupan las capas temáticas que constituyen un GIS va a depender del usuario, es decir, el escenario a construir será según el tema que para este sea de interés, así un ejemplo sería en la ruta de la cual tenemos información respecto de sus alcantarillas, puentes, bermas, cunetas, etc. Si el escenario que nos interesa es la de puentes y alcantarillas pues lo que se puede hacer es construir mediante capas temáticas un escenario que me permita visualizar dichos elementos para un análisis y toma de decisiones.

3.5 Manejo de la información

3.5.1 Diseño de GIS

Para el diseño del GIS hay etapas que seguir haciendo posible llevar entidades del mundo real a la representación gráfica.

Las etapas son tres: esquema conceptual, esquema lógico y esquema físico.

3.5.1.1 Esquema Conceptual

Para conceptualizar la realidad a través de la definición de objetos de la superficie que tienen sus atributos y una ubicación en la realidad. Lo que se debe hacer es analizar la información que se tiene, determinando las entidades, los atributos y las relaciones espaciales que estas guardan.

3.5.1.2 Esquema Lógico

Este modelo hace referencia a como se organizan la información para lograr una representación lo más adecuada posible.

Concebido el modelo conceptual se debe realizar un diseño detallado de la base de datos, su representación de la información, definiendo los tipos de mapas con sus leyendas los cuales tendrán el tipo de escala a utilizar, el contenido temático, los reportes, etc. Todo esto constituye el modelo lógico.

3.5.1.3 Esquema Físico

El esquema físico, la última etapa, comprende implementar el esquema conceptual y lógico a un software y equipos, pudiendo ser ArcGis, Arcview, etc.

Para nuestro caso utilizaremos el ArcGis 10.cuyas características se detallan a continuación.

3.5.2 ArcGis 10.

ArcGis es un programa informático que es producido y comercializado por ESRI.

Este programa tiene un conjunto de aplicaciones que nos permite capturar, editar, analizar, tratar, diseñar, publicar e imprimir la información geográfica.

ArcGisdesktop es una familia de aplicaciones de escritorio de la cual mentaremos y describiremos a modo de ejemplo algunas de sus herramientas:

- ArcMap
- ArcCatalog
- ArcToolbox
- ArcScene

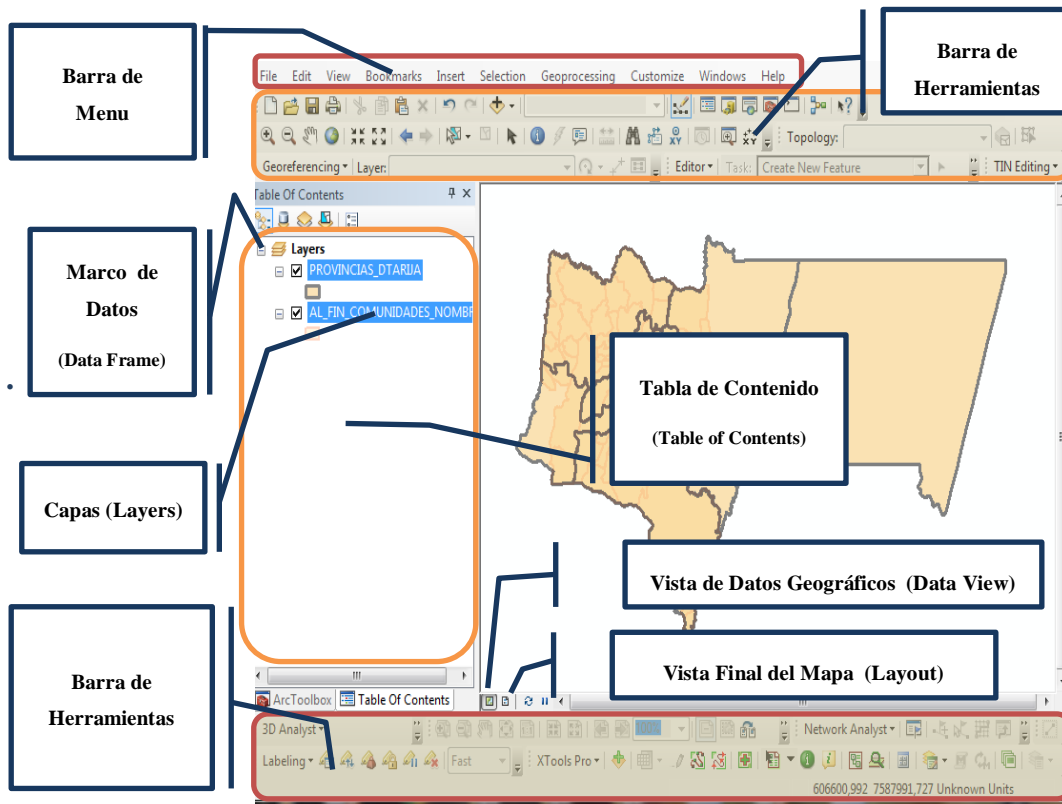
3.5.2.1 ArcMap:

Es la aplicación central donde se puede visualizar y manipular los datos de información geográfica.

El ícono para su acceso a la misma es:



Figura Nro.3.7: Interfaz de ArcMap.



Fuente: Elaboración propia.

- **Incorporar Datos En Arcmap**



Para acceder a los archivos almacenados en el ordenador utilizamos el botón que se halla en la interfaz de Arcmap.

- **Visualización De Los Datos**

Marco de Datos (Data Frame): es un espacio donde almacenamos las capas.

Vista de datos geográficos (Data View): se hace consultas, ediciones, análisis de los datos.

Vista Final del Mapa (Layout): creación de mapas para publicar e imprimir.

Capas (Layer): permiten representar la información a través de simbologías.

Barra Menú: Aquí encontramos las principales funciones que se ejecutan en esta aplicación.

Barra de Herramientas:

1. Zoom in y zoom out.
2. Pan
3. Extensión Completa.
4. Hacia atrás y hacia adelante en el despliegue.
5. Selección interactiva
6. Selección
7. Consulta (identificador)

Figura Nro.3.8: Barra de herramientas.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2 ArcCatalog:

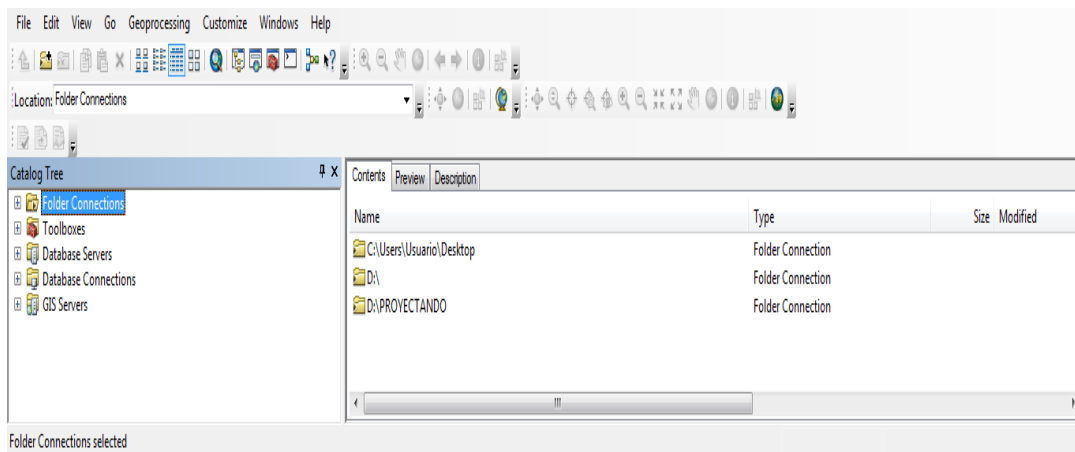
Es una aplicación para administrar la información geográfica. Es importante para mantener en orden nuestros datos.

El ícono de acceso a esta aplicación es la siguiente :



La interfaz de esta aplicación es la mostrada en la siguiente ilustración.

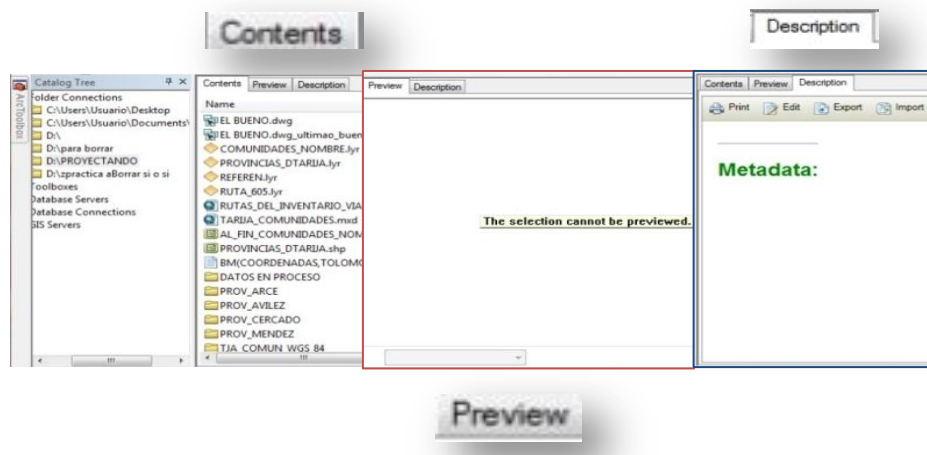
Figura Nro.3.9: Interfaz de Arcrcatalog.



Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar los datos se dispone de tres formas:

Figura Nro.3.10: Interfaz de Arcrcatalog



Fuente: Elaboración propia

- **Visualización mediante la opción Contenido (Conten):**

Mediante esta opción se visualiza la información que almacena un directorio.

- **Visualización mediante la opción Pre visualización (Preview) :**

Esta opción permite visualizar la información de manera gráfica.

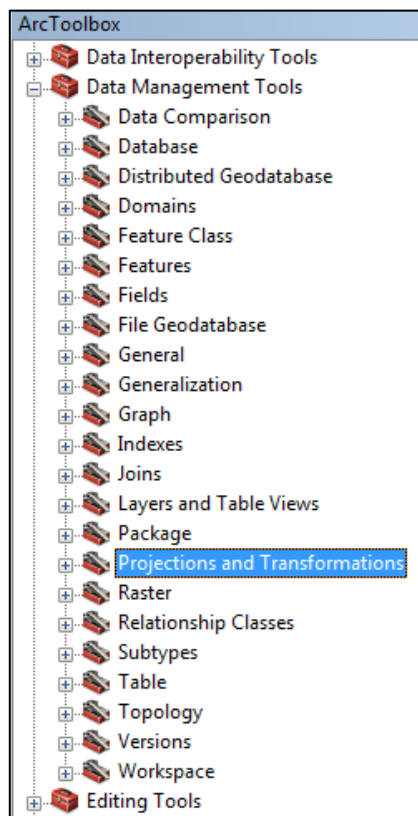
- **Visualización mediante la opción Descripción (Metadato):**

Esta opción no muestra la información relativa a los datos de archivo como ser el autor, el título, un resumen de la información que contiene el archivo.

3.5.2.3 ArcToolbox:

Esta aplicación permite realizar operaciones de geo procesamiento.

Figura Nro.3.11: Barra de herramientas Arctoolbox.

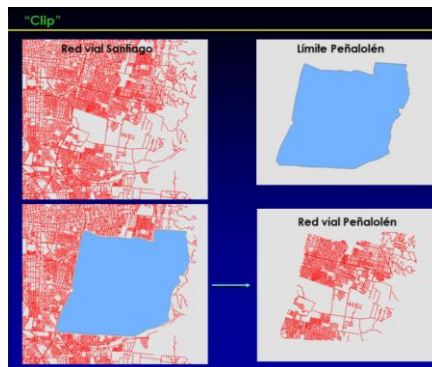


Fuente: Elaboración propia

Herramientas más comunes de Geo procesamiento.

- **CLIP** (Disponible en Análisis Tools - Extract)

Figura Nro.3.12: Realizar un clip

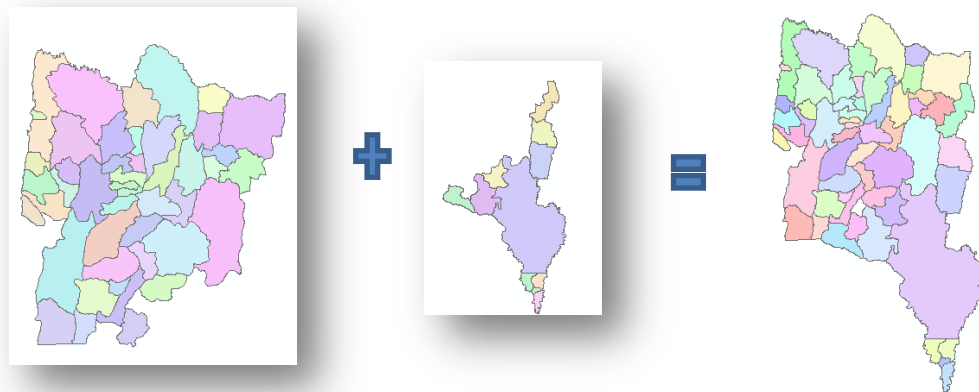


Fuente: Universidad Católica de Chile

La función “**Clip**” permite cortar una capa de información según el perímetro definido por el contorno de otra capa. El resultado se almacena en un nuevo archivo. El archivo de entrada puede ser de puntos, líneas o polígonos. El archivo utilizado para cortar, debe ser de polígonos.

- **MERGE** (Disponible en Data Management Tools - General)

Figura Nro.3.13: Uso de Merge.

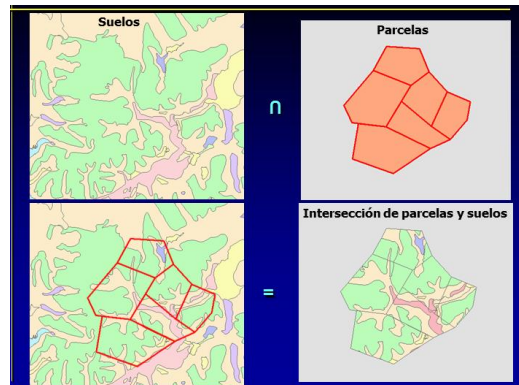


Fuente: Elaboración propia

La herramienta permite crear un archivo nuevo a partir de varios archivos de entrada de iguales características. Los campos de las tablas de atributos deben estar configurados de igual forma en todos los archivos implicados, al objeto de mantener la consistencia en el resultado; de lo contrario algunos datos se perderán.

- **INTERSECT** (Disponible en Analyst Tools - Overlay)

Figura Nro.3.14: Intersección de capas temáticas

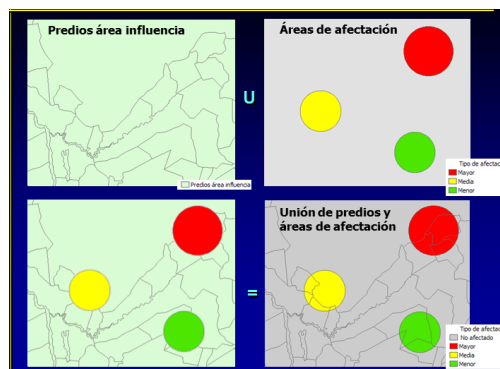


Fuente: Universidad Católica de Chile

La herramienta “**Intersectar**” permite obtener un archivo nuevo a partir de dos que solapan. La nueva capa en su tabla de atributos almacenará los campos de ambos archivos correspondientes a cada área de intersección. En el caso de la intersección de dos archivos de polígonos, los polígonos del archivo de entrada serán recortados según los límites de los polígonos del archivo de intersección cuando éstos no coincidan.

- **UNION** (Disponible en Analysis Tools - Overlay)

Figura Nro.3.15: Unión de capas temáticas

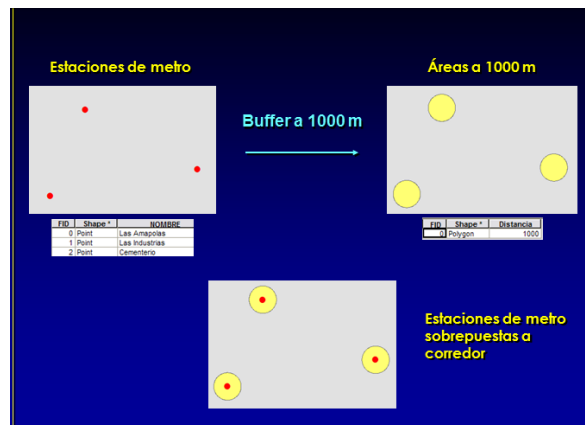


Fuente: Universidad Católica de Chile

La herramienta permite superponer dos archivos de polígonos para obtener un archivo nuevo, que almacenará toda la información espacial y atributiva contenida en los archivos fuente.

- **BUFFER** (Disponible en Analysis Tools - Proximity)

Figura Nro.3.16: Buffer.



Fuente: Universidad Católica de Chile

El área “**Buffer**” se establece mediante definición de una distancia específica, o en función de los datos almacenados en un campo de tabla de atributos del archivo analizado. El archivo sometido a análisis puede ser de punto líneas o polígonos.

- **DISSOLVE** (Disponible en Data Management Tools - Generalization)

Figura Nro.3.17: Dissolve.



Fuente: Universidad Católica de Chile

La herramienta “**Disolver**” fusiona los polígonos cuyos valores son iguales en el campo de la tabla de atributos que haya sido seleccionado para ejecutar esta tarea.

3.5.2.4 ArcScene:

Permite visualizar nuestra información en 3D

3.5.3 Almacenamiento de la información

La información en un GIS se almacena en cuatro grupos de datos;

- **Datos de imágenes.** Estas imágenes representan fotográficamente el terreno.
- **Datos complementarios de imágenes:** Esta base de datos contiene símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos georeferenciados al mismo sistema de coordenadas de la imagen real a la que complementan.
- **Datos cartográficos.** Almacena información de mapas que representan diferentes clases de información de un área específica.
- **Datos de información descriptiva:** consistirá en el almacenamiento de datos descriptivos en las formas más comunes de tal forma que puedan ser utilizados por otros sistemas.

3.5.4 Extracción de la información

La información del GIS se puede extraer mediante especificaciones geométricas, especificaciones descriptivas, condiciones geométricas y descriptivas.

3.5.4.1 Extracción Mediante Especificación Geométrica

Consiste en extraer información del GIS a través de la selección de un punto, una línea o un polígono en un mapa.

3.5.4.2 Extracción Mediante Especificación Descriptiva

Es la extracción de información espacial mediante una condición descriptiva específica. Por ejemplo: que me muestre todas las alcantarillas de una misma ruta.

3.5.4.3 Extracción Mediante Condición Geométrica

Es extraer La información de un punto, línea o polígono y una cierta condición geográfica. Aclarando con un ejemplo: podemos extraer todo los puentes que se hallan dentro de un radio de 500 m por decirles dentro de una comunidad.

3.5.4.4 Extracción Mediante Condición Descriptiva o lógica

Es extraer la información mediante una especificación descriptiva y una expresión lógica que se relacione con sus atributos. Por ejemplo: que me muestre las alcantarillas de una ruta que se hallen buen estado.

3.5.5 Edición de la información.

El GIS permite la edición y actualización de la información. Contando para ello con mecanismos que permiten la edición en la parte grafica como en la parte descriptiva.

- **Mecanismos que permiten editar gráficos:** por ejemplo su color, escala, posición, el dibujo de nuevas entidades geográficas.
- **Mecanismos que permiten editar datos descriptivos:** el tipo de letra, su color, formato.

3.5.6 Análisis y modelos de información

3.5.6.1 Análisis Espaciales

Va desde operaciones sencillas como longitud de una línea, perímetros, áreas y volúmenes, hasta análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno.

Los diferentes análisis que un SIG pueda hacer son:

Contigüidad:

Encontrar áreas en una región determinada.

Coincidencia:

Análisis de superposición de puntos, líneas, polígonos y áreas.

Radio de acción:

Alcance del movimiento del elemento dentro de la red.

Análisis digital del terreno:

Los modelos digitales de terreno (DTM: la representación de una superficie por medio de coordenadas X, Y, Z) son la información básica para el análisis de superficies.

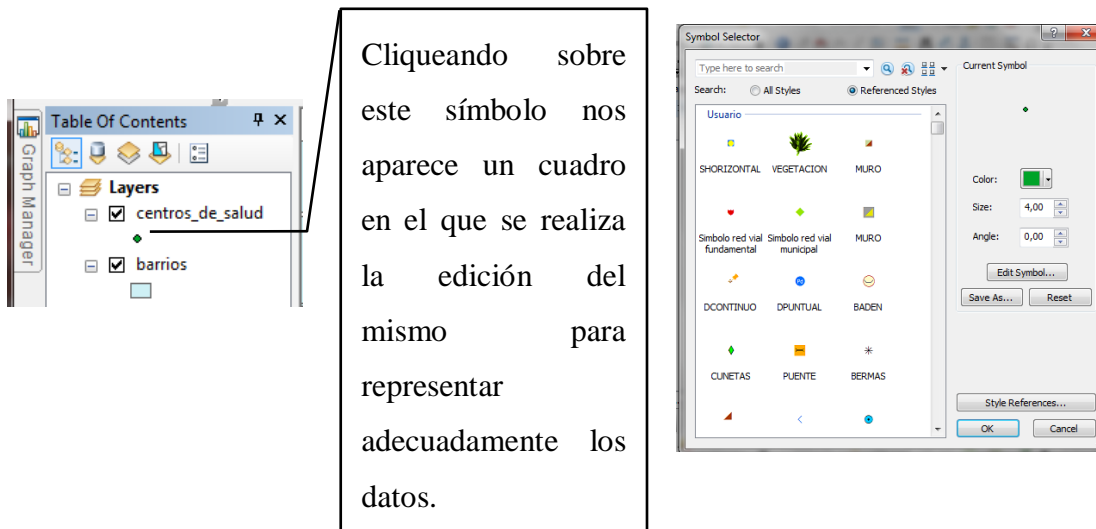
3.5.7 Representación y salida de información

Luego de capturar, editar, analizar, tratar, diseñar la información geográfica podemos visualizar los resultados en el interfaz de ArcMap sea en la vista de datos o en la vista final (layout).

3.5.7.1 Simbolización

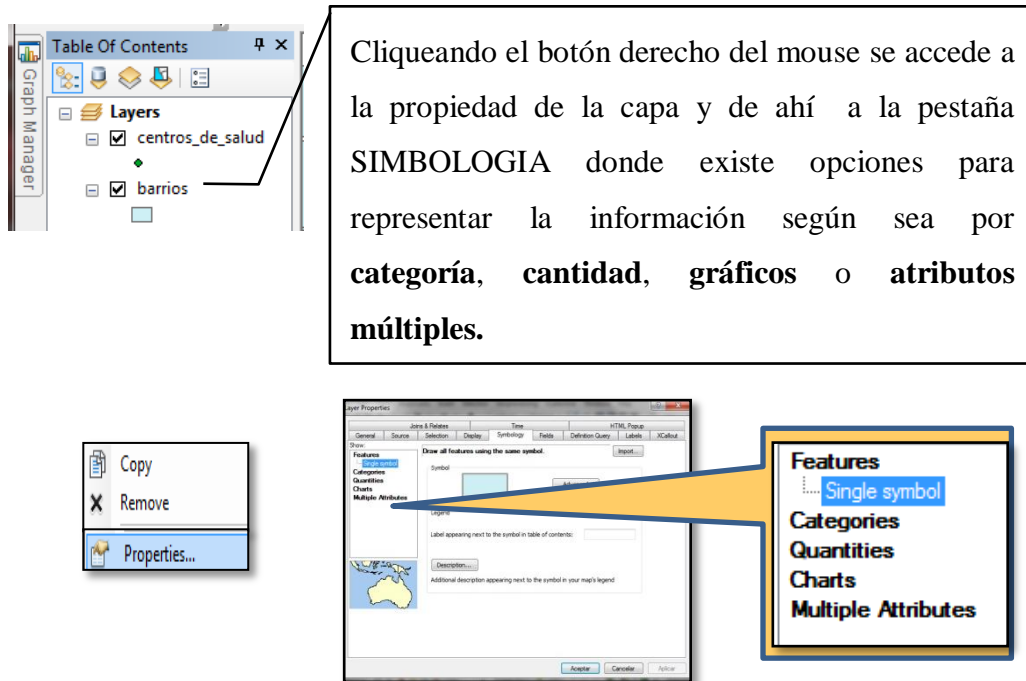
Cuando se agrega una capa a la interfaz de ArcMap aparece con un solo símbolo por defecto. Para poder crear simbologías va a depender de la información atributiva de las tablas contenida en el archivo.

Figura Nro.3.18: Simbologías a una capa



Fuente: Elaboración propia

Figura Nro.3.19: Simbología



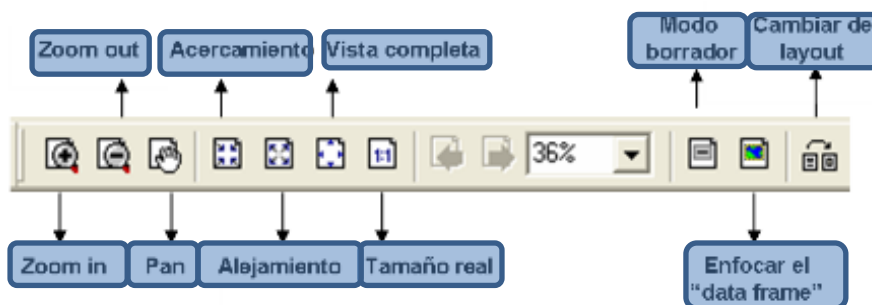
Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de un mapa existe una serie de pasos a seguir. Para ello situándose en la vista de diseño final “Layout View” se describirán las herramientas con el que se elabora un mapa.

3.5.7.2 Barra De Herramientas “LAYOUT”

Se activa al acceder a la vista “Layout View” (“Vista de Composición de Mapa”)

Figura Nro.3.20: Barra de herramientas de Layout.



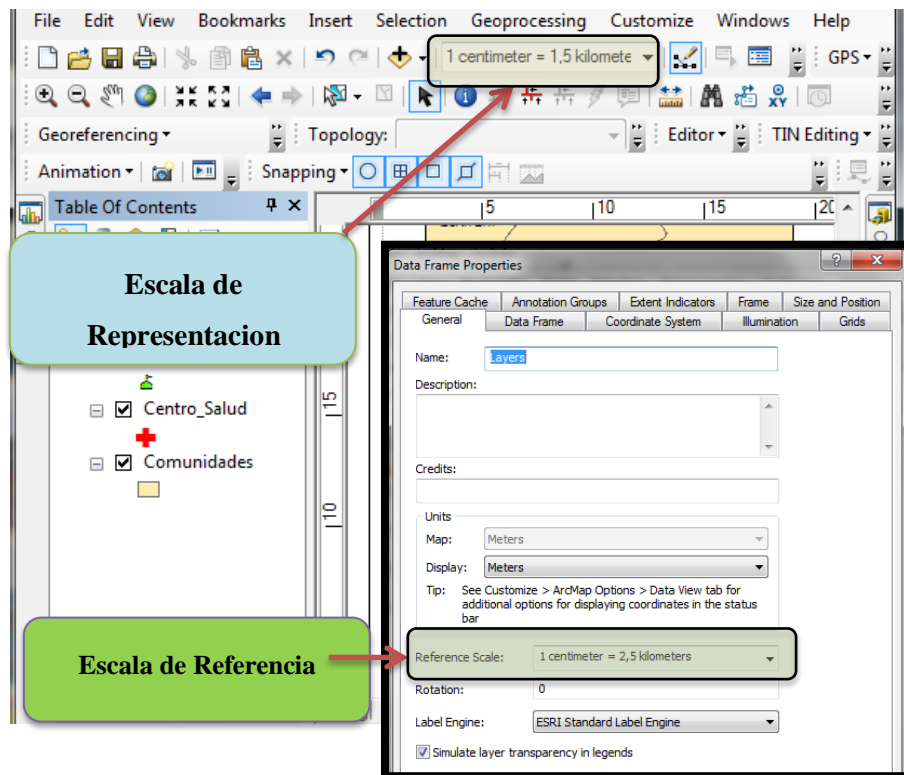
Fuente: Elaboración propia

La Barra de Herramientas “Layout” permite hacer acercamientos, moverse por el mapa y presentar la información a vista completa o en tamaño real.

3.5.7.3 Establecer La Escala De Representación

Antes de comenzar a elaborar el mapa es conveniente definir la escala de representación, la unidad de medida, escala de referenciación de la información en el “Data Frame”. Es de hacer notar que la escala de referenciación es de gran utilidad para mantener la proporción en los textos que se incorporen al mapa.

Figura Nro.3.21: Escala de representación y Escala de Referencia

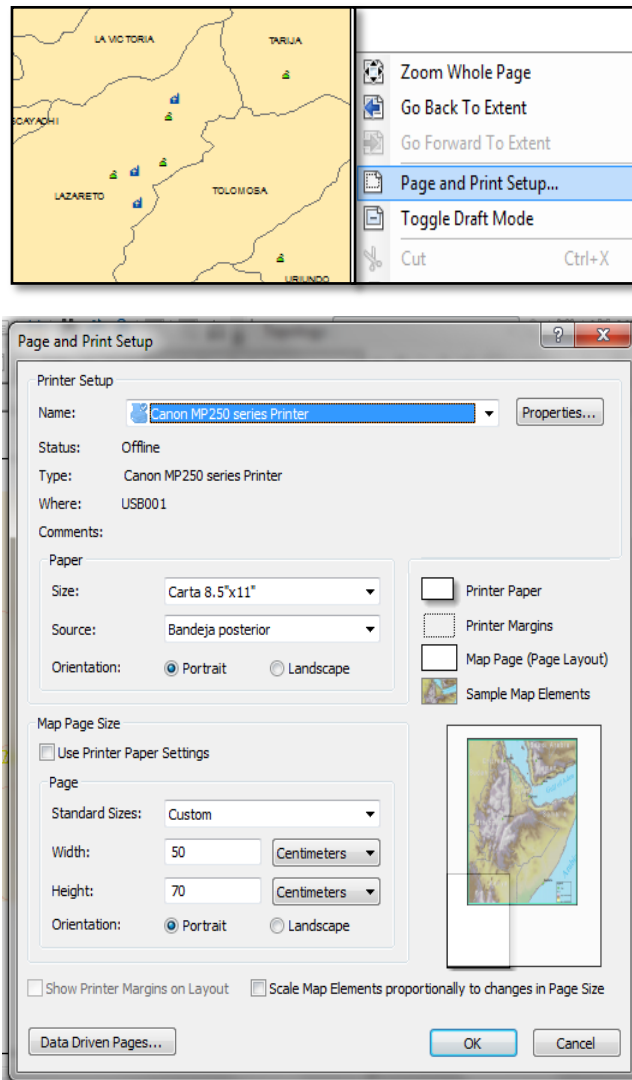


Fuente: Elaboración propia

3.5.7.4 Configurar La Página

Al hacer “clic” con el botón derecho del ratón en el borde del papel se despliega el menú de opciones; la opción “**Page and Print Setup**” (“Configuración de Página e impresión”) es la que se utiliza para establecer el tamaño y orientación del papel.

Figura Nro.3.22: Configuración de página.

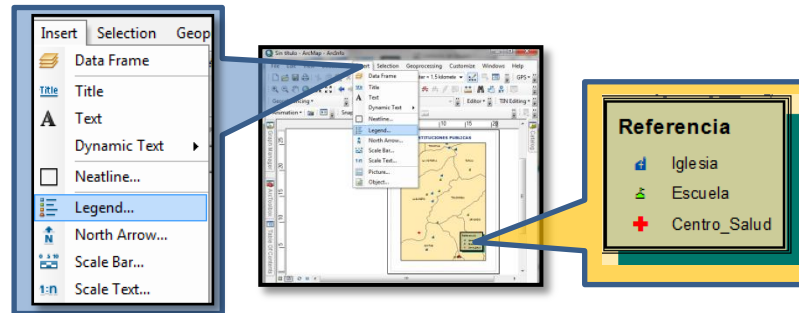


Fuente: Elaboración propia

3.5.7.5 Insertar La Leyenda Del Mapa

En el menú **“Insert”** (“Insertar”) se encuentran las opciones necesarias para incorporar elementos adicionales en el mapa. En el caso de la leyenda, un asistente facilita esta tarea.

Figura Nro.3.23: Leyenda del mapa.

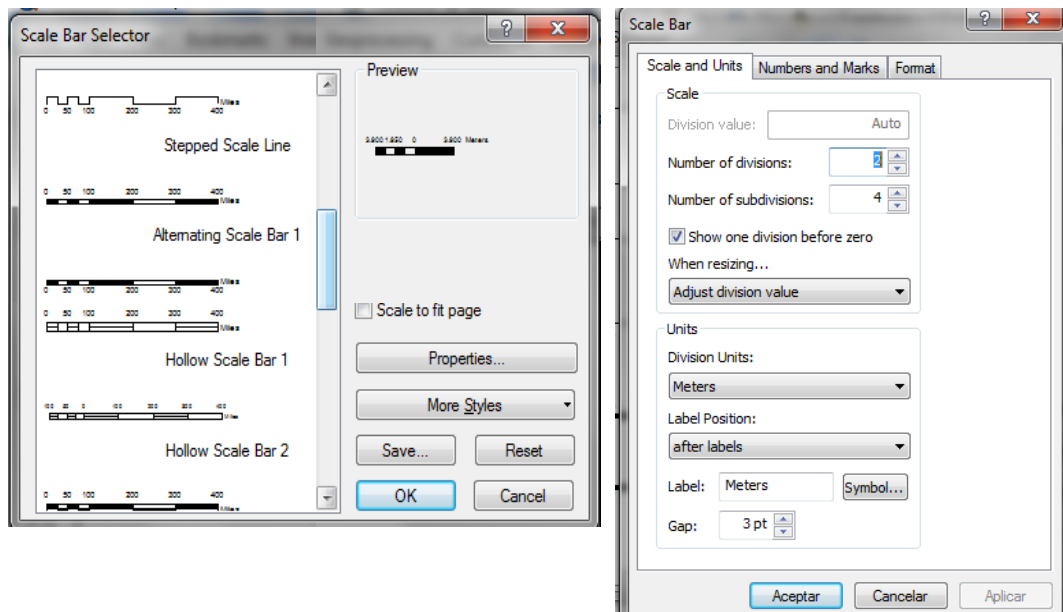


Fuente: Elaboración propia

3.5.7.6 Insertar la escala gráfica

En el cuadro de diálogo de la opción “Scale Bar” (“Barra de Escala”) podemos seleccionar el estilo de la escala gráfica, las unidades de medida, el número de intervalos, la ubicación del texto de la unidad de medida y el espaciamiento entre el gráfico de la escala y los textos que lo acompañan.

Figura Nro.3.24: Escala gráfica.



Fuente: Elaboración propia

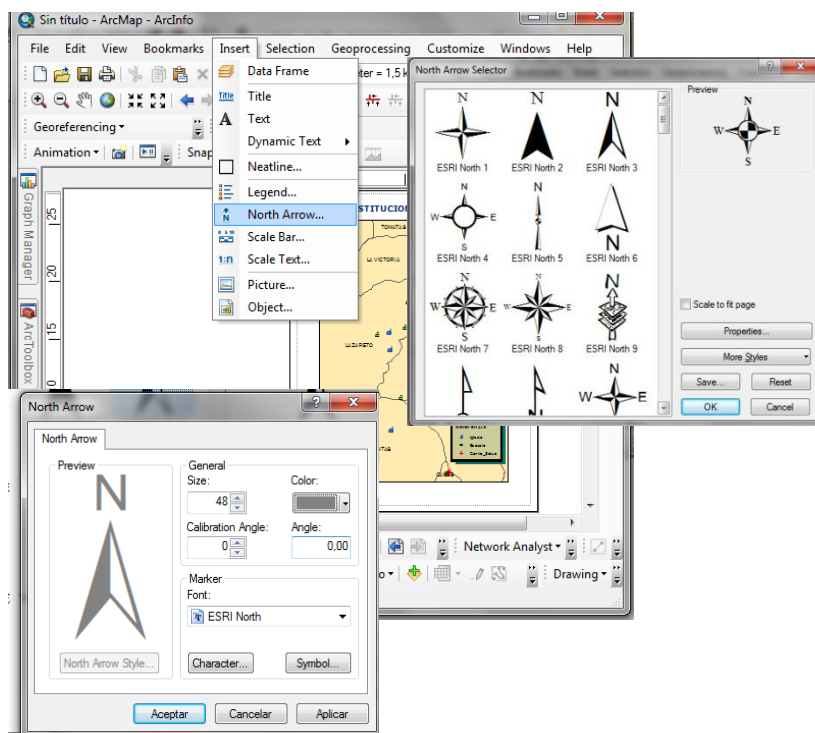
3.5.7.7 Insertar el texto de la escala gráfica

La opción específica “**Scale Text**” (“Texto de Escala”) permite insertar el texto de la escala; de esta manera, este texto queda vinculado a la escala gráfica, y varía automáticamente de acuerdo con los cambios de escala que se efectúen sobre la vista.

3.5.7.8 Insertar el símbolo del Norte

La opción “**North Arrow**” (“Flecha del Norte”) despliega una pantalla que permite seleccionar el estilo predefinido deseado o incorporar una figura personalizada. En las propiedades de esta opción es posible modificar el tamaño, color, orientación y tipo de letra del símbolo del Norte.

Figura Nro.3.25: Símbolo Norte del mapa



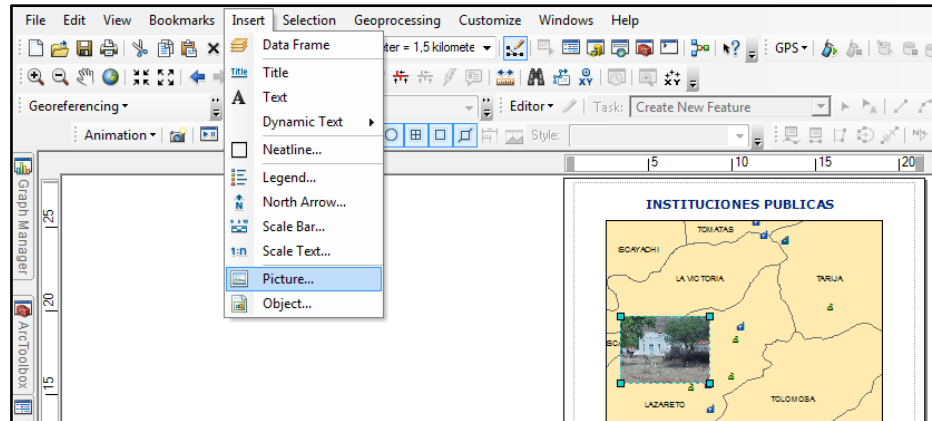
Fuente: Elaboración propia

3.5.7.9 Insertar una imagen

A los mapas también se puede añadir logotipos, fotografías u otras imágenes para completar las mismas para su correspondiente impresión.

La imagen insertada se puede arrastrar hasta ubicarla en el sitio deseado, y se puede modificar su tamaño seleccionándola y estirando desde su borde.

Figura Nro.3.26: Inserción de logotipos, imágenes

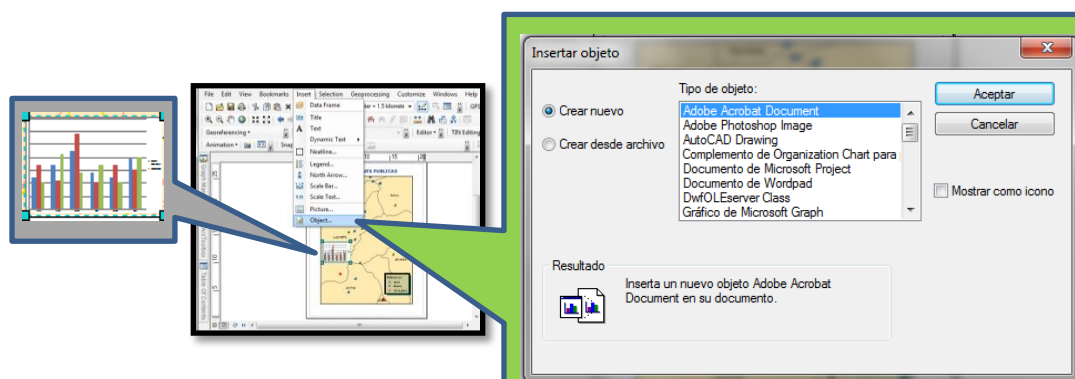


Fuente: Elaboración propia

3.5.7.10 Insertar un Objeto

La posibilidad de insertar objetos (OLE) resulta de gran utilidad para incorporar datos procedentes de otros programas sin necesidad de convertirlos previamente en imágenes. En la pantalla de diálogo de esta opción se despliega la lista de objetos que se pueden insertar, que incluye una amplia gama de fuentes de datos.

Figura Nro.3.27: Inserción de objetos.

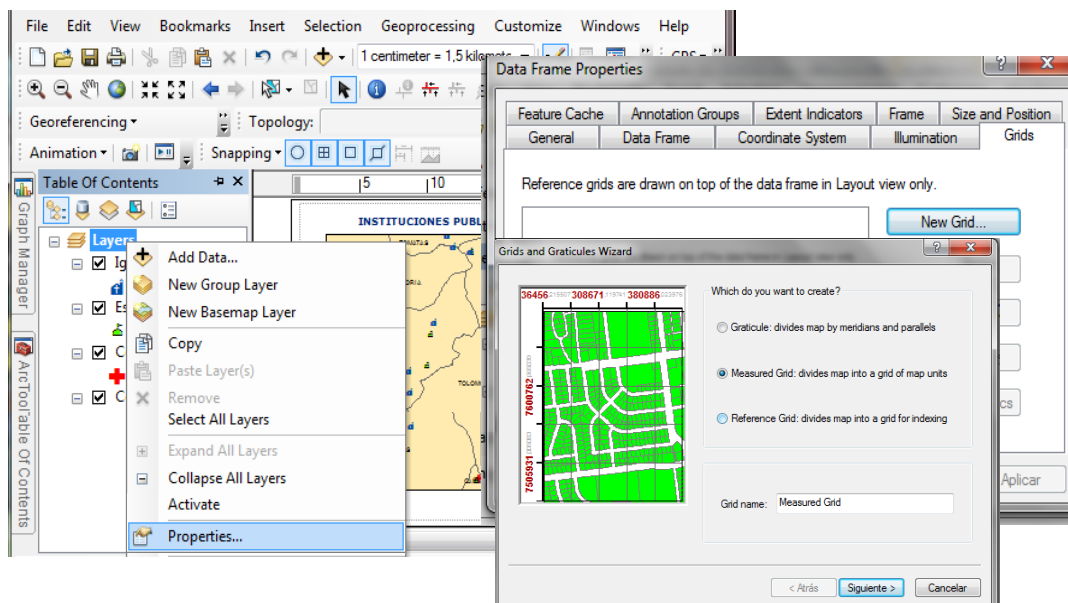


Fuente: Elaboración propia

3.5.7.11 Incorporar una Cuadrícula De Referencia

Desde las propiedades del “Data Frame” Opción “GRID”. La solapa “Grids” del “Data Frame” (Marco de Datos) ofrece la opción de insertar una retícula en función del sistema de coordenadas utilizado, así como la posibilidad de incorporar una malla de referencia abstracta para facilitar la ubicación de los elementos cartográficos. Se puede incluir más de un sistema de cuadrículas en un único mapa (por ejemplo, puede insertarse una retícula de coordenadas geográficas y otra de coordenadas en proyección UTM).

Figura Nro.3.28: Inserción de cuadrículas referenciales.



Fuente: Elaboración propia

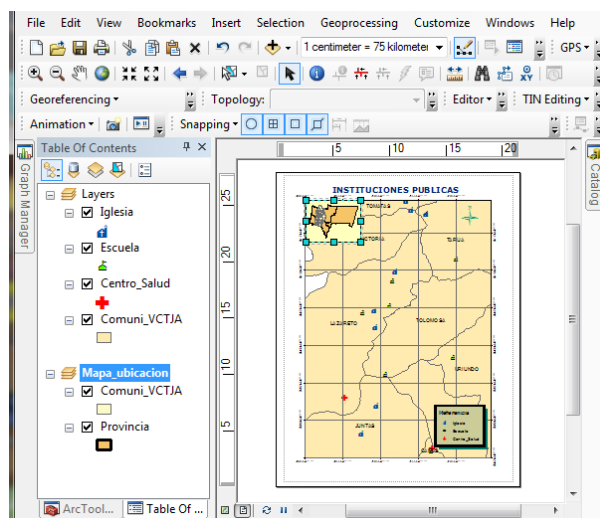
3.5.7.12 Insertar textos

La incorporación de información textual funciona con un menú idéntico al de la aplicación “Word” de Microsoft “Office”. Mediante este menú se controlan tamaño, color, orientación, espaciamiento y tipo de letra. Los textos incorporados pueden arrastrarse hasta ubicarlos en la posición deseada.

3.5.7.13 Insertar un mapa de situación

Para crear un “**Mapa de Situación**” del área representada se puede insertar un segundo “**Data Frame**” (“**Marco de Datos**”), en el cual se almacena información a otra escala más amplia que la utilizada para representar el mapa principal. Este segundo “**Marco de Datos**” puede ser ajustado al espacio disponible, al igual que la definición de la escala de presentación y de referencia.

Figura Nro.3.29: Inserción de mapa ubicación.



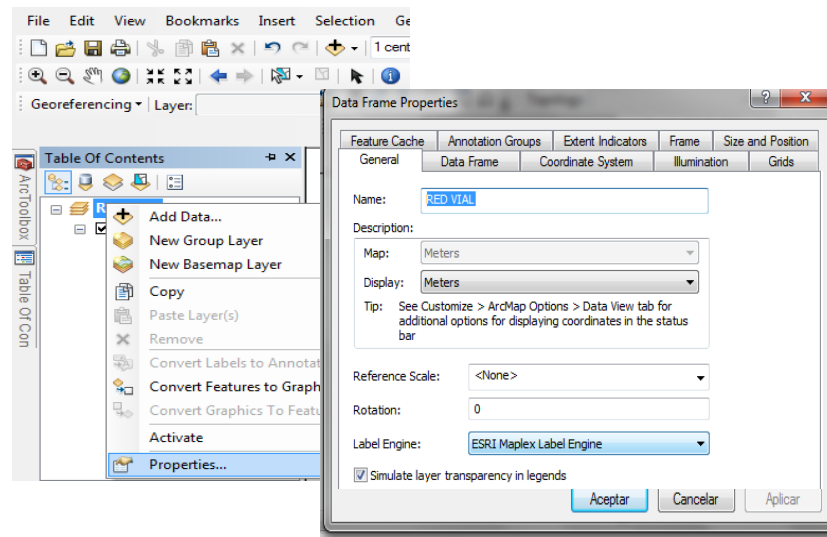
Fuente: Elaboración propia

3.5.7.14 Etiquetas

Trabajando con el motor de **etiquetado de Maplex**.

Para realizar el etiquetado en Maplex esta se habilita en el marco de datos en “**Data Frame**”, realizando un clic en el botón derecho del mouse yendo a **Propiedades** y en la pestaña **General** del cuadro de dialogo que aparece, elegimos la opción **ESRI Maplex** para trabajar con la misma.

Figura Nro.3.30: Maplex para etiquetado.



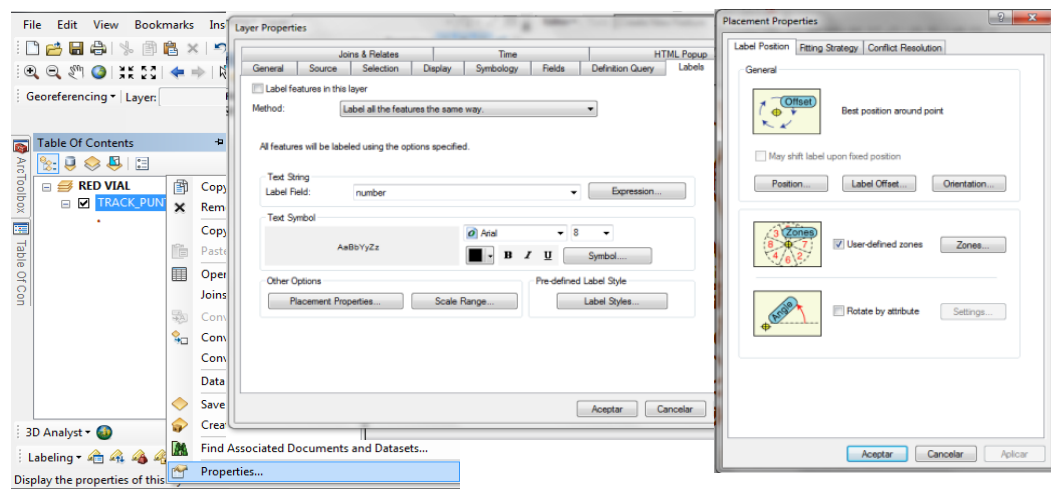
Fuente: Elaboración propia

Mediante el etiquetado buscamos controlar:

- Orientación y la colocación de las etiquetas
- El formato de las etiquetas
- Etiquetas en zonas congestionadas

3.5.7.15 Posición de etiqueta

Figura Nro.3.31: Posición de la etiqueta



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de diálogo “**Placement Properties**” (Propiedades de ubicación), la pestaña “**Label Position**” (Posición de la etiqueta), controla cómo se coloca una etiqueta con respecto a una entidad. Los puntos, líneas y polígonos tienen diferentes opciones de posición de la etiqueta.

3.5.7.16 Estrategias de ajuste de etiquetas

En esta pestaña hay parámetros que controlan el apilado de etiquetas, el solapamiento de entidades, la reducción del tamaño de fuente, la abreviatura de etiquetas y el tamaño mínimo de entidad a etiquetar.

3.5.7.17 Estrategias de resolución de conflictos de etiquetas

La tercera pestaña, **Resolución de conflictos**, contiene los parámetros que ordenan la importancia de las etiquetas y sus entidades asociadas. Los pesos de entidades permiten indicar qué clases de entidad podrían cubrir las etiquetas. Evita que las etiquetas se superpongan a determinadas entidades.

3.5.7.18 Peso de entidades

El peso de entidades determina la importancia de las entidades etiquetadas comparando con otras entidades en una escala de 0 a 1000. Un peso de 0 indica que la entidad debe ser tratada como un espacio disponible, mientras que un peso de 1000 indica que no debe haber etiquetas superponiéndose a la entidad..

3.6 Geodatabase en ArcGis (Base de datos)

3.6.1 Concepto

La “**Geodatabase**” es una base de datos relacional que almacena datos geográficos.

En una “**Geodatabase**” la información se almacena de manera estructurada, a fin de constituir un conjunto integrado de datos mediante la definición de reglas, relaciones y asociaciones topológicas.

3.6.2 Tipos de Geodatabase

- **“Geodatabase Personal”**

La **Geodatabase Personal** maneja los datos en formato Microsoft Access, y puede almacenar hasta 2 Gbytes de información.

- **“Geodatabase Basada en Archivos”**

La **Geodatabase Basada en Archivo** utiliza un formato propietario de ESRI, que integra los datos en un único directorio o carpeta. Ofrece mejor rendimiento que la “Geodatabase Personal”, almacena hasta 1 TB por “Dataset” y es multiplataforma

- **“Geodatabase Multiusuario”**

La **Geodatabase Multiusuario** requiere ArcSDE; funciona bajo Oracle, Microsoft SQL Server o IBM DB2. Puede ser consultada y editada por varios usuarios de forma simultánea. Sin límite de tamaño.

3.6.3 Ventajas de la “Geodatabase”

- Obliga a almacenar los datos en forma organizada y estructurada
- Permite mayor flexibilidad en el manejo de las etiquetas y anotaciones
- Permite establecer relaciones geométricas y atributivas entre los datos.
- Útil para manejar grandes volúmenes y densidad de información.
- Permite un almacenamiento y mantenimiento más eficiente de los datos.

3.6.4 Estructura básica de la “Geodatabase”

- Features Class
- Feature Dataset
- Tablas no espaciales
- **Feature Class:**

El Feature Class (*Clase de Entidad*) es un componente de la Geodatabase que agrupa datos que tiene una misma geometría, atributos y referencia espacial (se incluyen las anotaciones, que son un tipo especial de entidades).

Los Feature Class pueden existir en forma independiente dentro de la Geodatabase, o pueden agruparse dentro de un Feature Dataset.

- **Feature Dataset:**

El Feature Dataset (*Dataset de Entidades*) almacena un grupo de Features Class, que deben poseer la misma referencia espacial (sistema de coordenadas y extensión espacial). Se deben agrupar en un mismo Feature Dataset aquellos elementos que mantienen una relación topológica (adyacencia, coincidencia o conectividad).

Por ejemplo un archivo de ríos y otro de masas de agua tendrán una relación topológica en cuanto a la coincidencia de sus límites.

- **Tablas no espaciales:**

Estas tablas contienen información que no tiene una referencia espacial (empleados, dueños de parcelas, ventas); pueden existir en forma independiente o estar vinculadas a algún archivo espacial.

3.7 Clases de relaciones

Las “**Relationship Class**” (“Clase de Relaciones”) se crean desde ArcCatalog, dentro de la “Geodatabase”. Las “**Clases de Relaciones**” quedan almacenadas dentro de la “Geodatabase”. Las tablas que participan de una relación deben estar dentro de la misma “Geodatabase”. Si se elimina una de las tablas involucradas la relación también será eliminada.

Las clases de relaciones pueden ser simples o compuestas.

- **Relaciones simples**

La relación es simple cuando ambos datos pueden existir en forma independiente el uno del otro. Por ejemplo: parcelas y dueños de parcelas

- **Relaciones compuestas**

La relación es compuesta cuando existe dependencia de la tabla asociada con respecto a la tabla de origen. Por ejemplo: parcelas y estructuras; tuberías y válvulas. En este

caso, cuando los registros de la tabla principal se eliminan, los registros asociados en la otra tabla también serán eliminados.

3.8 La Cardinalidad

La cardinalidad es la relación que existe entre los registros de las tablas que se vinculan. En el diseño de la base de datos se define las tablas que serán relacionadas y el tipo de cardinalidad existente.

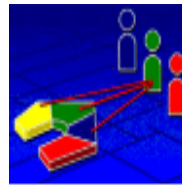
Figura Nro.3.32: Cardinalidad



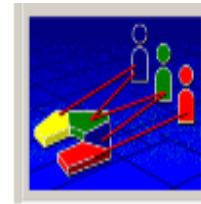
Una parcela
tiene un
propietario



Una parcela
tiene varios
propietarios.



Varias parcelas
tienen un
propietario



Varias parcelas
tienen varios
propietarios.

Fuente: ESRI

3.9 Segmentación Dinámica.

La segmentación dinámica es el método que consiste en almacenar las ubicaciones geográficas utilizando posiciones relativas a lo largo de una entidad lineal medida.

Todos los elementos lineales son representados por una geometría del tipo polilínea.

3.9.1 Vocabulario de la segmentación dinámica

Ruta

Una ruta es simplemente un elemento lineal o varios sobres los que se puede definir atributos, tal como una calle, camino.

Medidas

Las medidas describen distancias a lo largo de elementos lineales. Son usadas para ubicar datos, los cuales describen partes de la ruta. El valor medido es independiente al sistema de coordenadas usado para representar al elemento geográfico, en este caso la ruta.

Eventos

En una red vial, las referencias a lugares sobre la ruta pueden ser almacenadas y organizadas en tablas, a las cuales llamamos tablas de eventos. Una tabla de eventos es una tabla cualquiera que contiene un campo que es identificador de ruta, y por lo menos un campo que contiene valores de medidas referidas a dicha ruta (ej. Kilómetro).

Los eventos pueden ser puntuales como lineales.

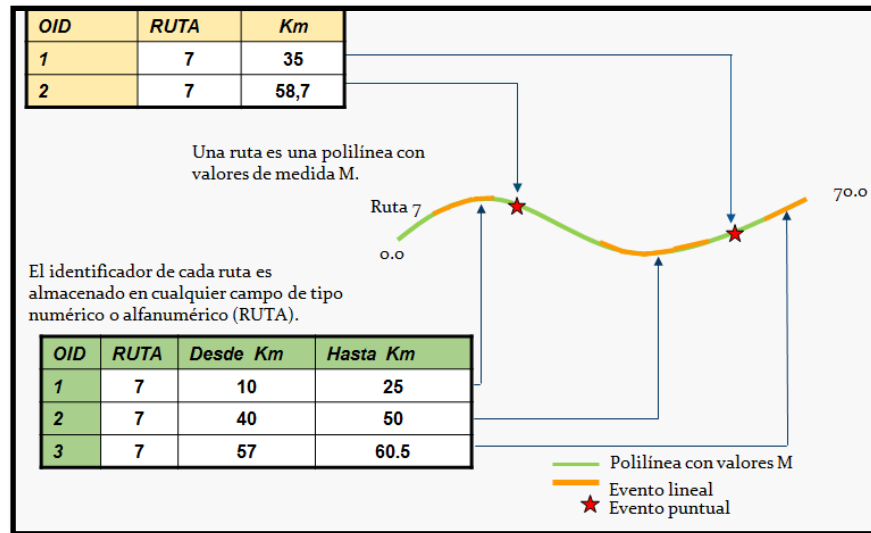
Tablas de eventos puntuales

Las tablas que contengan referencias a puntos sobre la ruta, a los cuales llamamos eventos puntuales, contienen un campo para almacenar valores de medidas sobre la ruta.

Tablas de eventos lineales

Las tablas que contienen dos campos de medidas son tablas que contienen referencias a tramos sobre la ruta, los cuales se denotan como eventos lineales. El campo identificador de ruta sirve para referirse a una ruta en particular sobre la red vial.

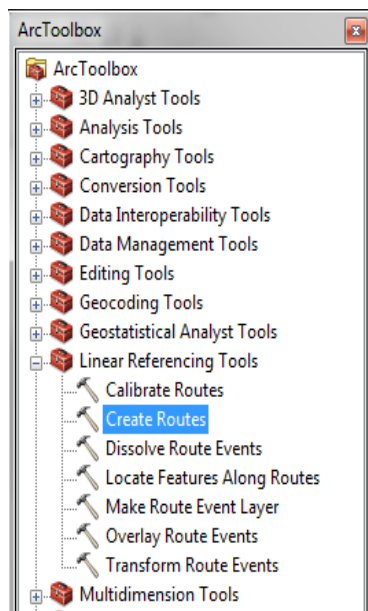
Figura Nro.3.33: Ejemplo de Tablas eventos puntuales y lineales.



Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Herramienta para la Segmentación Dinámica

Figura Nro.3.34: Herramientas para crear una ruta.



En Arctoolbox, hay una herramienta "**Linear Referencing Tool**" debes "Create Route" crear la ruta en una línea que tenga estos campos como mínimo:

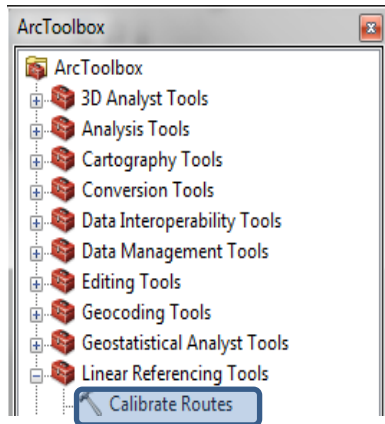
- 1.- ID
- 2.- Longitud

Agregar una tabla **.dbf** al proyecto donde tenga creado como mínimo, los campos siguientes:

- 1.-ID de la ruta
- 2.-Km_Inicial
- 3.-Km_Fin

Fuente: Elaboración propia

Figura Nro.3.35: Herramienta para Calibrar la ruta.



A la ruta creada se lo puede calibrar a partir de una capa que contenga los puntos de progresivas que haya en una polilínea que representa un camino por ejemplo.

La herramienta para calibrar es **“Calibrate Routes”**.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

UTILIZACIÓN DEL GIS EN CARRETERAS

4.1. Trazado de carreteras con el mínimo impacto ambiental

La construcción de una carretera supone siempre un impacto tanto en el medio natural como en lo socioeconómico.

La traza de una carretera altera de modo permanente en los elementos del medio como ser el suelo, vegetación, fauna, aire, geología, geomorfología.

Para la realización de un trazado de carretera se manejan grandes cantidades de información territorial que ayudará a la toma de decisiones acerca del territorio por donde debe discurrir la carretera.

La información territorial que se menciona en el acápite anterior puede comprenderse de topografía del territorio, unidad de paisajes, usos actuales del suelo, zonas urbanas, zonas protegidas, fauna. En base a esta información en el GIS se generan capas temáticas con las que se pueden generar escenarios de análisis donde la información que se tiene cumple un rol determinado que es restringir el trazado de la carretera por una zona donde el impacto sobre el medio sea mínimo.

4.2. Aplicación de GIS en Seguridad vial

La ocurrencia y registro de accidentes en las carreteras pueden considerarse fundamental a la hora de realizar análisis y estudios en materia de seguridad vial. Pues estos permiten relacionar a los accidentes con las condiciones en los que se halla el pavimento, las señalizaciones, y elementos que rodean a la vía.

Un sistema de información geográfico hace posible la integración de la diferente información, así como de parámetros y variables que afectan de manera directa o indirecta en la seguridad de vial en una red de carreteras.

4.3. GIS en la gestión de carreteras.

Lograr una conservación adecuada y por un determinado periodo, una carretera o una red vial en condiciones apropiadas de seguridad, comodidad, capacidad estructural bajo las condiciones ambientales locales. Haciendo en lo posible que la ejecución se realice con un requerimiento mínimo de financiamiento pero a la vez maximizando el beneficio social y con los menores impactos ambientales negativos. Es necesario contar con datos completos, organizados y actualizados, y el GIS es el instrumento que brinda sus bondades para mejorar la gestión de las carreteras.

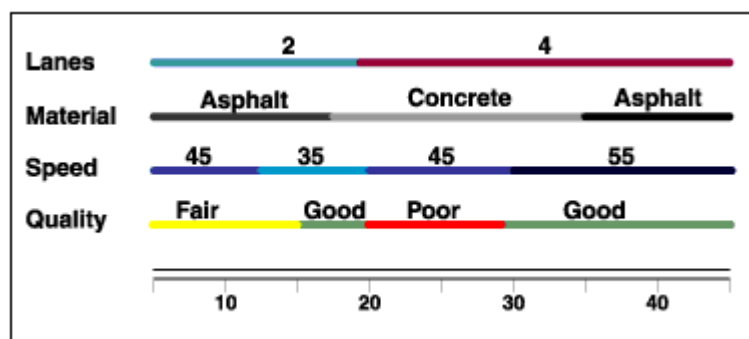
Debido a la gran cantidad de datos con el que se trabaja es necesario tener a disposición herramientas que faciliten y hagan menos tedioso almacenar, manipular, analizar los datos, ya que en definitiva para realizar una buena toma de decisiones es tener la información sintetizada, cuya presentación sea atractiva y comprensible.

4.4. Segmentación Dinámica

La segmentación dinámica es el método que consiste en almacenar las ubicaciones geográficas utilizando posiciones relativas a lo largo de una entidad lineal medida.

De una carretera se pueden registrar muchos atributos adicionales.

Figura Nro. 4.1: Representación de situaciones en carreteras.



Fuente: ESRI

4.5. Definición de inventario vial

Entenderemos por inventario vial como el registro de la descripción de aquellos elementos que constituye la red vial.

4.6. Estructura del inventario

Los datos que se va a utilizar es información que pertenece al inventario del valle central de Tarija, la cual ya tiene una estructura definida. Las tablas de su estructura están en anexos.

Como se va a trabajar en la construcción de un Sistema de información Geográfica para una red vial, la estructura de las tablas del GIS se adecuará a la estructura de los registros de las características de cada elemento vial que se tiene, el cual es proveniente de la recopilación de información de las fuentes de información, como es el Servicio Departamental de Caminos.

La estructura de las tablas se comprende por campos y registros como se muestra en la siguiente figura.

Figura Nro. 4.3: Esquema de tablas de atributos

DEPARTAME	PROVINCIA	RUTA *
03	01	605
03	01	606
03	01	606
03	01	606
03	01	606
03	01	61102
03	01	61103
03	01	61105
03	01	61110
03	01	61112

Fuente: Elaboración propia

Como el Sistema de información geográfica nos permite representar objetos del mundo real a través de tres elementos punto, línea y polígono, los cuales se referencian en el espacio. La información con el que contamos nos permite generar estos elementos pues tienen sus atributos geográficos. Entonces será parte de la estructura del inventario su ubicación y visualización de elemento en un mapa.

4.6.1. Nomenclatura utilizada en el inventario

La nomenclatura que se maneja para cada elemento vial en el inventario es la que se dispone a continuación, la cual es la que se registra en las tablas de información que nos fue dada por el Servicio Departamental de Caminos:

Alcantarillas

Tabla Nro. 4.1.: Nomenclatura de alcantarillas

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
ATM	Tubo metálico
ATH	Tubo de Hormigón
ATV	Tubo de PVC
ATX	Tubo mixto metálico y de hormigón
ACM	Cajón metálico
ACH	Cajón de hormigón
ACA	Cajón de madera
ACP	Cajón de piedra

Fuente: SEDECA

Badén

Tabla Nro 4.2: Nomenclatura de badén.

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
DBP	Badén de piedra
DBR	Badén revestido

Fuente: SEDECA

Muro de Contención

Tabla Nro 4.5: Nomenclatura de muros de Contención

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
MGI	Muros de Gaviones, Izq.
MMI	Muros Mampos. Pie, Izq.
MSI	Seco, Izquierda
MGD	Muros de Gaviones, Der.
MMD	Muros Mampos. Pie, Der.
MSD	Seco, Derecha

Puente

Tabla Nro. 4.6: Nomenclatura de Puente

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
THH	Baranda Ho, superficie Ho
THA	Baranda Ho, superficie asfalto
TAH	Baranda acero, superficie Ho
TAA	Baranda acero, superficie acero
TAM	Baranda acero, superficie madera
TMM	Baranda madera, superficie madera
TNH	Sin baranda, superficie hormigón
TBN	Sin baranda, superficie madera

Fuente: SEDECA

Señalización Vertical

Tabla Nro 4.8: Nomenclatura de Señalización Vertical

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
VAM	Poste acero, señal madera
VMA	Poste madera, señal acero
VAA	Poste acero, señal acero
VHA	Poste hormigón, señal acero

Fuente: SEDECA

4.7. Elementos Viales

A continuación se expone una descripción de los elementos que constituyen una red vial.

4.7.1. Capa de Rodadura

La capa de rodadura es la capa superficial de un camino que recibe directamente la acción del tránsito, esta debe ser resistente al deslizamiento, a la abrasión y a la desintegración por efectos ambientales.

La capa de rodadura según el tipo de material puede ser de acuerdo a como se detalla a continuación:

- Losa Hormigón (pavimento rígido)
- Concreto Asfáltico (pavimento Flexible)
- Tratamiento Superficial
- Enlosetado
- Adoquín
- Empedrado
- Grava
- Tierra

4.7.2. Alcantarilla

Las alcantarillas son estructuras que permiten el paso de las aguas superficiales por debajo de las obras de una carretera.

4.7.2.1. Clasificación según el tipo de Material`

En la selección del material de alcantarilla se debe tomar en cuenta la durabilidad, resistencia, rugosidad, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, abrasión e impermeabilidad. Según el tipo de material las alcantarillas pueden ser:

Alcantarillas metálicas

Alcantarillas de hormigón

4.7.2.2. Clasificación según su forma geométrica

Inicialmente, la selección de la forma se hace buscando la que mayor se adapte al cauce del canal de drenaje, en canales estrechos y profundos.

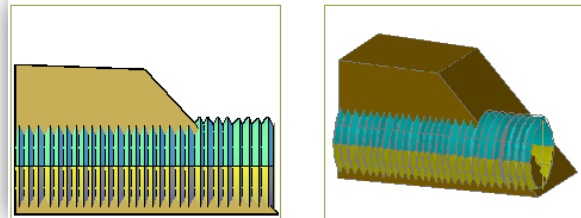
- Alcantarillas de cajón (cuadrado, rectangular de una a varias celdas),
- Alcantarillas circulares
- Alcantarillas ovaladas.

4.7.2.3. Forma de los extremos de los conductos de las alcantarillas

- **Extremos rectos.**

Están conformados por un plano normal, al eje del conducto.

Figura Nro. 4.5: alcantarilla con Extremo recto.

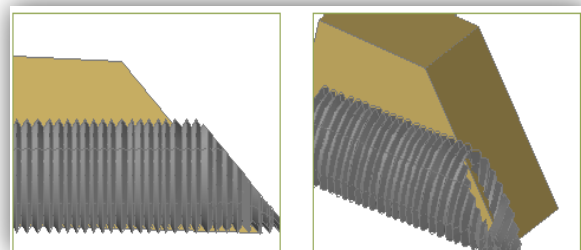


Fuente: Elaboración propia.

- **Extremos biselados.**

Se llaman también chaflanados o tipo silbato, se conforman acompañando el talud de los terraplenes. Tienen la ventaja de ofrecer mejor configuración estética que los extremos rectos.

Figura N 4.6: Alcantarilla con extremo biselado.



Fuente: Elaboración propia.

- **Extremos mixtos.**

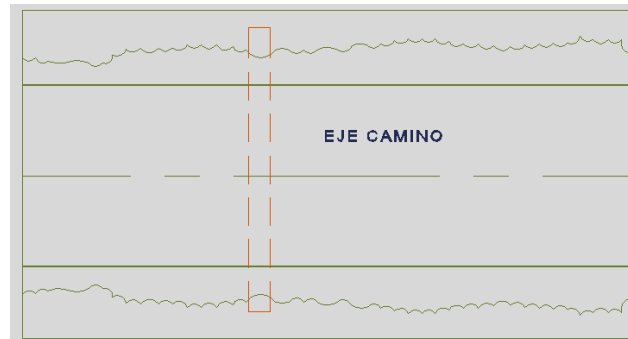
Es una combinación de extremos rectos con extremos biselados.

4.7.2.4. Alcantarillas normales y esviajadas.

- **Alcantarilla normal**

Se denomina alcantarilla normal a aquella cuya proyección horizontal del eje longitudinal del conducto es perpendicular al eje del camino.

Figura Nro. 4.7: Alcantarilla normal.



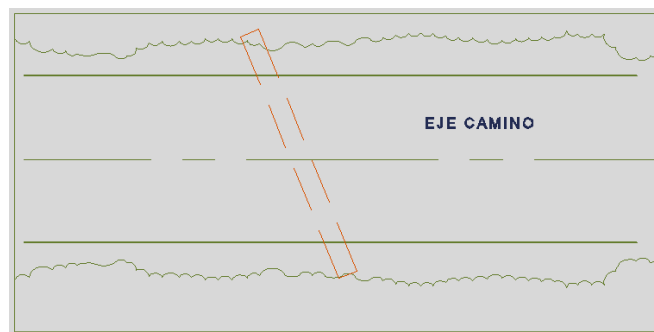
Fuente: Elaboración propia.

- **Alcantarilla esviajada**

Es aquella cuya proyección horizontal del eje longitudinal del conducto no es perpendicular al eje del camino.

El esviaje permite evitar, la problemática que presentaría el ingreso del escurrimiento de las aguas de un cauce con una dirección diferente a la del conducto.

Figura Nro. 4.8: Alcantarilla esviajada.



Fuente: Elaboración propia.

4.7.3. Muros de contención

Los muros de contención son elementos constructivos que sirven para contener bien sea el terreno natural o un relleno artificial.

Según el tipo de material los muros de contención pueden ser:

- **Muros de hormigón en masa.**

Cuando es necesario, se arma el pie (punta y/o talón).

- **Muros de mampostería seca.**

Se construyen mediante bloques de roca (tallados o no).

- **Muros de escollera.**

Se construyen mediante bloques de roca de mayor tamaño que los de mampostería.

- **Muros de gaviones.**

Son muros mucho más fiables y seguros que los de escollera ya que, con estos, se pueden realizar cálculos de estabilidad y, una vez montados, todo el muro funciona de forma monolítica.

- **Muros seco.**

Constituido por piedra que van sobre puestos y amarrados entre si, no lleva ningún tipo de mortero o concreto, conforme se va construyendo se va rellendo con piedras de lugar o cascajo en caso que se utiliza para drenar el agua. Estos muros están dentro del tipo de muros de gravedad.

4.7.4. Puentes.

Los puentes son obras de arte construidas para salvar corrientes de agua, depresiones topográficas, y cruces a desnivel de manera que haya una circulación fluida y continua de peatones, agua, vehículos y otros que beneficien a la calidad de vida de un pueblo.

En la estructura de un puente se distinguen cuatro partes bien definidas:

- **Superestructura**

Es una parte del puente que da continuidad al camino con sus calzadas y bermas sobre un río u otra vía. La superestructura soporta el paso de las cargas móviles y los transmite a la infraestructura mediante un sistema de apoyos.

La superestructura se constituye de:

Tablero: está formada por la superficie de rodadura, las aceras y las barreras de protección y/o barandas.

Sistema estructural del tablero: es la que proporciona la capacidad de soporte de cargas del tablero. El sistema estructural se habitualmente sobre vigas longitudinales.

Sistema de vigas del tablero: está formado por las vigas longitudinales y transversales las cuales transmiten las cargas de la superestructura a la infraestructura y estas a su vez al suelo donde se funda el puente.

Entre la superestructura y la infraestructura se encuentra los aparatos de apoyo, juntas de dilatación y barandas.

- **Infraestructura**

Es una parte del puente que recibe las cargas de la superestructura y lo transmite al suelo de fundación.

La infraestructura se constituye de estribos, los cuales están en los extremos de los puentes, y las pilas son las que están en la parte intermedia del puente cuando este se constituye por más de un tramo.

- **Accesos**

Los accesos pueden ser el terraplén, la estructura de pavimento, bases bermas y losas de acceso.

- **Obras de defensa**

Podemos mencionar los muros de contención, los gaviones como obras de defensa.

4.7.5. Señalización Vertical

A través de la señalización se indica a los vehículos y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía evitando riesgos y demoras innecesarias.

La señalización vertical son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacente a ella. Que mediante símbolos o leyendas tienen la función de prevenir a los usuarios de la existencia de peligros, de reglamentar prohibiciones o restricciones respecto del uso de la vía así como de brindar información para guiar a los usuarios.

De acuerdo a la función que cumplen las señales verticales se pueden clasificar en:

Señales Preventivas:

Su propósito es advertir al usuario la existencia y naturaleza de riesgos y / o situaciones imprevistas en la vía o a zonas adyacentes de forma temporal o permanente.

Señales Reglamentarias:

Su función es notificar al usuario de las prioridades en el uso del camino así como las prohibiciones, restricciones y autorizaciones existentes

Señales Informativas

Su propósito orientar y guiar entregando la información necesaria al usuario del sistema vial para que llegue a su destino.

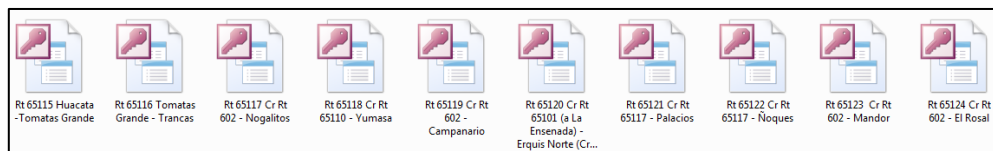
CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL DEL INVENTARIO DE LA RED VIAL DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA

5.1 Acerca de la disposición de la información del inventario.

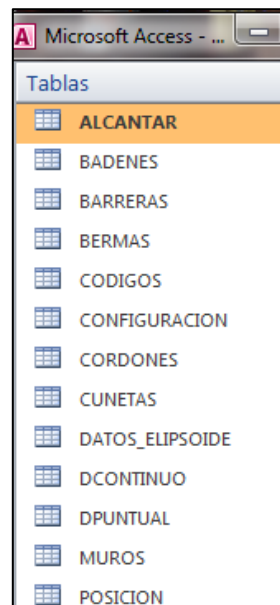
La información que almacena el inventario de la red vial del Valle Central de Tarija actualmente se halla en tablas que se guardan en archivos de Microsoft Access, existiendo además informes del inventario de la red vial de todo el departamento de Tarija en formato PDF.

Figura Nro.5.1: Archivos de Microsoft Access



Fuente: SEDECA

Figura Nro.5.2: Vista de tablas con información espacial y no espacial



Fuente: SEDECA

Figura Nro.5.3: Información descriptiva de un elemento vial

id	TRACK	CODIGO	GPSINI	TIPO	PROGRESIV	NELEMENTC	DIAMETRO	LONGITUD
1001	2001	7-ATM-2001-0,	2200		0	0,342	1	48,00
1002	2001	7-ATM-2001-0,	2207		0	0,69	2	36,00
1003	2001	7-ATH-2001-1,	2211		1	1,603	3	0,60
1004	2001	7-ACH-2001-3,	1011		5	3,33	4	0,00
1005	2001	7-ATM-2001-3,	1012		0	3,711	5	36,00
1006	2001	7-ATM-2001-6,	1019		0	6,585	6	36,00
1007	2001	7-ATM-2001-7,	1020		0	7,651	7	36,00
1008	2001	7-ATM-2001-10,	1043		0	10,456	8	36,00
1009	2001	7-ATM-2001-10,	1044		0	10,583	9	36,00
1010	2001	7-ATM-2001-10,	1047		0	10,862	10	60,00
1011	2001	7-ATM-2001-11,	1054		0	11,021	11	36,00
1012	2001	7-ATM-2001-11,	1055		0	11,154	12	36,00
1013	2001	7-ATH-2001-11,	1056		1	11,282	13	1,00
1014	2001	7-ATM-2001-11,	1066		0	11,875	14	36,00
1015	2001	7-ATM-2001-13,	1077		0	13,512	15	36,00
1016	2001	7-ATM-2001-13,	1079		0	13,852	16	36,00
1017	2001	7-ATH-2001-16,	1106		1	16,208	17	24,00
1018	2001	7-ATH-2001-16,	1107		1	16,703	18	24,00
1019	2001	7-ACH-2001-22,	1112		5	22,406	19	0,00
1020	2001	7-ATH-2001-25,	1137		1	25,449	20	39,00
1021	2001	7-ATH-2001-26,	1140		1	26,711	21	0,60
1022	2001	7-ATH-2001-26,	1141		1	26,803	22	1,00
1023	2001	7-ACH-2001-27,	1142		5	27,227	23	0,00
1024	2001	7-ATH-2001-27,	1149		1	27,816	24	0,60

Fuente: SEDECA

Figura Nro.5.4: Vista de información espacial o de posición de un elemento vial.

ID	idRuta	LAT	LAT_NS	LONG	LONG_EW	ALTURA	FECHA1
98	2001	21,839963	S	64,874368	W	2198	01/01/1904
99	2001	21,84001	S	64,874125	W	2149	01/01/1904
100	2001	21,850598	S	64,878477	W	2143	5 12:13:00 p.m.
101	2001	21,840828	S	64,874762	W	2142	5 12:00:00 p.m.
102	2001	21,841912	S	64,874483	W	2150	01/01/1904
103	2001	21,844958	S	64,875058	W	2153	5 12:02:00 p.m.
104	2001	21,844953	S	64,87507	W	2153	01/01/1904
105	2001	21,848897	S	64,875435	W	2123	5 12:11:00 p.m.
107	2001	21,848717	S	64,875373	W	2115	5 12:08:00 p.m.
108	2001	21,848898	S	64,875435	W	2122	01/01/1904
109	2001	21,849443	S	64,87759	W	2137	5 12:12:00 p.m.
110	2001	21,849405	S	64,877662	W	2146	01/01/1904
111	2001	21,852643	S	64,879103	W	2150	5 12:14:00 p.m.
112	2001	21,850602	S	64,878473	W	2141	01/01/1904
113	2001	21,876458	S	64,899565	W	2169	5 01:08:00 p.m.
114	2001	21,852627	S	64,879088	W	2150	01/01/1904
115	2001	21,85476	S	64,879565	W	2157	5 12:15:00 p.m.
116	2001	21,854765	S	64,879562	W	2157	01/01/1904
117	2001	21,860055	S	64,883302	W	2167	5 12:33:00 p.m.
118	2001	21,85591	S	64,879498	W	2150	5 12:15:00 p.m.
119	2001	21,856528	S	64,879935	W	2146	01/01/1904
120	2001	21,85866	S	64,881705	W	2151	5 12:24:00 p.m.
121	2001	21,859528	S	64,882508	W	2169	01/01/1904
122	2001	21,860038	S	64,883303	W	2169	01/01/1904
123	2001	21,861752	S	64,88489	W	2173	5 12:41:00 p.m.
124	2001	21,860787	S	64,884107	W	2158	5 12:37:00 p.m.
125	2001	21,861748	S	64,884885	W	2173	01/01/1904

Fuente: SEDECA

Figura Nro.5.5: Informe del inventario de la red vial del departamento de Tarija

PROFECTURA DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA
SERVICIO DEPARTAMENTAL DE CAMINOS

PLAN VIAL DEPARTAMENTAL

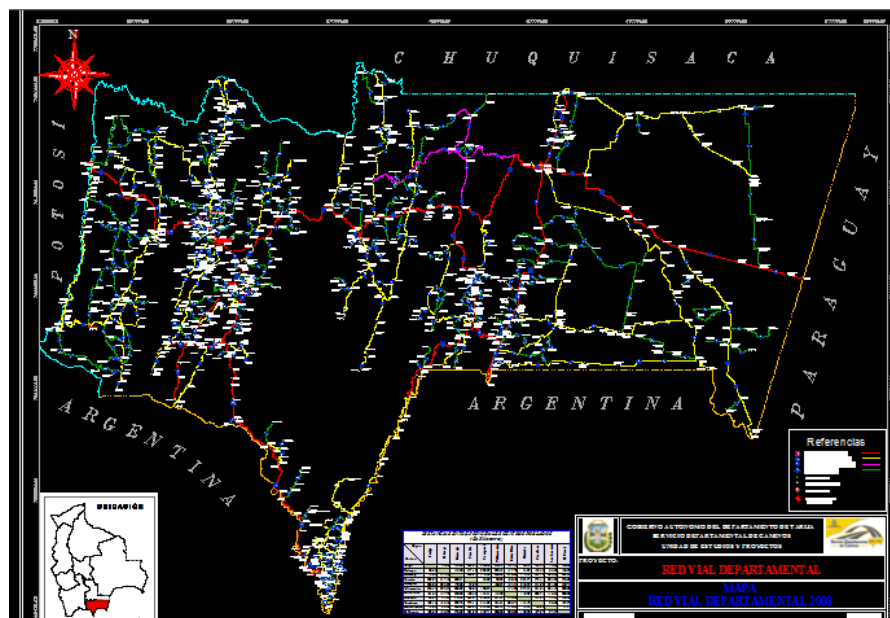
DETALLE DE INVENTARIO VIAL - RED FUNDAMENTAL

SECTOR	DE	A	ALBERGUE	TIPO	ANIDAD	ESTADO	CONDICION	LONGITUD (Metros)
001	CALLE 0100 - CRUCE TARIJA EL FUENTE	CRUCE RUTA 6 Y SAN FRANCISCO	SUPERFICIE	Sewa	Asf	11,00		11,00
								21,77
								11,00
								28,03
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
002	CALLE 0100 - CRUCE TARIJA EL FUENTE	CRUCE RUTA 6 Y SAN FRANCISCO	SUPERFICIE	Sewa	Asf	11,00		11,00
								21,77
								11,00
								28,03
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
003	CALLE 0100 - CRUCE TARIJA EL FUENTE	CRUCE RUTA 6 Y SAN FRANCISCO	SUPERFICIE	Sewa	Asf	11,00		11,00
								21,77
								11,00
								28,03
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
004	CALLE 0100 - CRUCE TARIJA EL FUENTE	CRUCE RUTA 6 Y SAN FRANCISCO	SUPERFICIE	Sewa	Asf	11,00		11,00
								21,77
								11,00
								28,03
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
005	CALLE 0100 - CRUCE TARIJA EL FUENTE	CRUCE RUTA 6 Y SAN FRANCISCO	SUPERFICIE	Sewa	Asf	11,00		11,00
								21,77
								11,00
								28,03
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00
								11,00

Fuente: SEDECA

Las redes viales actualmente se muestran en un plano que tiene formato CAD.

Figura Nro.5.6: Vista de plano de la red vial de Tarija



Fuente: SEDECA

CAPÍTULO VI

APLICACIÓN DEL GIS VIAL EN EL INVENTARIO DE LA RED VIAL DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA

6.1. Características geográficas y geológicas del Valle Central de Tarija



Población departamental:

508757 hab. (2012)

El Valle Central, si bien corresponde a la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental, es una región de serranías y colinas que rodean los valles de los ríos Guadalquivir, Tolomosa, Santa Ana y Camacho. El valle se encuentra a una altura entre 1.750 y 2.100 msnm. Muestra un clima templado semiárido con temperatura media mensual, entre 15 y 23 °C, la precipitación media anual varía entre 500 y 700 mm y un periodo libre de heladas de a 7 meses; datos que configuran condiciones agroclimáticas favorables para la agricultura y horticultura intensiva. Sin embargo, sequías, irregularidad en las precipitaciones, granizadas, heladas tardías e inundaciones en los valles son importantes limitaciones naturales que afectan a esta región.

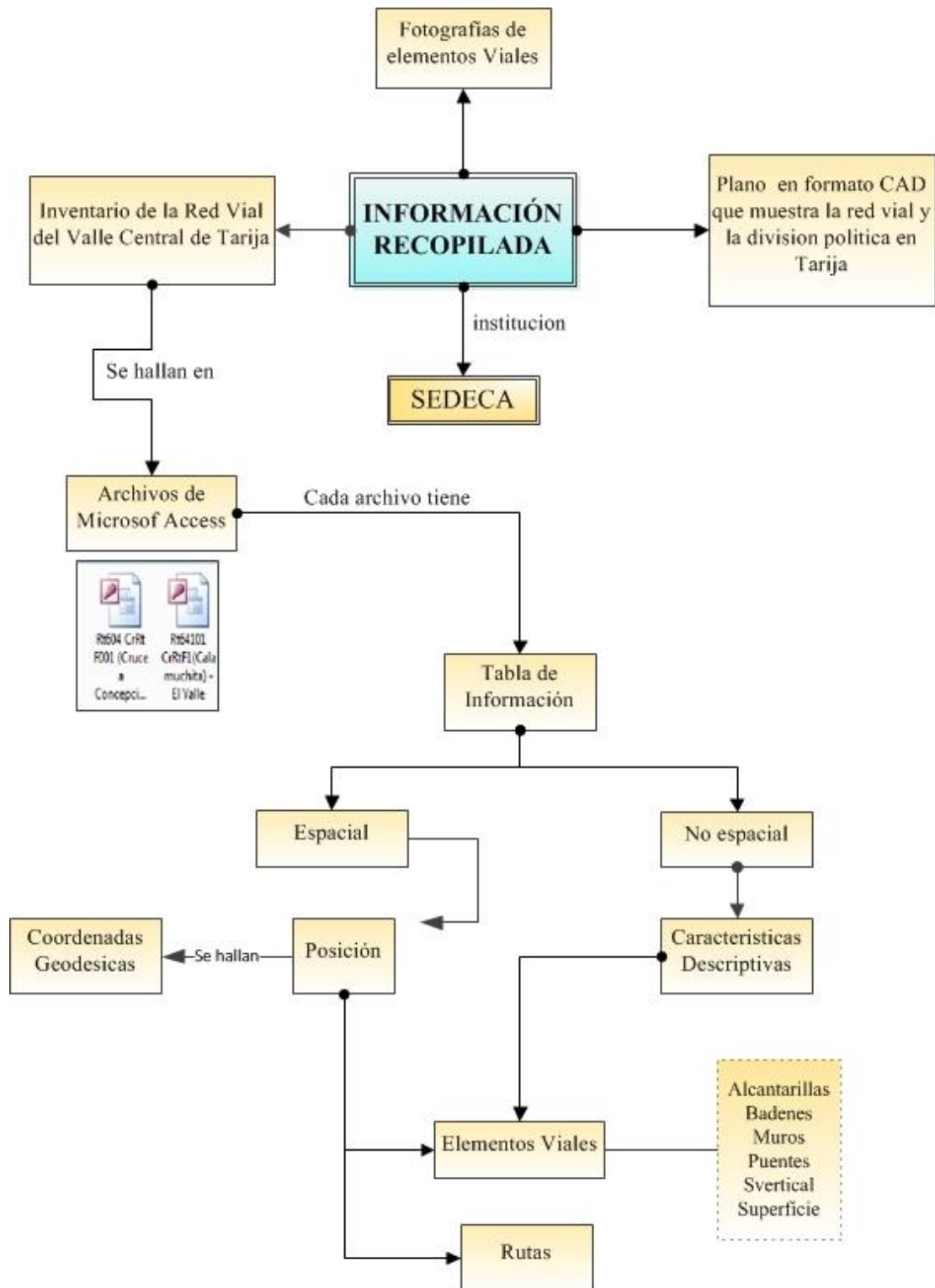
La vegetación natural en el Valle Central ha sido mayormente removida mientras la vegetación en las serranías y laderas que rodean al valle, a alturas superiores a 2.100 msnm, consiste en matorrales andinos xerofíticos en diferentes etapas de degradación y pastizales naturales en las partes más altas.

Se caracteriza principalmente por ser la unidad territorial más poblada y de mayor densidad del Departamento. Además, es la unidad con mayor desarrollo y potencial agrícola.

El aspecto distintivo de esta unidad territorial, es que en ella se encuentra el centro primario o más importante del Departamento, la ciudad de Tarija, que se constituye en el principal mercado, centro político administrativo y proveedor de servicios sociales y básicos.

Además de tener a la ciudad de Tarija, como capital del Departamento, la Unidad cuenta con tres centros terciarios: San Lorenzo, Concepción y Padcaya y otros centros menores funcionales: San Andrés y La Mamora. La unidad está constituida por 4 Municipios: Cercado, San Lorenzo, Uriondo y norte de Padcaya.

Es una de las unidades territoriales con mayor potencial agrícola, con aproximadamente 40.500 ha aptas para la agricultura, lo que representa el 26% del área total con potencial agrícola del Departamento. Sus tierras son aptas, principalmente, para el desarrollo de sistemas de producción intensivos en los cultivos de hortalizas y frutales, la vid, la lechería y forrajes, estando muy ligadas a la agroindustria. Además, la Unidad tiene potencialidades para el turismo (paleontológico, agroturismo y turismo vacacional) y el desarrollo de servicios cada vez más especializados en los sectores de educación, salud y transportes.



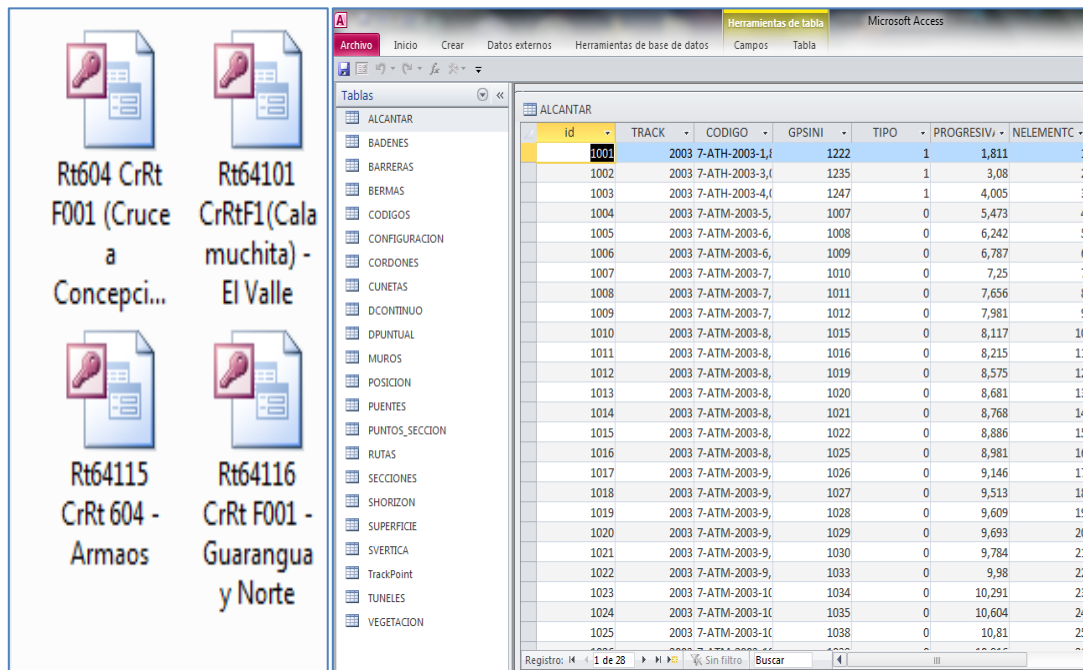
6.2. Actividades

6.2.1. Reunión de información alfanumérica en las instituciones del Valle Central de Tarija.

La información con la que se procede a realizar el GIS Vial fue obtenida del Servicio Departamental de Caminos del departamento Tarija. La misma describe los elementos que constituyen la red vial del Valle Central de Tarija. Y se hallan digitalizados en tablas de Microsoft Access.

Cada archivo contiene un tipo de ruta, con varias tablas en las que se hallan registradas las características de los elementos viales como se muestra en la figura nro. 6.1.

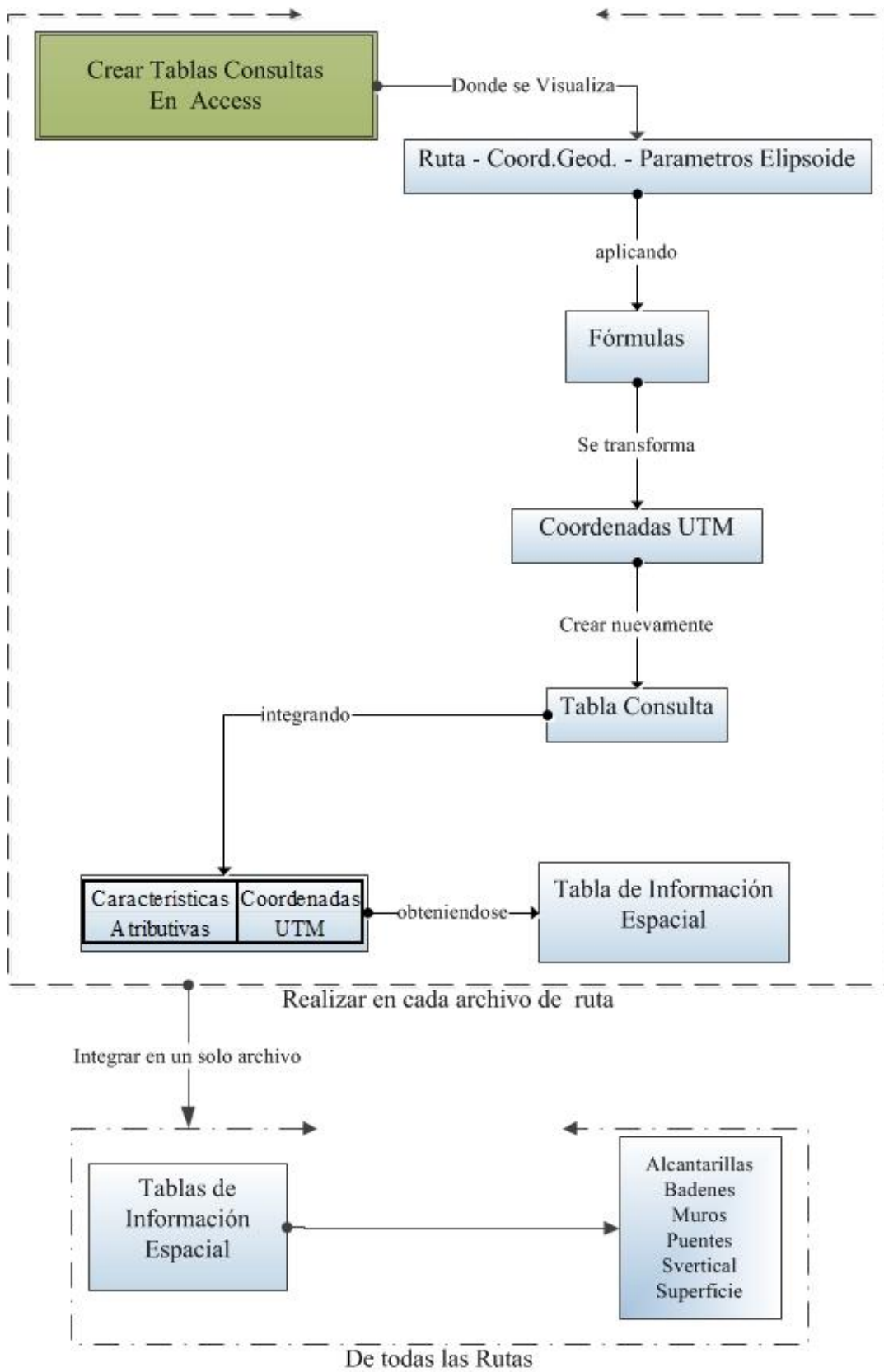
Figura Nro.6.1: Icono de archivo Access y tablas



The image shows a Microsoft Access interface. On the left, there are four file icons representing different road types: 'Rt604 CrRt F001 (Cruce a Concepci...', 'Rt64101 CrRtF1(Cala muchita) - El Valle', 'Rt64115 CrRt 604 - Armaos', and 'Rt64116 CrRt F001 - Guarangua y Norte'. On the right, the 'ALCANTAR' table is displayed with the following data:

id	TRACK	CODIGO	GPSINI	TIPO	PROGRESIV	NELEMENTC
1001	2003 7-ATH-2003-1-1		1222	1	1,811	1
1002	2003 7-ATH-2003-3-1		1235	1	3,08	2
1003	2003 7-ATH-2003-4-1		1247	1	4,005	3
1004	2003 7-ATM-2003-5-1		1007	0	5,473	4
1005	2003 7-ATM-2003-6-1		1008	0	6,242	5
1006	2003 7-ATM-2003-6-2		1009	0	6,787	6
1007	2003 7-ATM-2003-7-1		1010	0	7,25	7
1008	2003 7-ATM-2003-7-2		1011	0	7,656	8
1009	2003 7-ATM-2003-7-3		1012	0	7,981	9
1010	2003 7-ATM-2003-8-1		1015	0	8,117	10
1011	2003 7-ATM-2003-8-2		1016	0	8,215	11
1012	2003 7-ATM-2003-8-3		1019	0	8,575	12
1013	2003 7-ATM-2003-8-4		1020	0	8,681	13
1014	2003 7-ATM-2003-8-5		1021	0	8,768	14
1015	2003 7-ATM-2003-8-6		1022	0	8,886	15
1016	2003 7-ATM-2003-8-7		1025	0	8,981	16
1017	2003 7-ATM-2003-9-1		1026	0	9,146	17
1018	2003 7-ATM-2003-9-2		1027	0	9,513	18
1019	2003 7-ATM-2003-9-3		1028	0	9,609	19
1020	2003 7-ATM-2003-9-4		1029	0	9,693	20
1021	2003 7-ATM-2003-9-5		1030	0	9,784	21
1022	2003 7-ATM-2003-9-6		1033	0	9,98	22
1023	2003 7-ATM-2003-10-1		1034	0	10,291	23
1024	2003 7-ATM-2003-10-2		1035	0	10,604	24
1025	2003 7-ATM-2003-10-3		1038	0	10,81	25

Fuente: Elaboración propia.



6.2.2. Realización de la depuración de los datos alfanuméricos.

La información que se recopiló de SEDECA corresponde a todas las rutas del Valle Central de Tarija. Hallándose digitalizada en archivos de Microsoft Access la información de cada ruta, el formato de estos archivos es mdb.

Esta información se encuentra distribuida en tablas que llevan el nombre del respectivo elemento del cual guarda su descripción como se detalla a continuación:

Figura Nro.6.2: Tablas de información de un archivo de ruta

ALCANTAR	CONFIGURACION	MUROS
BADENES	CORDONES	POSICION
BARRERAS	CUNETAS	PUENTES
BERMAS	DCONTINUO	PUNTOS_SECCION
CODIGOS	DPUNTUAL	RUTAS
SECCIONES	TrackPoint	
SHORIZON	TUNELES	
SUPERFICIE	VEGETACION	
SVERTICA		

Fuente: Elaboración propia.

Realizando una revisión en cada tabla, existen algunas que se hallan vacías por lo que se las eliminan con el fin de conservar solo los que tienen información.

El primer inconveniente que se nos presenta es que las tablas que registran las características de los elementos viales no tienen sus datos geográficos (coordenadas de ubicación) en su respectiva tabla, ya que toda esta información se halla en la tabla denominada **POSICION**.

A continuación se muestra parte de la codificación que hay en cada tabla, cada código es el nombre de cada columna en el que se registran la información de los elementos viales.

Parte de la codificación de cada tabla es la siguiente:

Figura Nro.6.3: Codificación de tablas

ALCANTARILLAS	BADEN	BERMAS	CUNETAS	DPUNTUAL	POSICION	RUTAS
Código	Código	Código	Código	Código	Id	TRACK
id	id	id	id	id	idRuta	idGPS
TRACK	TRACK	TRACK	TRACK	TRACK	LAT	NOMBRE
CODIGO	CODIGO	CODIGO	CODIGO	CODIGO	LAT_NS	RUTA
GPSINI	GPSINI	GPSINI	GPSINI	GPSINI	LONG	DEPARTAMENTO
GPSFIN	Tipo	GPSFIN	GPSFIN	Tipo	LONG_EW	PROVINCIA
ESTADO	PROGRESIVA	ESTADO	ESTADO	PROGRESIVA		RESIDENCIA

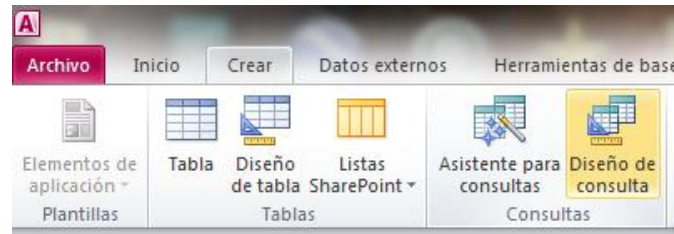
MURO	PUENTE	SHORIZONTAL	SUPERFICIE	SVERTICAL
Código	Código	Código	Id	Código
id	id	id	TRACK	id
TRACK	TRACK	TRACK	CODIGO	TRACK
CODIGO	CODIGO	CODIGO	GPSINI	CODIGO
GPSINI	GPSINI	GPSINI	GPSFIN	GPSINI
GPSFIN	PROGRESIVA	GPSFIN	ESTADO	Tipo
ESTADO	NOTRAMOS	ESTADO	Tipo	PROGRESIVA

Fuente: Elaboración propia.

Antes de integrar la información no descriptiva con sus datos geográficos. Tendremos que realizar previamente una conversión de coordenadas ya que las coordenadas de la tabla “POSICION” son coordenadas geodésicas y con las fórmulas que se describen en el capítulo II se los convertirá en coordenadas UTM.

Access permite generar tablas consultas en las que se pueden agregar todos los datos que se desee visualizar de las distintas tablas que guarda un determinado archivo. También permite realizar operaciones matemáticas con esta información lo que será de gran ayuda para lo que queremos realizar.

Figura Nro.6.4: Barra de menú de Microsoft Access



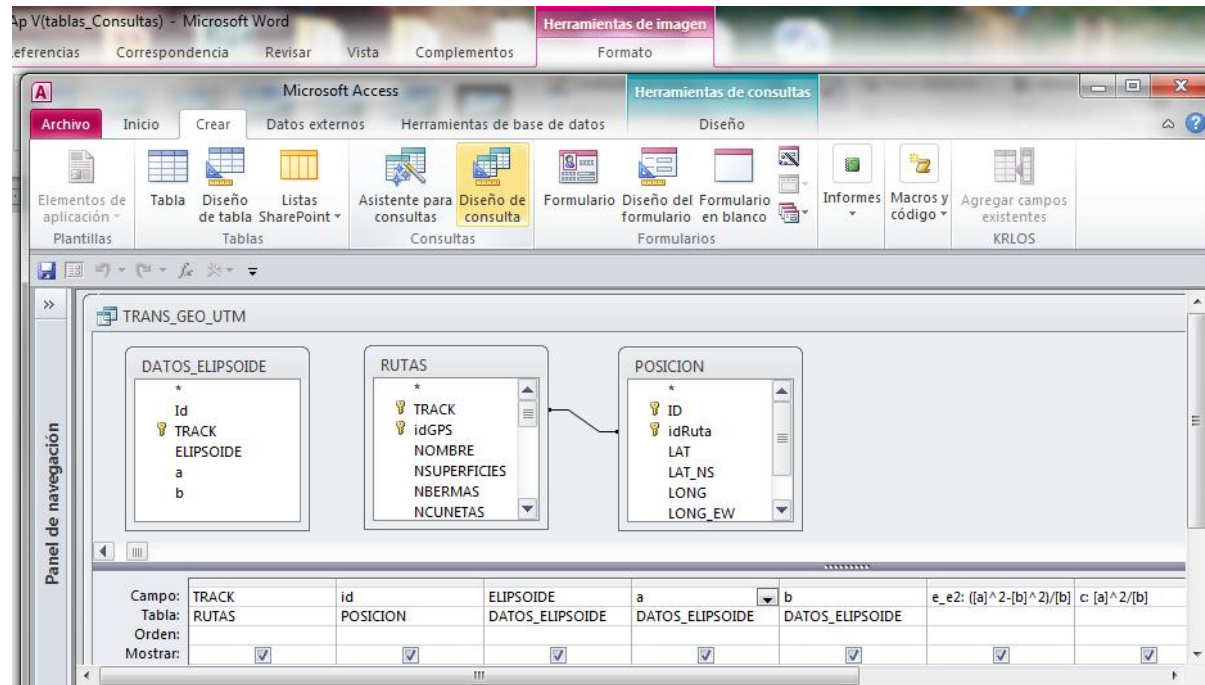
Fuente: Elaboración propia.

En la barra de menú de Microsoft Access, en la pestaña **“Crear”** elegir la opción **“Diseño de consulta”**, esta nos permitirá crear una tabla de consulta donde se podrá añadir la información de las tablas que guardan información y que se desea visualizar.

Elegido la opción **“Diseño de consulta”**, se nos presenta el siguiente cuadro en el que se añade las tablas de las cuales queremos ver la información. Para el caso se desea trabajar con los datos de las tablas **“POSICION”**, **“RUTA”** y **“DATOS_ELIPSOIDE”**.

El nombre de la tabla consulta será **“TRANS_GEO_UTM”**, esta tendrá la conversión de coordenadas de todo los elementos viales del archivo de ruta.

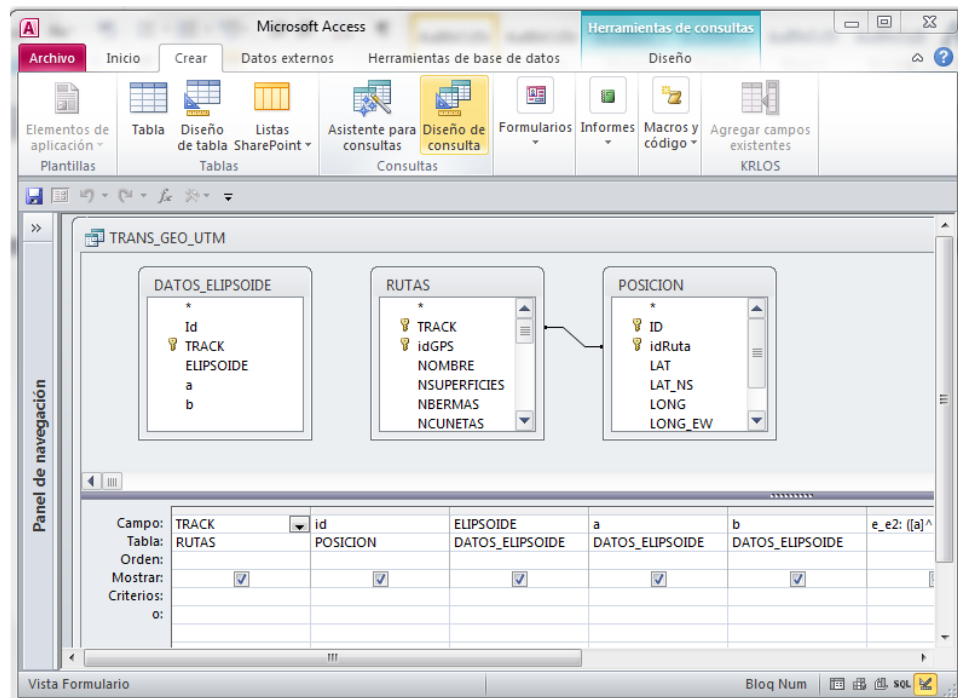
Figura Nro.6.5: Diseño de tabla consulta



Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una vinculación entre el código “TRACK” de la tabla “RUTA” y el código “idRuta” de la tabla “POSICION” logrando de esta manera unir las coordenadas de los elementos viales a la ruta a la que pertenecen.

Figura Nro.6.6: Diseño de tabla consulta



Fuente: Elaboración propia.

De la tabla “DATOS_ELIPSOIDE” se agrega los campos **a** (eje mayor) **b** (eje menor), parámetros del elipsoide. Y de la tabla “POSICION” se agregan los campos que almacenan la longitud y latitud. Con estos campos y las fórmulas de conversión de coordenadas del capítulo II se opera para obtener las coordenadas UTM. Este proceso se debe realizar en todo los archivos de rutas que tenemos.

Figura Nro.6.7: Visualización diseño de tabla consulta

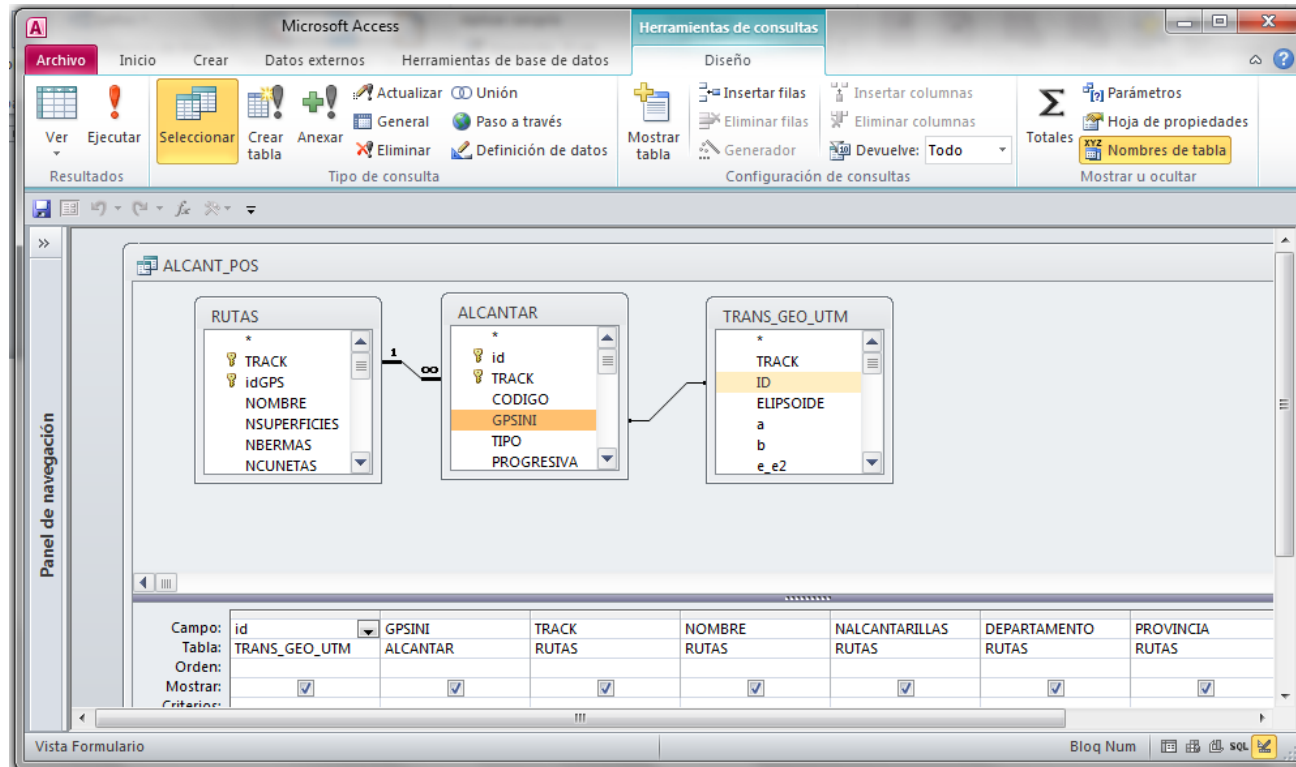
LONG_SIGNO	LAT_SIGNO	ZONA	X	Y
-64,518513	-22,275065	20	343542,26024	7535908,7894
-64,514138	-22,277318	20	343995,60679	7535663,8625
-64,51853	-22,275077	20	343540,52172	7535907,4431
-64,51857	-22,275087	20	343536,41082	7535906,2945
-64,491037	-22,317947	20	346420,55974	7531189,1412
-64,518553	-22,275093	20	343538,16936	7535905,6478
-64,491038	-22,31797	20	346420,4819	7531186,5936
-64,518527	-22,275095	20	343540,85090	7535905,4533
-64,512345	-22,277125	20	344180,15978	7535687,0816
-64,517685	-22,27479	20	343627,28053	7535940,0944
-64,517687	-22,274765	20	343627,04663	7535942,8603
-64,517545	-22,274757	20	343641,67098	7535943,8930
-64,517423	-22,27483	20	343654,32436	7535935,9367
-64,517077	-22,27509	20	343690,26899	7535907,5077
-64,517018	-22,2755	20	343696,80469	7535862,1737
-64,517045	-22,275358	20	343693,86449	7535877,868
-64,516538	-22,275438	20	343746,20001	7535869,5348

Fuente: Elaboración propia.

La información de la tabla de consulta generada “TRANS_GEO_UTM” junto a las tablas “RUTA” y el nombre del elemento vial de la tabla que guarda características no geográficas se unirán en una nueva tabla de consulta que generaremos. Logrando de este modo una tabla que contenga toda la información de un elemento vial que permita por supuesto su ubicación en el mapa y saber a qué ruta pertenece.

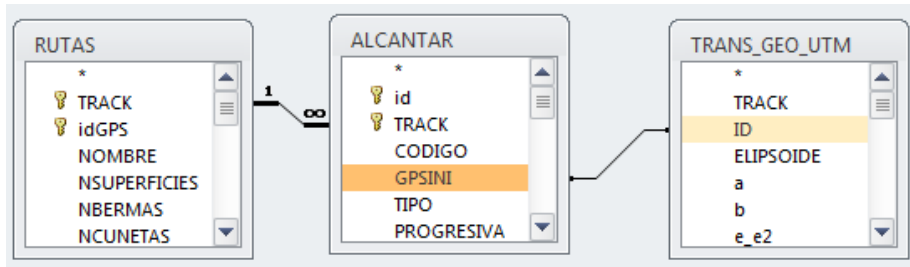
De esta manera volvemos a utilizar la opción **“Diseño de consulta”** en la pestaña **“Crear”** de la barra de menú de Microsoft Access.

Figura Nro.6.8: Diseño de tabla consulta



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.9: Relación de códigos



Fuente: Elaboración propia.

Para poder vincular las coordenadas con su correspondiente elemento, se establece una relación entre las codificaciones “GPSINI” de cada tabla del elemento vial con la codificación “id” de la tabla “TRANS_GEO_UTM”.

Para saber la ruta a las que corresponden estos elementos viales se debe establecer relaciones entre la codificación “TRACK” de la tabla RUTAS con la codificación “TRACK” de la tabla ALCANTAR.

Una vez que se ha agregado los campos a visualizar, la tabla generada se **guarda** en el mismo archivo de ruta con el nombre que corresponda al elemento vial con el que se está trabajando, en este caso ALCANT_POS, entonces la visualización posterior será la siguiente.

Figura Nro.6.10: Diseño de tabla consulta

ALCANT_POS						
id	Expr100	TRACK	NOMBRE	NALCANTAF	DEPARTAME	
1284	1284	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1285	1285	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1286	1286	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1287	1287	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1288	1288	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1289	1289	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1290	1290	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1297	1297	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1127	1127	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1128	1128	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1131	1131	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1132	1132	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1133	1133	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1134	1134	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1137	1137	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1138	1138	2002	Emborozu-El Li		91 03	
1139	1139	2002	Emborozu-Fl i		91 03	

Fuente: Elaboración propia.

Las codificaciones que se eligieron para realizar las relaciones como la mostrada en la figura Nro. 6.9 son porque se busca unir los datos geográficos de la tabla TRANS_GEO_UTM con las otras características de los elementos viales de la tabla ALCANTAR que no son geográficos.

Figura Nro.6.11: Valores en común

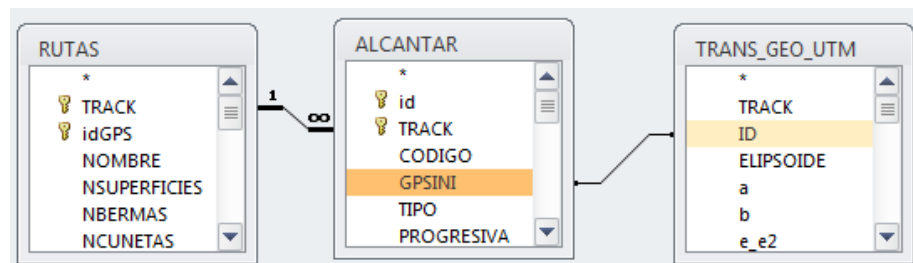
ALCANT_POS	
id	Expr100
1284	1284
1285	1285
1286	1286
1287	1287
1288	1288
1289	1289
1290	1290
1297	1297
1127	1127

Fuente: Elaboración propia.

En la figura Nro. 6.11 se puede observar que los valores que se registran en la columna del código **Id** se igualan con los valores que guarda la columna del código **GPSINI**, con esto verificamos la unión de la información de las dos tablas, TRANS_GEO_UTM y Alcantarillas.

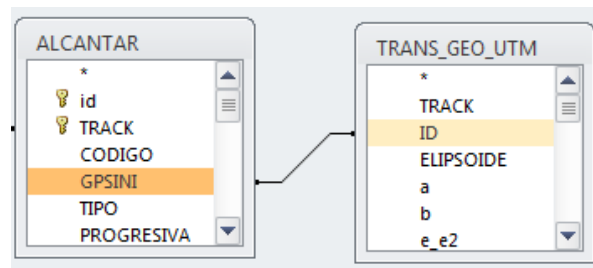
Haciendo coincidir los valores de la columna **TRACK** de la tabla RUTAS con la de la columna **TRACK** de la tabla **ALCANTAR** se logra dar con la ruta a la que pertenecen estos elementos viales.

Figura Nro.6.12: Relación de código TRACK (Rutas) y TRACK (Alcant)



Fuente: Elaboración propia.

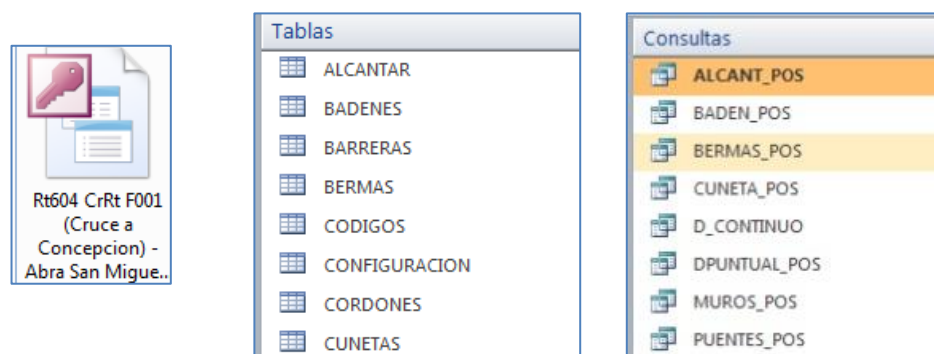
Figura Nro.6.13: Valores en común entre GPSINI e ID



Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se procedió para unificar los datos geográficos, las rutas y las características pertinentes a cada elemento vial en cada archivo de Rutas.

Figura Nro.6.14: Archivo de Ruta, Tablas y Tablas Consultas



Fuente: Elaboración propia.

De este modo un archivo de una ruta determinada con información distribuidas en tablas se unifican en las tablas consultas.

Para reducir la cantidad de archivos a manejar lo que se hizo es reunir en un solo archivo la información de estas tablas consultas, correspondientes a los archivos de rutas.

6.2.3. Elaboración de un esquema conceptual, la guía para elaborar la base de datos del GIS Vial.

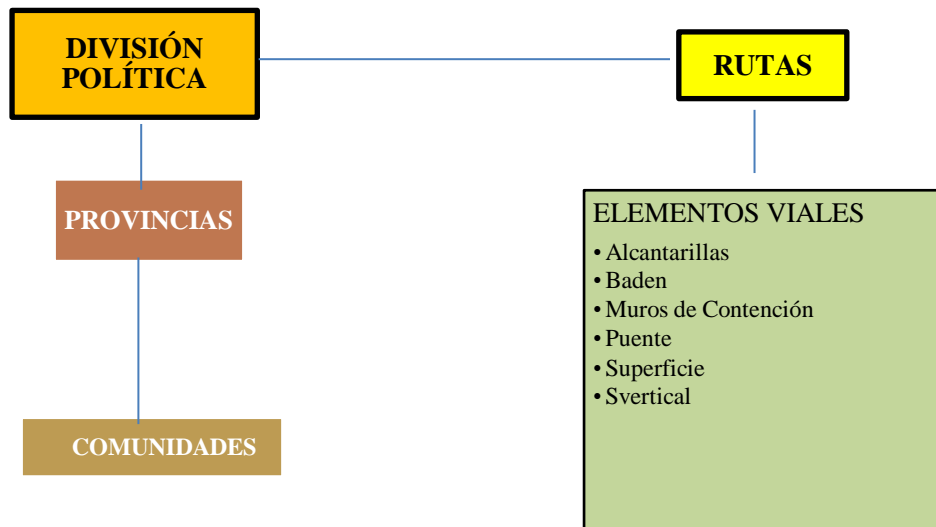
El esquema conceptual se realiza como un primer paso para poder elaborar la base de datos del GIS Vial.

Buscando la manera de relacionar nuestros elementos viales que hay en cada ruta que constituye la red vial vamos a armar un esquema que será la base guía.

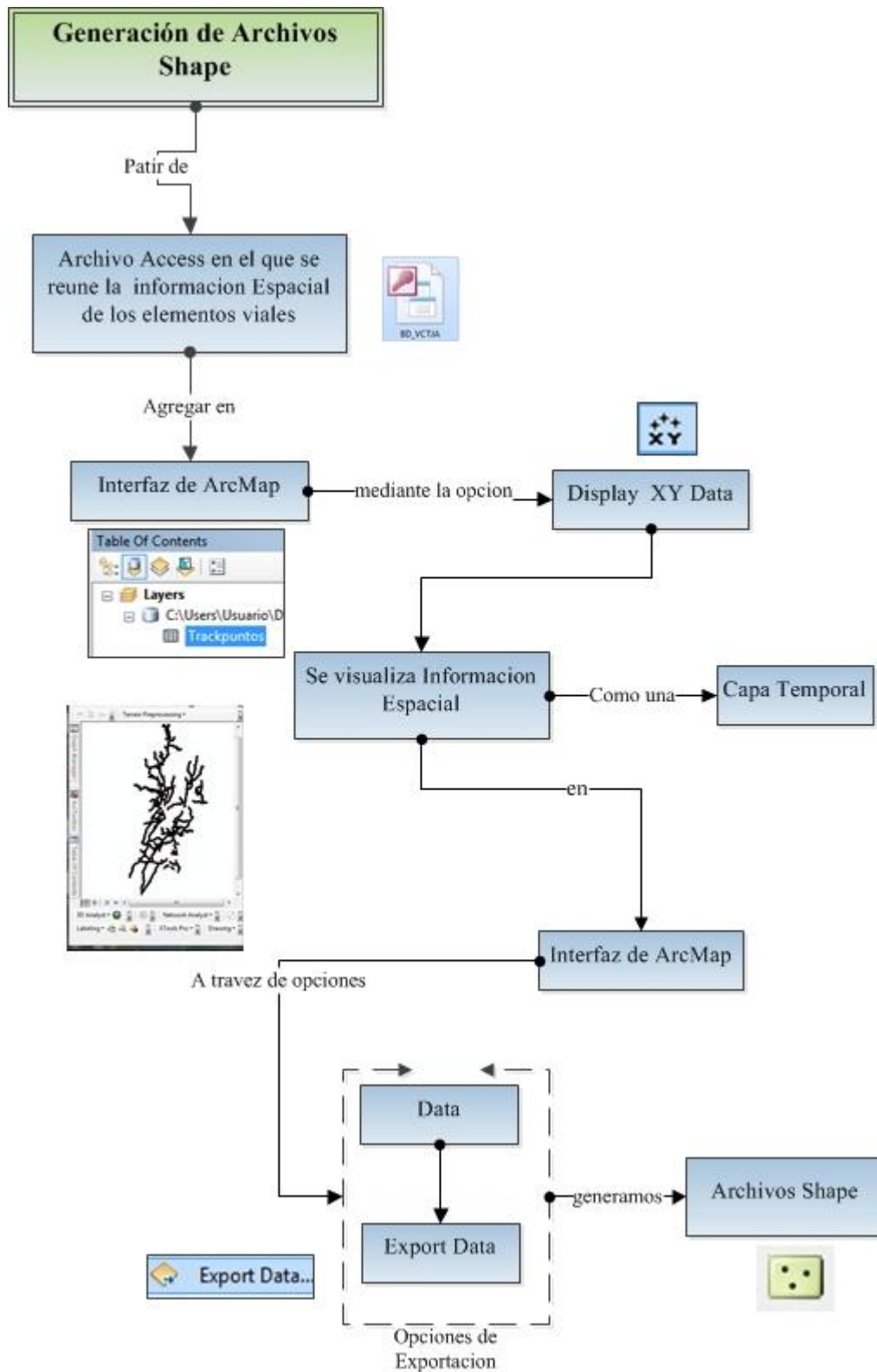
Entonces podemos decir que dentro de una ruta podemos encontrar alcantarillas, puentes, badenes, el tipo de capa de rodadura de la que se reviste la superficie de esta ruta.

Se sabe que las vías están pasando por las provincias del departamento lo que hace que cierto tramo de la ruta se encuentre dentro de una de las provincias del departamento. Como también dentro de una provincia hay comunidades. Entonces el esquema a elaborar sería:

Figura Nro.6.15: Esquema conceptual



Fuente: Elaboración propia.



6.2.4. Conversión de datos alfanuméricos a datos Vectoriales

Contamos con tablas descriptivas en la que se registran datos espaciales con lo cual podremos generar archivos vectoriales como los son los archivos Shape, lo cual nos permitirá visualizar dicha información en un mapa.

Para representar los objetos del mundo real nos valdremos de los elementos que son los puntos, la línea y el polígono. Por empezar se generara archivos shape de puntos para poder visualizar a los mismos en la interfaz de ArcMap.

Figura Nro.6.16: Tabla de registro de datos.

1	TRACK	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	RESIDENCIA	RUTA	number	ELIPSOIDE	a	b	LONG_SIGNO	LAT_SIGNO	ZONA	X	Y	altitud
2	2003	03	01	05	601	0	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73255333	-21,56176167	20	320592,6383	7614650,963	1922
3	2003	03	01	05	601	1	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73242833	-21,562495	20	320606,4876	7614569,912	1922
4	2003	03	01	05	601	2	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73217333	-21,56393833	20	320634,675	7614410,401	1921
5	2003	03	01	05	601	3	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73200667	-21,56476167	20	320652,9502	7614319,434	1920
6	2003	03	01	05	601	4	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73185167	-21,56524667	20	320669,6006	7614265,914	1922
7	2003	03	01	05	601	5	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,731635	-21,56573667	20	320692,644	7614211,911	1921
8	2003	03	01	05	601	6	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73134833	-21,56625333	20	320722,97	7614155,036	1918
9	2003	03	01	05	601	7	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73096833	-21,5669	20	320763,1222	7614083,875	1918
10	2003	03	01	05	601	8	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73024333	-21,568165	20	320839,7659	7613944,649	1917
11	2003	03	01	05	601	9	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,73006333	-21,56861167	20	320858,9576	7613895,402	1917
12	2003	03	01	05	601	10	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,7299	-21,56922	20	320876,6217	7613828,235	1917
13	2003	03	01	05	601	11	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72943667	-21,57129833	20	320927,1628	7613598,657	1916
14	2003	03	01	05	601	12	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72923333	-21,57217333	20	320949,2968	7613502,011	1914
15	2003	03	01	05	601	13	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72901167	-21,57311333	20	320973,4092	7613398,19	1914
16	2003	03	01	05	601	14	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72887333	-21,57348167	20	320988,1884	7613357,568	1921
17	2003	03	01	05	601	15	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72864	-21,57389333	20	321012,8595	7613312,256	1915
18	2003	03	01	05	601	16	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72829833	-21,57431833	20	321048,7663	7613265,593	1916
19	2003	03	01	05	601	17	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72754833	-21,57515833	20	321127,4715	7613173,451	1919
20	2003	03	01	05	601	18	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,72672167	-21,57609667	20	321214,2364	7613070,509	1926
21	2003	03	01	05	601	19	PSAD56	6378388	6356911,946	-64,7263	-21,576555	20	321258,4681	7613020,247	1927

Fuente: Elaboración propia.

6.2.4.1 Generación de archivos shape desde tablas con datos geográficos.

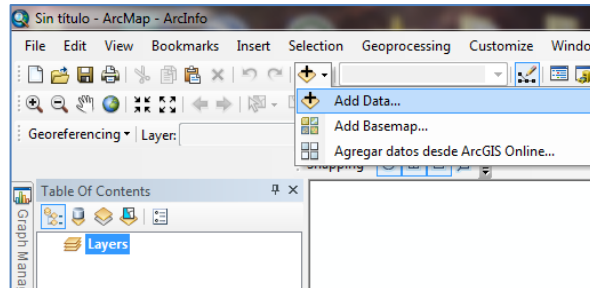
Uno de los formatos con los que trabaja ArcGis es la de los archivos shape, es por ello que se va a crear estos archivos a partir de los datos geográficos que se hallan en las tablas en las que se reunieron toda la información por tema.

A continuación se describe los pasos para poder visualizar en la interfaz de ArcMap.

Trabajaremos con la tabla de puntos de las rutas “**trackpuntos**”, el procedimiento explicado se aplica al resto de las tablas.

Paso 1: Agregar tablas a la interfaz de ArcMap

Figura Nro.6.17: Agregar tabla a ArcMap.

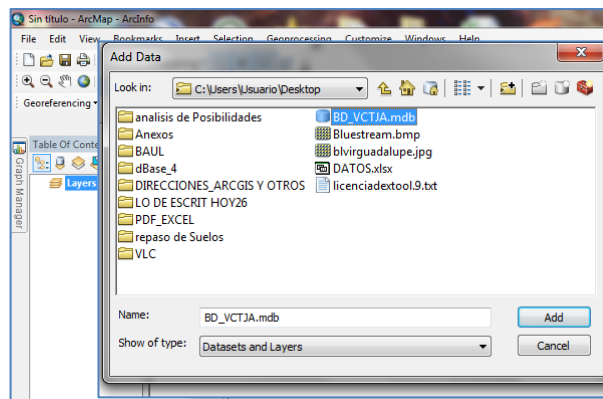


Agregar a la interfaz de ArcMap la tabla “Trackpuntos”, utilizando el botón Add Data



Fuente: Elaboración propia.

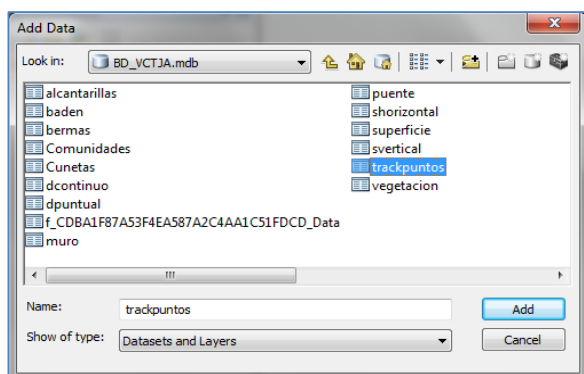
Figura Nro.6.18: Abriendo archivo que contiene la tabla.



En el cuadro de dialogo que se despliega elegir el archivo que contiene la tabla “Track puntos.”

Fuente: Elaboración propia.

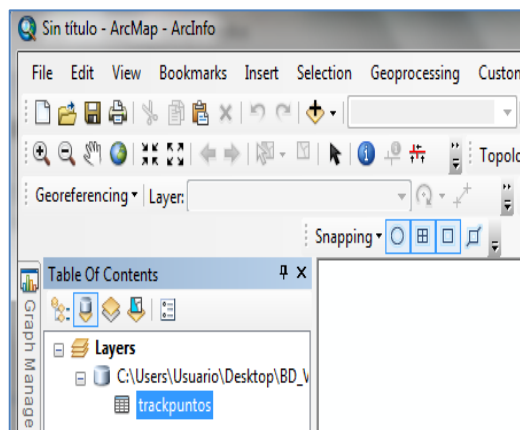
Figura Nro.6.19: Agregando tabla trackpuntos.



Una vez ingresado al interior del archivo seleccionamos la tabla de “trackpuntos” y hacemos clic en el botón add.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.20: Tabla en el marco de datos

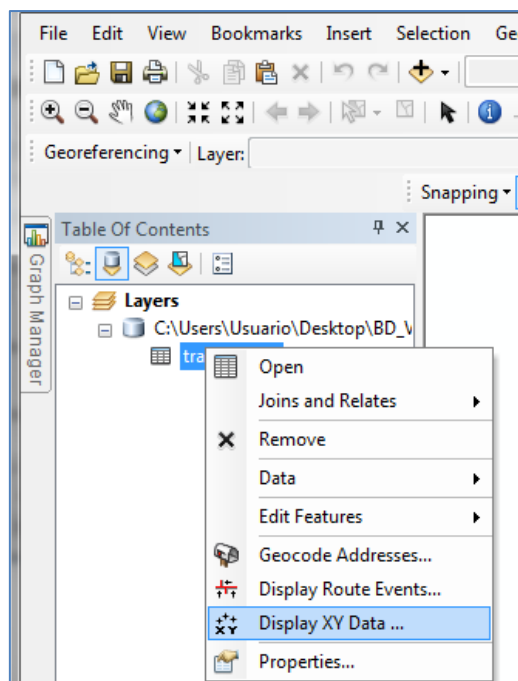


De este modo se agrega la tabla a la interfaz de ArcMap. Como se puede visualizar en la tabla de contenidos en la figura Nro.6.20

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Visualizar los datos geográficos de la tabla en la interfaz de ArcMap.

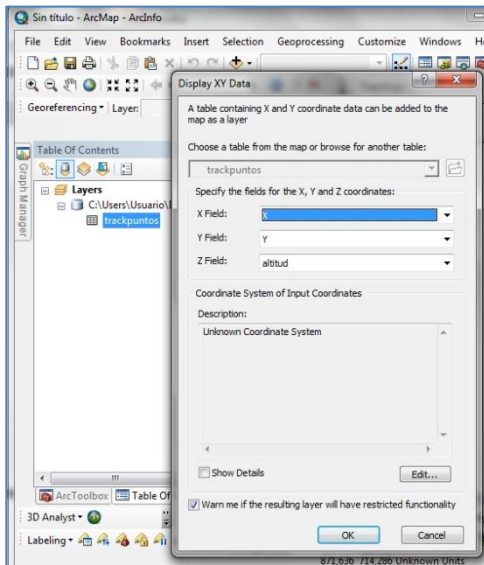
Figura Nro.6.21: Display XY Data



Para poder visualizar los puntos en la interfaz de ArcMap con un clic en el botón derecho del mouse se desplegará el cuadro que se visualiza en la figura Nro.: 6.21 de la misma elegir la opción Display XY Data.

Fuente: Elaboración propia.

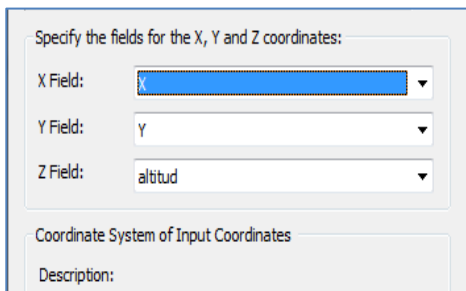
Figura Nro.6.22: Display XY Data



Una vez seleccionado la opción **Display XY Data** aparece el cuadro que se muestra en la figuraNro.6.22 en el que se debe completar los datos según correspondan.

Fuente: Elaboración propia.

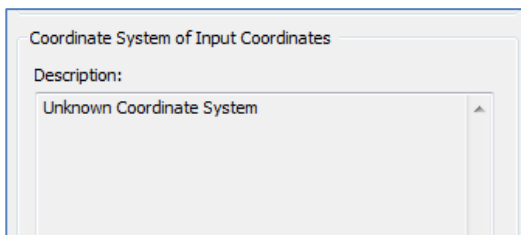
Figura Nro.6.23: Selección de coordenadas.



En una parte del cuadro de la figura anterior se pide que se complete los campos de los valores X, Y, Z. Estos datos son los que se deben visualizar en ArcMap.

Fuente: Elaboración propia.

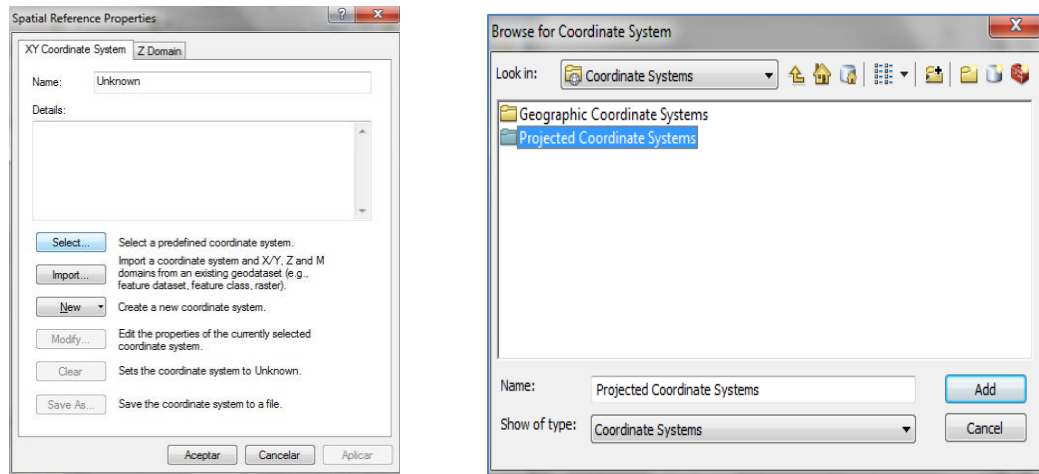
Figura Nro.6.24: Selección de sistema de proyección.



También hay una parte en el cuadro en el que se debe definir el sistema de proyección. Para ello lo que haremos es clicar en el botón **Edit**.

Fuente: Elaboración propia.

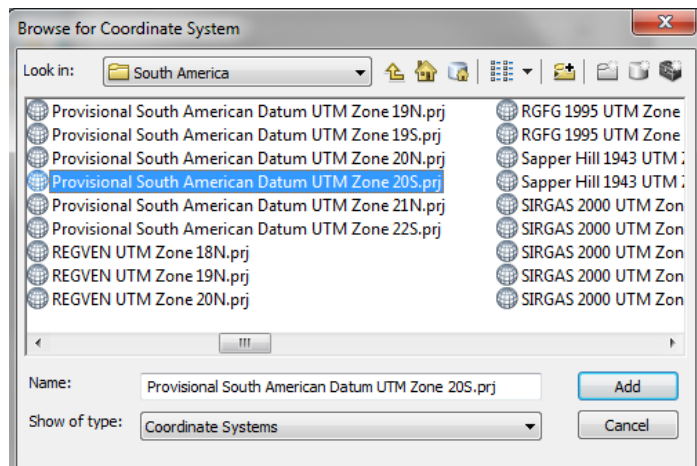
Figura Nro.6.25: Botón select. Sistema de proyección de Coord.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se halla dado un clic en el botón **Edit** nos aparece el cuadro de **“Spatial Referencie Properties”** (Propiedades de referencia espacial). Cliqueamos en el botón **Select** para que se despliegue el cuadro, ver figura Nro.6.25, donde se seleccionará el **“Projectad Coordinate Systems”** con el que se trabajará.

Figura Nro.6.26: Selección del sistema de proyección.

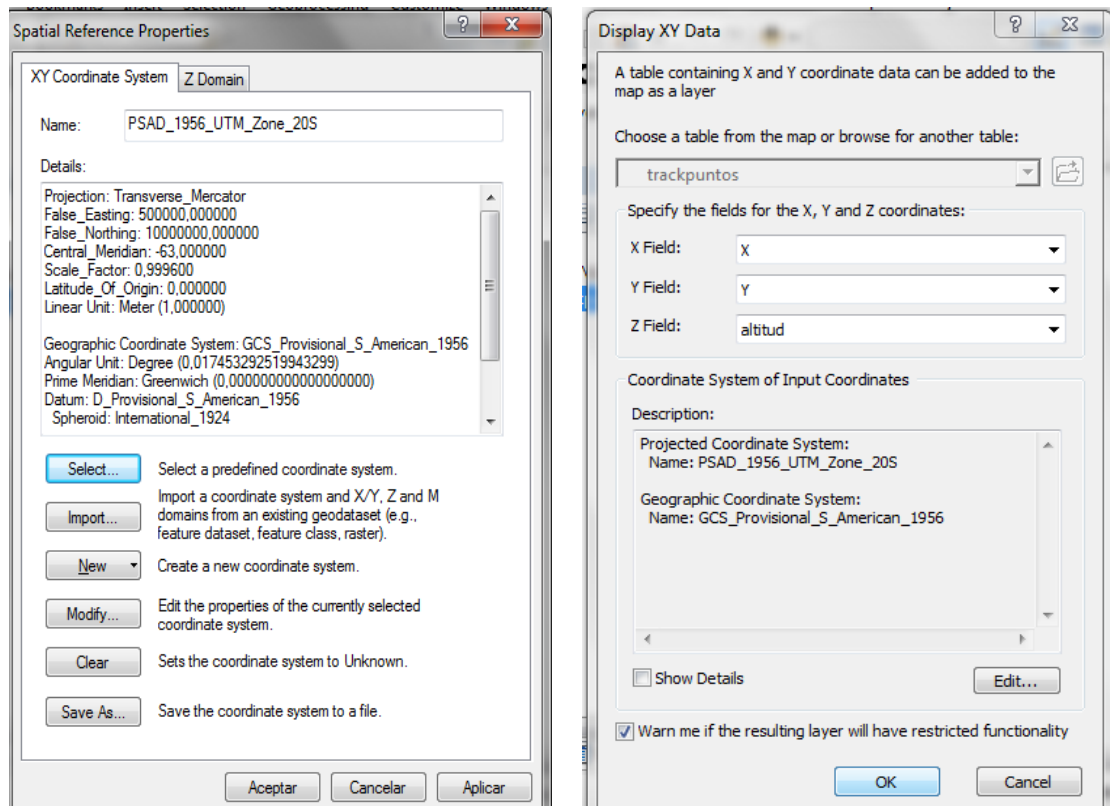


Fuente: Elaboración propia

El sistema de proyección en el que se trabajará es el UTM y el datum es PSAD 56, en la Zona 20.

Definido el sistema de proyección, el datum con el que se trabajara, se aplica y acepta en todo los cuadros.

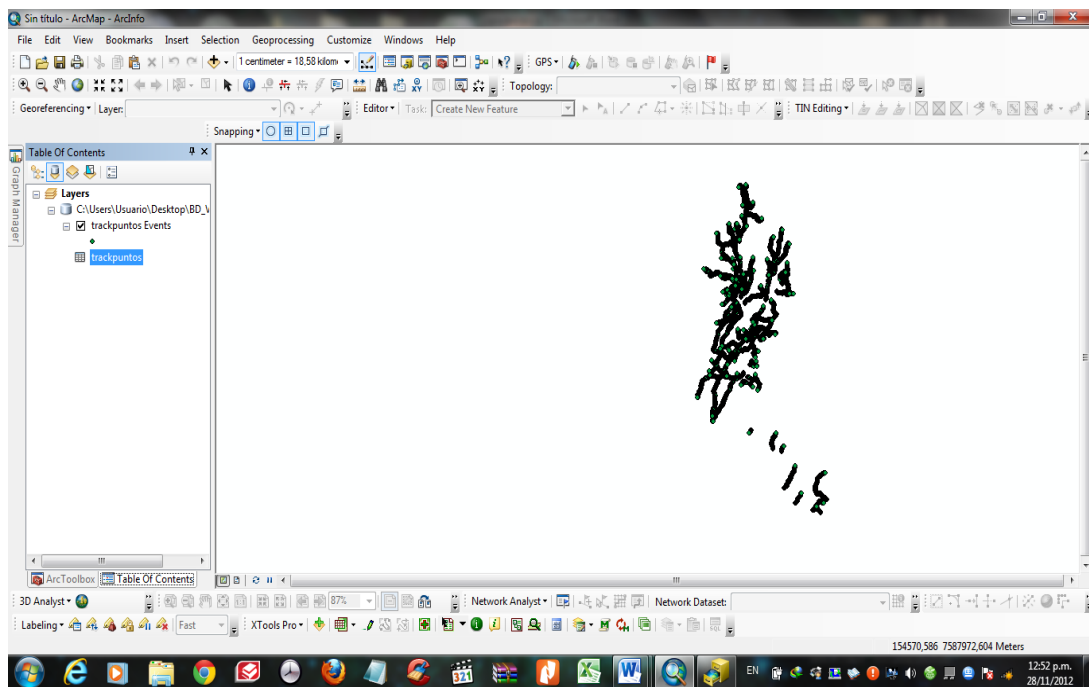
Figura Nro.6.27: Sistema de proyección.



Fuente: Elaboración propia.

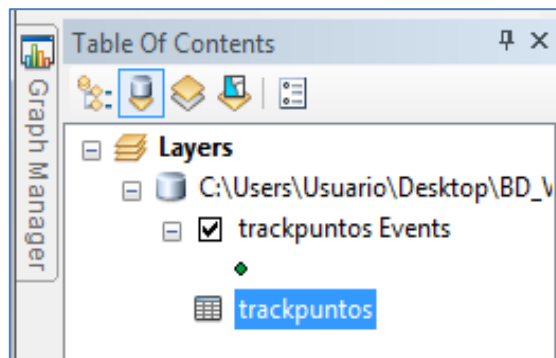
De esta manera es como se logra visualizar los puntos en la interfaz de ArcMap. Estos puntos se visualizan de manera temporal. Para tenerlos de manera permanente se lo debe exportar.

Figura Nro.6.28: Visualización de puntos en la interfaz de ArcMap.



Fuente: Elaboración propia

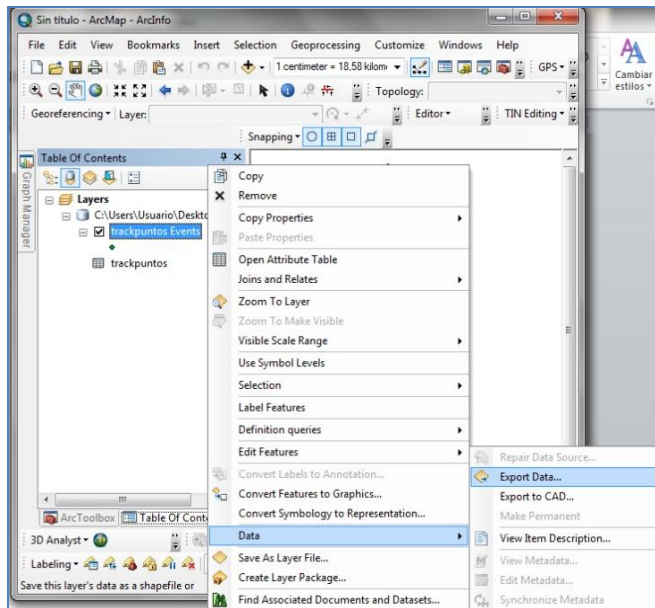
Figura Nro.6.29: Capa temporal



Fuente: Elaboración propia

La capa que se visualiza es temporal y esto se sabe por la palabra “Events” que acompaña al nombre de la tabla.

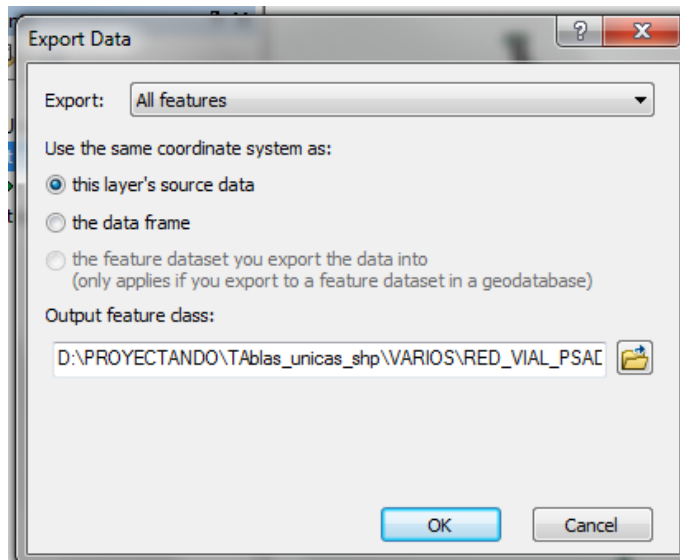
Figura Nro.6.30: Exportación de datos.



En la presente figura Nro.6.30 se observa un cuadro que se desplego al cliquear el botón derecho del mouse sobre la capa **“trackpuntos Events”**. En ella se eligen las opciones **“Data”** y luego **“Export Data”**.

Fuente: Elaboración propia

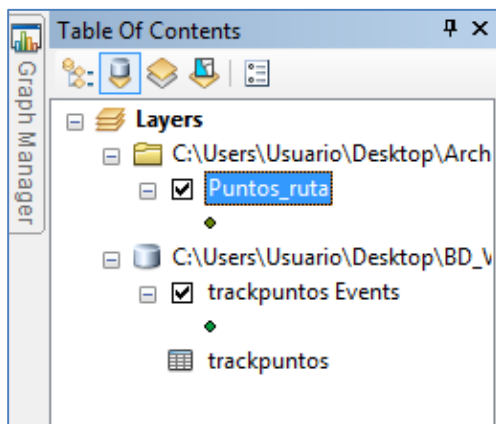
Figura Nro.6.31: Selección de lugar para guardar datos.



En el cuadro que aparece, figura Nro.: 6.31, luego de elegir la opción **“Export Data”** se busca el lugar donde se va a guardar el shape con el nombre de **Puntos_ruta**.

Fuente: Elaboración propia

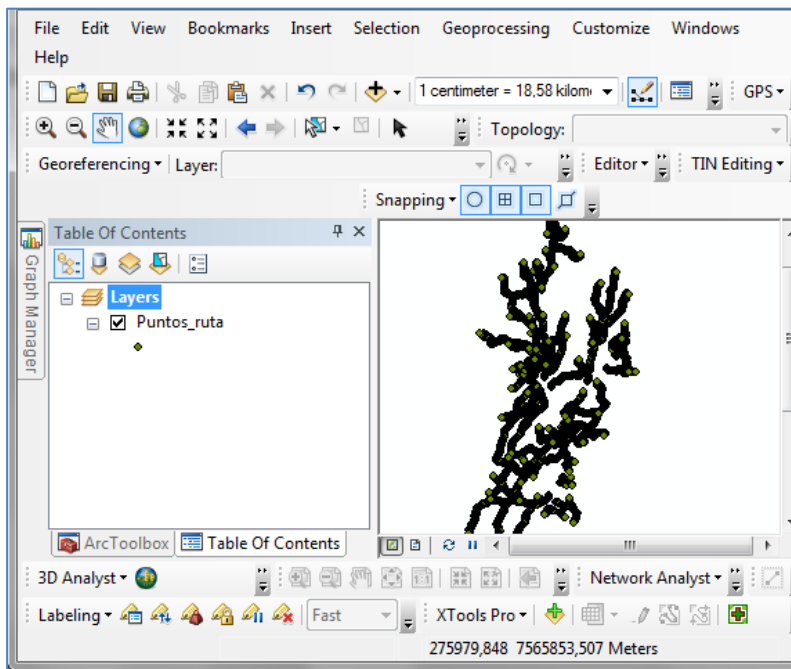
Figura Nro.6.32: Eliminación de capa temporal.



La capa temporal que se generó, se lo elimina y nos quedamos con la capa **Puntos_ruta**. Esta es un archivo shape.

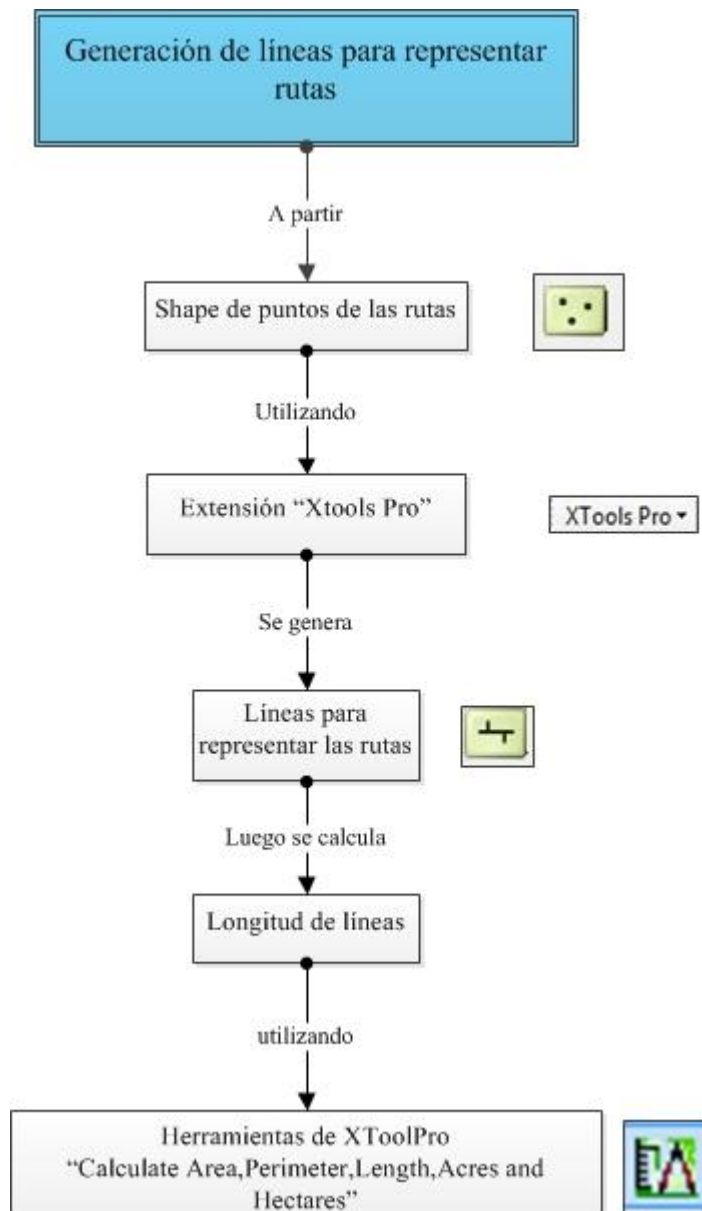
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.33: Visualización de Capa de Puntos_ruta.



Visualización de la capa **Puntos_ruta**.

Fuente: Elaboración propia.



6.2.4.2 Generación del elemento línea.

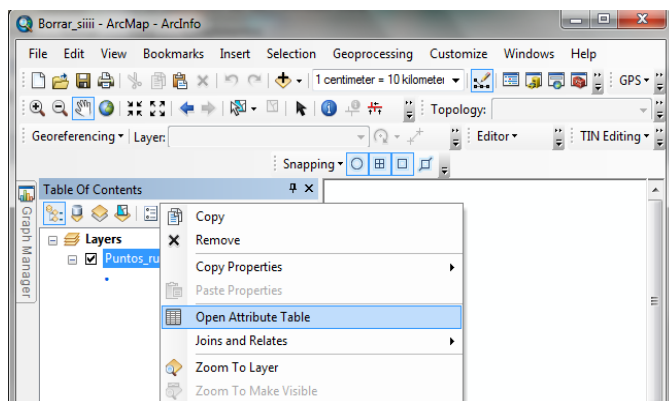
En el ejemplo anterior se explicó los pasos para visualizar y obtener un archivo shape que guarda los puntos de las rutas.

La visualización de las rutas están a través de puntos pero éstas se deben representar por líneas.

Ahora se explicará cómo generar las líneas continuas a partir de estos puntos.

Una línea que se genera a partir de puntos lo hace siguiendo un orden es por ello que en la tabla de **Puntos_ruta** hay un campo que enumera la cantidad de puntos a partir de los cuales se quiere generar una línea, la que va a representar la ruta.

Figura Nro.6.34: Abrir tabla de atributos.



Fuente: Elaboración propia.

Colocando el puntero a lado de la capa **Puntos_ruta** se realiza un clic en el botón derecho del mouse. Logrando que se despliegue un cuadro en el que se elige la opción “**Open attribute table**” (abrir tabla de atributos). Ver figura Nro.: 6.34

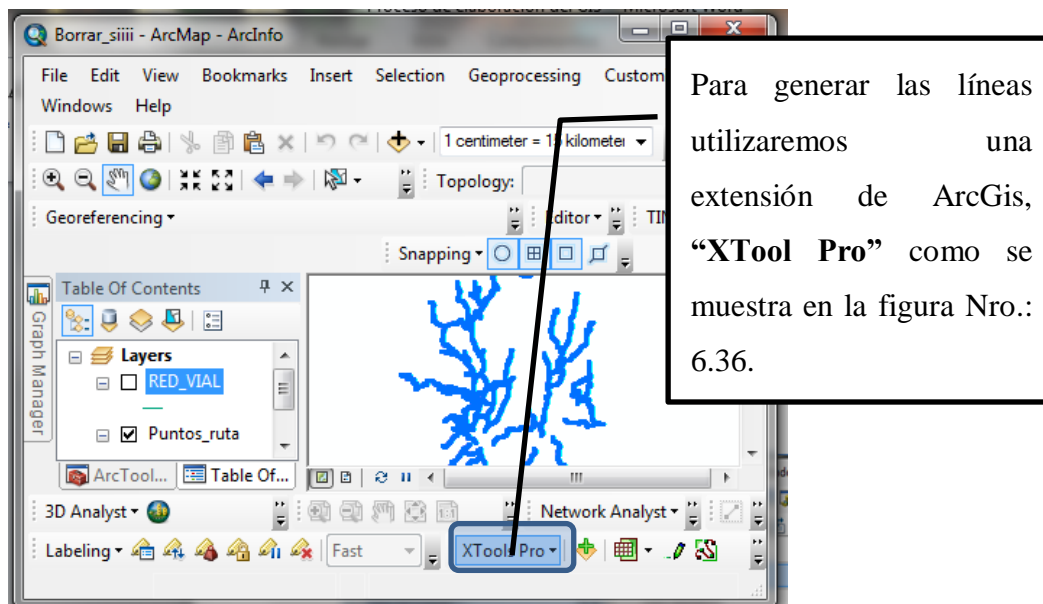
Figura Nro.6.35: Campo number en tabla de atributos.

FID	TRACK	DEPARTAME	RESIDENCIA	ruta	number	X	Y	altitud
0	2003	03	05	601	0	320592,63827	7614650,9625	1922
1	2003	03	05	601	1	320606,48755	7614569,9124	1922
2	2003	03	05	601	2	320634,67496	7614410,4013	1921
3	2003	03	05	601	3	320652,95019	7614319,4344	1920
4	2003	03	05	601	4	320669,60060	7614265,9140	1922
5	2003	03	05	601	5	320692,64397	7614211,9110	1921
6	2003	03	05	601	6	320722,96995	7614155,0360	1918
7	2003	03	05	601	7	320763,12220	7614083,8748	1918

Fuente: Elaboración propia.

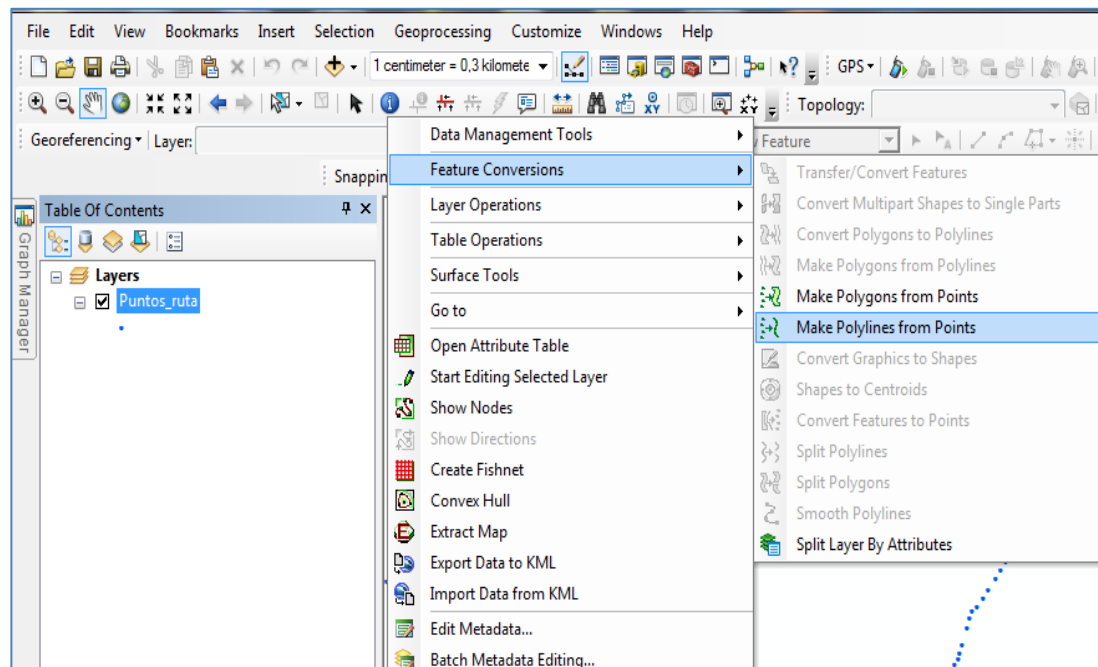
Una vez abierta la tabla de atributos. Se observa el campo number que es un contador de puntos por ruta. Este campo ayuda a generar la línea de cada ruta como corresponde. Ver figura Nro.:6.35

Figura Nro.6.36: Generar líneas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.37: Generación de líneas.



Fuente: Elaboración propia.

Al clicar sobre la extensión “**XToolPro**” se despliega el cuadro que se visualiza en la figura Nro. 6.37. De este cuadro elegir la opción “**Feature Conversión**” (conversión de entidad), y esto permitirá desplegar otro cuadro en el que elegiremos la opción “**Make Polylines from Points**” (hacer polilíneas desde puntos).

Figura Nro.6.38: Cuadro para generar líneas.

Se coloca el nombre de la capa a partir del cual se generara las líneas.

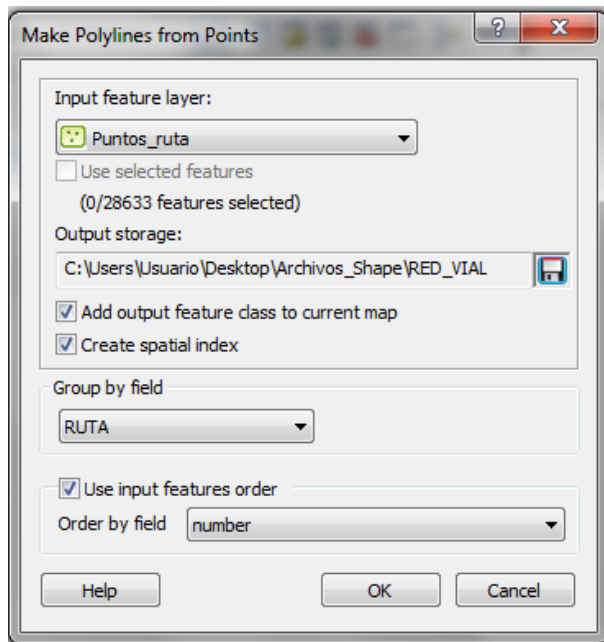
En esta parte se coloca dónde se va guardar la capa de líneas que se generará.

Se elige el campo que desee que aparezca en la tabla de atributos que se generará.

Para elegir bajo qué orden se generara la línea se activa la casilla

Fuente: Elaboración propia.

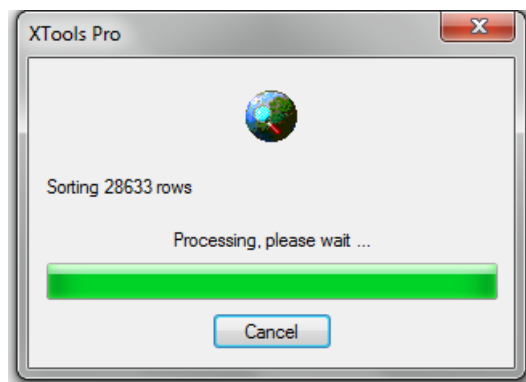
Figura Nro.6.39: Cuadro para generar líneas.



En el cuadro de la figura Nro.: 6.39 se completa según los datos que deseamos visualizar en la tabla de atributos y el campo bajo el cual se generara la línea, esto según lo explicado en la figura anterior.

Fuente: Elaboración propia.

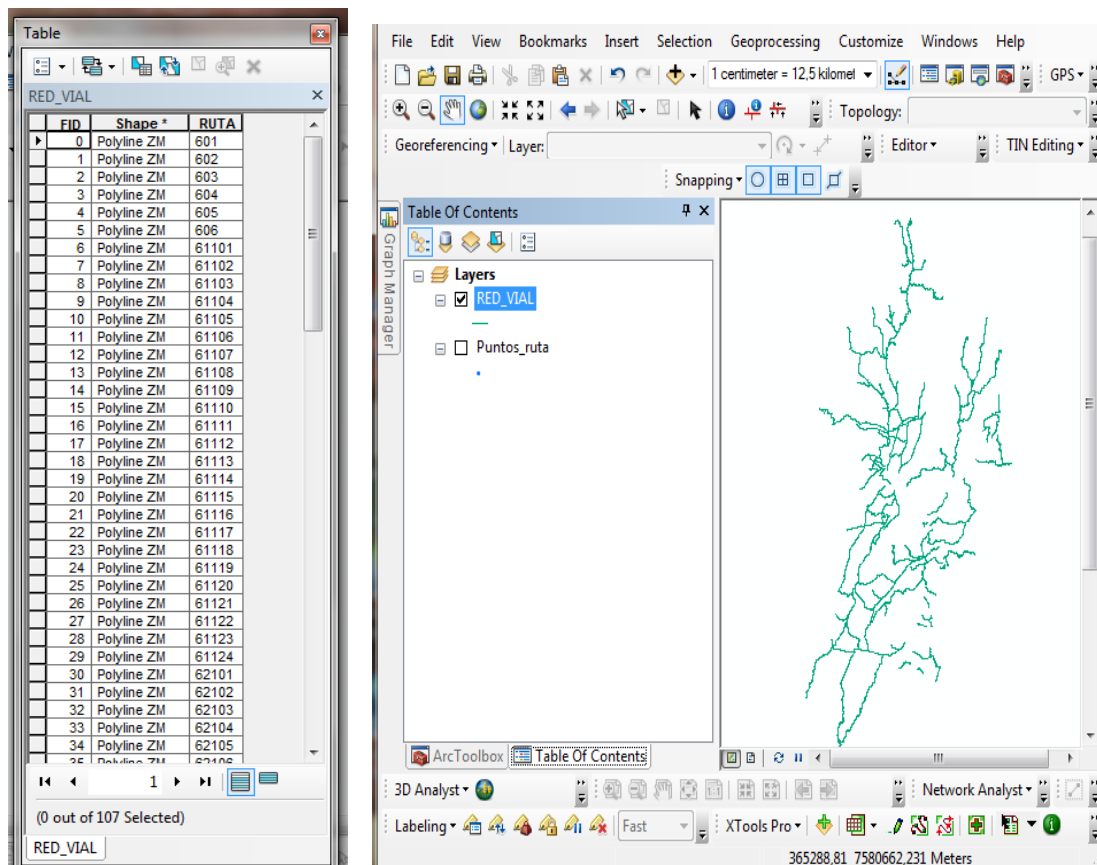
Figura Nro.6.40: Cuadro para generar líneas.



Llenado los datos del cuadro en la figura Nro 6.40 se cliqueea en el botón “ok” en ese momento aparecerá un cuadro, como el de la figura Nro6.40, en el que se muestra una barra que indica que se está generando las líneas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.41: Capa de líneas.

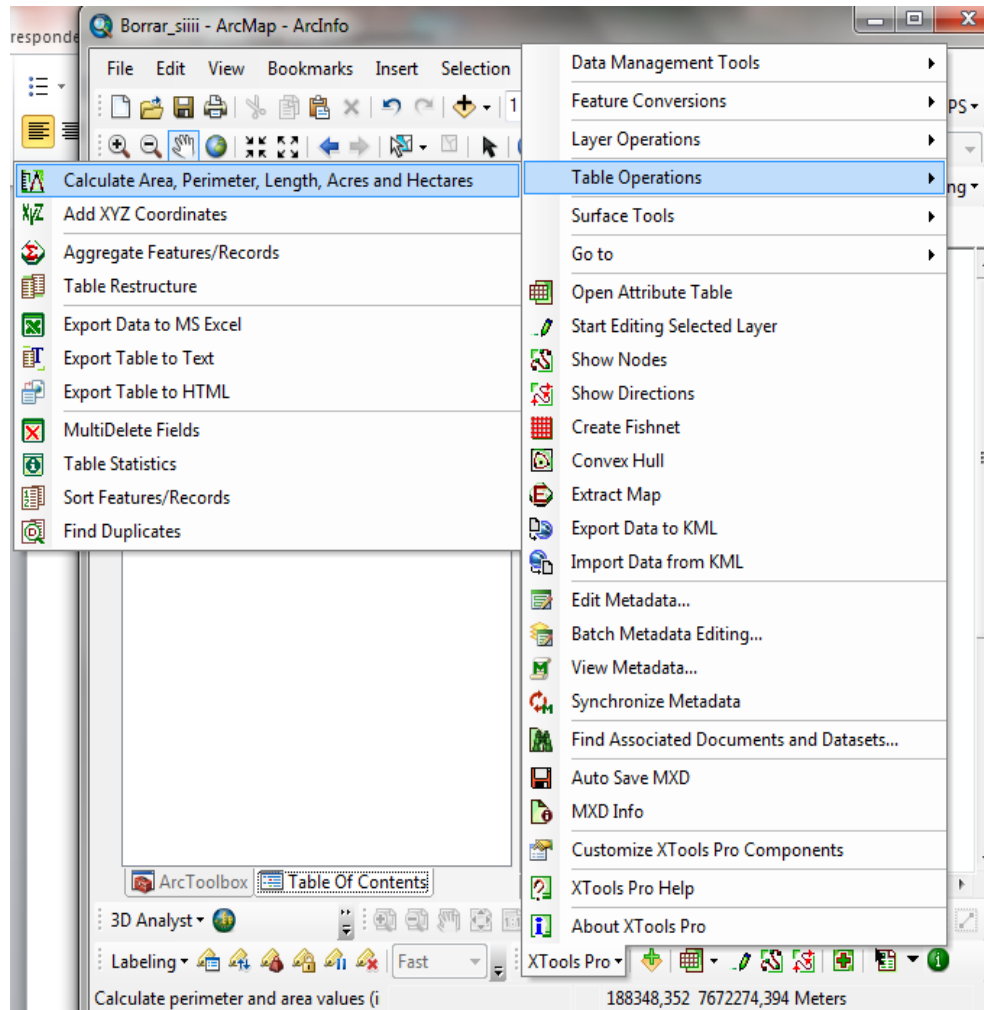


Fuente: Elaboración propia.

En la figura Nro 6.41 vemos que se agregó la capa RED_VIAL en el marco de datos, visualizándose también las líneas (rutas) generadas y a su lado se observa la tabla de atributos en la que se indica las rutas en el campo RUTA.

6.2.4.3 Cálculo de longitud de las líneas

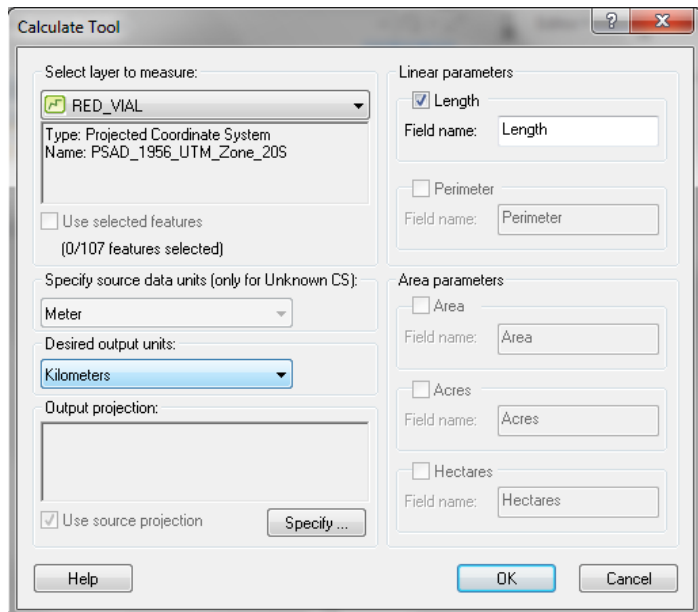
Figura Nro.6.42: Calculo de longitud de líneas.



Fuente: Elaboración propia.

Nuevamente en “XTool Pro” se elige la opción “**Table Operations**” (operaciones con tablas), de la que se despliega otro cuadro en el que se elige la opción “**Calculate, Área, Perimeter, Length, Acres and Hectares**”.

Figura Nro.6.43: Calculo de longitud de líneas.



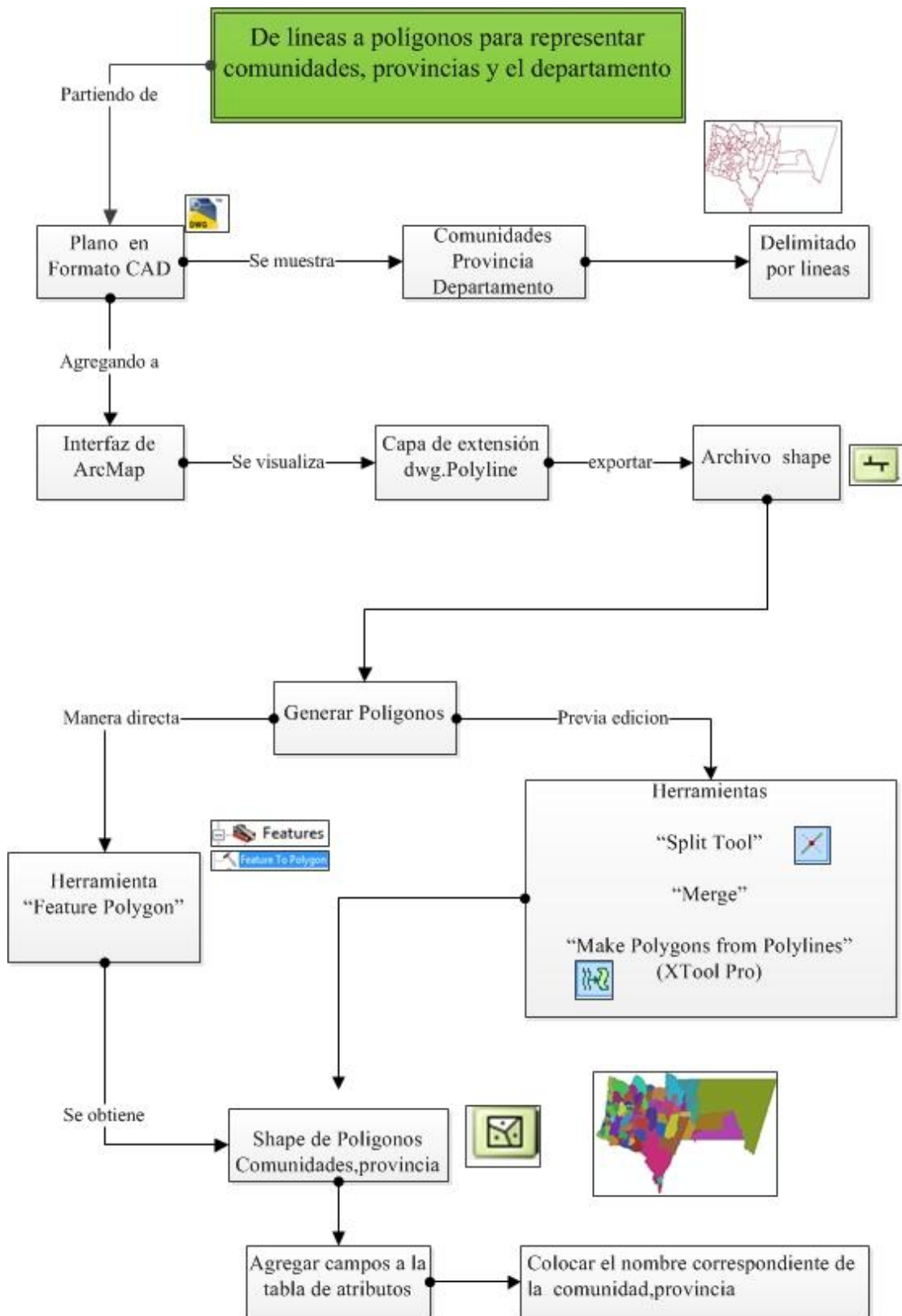
El cuadro de la figura Nro.6.43 es la que se abre al elegir “**Calculate, Área, Peremeter, Longh, Acres and Hectares**”. .De este cuadro se elige la unidad en la que se quiere calcular la longitud de las líneas, para el ejemplo se eligió en Kilómetros. Luego clic en el botón “OK”

Figura Nro.6.44: Calculo de longitud de líneas.

FID	Shape	RUTA	Length
0	Polyline ZM	601	11,724
1	Polyline ZM	602	80,339
2	Polyline ZM	603	8,236
3	Polyline ZM	604	42,201
4	Polyline ZM	605	37,004
5	Polyline ZM	606	62,548
6	Polyline ZM	61101	31,737
7	Polyline ZM	61102	24,121
8	Polyline ZM	61103	14,485
9	Polyline ZM	61104	9,538
10	Polyline ZM	61105	17,062
11	Polyline ZM	61106	5,819
12	Polyline ZM	61107	11,712
13	Polyline ZM	61108	6,964
14	Polyline ZM	61109	6,913
15	Polyline ZM	61110	18,269
16	Polyline ZM	61111	5,728
17	Polyline ZM	61112	12,218
18	Polyline ZM	61113	7,677
19	Polyline ZM	61114	6,599
20	Polyline ZM	61115	4,594
21	Polyline ZM	61116	2,981
22	Polyline ZM	61117	1,14
23	Polyline ZM	61118	6,094
24	Polyline ZM	61119	11,356
25	Polyline ZM	61120	7,817
26	Polyline ZM	61121	4,985
27	Polyline ZM	61122	4,591
28	Polyline ZM	61123	5,896
29	Polyline ZM	61124	6,898
30	Polyline ZM	62101	42,109
31	Polyline ZM	62102	17,63
32	Polyline ZM	62103	22,537
33	Polyline ZM	62104	29,06
34	Polyline ZM	62105	20,865
35	Polyline ZM	62106	20,609

Fuente: Elaboración propia.

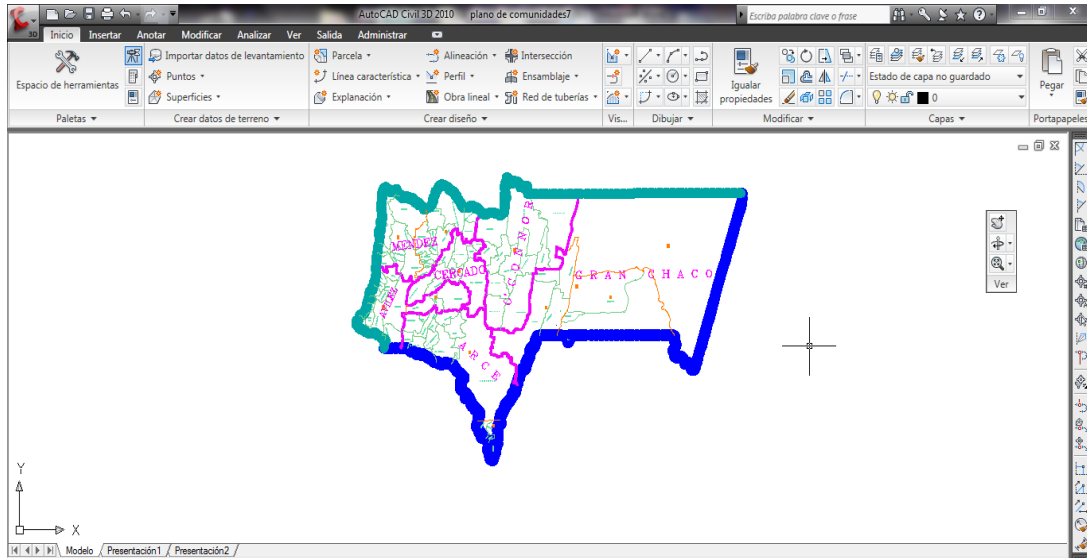
En la tabla de atributos aparece ahora una columna que contiene la longitud en kilómetros de las líneas.



6.2.5. Conversión de líneas a polígonos para representar las comunidades del departamento.

Se tiene en formato CAD un plano que muestra las comunidades, las provincias del departamento de Tarija.

Figura Nro.6.45: Plano del departamento de Tarija y sus comunidades.



Fuente: Elaboración propia.

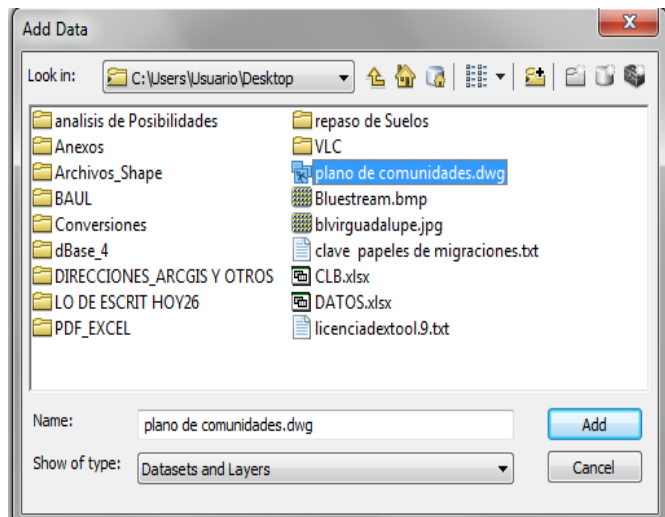
Cada comunidad y provincia se halla delimitada por líneas. Para su representación en el GIS lo que haremos es convertirlas a polígonos. Para la explicación se trabajara con las comunidades del departamento. Las provincias se obtuvieron de manera similar.

Para ello lo que se hará antes que nada es exportar a formato shape este plano del departamento de Tarija.

Desde la barra de herramientas, mediante el botón **Add Data** (agregar datos) se agrega a la interfaz de ArcMap el plano de comunidades.



Figura Nro.6.46: Cuadro de Add Data.

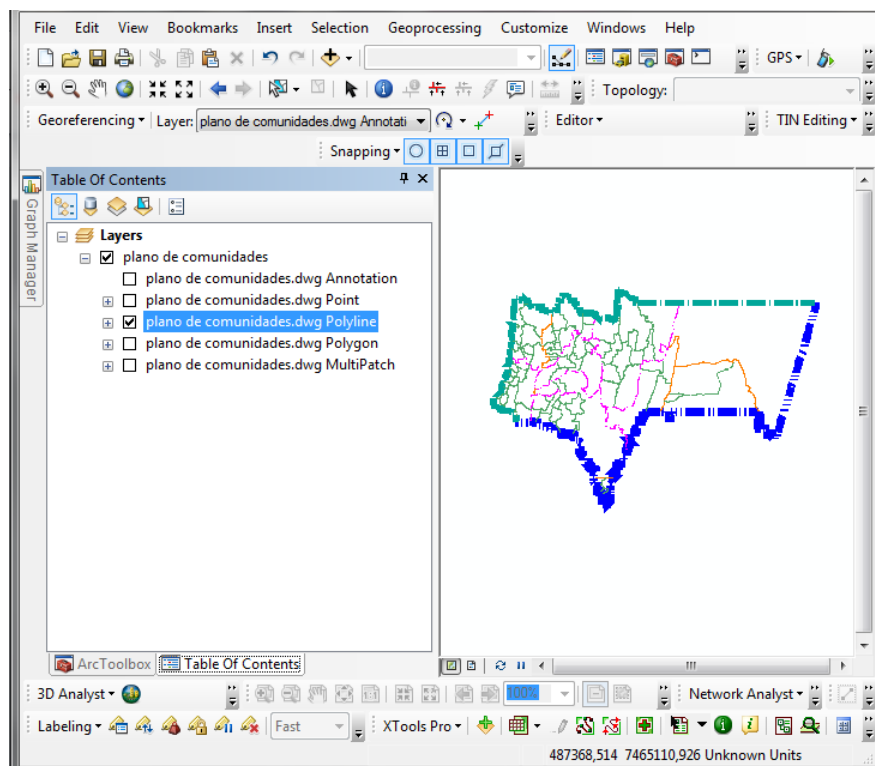


En el cuadro que se despliega seleccionamos el archivo CAD que contiene el plano de comunidades

La cual se abrirá en la interfaz de ArcMap.

Fuente: Elaboración propia.

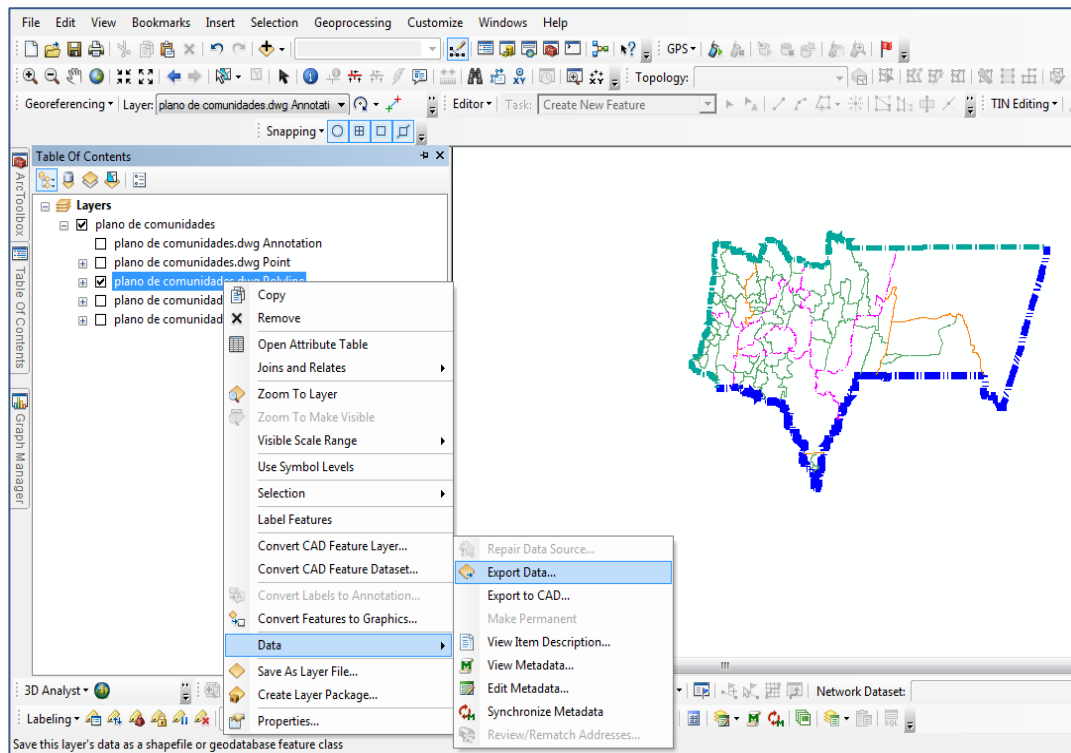
Figura Nro.6.47: Plano de comunidades.



Fuente: Elaboración propia.

Desplegando la capa de “**plano de comunidades**” seleccionamos del mismo la opción de “**plano de comunidades dwg Polyline**”, ya que es ésta la que contiene información de líneas que encierran las comunidades.

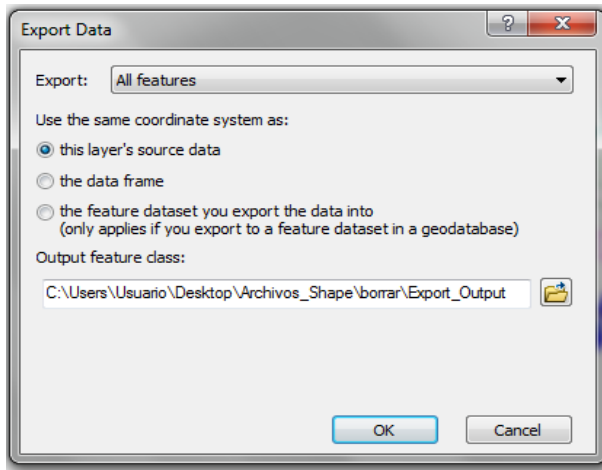
Figura Nro.6.48: Exportar el plano comunidades a un archivo shape.



Fuente: Elaboración propia.

Con el puntero cerca de “**plano de comunidades dwg Polyline**” se hace un clic en el botón derecho del mouse para desplegar la opción **Data** (datos) y ahí desplegar la opción **Export Data** (exportar datos), ver figura Nro.: 6.48, este procedimiento lo realizamos para crear un archivo shape que tendrá el nombre de “**PLANO_EXPORTADO**”, el cual lo guardaremos en una carpeta llamada “**Archivos_Shape**”. Como se muestran en las siguientes ilustraciones.

Figura Nro.6.49: Exportar plano de comunidades.

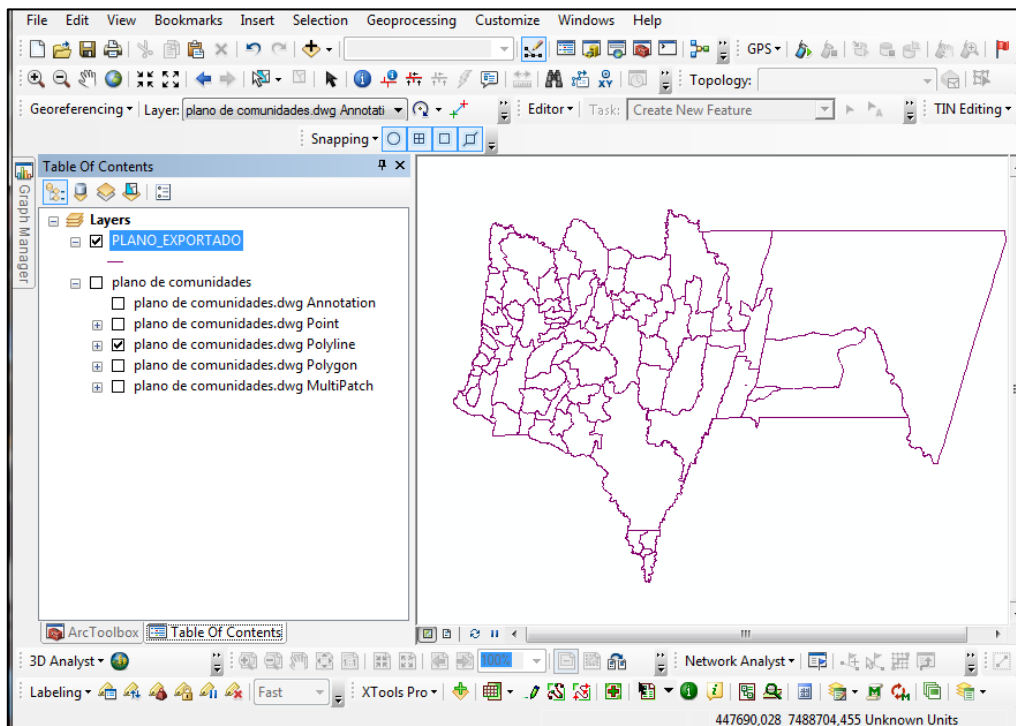


En el cuadro que se muestra se debe colocar la dirección donde se guardará el archivo shape que se creará con el nombre de PLANO_EXPORTADO en la carpeta de Archivos_shape.

Fuente: Elaboración propia.

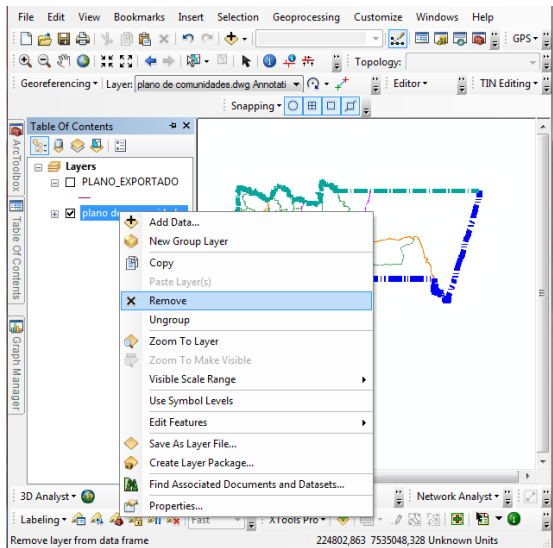
Una vez que se acepta en los cuadros que aparecen, se crea una capa de nombre PLANO_EXPORTADO.

Figura Nro.6.50: Capa de PLANO_EXPORTADO.



Fuente: Elaboración propia.

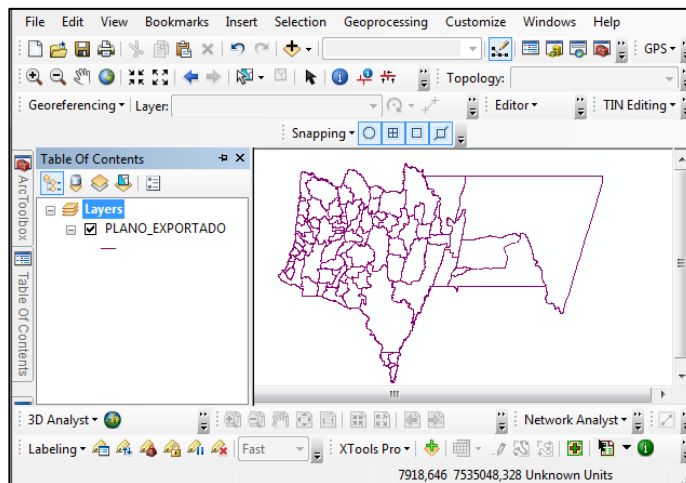
Figura Nro.6.51: Remover plano de comunidades.



Una vez que se ha creado la capa **PLANO_EXPORTADO** cuya extensión es shapefile, se removerá la capa “**plano de comunidades**” de la tabla de contenidos de ArcMap porque tiene extensión dwg.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.52: PLANO_EXPORTADO.

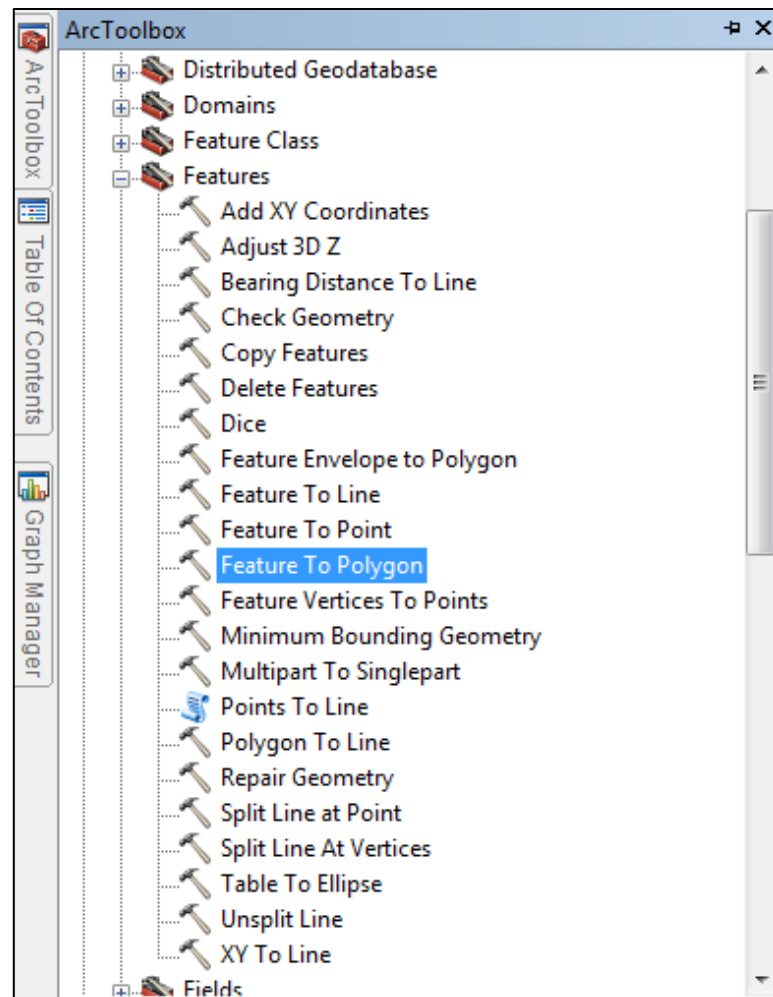


En la tabla de contenido queda solo la capa “**PLANO_EXPORTADO**”.

Fuente: Elaboración propia.

En el GIS se tendrá cada comunidad como un elemento polígono, para la conversión de líneas a polígonos se utilizará las herramientas de Arctoolbox.

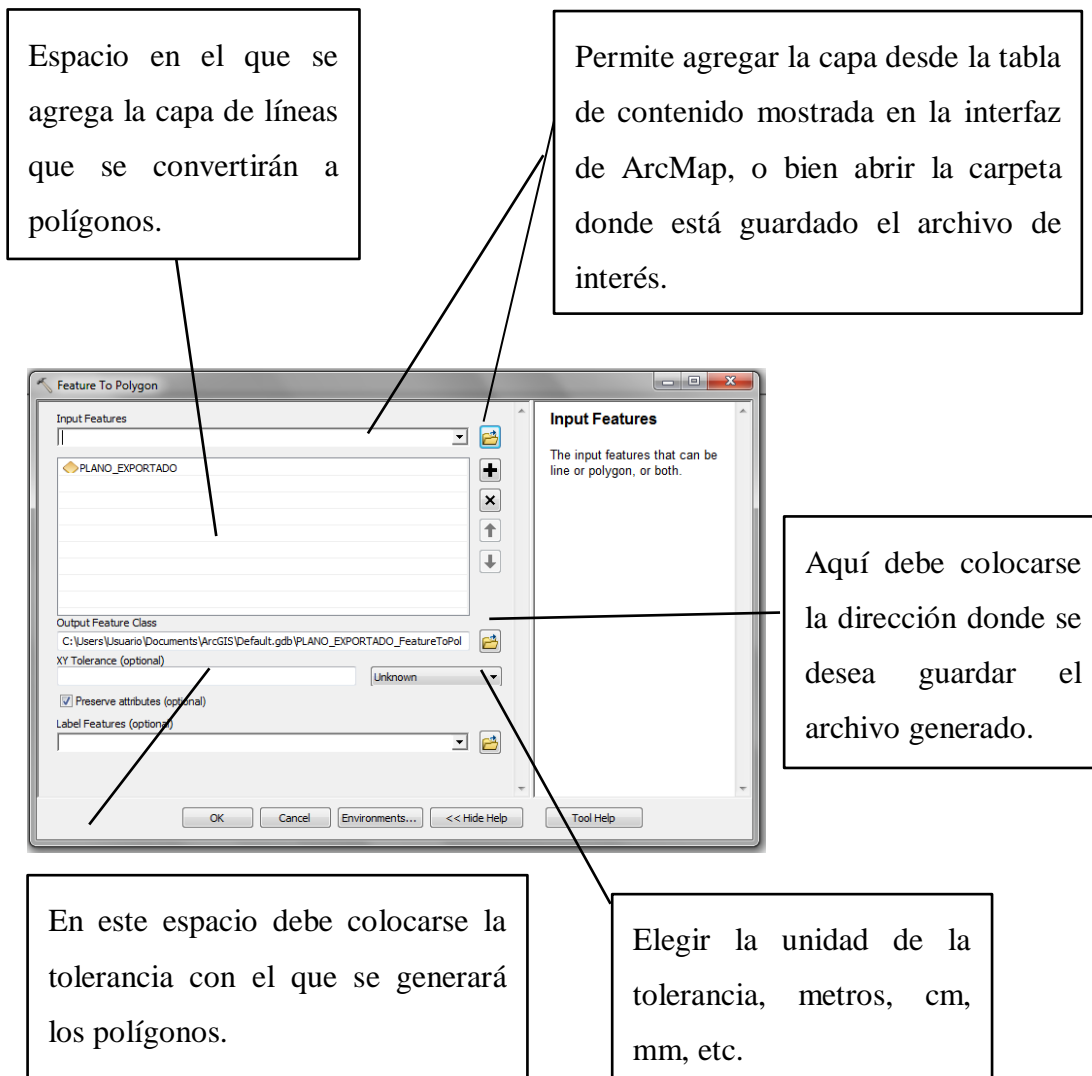
Figura Nro.6.53: Herramientas de ArcTool box.



Fuente: Elaboración propia.

En Arctoolbox se elige la opción de **“Features”** (entidades) en el mismo se desplegará una rama de opciones en el que seleccionaremos la opción de **“Feature To Polygon”** con ello se creará elementos polígonos que representarán a las comunidades y también a las provincias.

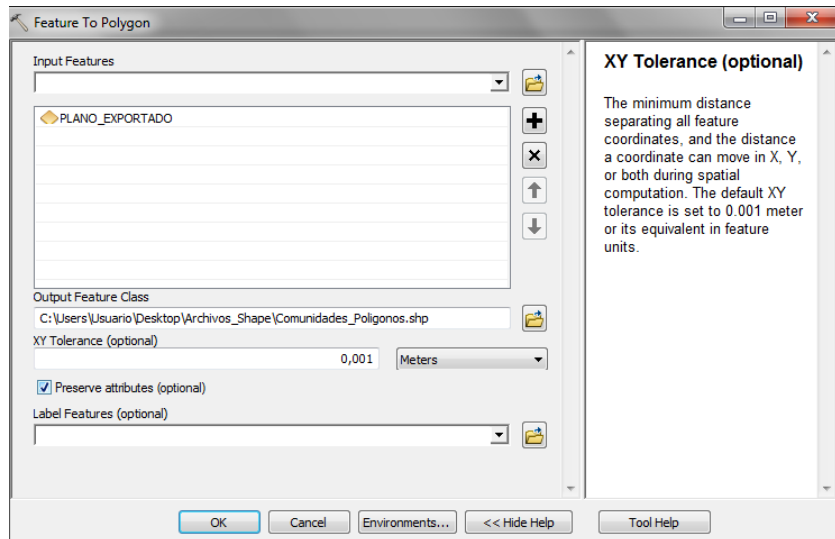
Figura Nro.6.54: Cuadro para crear polígonos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.55: Cuadro para crear polígonos.

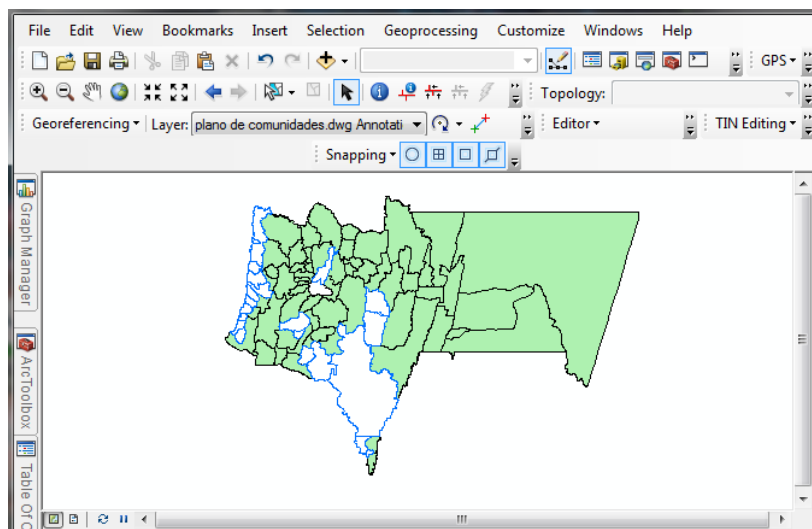
Cuadro completado según lo descrito en cuadro de la figura Nro.: 6.54



Fuente: Elaboración propia.

La generación de polígonos que representan las comunidades no se completó para todas por lo que se busca una manera de que todas sean elemento polígono.

Figura Nro.6.56: Vista de polígonos generados.



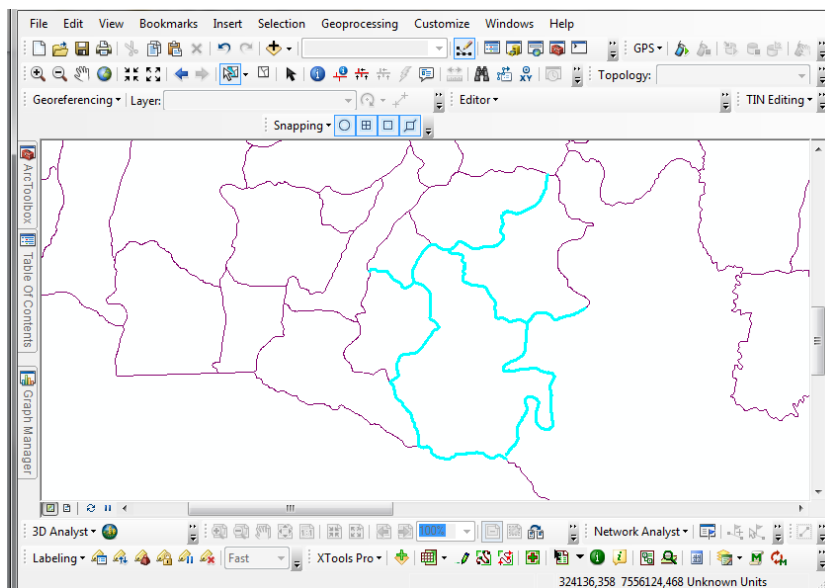
Fuente: Elaboración propia.

Como no se pudo convertir todas las líneas a polígonos se debe buscar otra manera de obtener polígonos.

A modo de ejemplo para convertir de líneas a polígonos se trabajara con la comunidad de La Merced. El mismo procedimiento se aplicara al resto de las comunidades que faltan convertir al tipo polígono.

1) Selección de las líneas que encierran la comunidad de LA MERCED, en la capa PLANO_EXPORTADO.

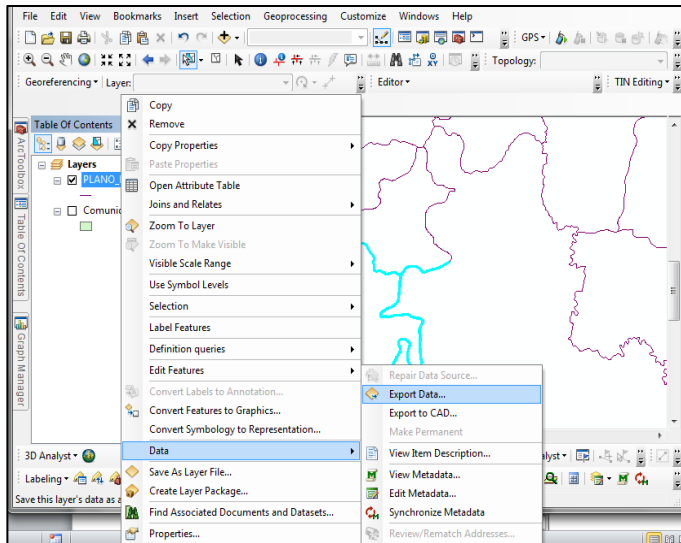
Figura Nro.6.57: Selección de líneas que delimitan la comunidad.



Fuente: Elaboración propia.

2) Exportar la selección a un archivo shape que se llamará LA MERCED.

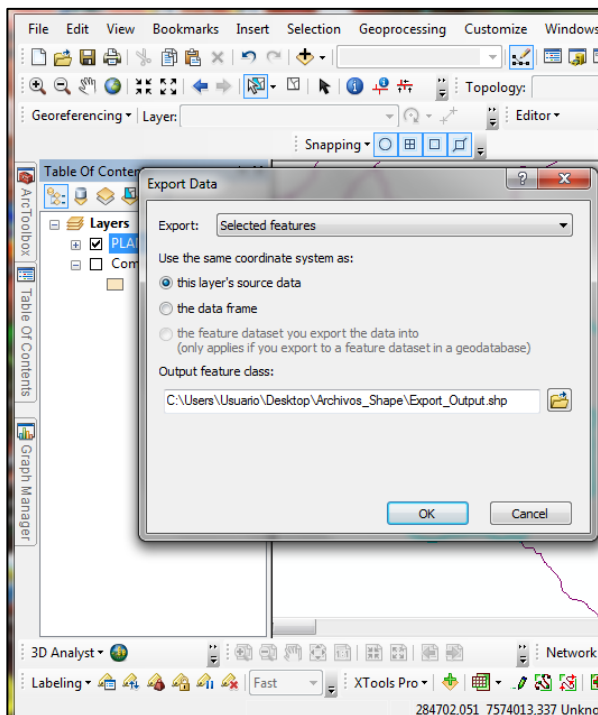
Figura Nro.6.58: Exportación de la selección de líneas.



Con el puntero del mouse cerca de la capa **PLANO_EXPORTADO** y realizando un clic en el botón derecho del mouse se despliega el cuadro de diálogo en el que se elige la opción **Data**, a su vez se desplegará un cuadro en el que se desplegará la opción **Export Data**.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.59: Exportación de la selección de líneas.

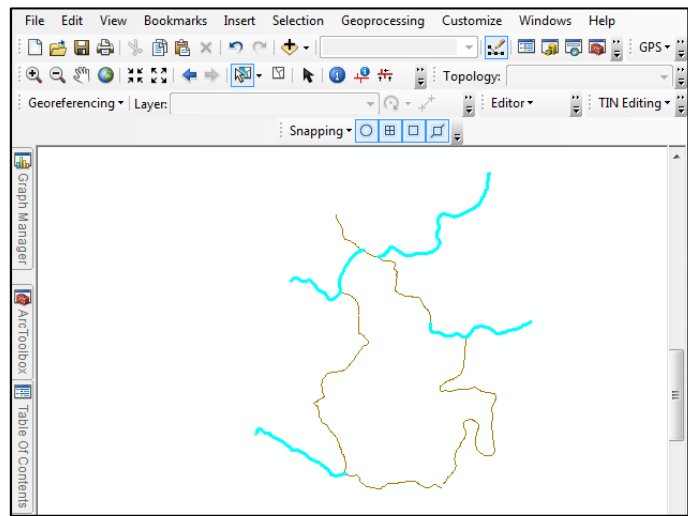


Clickeado en la opción **Export Data**. Se presenta el cuadro en el que se debe elegir donde se guardará los datos exportados. Para el caso se guardará en la carpeta “Archivos_Shape” con el nombre de LA_MERCED.

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se visualiza la comunidad de LA_MERCED que está delimitada por líneas discontinuas, lo que realizaremos es unir estas líneas de manera que se obtenga una línea continua que encierre la comunidad para luego convertirla a polígono. Las líneas seleccionadas se deben cortar con la herramienta Split Tool.

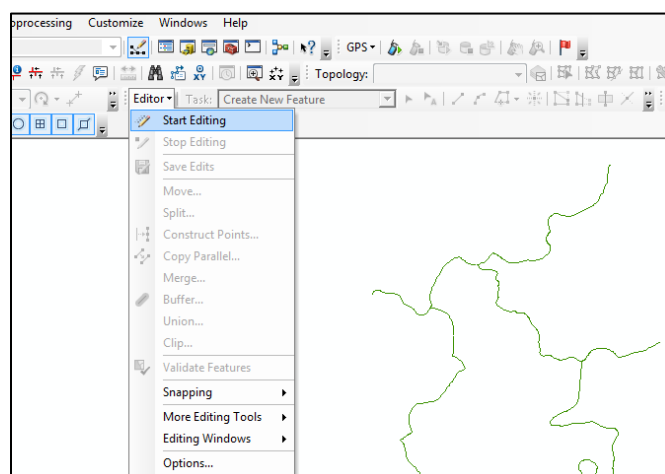
Figura Nro.6.60: Vista de líneas a cortar.



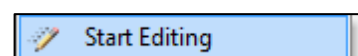
Fuente: Elaboración propia.

3) Realizando la edición de estas líneas

Figura Nro.6.61: Iniciando la edición.

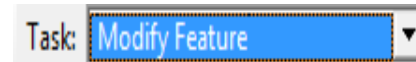
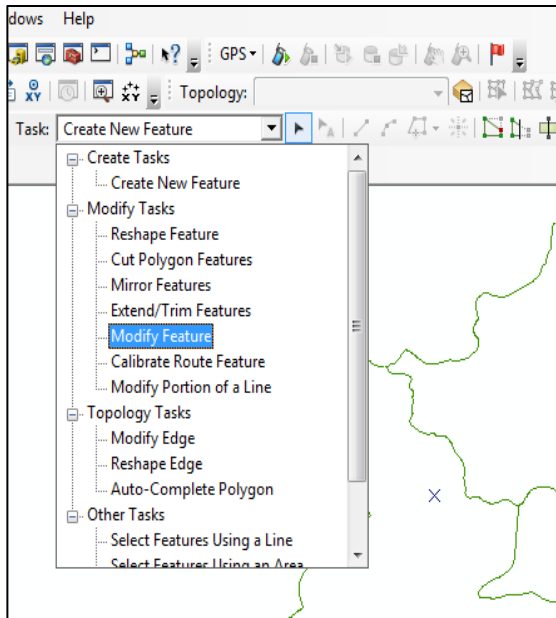


Fuente: Elaboración propia.



En la barra de herramientas realizamos un clic en el botón **Editor**, de este se desplegará un cuadro en el que se elegirá la opción **Start Editing** (iniciar edición).

Figura Nro.6.62: Vista de Task.

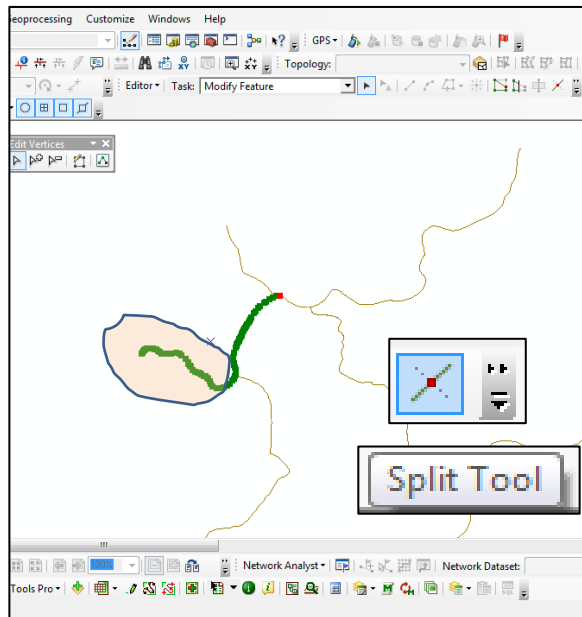


En la barra de herramientas en **Task** (tarea) elegir **Modify Feature** (modificar entidad).

De este modo vamos a poder modificar las líneas.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.63: Línea a cortar con Split Tool.

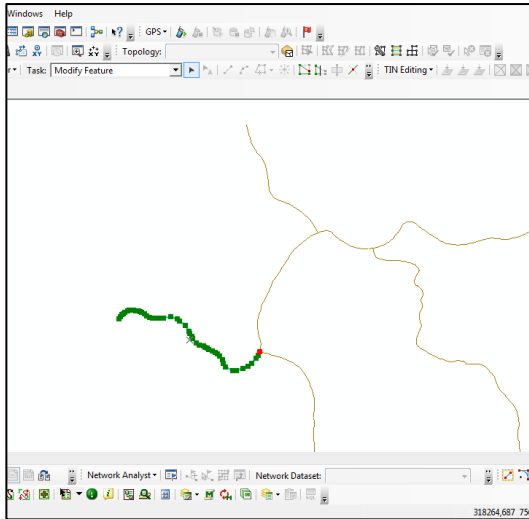


Se ha encerrado mediante un círculo parte de la línea que debe ser cortada y removida, ya que solo es una parte de la misma que delimita la comunidad de LA MERCED.

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta “**Split Tool**” permite cortar la línea que debe ser previamente seleccionada para su edición.

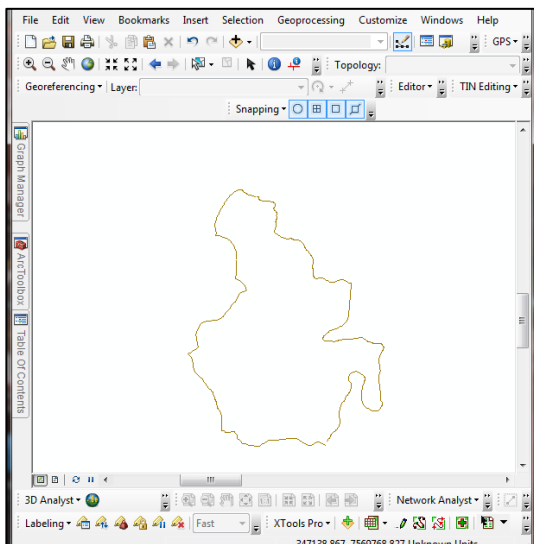
Figura Nro.6.64: Línea que se removerá luego de aplicar Split Tool.



La línea que se extiende más allá de la intersección queda apartada debido a la aplicación de **Split Tool**, se elimina con la tecla Suprimir del teclado de la computadora y se visualiza en la figura Nro.:6.64.

Fuente: Elaboración propia.

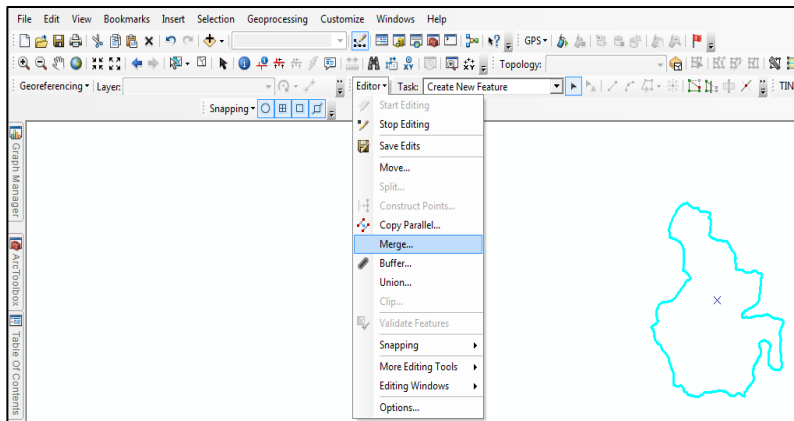
Figura Nro.6.65: Vista de comunidad encerrada por líneas discontinuas.



Siguiendo los pasos explicados se logra encerrar las comunidades por líneas, las cuales no son continuas. Para obtener una sola línea continua se debe seleccionar todas las líneas luego ir a la barra de herramientas y clicar sobre el botón **Editor**.

Fuente: Elaboración propia.

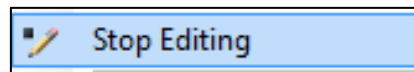
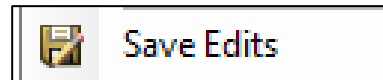
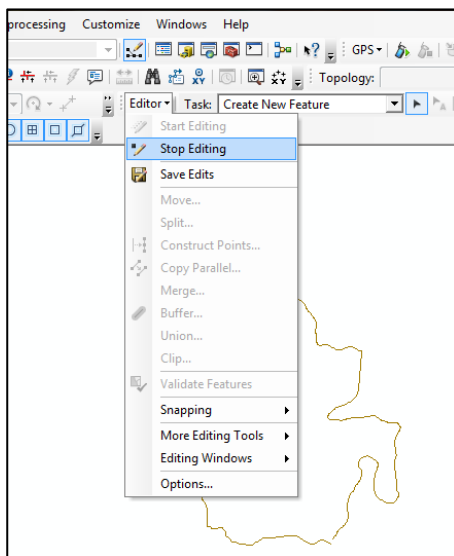
Figura Nro.6.66: Selección de líneas para aplicar merge.



Fuente: Elaboración propia.

En la barra de herramientas con un clic en el botón **Editor** se despliega el cuadro de opciones en que se elegirá **Merge** para unir todas las líneas discontinuas y de ese modo obtener una sola línea que delimite la comunidad.

Figura Nro.6.67: Finalizando edición.



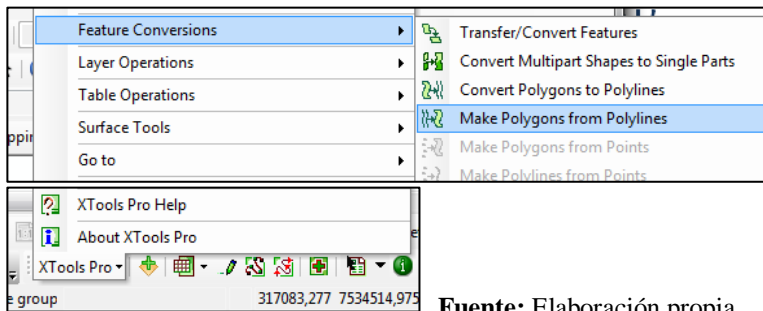
Fuente: Elaboración propia.

Una vez unido estas líneas discontinuas, en el botón **Editor** de la barra de herramientas, seleccionar la opción **Save Edits** para guardar lo editados luego clic en **Stop Editing** para finalizar la edición.

Conversión de línea a polígono

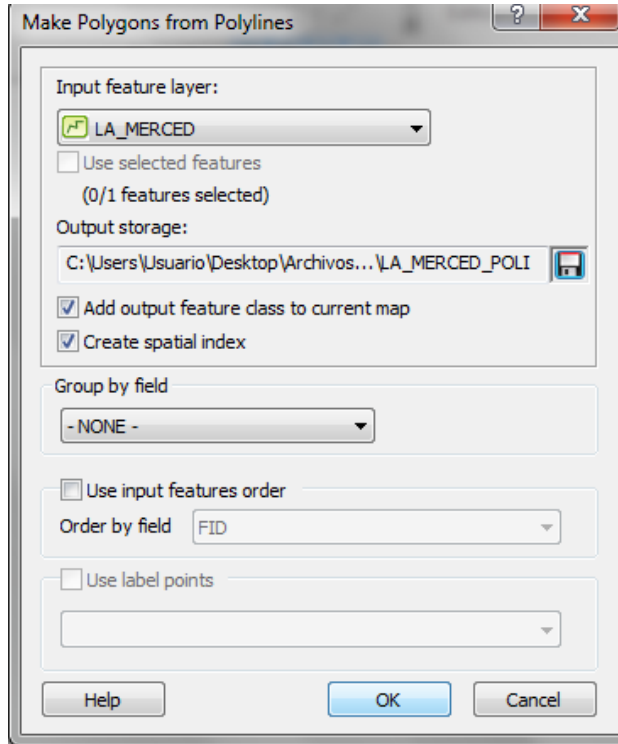
Para la conversión de líneas a polígonos se utilizara opciones de la extensión **XTool Pro**, seleccionándose en el cuadro desplegable como se muestra en la figura Nro.: 6.68. En la misma elegir **“Feature Conversions”** (conversión de entidad) y seguido la opción de **“Make Polygons from Polylines”** (hacer polígonos desde políneas).

Figura Nro.6.68: XTool Pro.



Fuente: Elaboración propia.

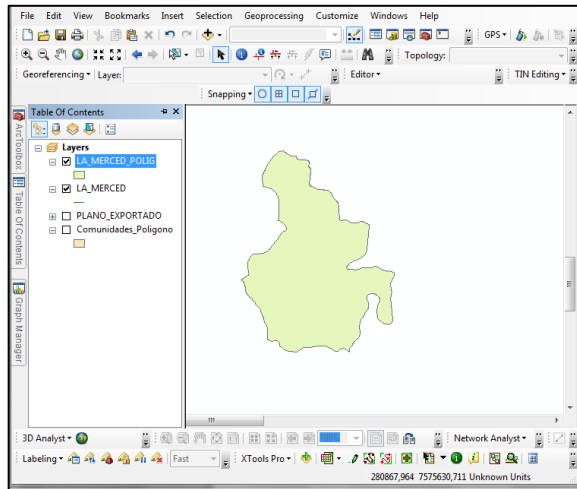
Figura Nro.6.69: Conversión de línea a polígono.



En el cuadro se coloca la dirección donde se guardará el nuevo archivo y el nombre que tendrá este.

Fuente: Elaboración propia.

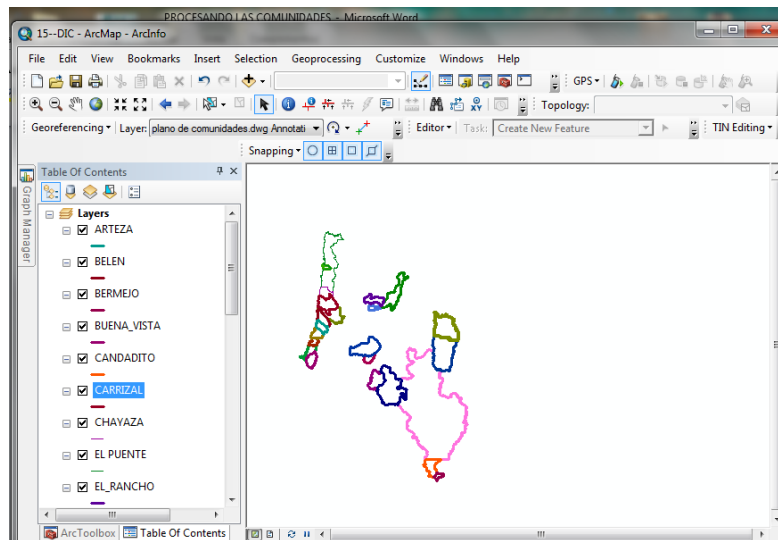
Figura Nro.6.70: Vista de la comunidad La Merced como polígono.



Una vez que se da una dirección donde se guardara y un nombre al archivo, se puede visualizar en la interfaz de ArcMap como una capa.

Fuente: Elaboración propia.

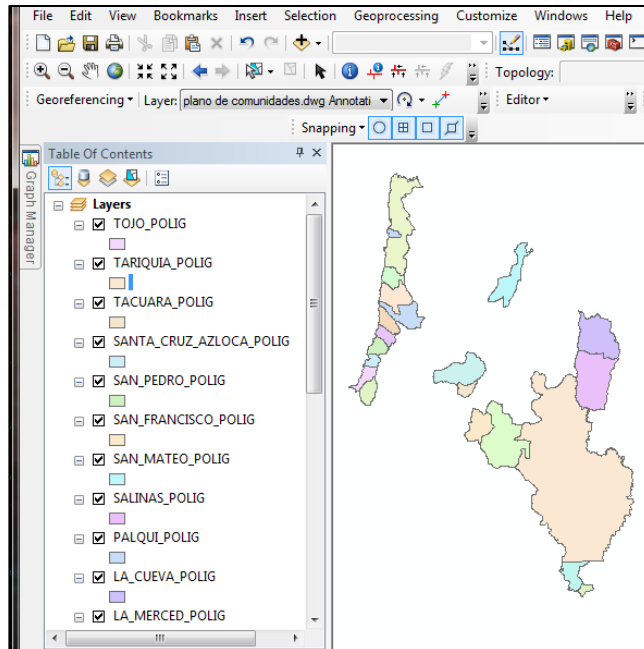
Figura Nro.6.71: Líneas a convertir a polígonos.



Vista de líneas continuas que delimitan las comunidades del departamento de Tarija.

Fuente: Elaboración propia.

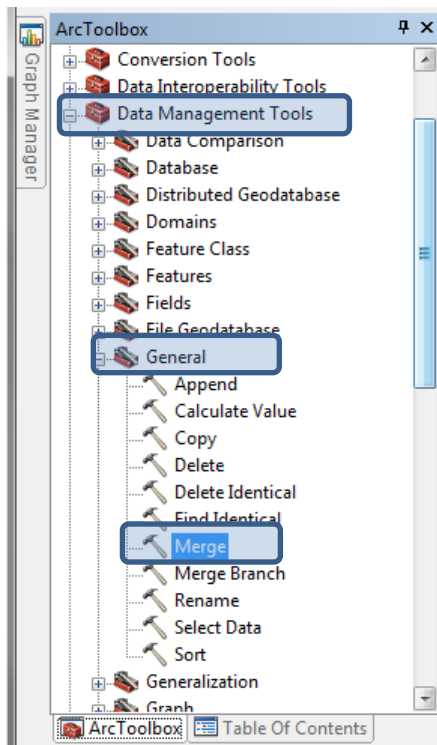
Figura Nro.6.72: Polígonos.



La figura Nro.: 6.72 muestra los polígonos que se generaron siguiendo los pasos como se explicó anteriormente para la comunidad de La Merced

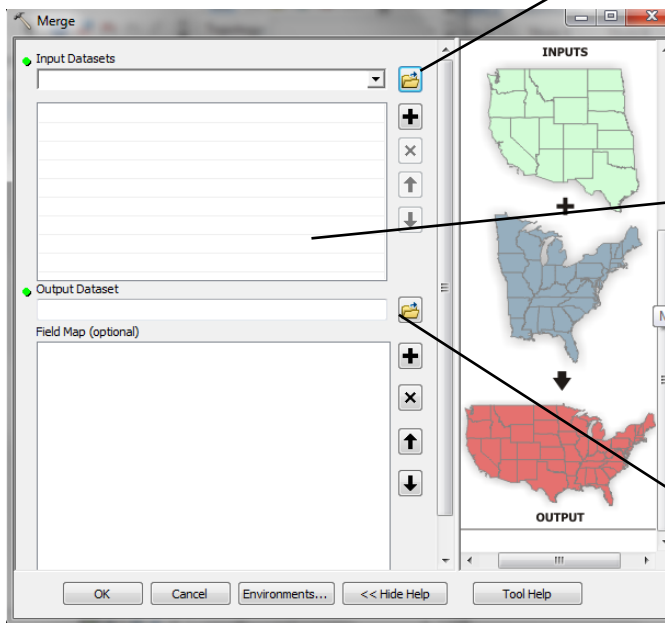
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.73: ArcToolbox.



Se unirá mediante la función **merge**, que se halla en **Arctoolbox**, toda las capas que se generaron para representar a las comunidades como polígonos, en una sola capa de tipo polígono.

Figura Nro.6.74: Cuadro Merge.



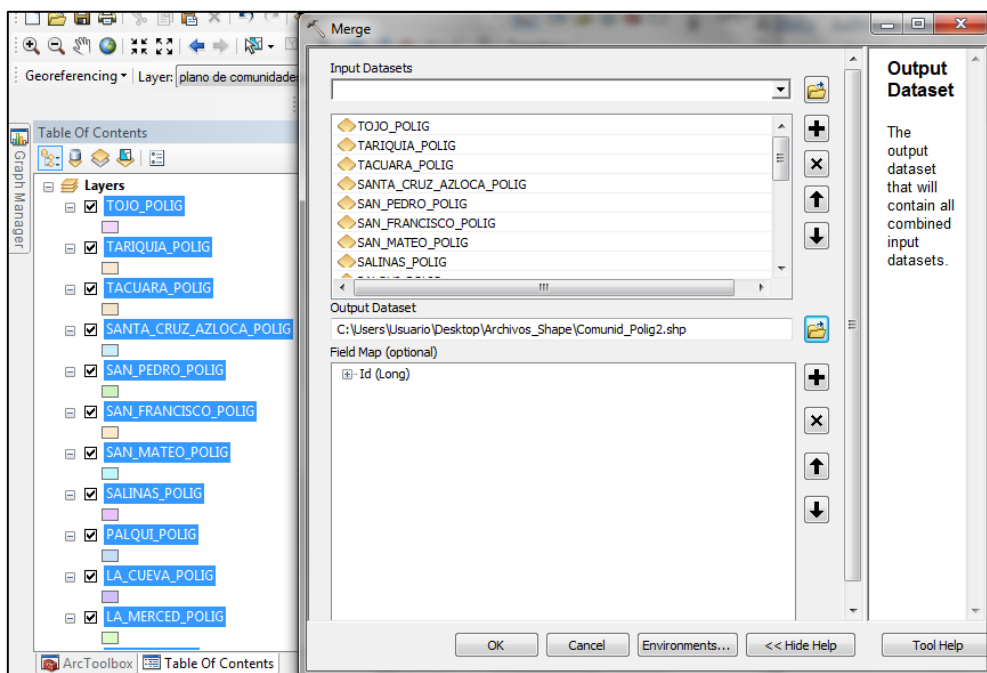
Aquí debe buscar las capas que desea reunir en una sola capa.

Este espacio es donde se visualiza las capas que se reunirán en una sola capa.

Aquí debe colocarse la dirección donde se desea guardar el archivo generado.

Fuente: Elaboración propia.

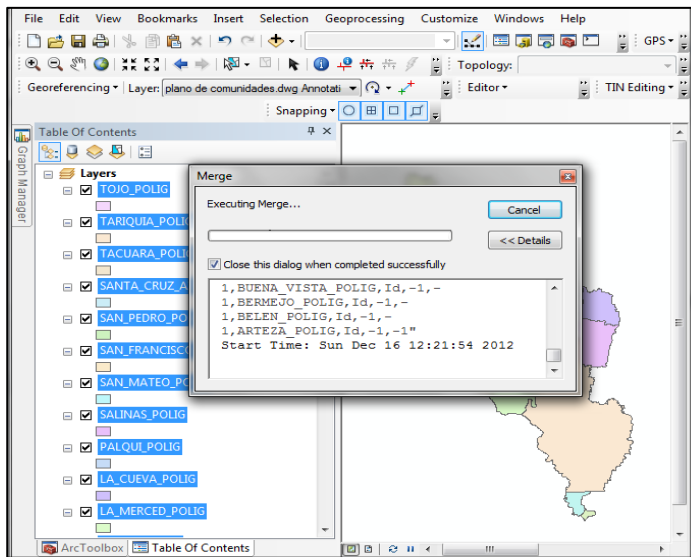
Figura Nro.6.75: Cuadro Merge.



Fuente: Elaboración propia.

En el marco de datos las capas temáticas se hallan seleccionadas, estas se arrastran hacia el cuadro donde se visualizan las capas que se quiere reunir en una sola capa.

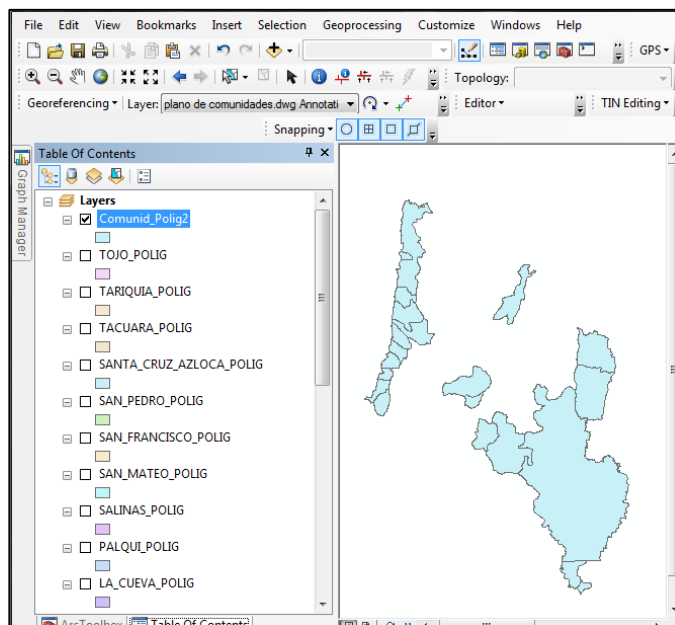
Figura Nro.6.76: Ejecutando Merge.



El proceso de **merge** se puede observar en el cuadro de la figura Nro.: 6.76. Esto se inicia una vez que se halla dado un “OK” en el cuadro de la figura anterior.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.77: Reunión de polígonos, que representan comunidades.

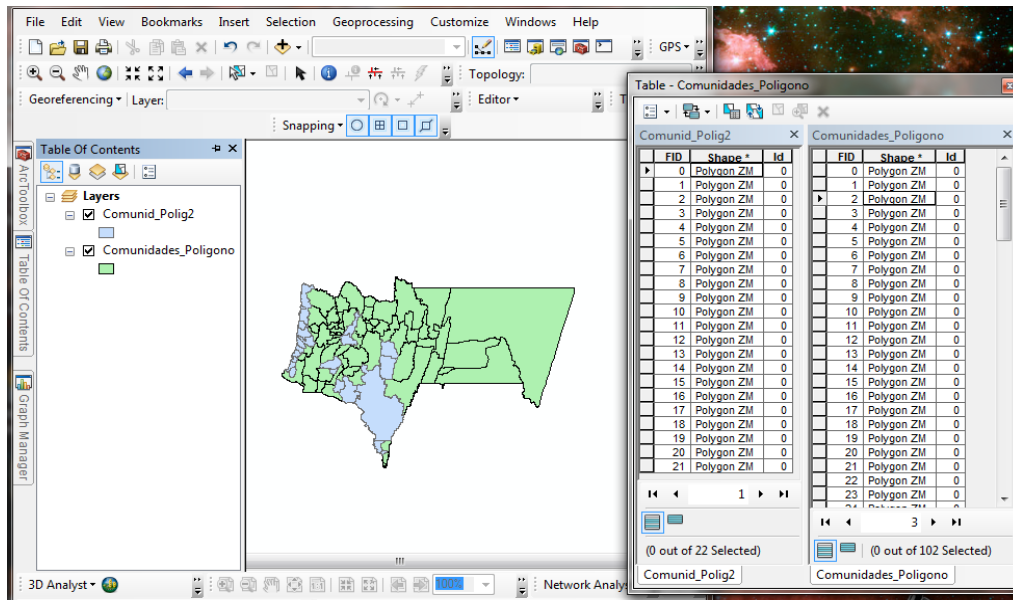


La capa que se visualizara en la interfaz de ArcMap lleva el nombre de “Comunid_Polig2”

De manera se logra reunir las comunidades en una sola capa.

Fuente: Elaboración propia.

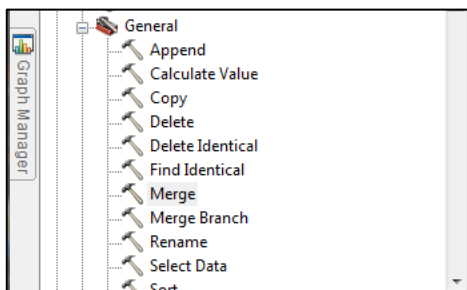
Figura Nro.6.78: Elemento polígono representa comunidades.



Fuente: Elaboración propia.

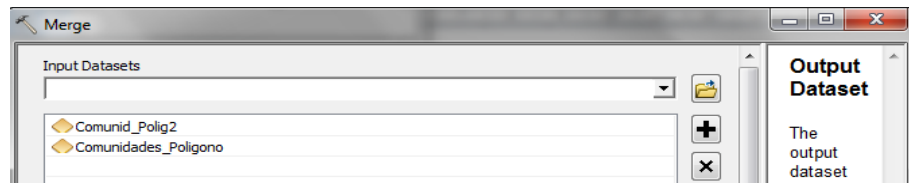
En el marco de datos en ArcMap se tiene dos capas “Comunid_Polig2” y “Comunidades_Poligono”, ver figura Nro. 6.78, estos deben reunirse en una sola capa que se llamara “Comunidades_Tarija”. Para ello se utilizara nuevamente las herramientas de Arctoolbox.

Figura Nro.6.79: ArcToolbox.



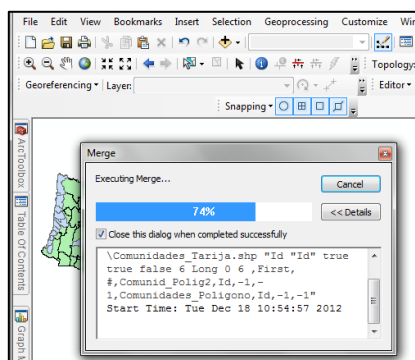
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.80: Cuadro Merge.



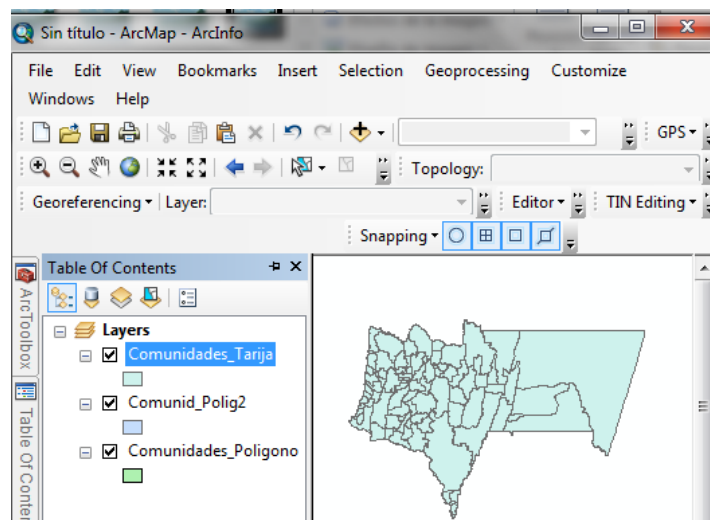
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.81: Ejecutando Merge.



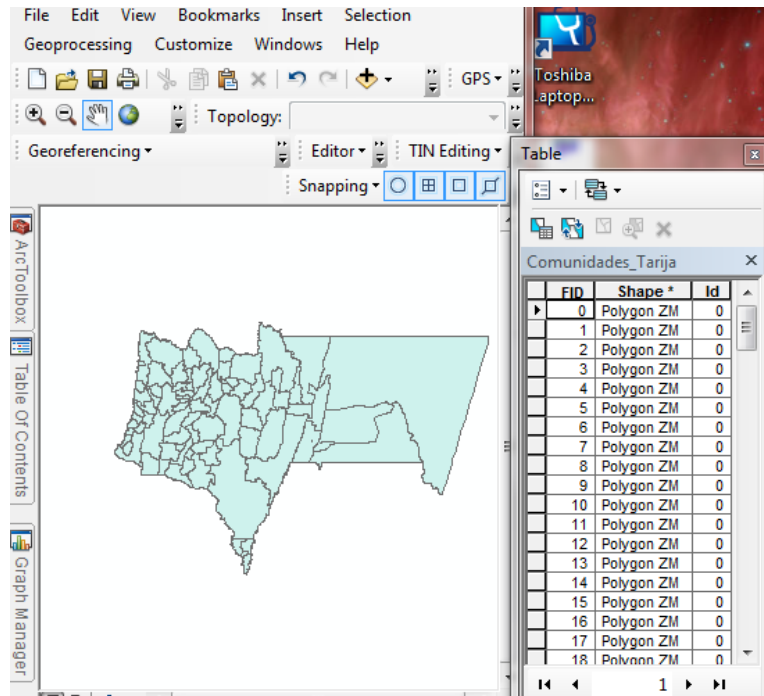
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.82: Una capa de comunidades como elemento polígono.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.83: Vista de Comunidades y su tabla de atributos.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se genera una capa donde se reunieron todas las comunidades, se debe agregar un campo en la tabla de atributos de “Comunidades_Tarija”, con el nombre de “COMUNIDAD”. En esta se colocará el nombre correspondiente de cada comunidad.

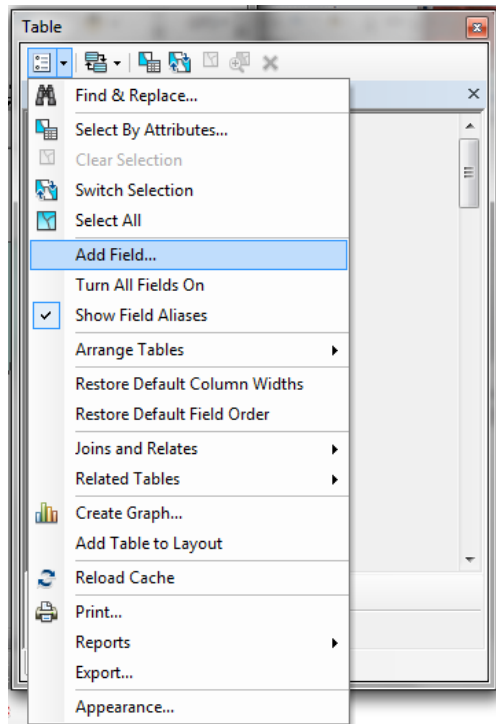
Figura Nro.6.84: Elemento polígono representa comunidades.



Fuente: Elaboración propia.

En este icono que es la tabla de opciones, seleccionaremos la opción que permite agregar un campo para el llenado de los nombres de cada comunidad.

Figura Nro.6.85: Opción “Add Field” (añadir campo).



“Add Field” es la opción que permite agregar una columna en el que completaremos los nombres de cada comunidad.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.86: Cuadro “Add Field” (añadir campo).

 A screenshot of the 'Add Field' dialog box. The dialog has a title bar with a question mark and a close button. It contains the following fields:

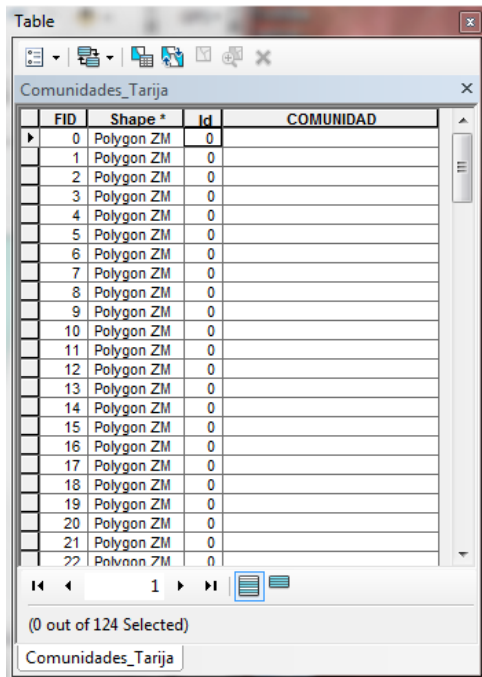
- Name:** A text input field containing the word 'COMUNIDAD'.
- Type:** A dropdown menu currently set to 'Text'.
- Field Properties:** A section containing a 'Length' input field with the value '50'.

 At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Al elegir la “Add Field” e l cuadro que le sigue es la que se muestra en la figura Nro. 6.87. En ésta se coloca el nombre y el tipo que para el caso es Text .La longitud de caracteres (Lenth) de la misma será 50.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.87: Nuevo campo agregado en tabla de atributos.

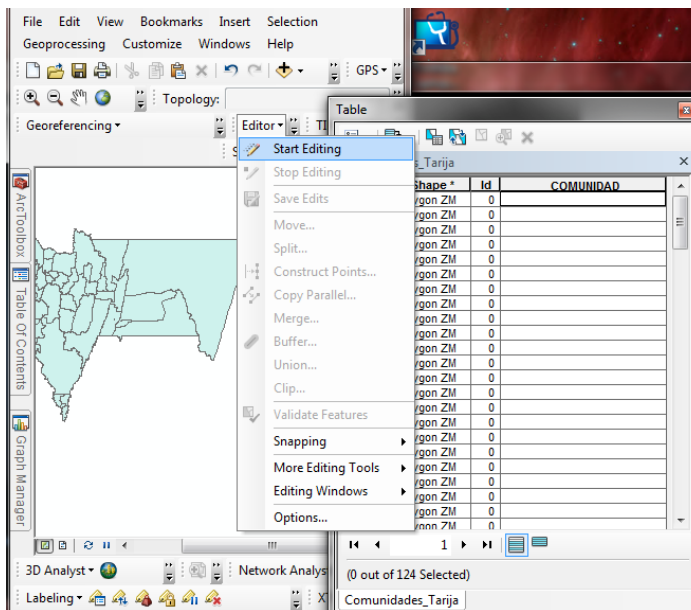


FID	Shape*	Id	COMUNIDAD
0	Polygon ZM	0	
1	Polygon ZM	0	
2	Polygon ZM	0	
3	Polygon ZM	0	
4	Polygon ZM	0	
5	Polygon ZM	0	
6	Polygon ZM	0	
7	Polygon ZM	0	
8	Polygon ZM	0	
9	Polygon ZM	0	
10	Polygon ZM	0	
11	Polygon ZM	0	
12	Polygon ZM	0	
13	Polygon ZM	0	
14	Polygon ZM	0	
15	Polygon ZM	0	
16	Polygon ZM	0	
17	Polygon ZM	0	
18	Polygon ZM	0	
19	Polygon ZM	0	
20	Polygon ZM	0	
21	Polygon ZM	0	
22	Polygon ZM	0	

En la tabla de atributos se agrega la columna COMUNIDAD como se puede observar en la figura.

Fuente: Elaboración propia.

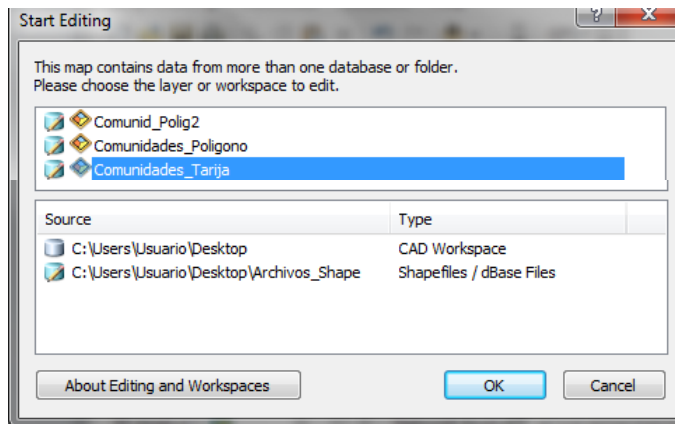
Figura Nro.6.88: Opción “Editor”



En la barra de herramientas en el botón **editor** se selecciona la opción **Start Editing** para poder iniciar la edición, que consistirá en llenar con nombres de cada comunidad en el campo COMUNIDAD.

Fuente: Elaboración propia.

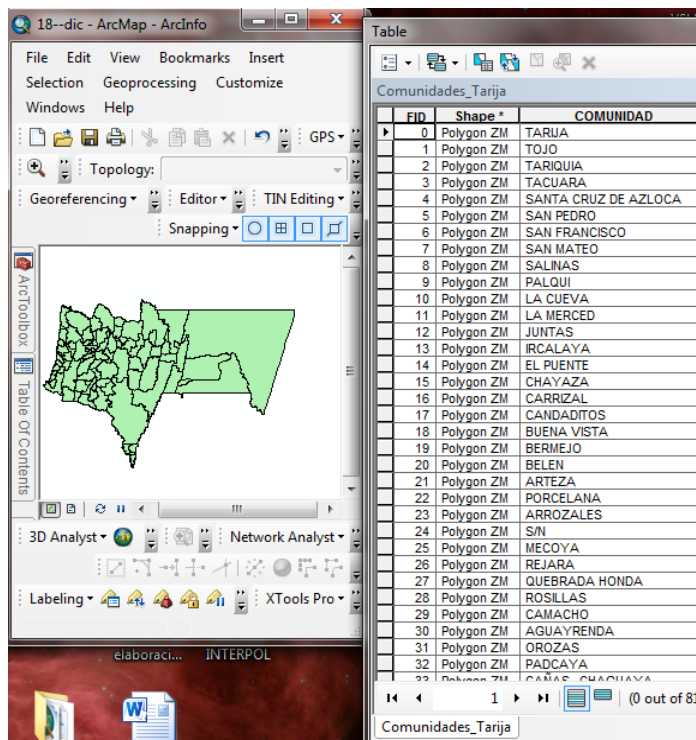
Figura Nro.6.89: Cuadro para seleccionar la capa a editar.



Seguidamente se despliega un cuadro de **Start Editing** en ella elegimos la capa Comunidad_Tarija ya que es en ella donde agregaremos los nombres de la comunidad.

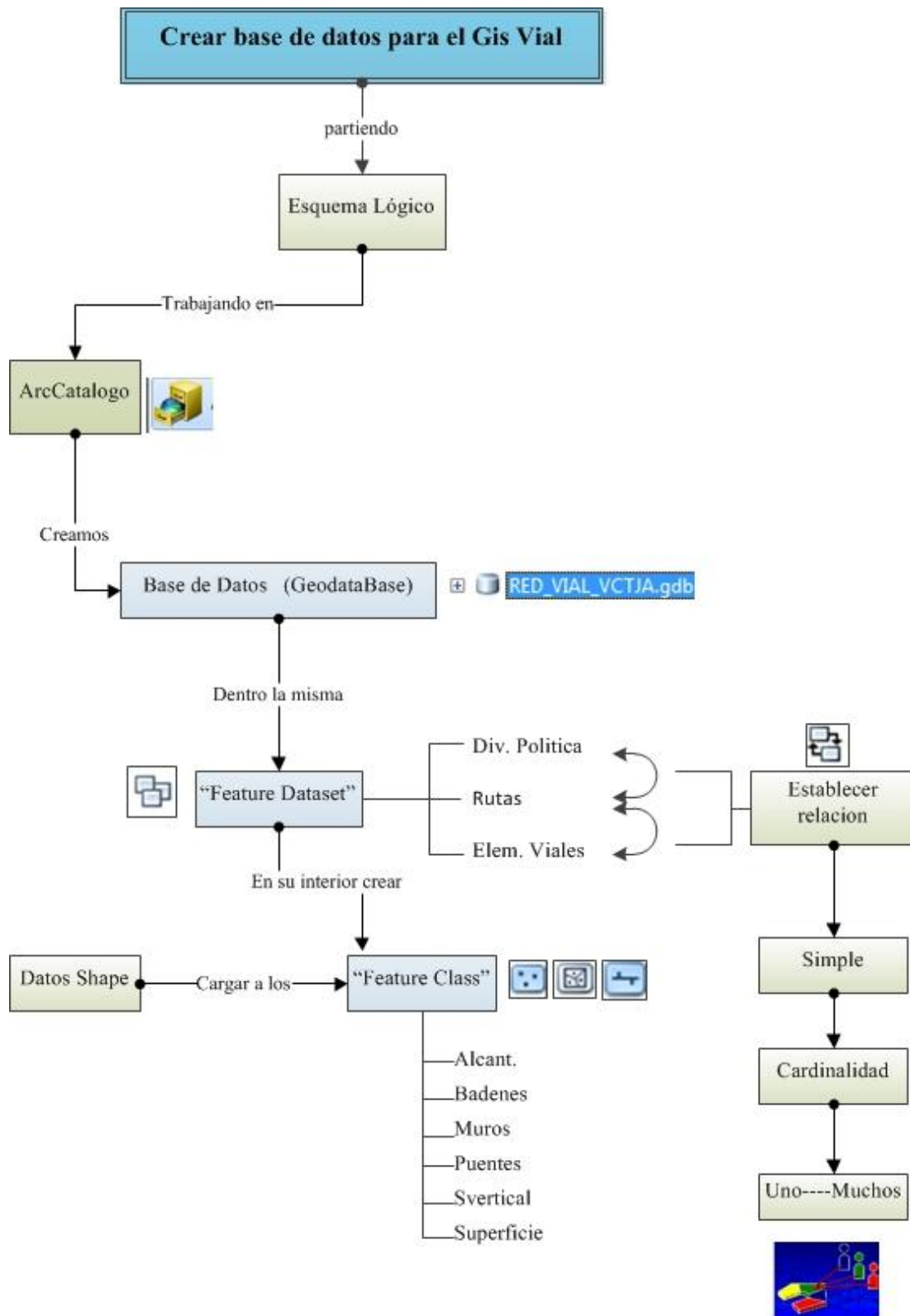
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.90: Nombre de comunidades en tabla de atributos.



Visualización de la tabla de atributos con los nombres de cada comunidad.

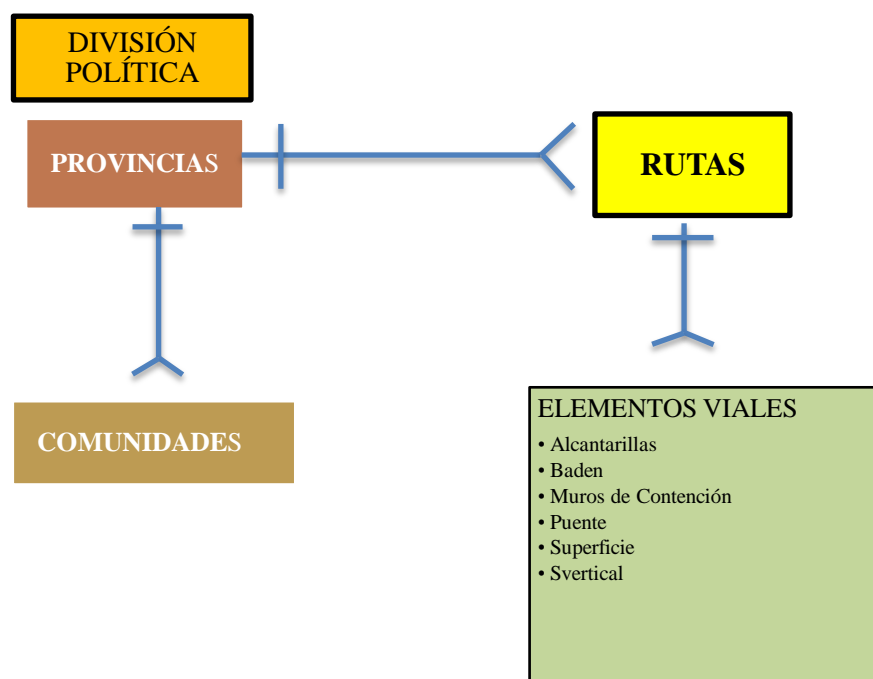
Fuente: Elaboración propia.



6.2.6. Elaboración de una base de datos cuyo contenido será la información atributiva de los elementos viales.

A partir del esquema conceptual descrito en párrafos anteriores de este capítulo realizaremos el esquema lógico en base a la cual se construirá la estructura de nuestra base de datos (Geodatabase).

Figura Nro.6.91: Esquema Lógico.

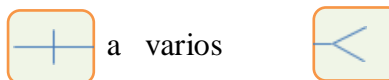


Fuente: Elaboración propia.

El símbolo que se dibuja a continuación es para establecer las relaciones entre las temáticas para la base de datos:



Indica que la relación es de uno



La interpretación para nuestro esquema lógico sería la siguiente:

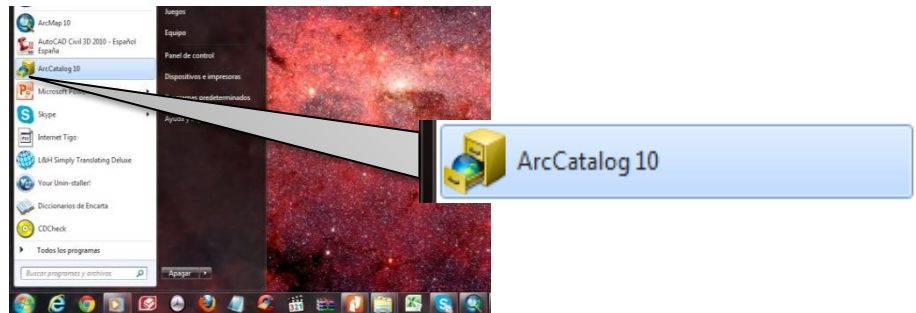
- Una ruta puede tener varios elementos viales.
- Por una provincia pueden pasar varias rutas de la red vial.
- Una provincia se constituye por varias comunidades.

La estructura de la base de datos será la siguiente:

- Features Class
- Feature Dataset

Para construir la base de datos del GIS Vial, se abrirá **ArcCatalogo** desde el menú inicio de Windows, “clickeando” su icono.

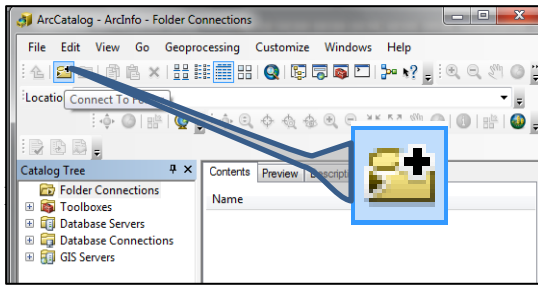
Figura Nro.6.92: Icono ArcCatalogo



Fuente: Elaboración propia

En **ArcCatalogo** se creará la base de datos (geodatabase) con el nombre de **RED_VIAL_VCTJA**. Dentro del cual se crearán “**Feature Dataset**” (dataset de entidad) con los nombres de **DIVISION_POLITICA**, **ELEMENTOS_VIALES** y **RUTAS** en estos se almacenarán “**Feature class**” (clase de entidad) que se crearán para guardar la información, de acuerdo al esquema conceptual y lógico, las capas temáticas de las provincias, comunidades, alcantarillas y también rutas.

Figura Nro.6.93: ArcCatalogo.



Fuente: Elaboración propia


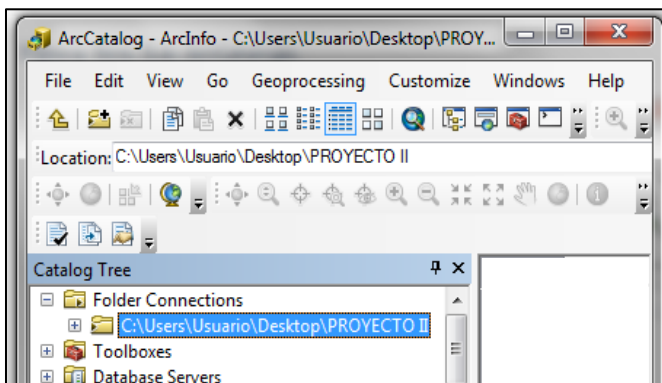
Ingresaremos a la carpeta PROYECTO II que se halla en el escritorio mediante el icono “Connect Folder” (conectar archivo). 

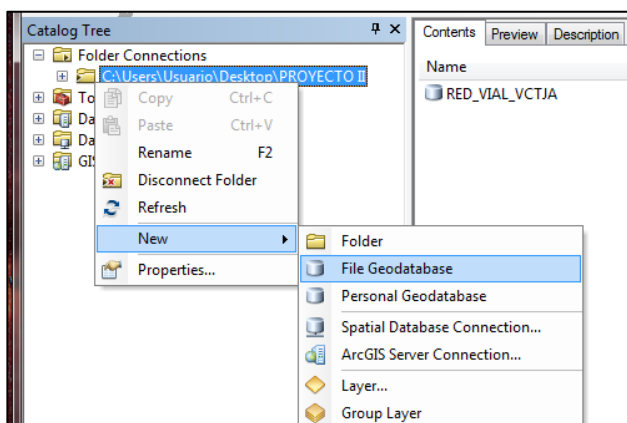
Figura Nro.6.94: ArcCatalogo.



Fuente: Elaboración propia

En la carpeta PROYECTO II se tendrá la base de datos.

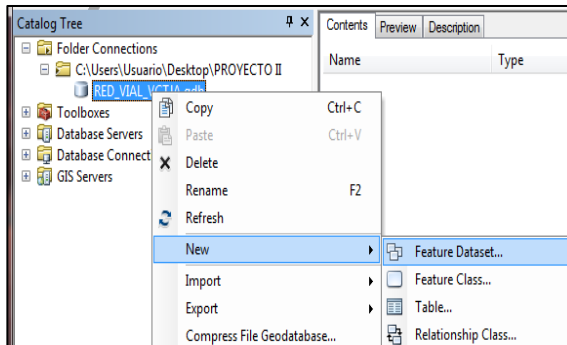
Figura Nro.6.95: Creación de Geodatabase (base de datos)



Fuente: Elaboración propia.

Con un “clic” en el boton derecho del mouse se activa el cuadro donde se elige la opcion “New” . Lo siguiente es elegir “File Geodatabase” , modelo en el que se almacenara la informacion espacial. El nombre de la base de datos será “RED_VIAL_VCTJA”.

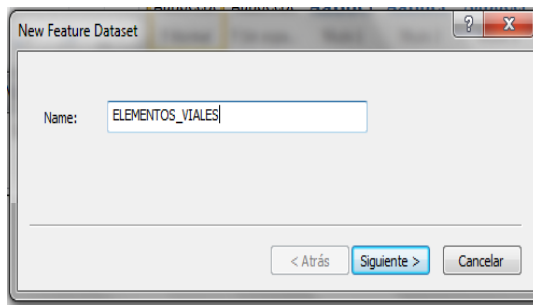
Figura Nro.6.96: Creación Feature dataset.



Fuente: Elaboración propia

En las base de datos “RED_VIAL_VCTJA” se crean feature dataset para “DIVISION_POLITICA”, “ELEMENTOS_VIALES” y “RUTAS”.

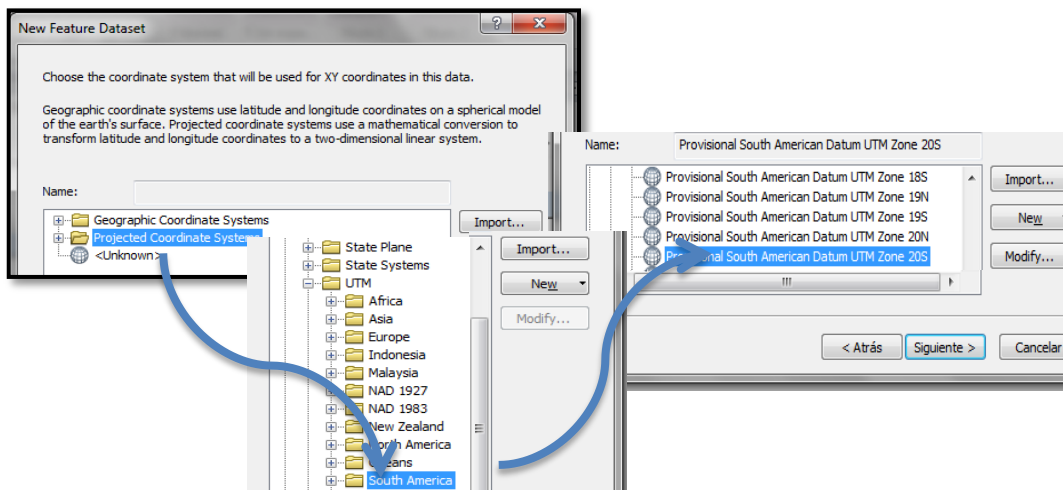
Figura Nro.6.97: Nombre del Feature Dataset



En el cuadro “new feature dataset” que se presenta escribimos el nombre “ELEMENTOS_VIALES” dentro del mismo se crearán feature class para almacenar datos de los archivos shape.

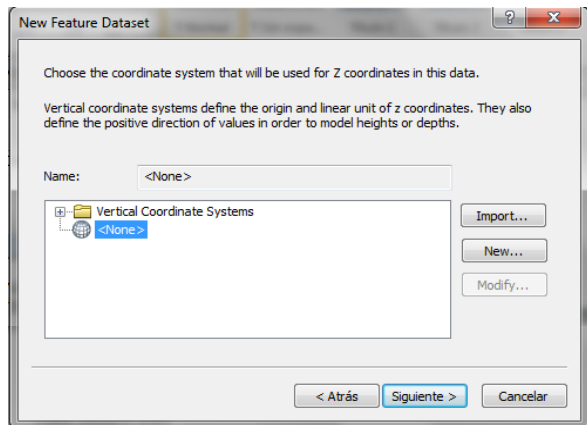
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.6.98: Elección del Sistema de Proyección.



Fuente: Elaboración propia.

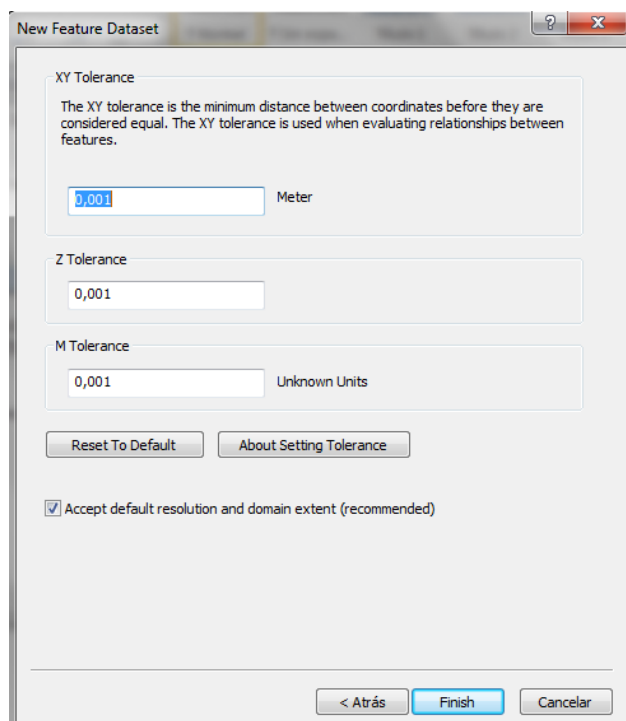
Figura Nro.6.99: Sistema de proyección



Dejamos el cuadro por defecto y seleccionamos “siguiete”.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.0: Tolerancia

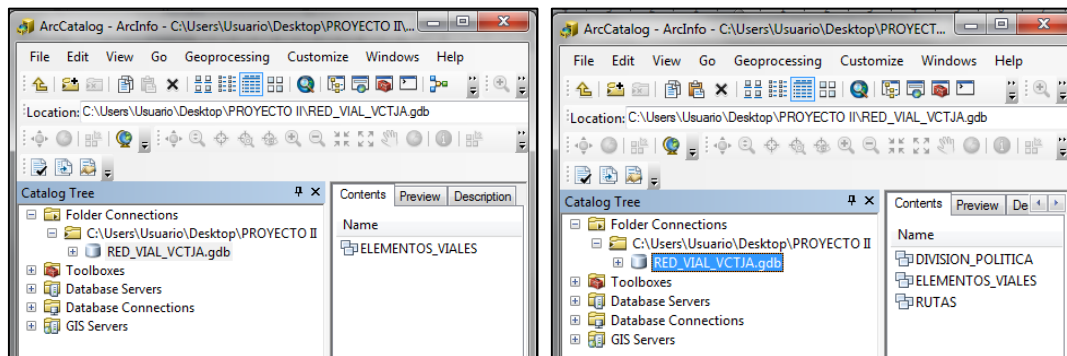


La tolerancia lo dejamos por defecto y cliqueamos “Finish” para terminar.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez creado el Feature Dataset (dataset de entidad) se visualizará el icono “ELEMENTOS_VIALES” en Contents (contenidos), pestaña de ArcCatalogo, los otros Feature Dataset se crean siguiendo el procedimiento que se acaba de explicar.

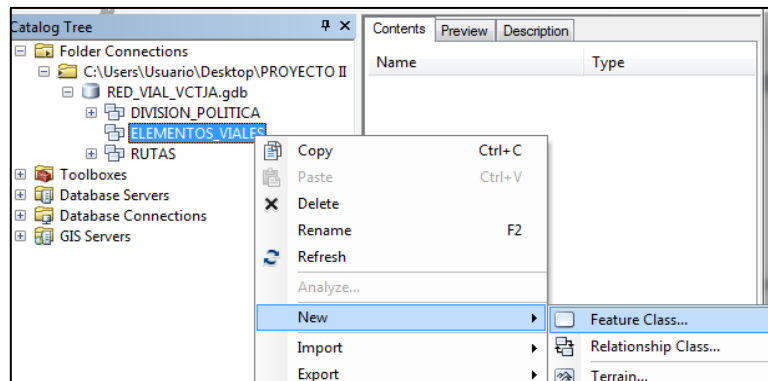
Figura Nro.7.1: Iconos de Feature Dataset.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora crearemos **“Feature Class”** (clase de entidad) empezando dentro de **“ELEMENTOS_VIALES”**, entidad creado anteriormente.

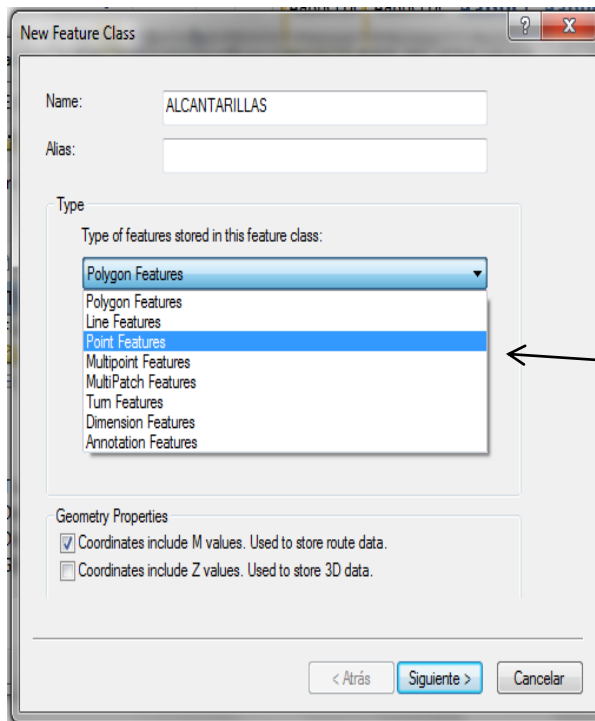
Figura Nro.7.2: Creación de un Feature Class



Fuente: Elaboración propia.

Como ejemplo, el nuevo feature class llevara el nombre **“ALCANTARILLAS”**. La información que guarde serán puntos.

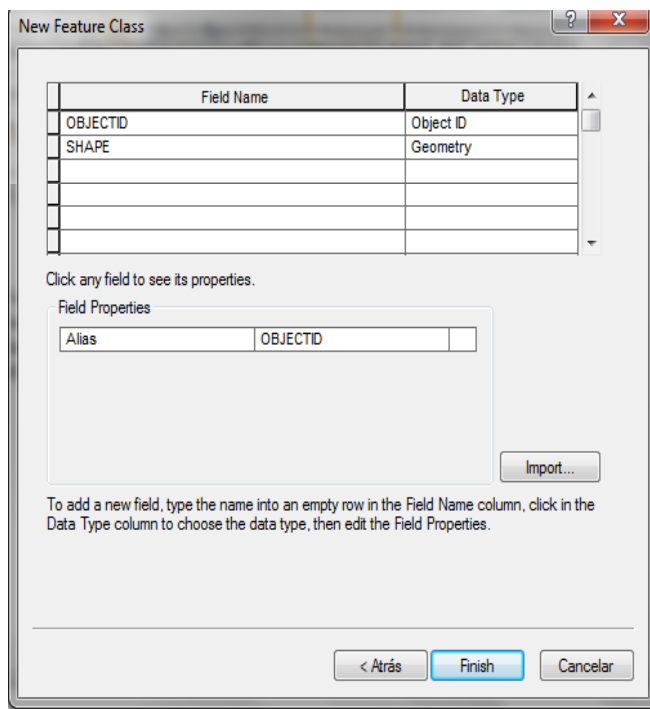
Figura Nro.7.3: New Feature Class.



Recordemos que estamos representando objetos del mundo real a través de elementos geométricos como el punto, línea y polígono. Es por ello que para este ejemplo corresponde elegir **“Point Feature”** (entidad punto). Si el elemento a representar fuera una línea entonces se elegiría **Line Feature** (entidad línea).

Fuente: Elaboración propia

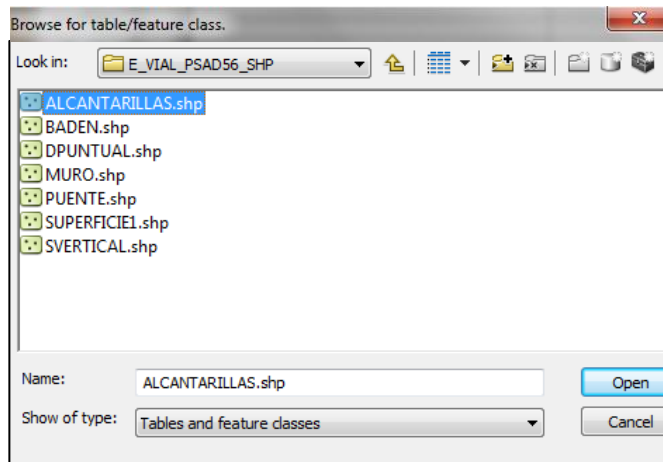
Figura Nro.7.4: Campos del New Feature Class.



Este cuadro debe completarse o importarse el formato de los campos que se desea visualizar en la tabla de atributos.

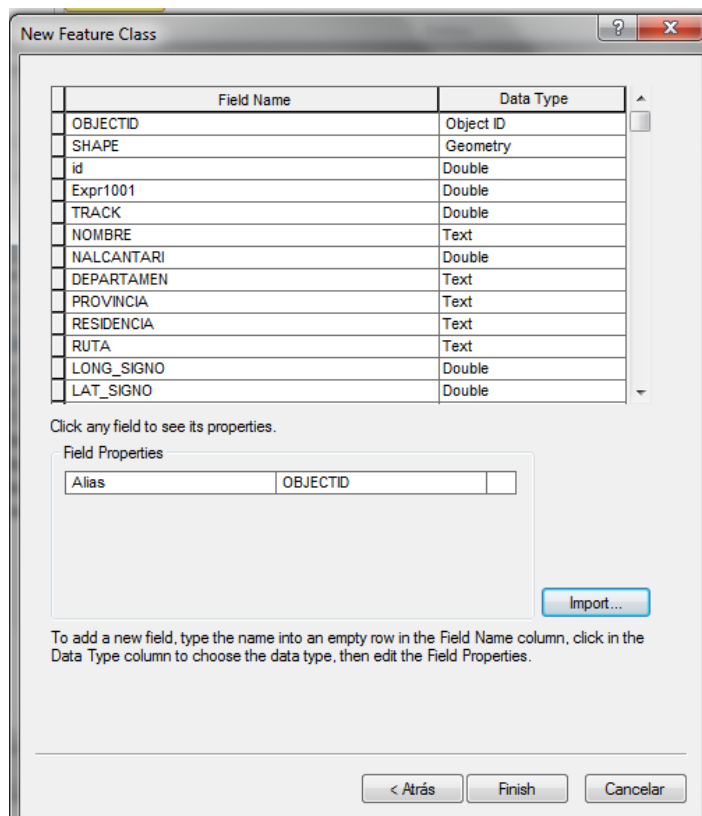
Para el ejemplo se importara el formato de los campos que tiene el shape de **“ALCANTARILLAS”**.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.5: Feature Class

El shape “ALCANTARILLAS” se lo encontrará en E_VIAL_PSAD56_SHP.

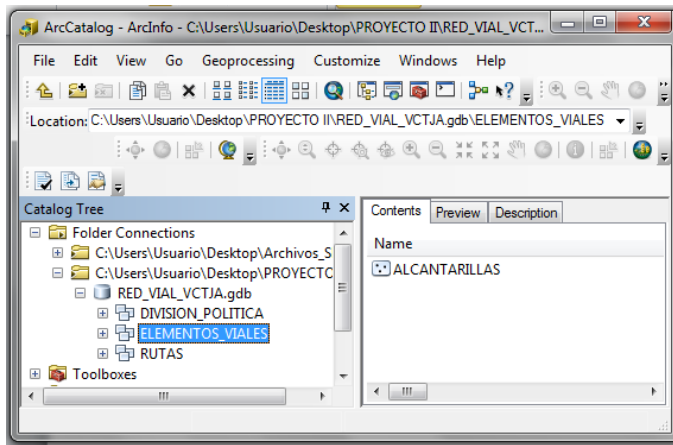
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.6: New Feature Class.

Vista de los nombres de los campos que se importaron desde el archivo shape para crear un feature class.

Fuente: Elaboración propia.

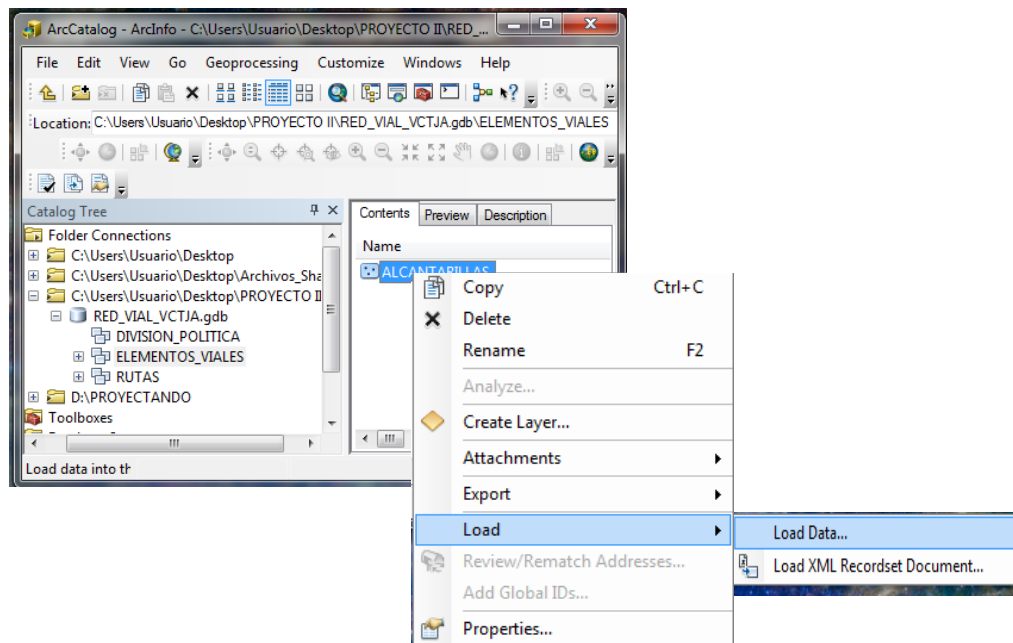
Figura Nro.7.7: Cargando el feature class.



“ALCANTARILLAS”
está vacía por lo que se
debe cargar de
información.

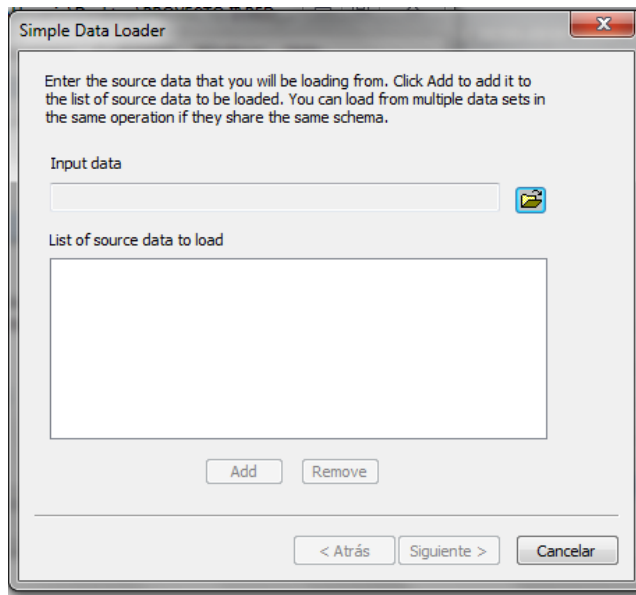
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.8: Cargando datos a la entidad ALCANTARILLAS



Fuente: Elaboración propia.

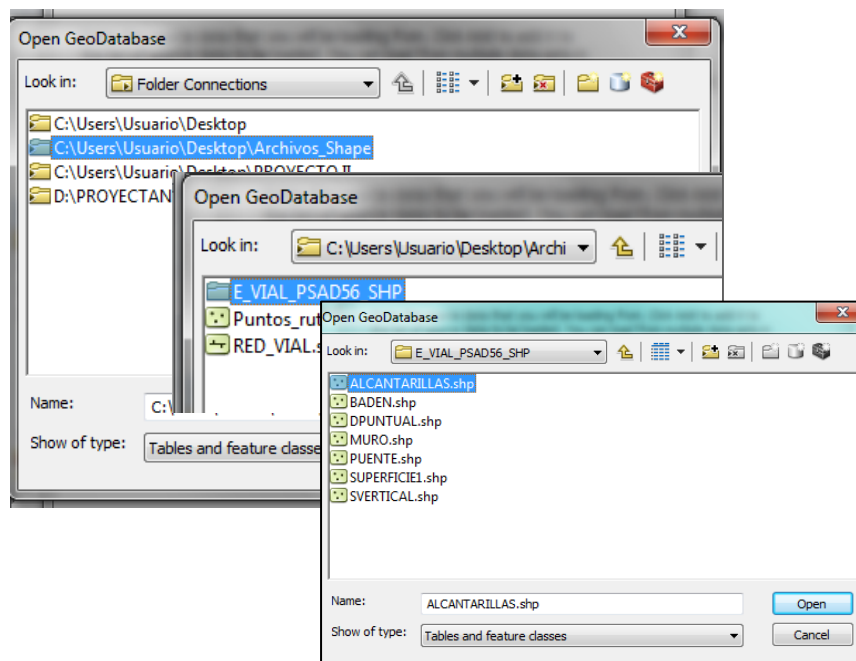
Figura Nro.7.9: Cuadro para adicionar información en el feature class.



El shape “ALCANTARILLAS” se debe adicionar en este cuadro así como se muestra en las siguientes figuras.

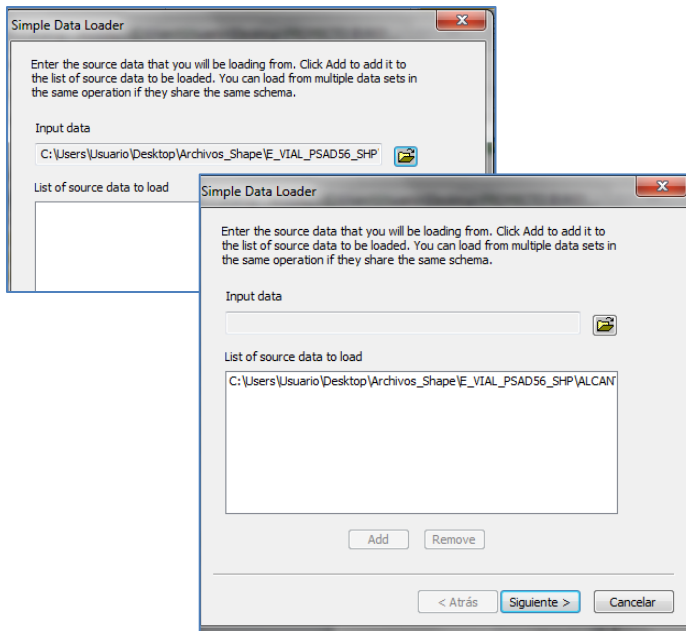
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.10: Archivo ALCANTARILLAS



Fuente: Elaboración propia.

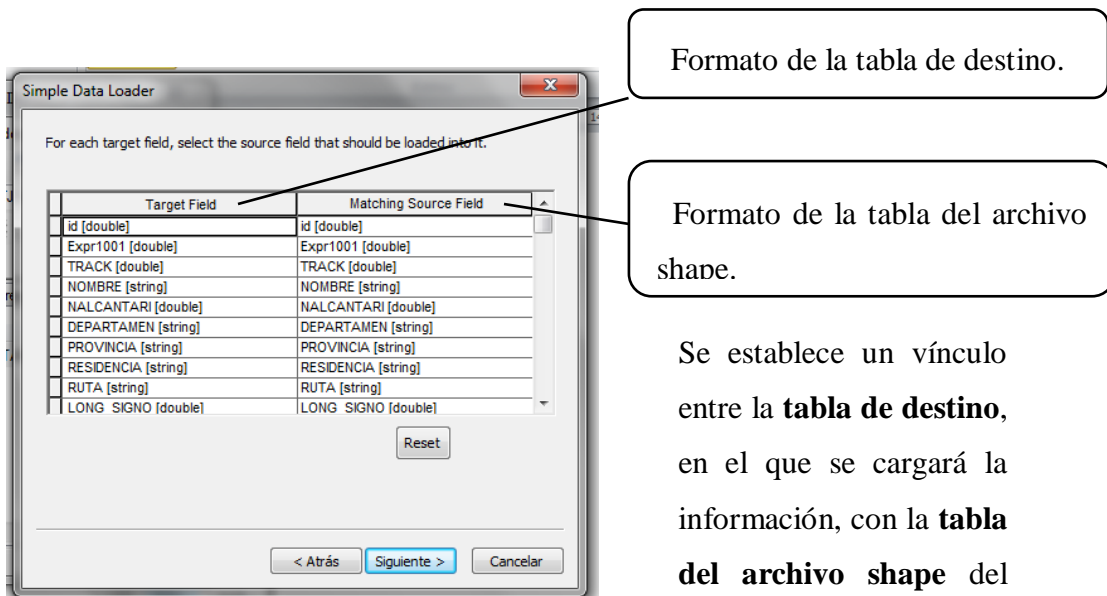
Figura Nro.7.11: Adicionando información a la lista



Luego de adicionar la información. Se visualiza en la lista del cuadro la dirección desde donde es agregada la misma.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.12: Vínculo entre tabla destino y tabla fuente.



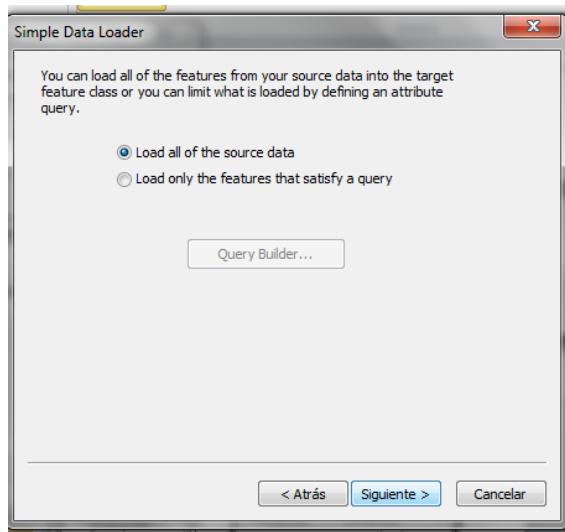
Formato de la tabla de destino.

Formato de la tabla del archivo shape.

Se establece un vínculo entre la **tabla de destino**, en el que se cargará la información, con la **tabla del archivo shape** del que se adicionará los datos.

Fuente: Elaboración propia.

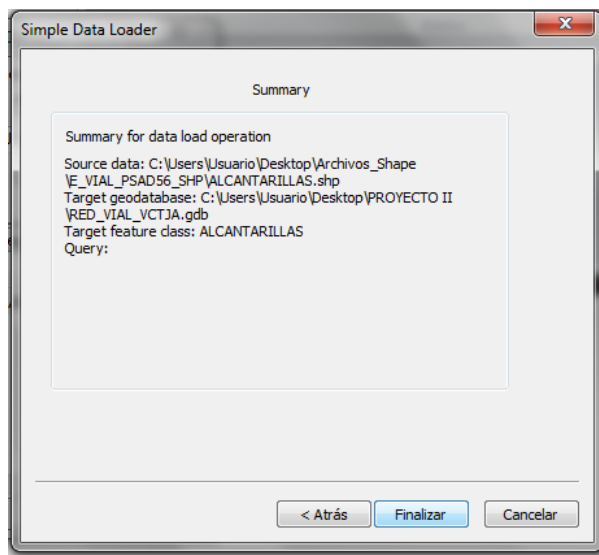
Figura Nro.7.13: Opciones para cargar datos.



Hay dos opciones en el que se pide cargar toda la información o cargar solo la que satisface una condición. Dejamos la opción primera que esta por defecto.

Fuente: Elaboración propia.

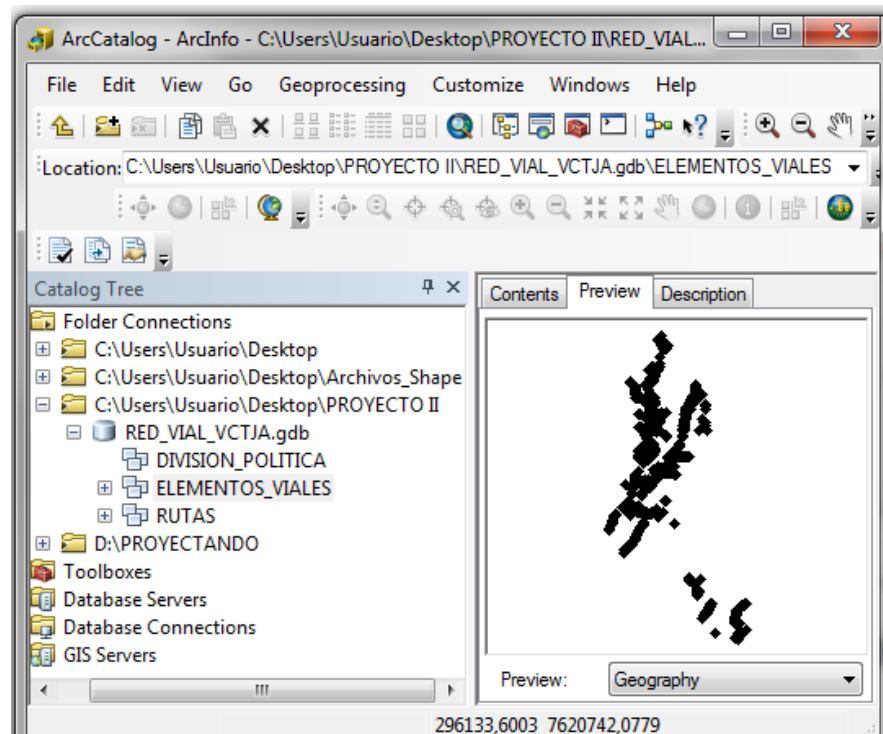
Figura Nro.7.14: Resumen del tipo de información cargada.



Un resumen sale al final en el que se visualiza la dirección y el archivo de donde se cargó la información, así como también se muestra los archivos donde se guardarán.

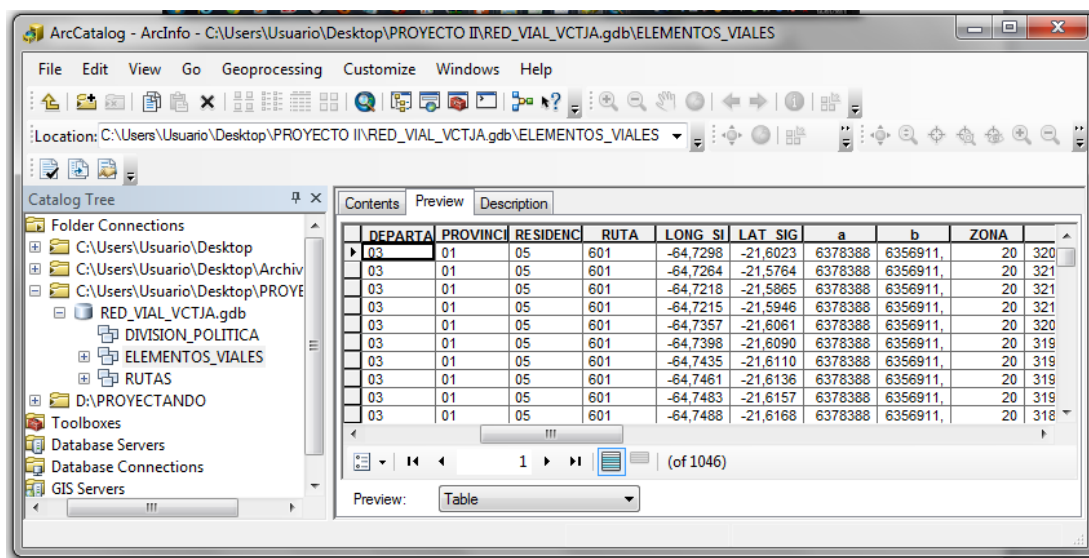
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.15: Vista de datos en ArcCatalogo, con la opción Geography.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.16: Vista de datos en ArcCatalogo con la opción Table.



Fuente: Elaboración propia.

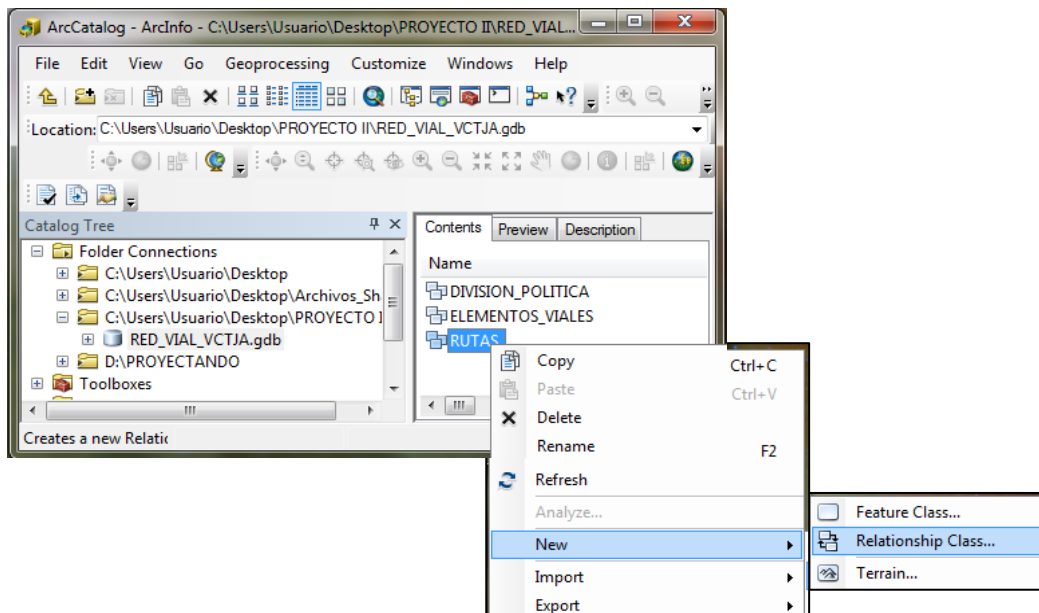
La información de un archivo shape se lo carga a un archivo “Feature Class” el cual posteriormente se almacena en un “Feature Dataset” y esto a su vez en la geodatabase (base de datos). El proceso explicado es plasmado mediante el ejemplo del elemento “ALCANTARILLAS”.

Creación de relaciones entre los temas del esquema lógico.

Se establecerá una relación simple entre una ruta y las alcantarillas, según el esquema lógico la cardinalidad de la misma es de uno a muchos.

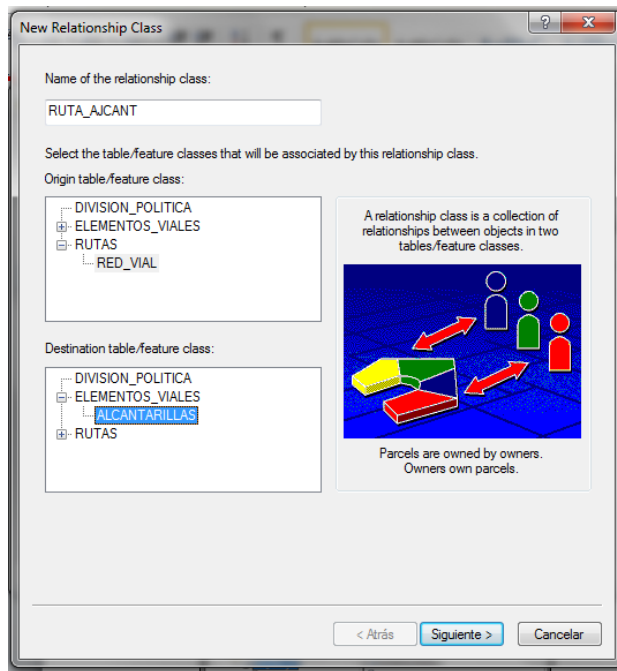
En la siguiente figura la imagen nos muestra un cuadro activado con un clickeo del botón derecho del mouse, en el mismo seleccionamos la opción “New” que permitirá la selección de “Relationship Class”.

Figura Nro.7.17: Creando una relación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.18: Designación de nombre de la relación.



Este cuadro solicita:

el nombre de la relación.

”RUTA_ALCANT”

la tabla origen

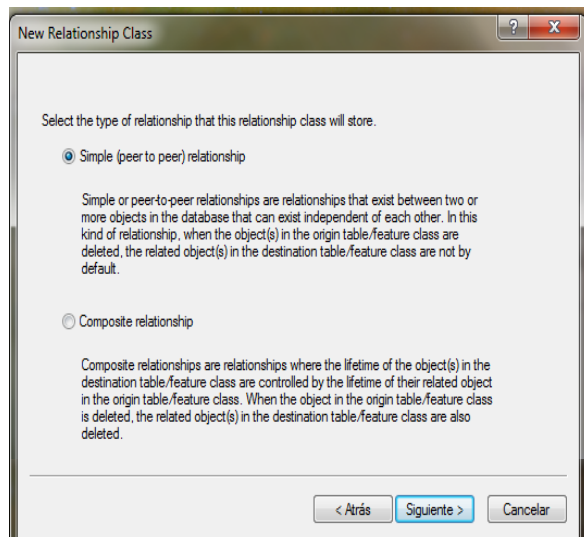
RED_VIAL

La tabla destino:

ALCANTARILLAS

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.19: Tipo de relación.



El tipo de relación es

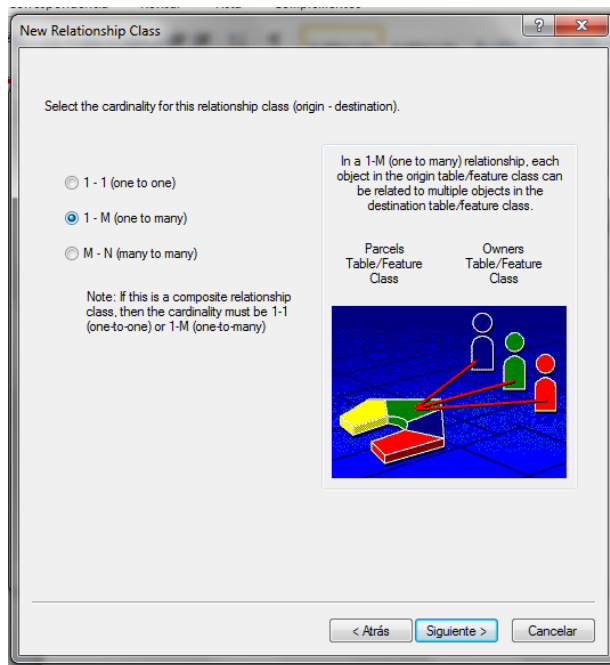
“simple” por ello se

mantiene la opción

marcada por defecto.

Fuente: Elaboración propia.

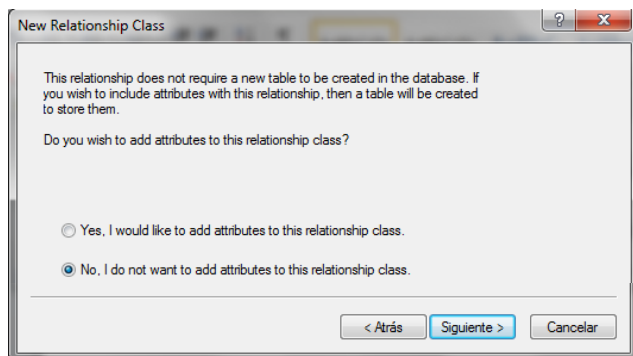
Figura Nro.7.20: Cardinalidad de la relación.



La cardinalidad de la relación entre la ruta y la alcantarilla es de uno a muchos.

Fuente: Elaboración propia.

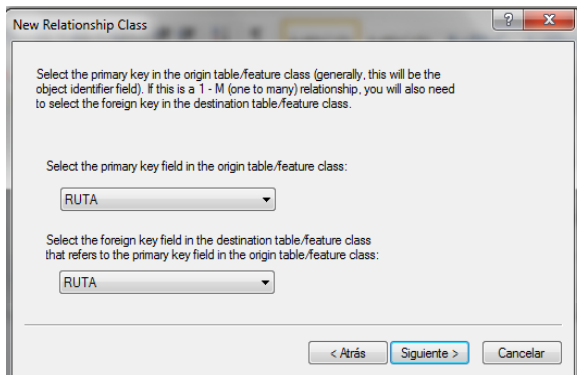
Figura Nro.7.21: Adición de atributos a objetos de la relación.



No se va adicionar ningún atributo a la relación por lo que se deja esta opción como la elegida.

Fuente: Elaboración propia.

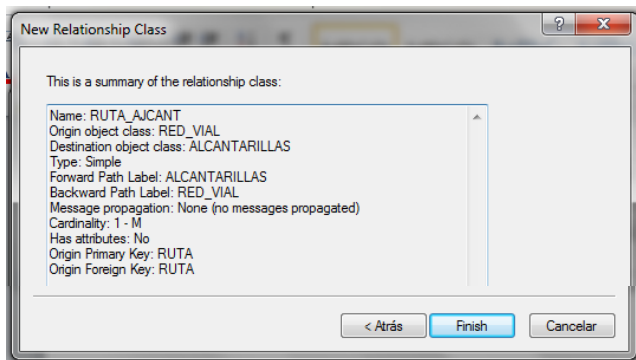
Figura Nro.7.22: Atributos para relacionar una tabla de origen y destino.



Se debe seleccionar los atributos mediante la cual se van a relacionar la tabla origen con la tabla destino.

Fuente: Elaboración propia.

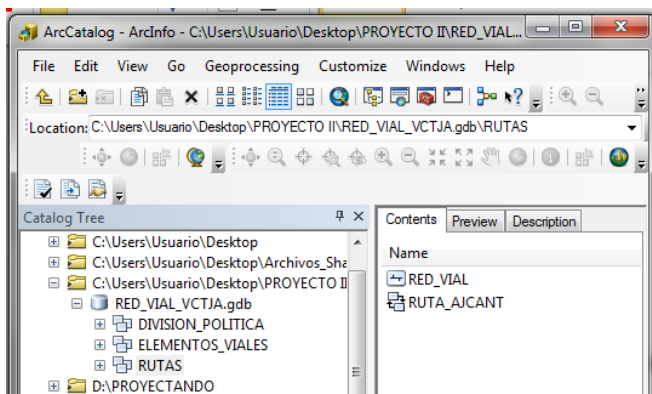
Figura Nro.7.23: Información básica de la relación creada.



Nos muestra este cuadro un resumen que nos da información básica desde su nombre, el objeto origen, el objeto destino, el tipo de relación, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.24: RUTA_ALCANT.

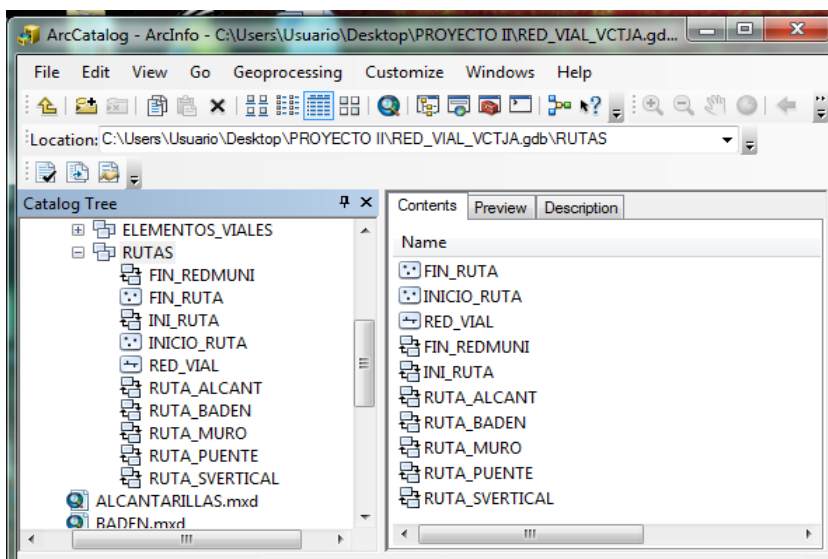


Finalmente se ha creado una relación entre la ruta y las alcantarillas. Este se puede observar en una vista de ArcCatalog.

Fuente: Elaboración propia.

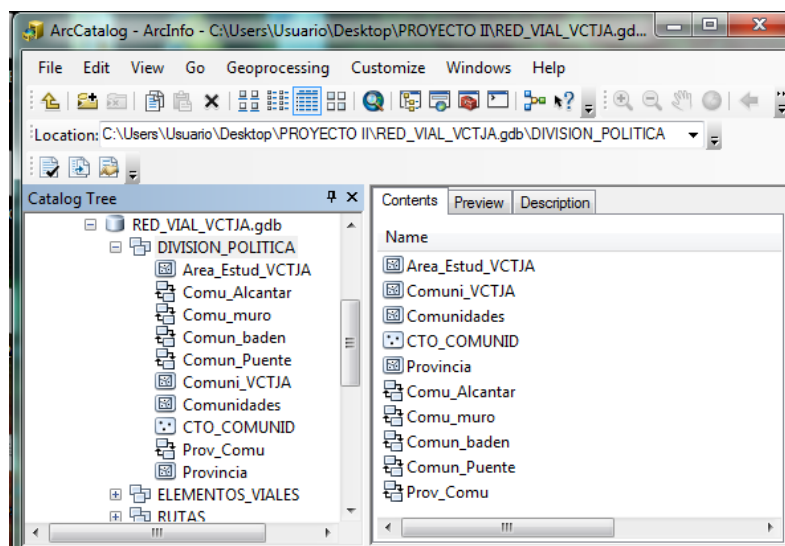
En base al esquema lógico se creó relaciones entre los elementos viales y las rutas como también las provincias y comunidades tal como se muestra en las figuras siguientes.

Figura Nro.7.25: Relación entre ruta y elementos viales.

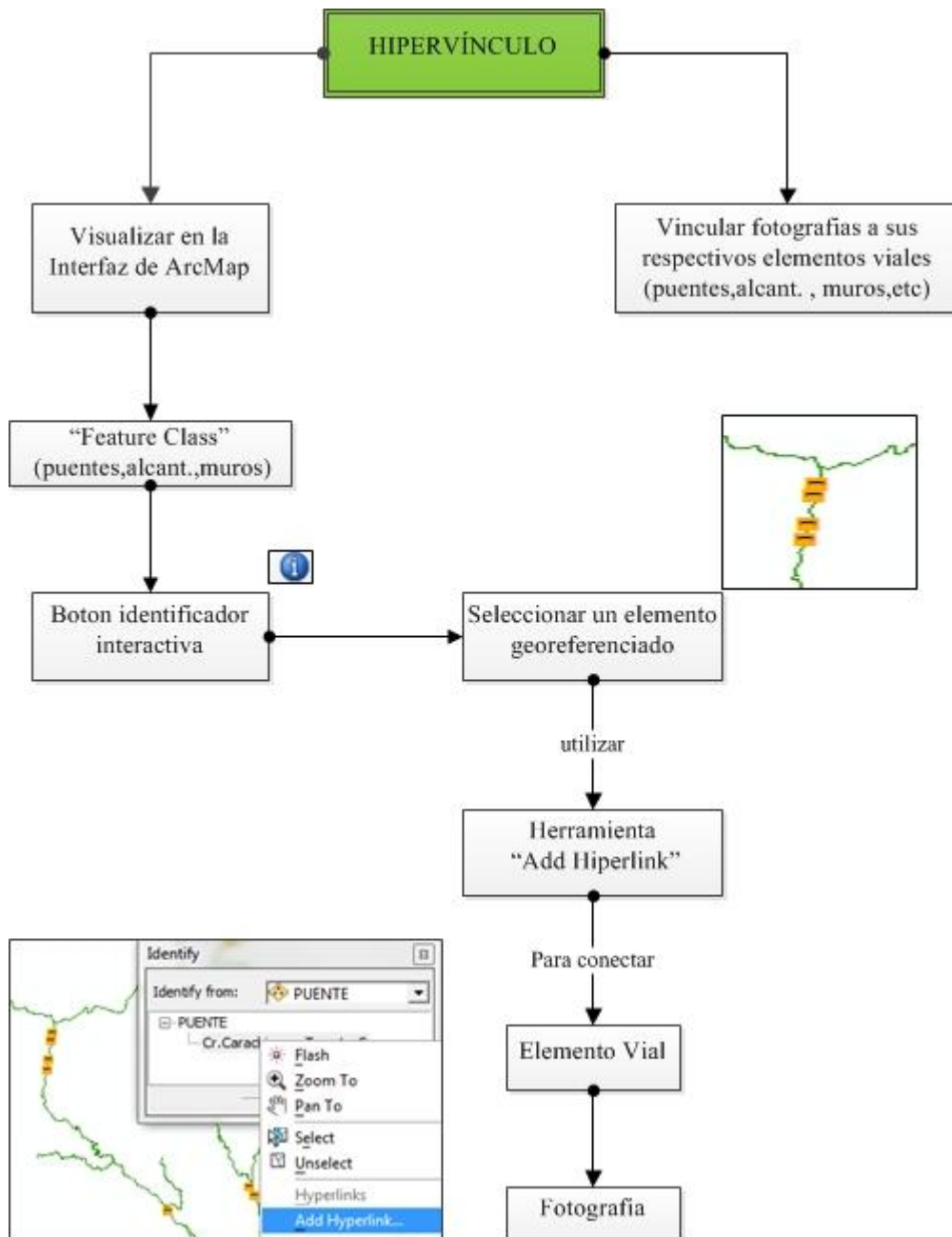


Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.26: Relación entre comunidades y elementos viales.



Fuente: Elaboración propia.



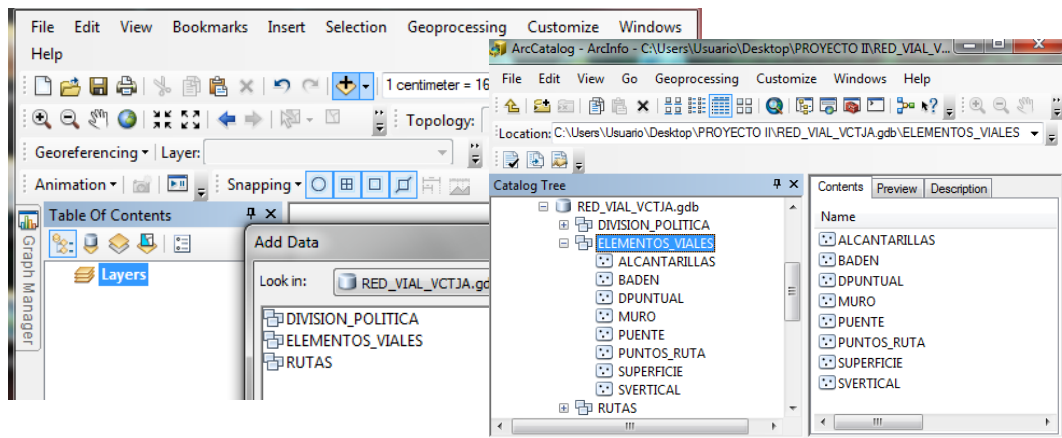
6.2.7. Hipervínculo

Para crear un vínculo entre un elemento real a ser representado en el mapa del GIS y su correspondiente fotografía se utilizara la herramienta **“Hipervínculo”**.

Los pasos a seguir para configurar el **“Hipervínculo”** se lo escribirá tomando para este caso como ejemplo la capa de **“PUENTES”**.

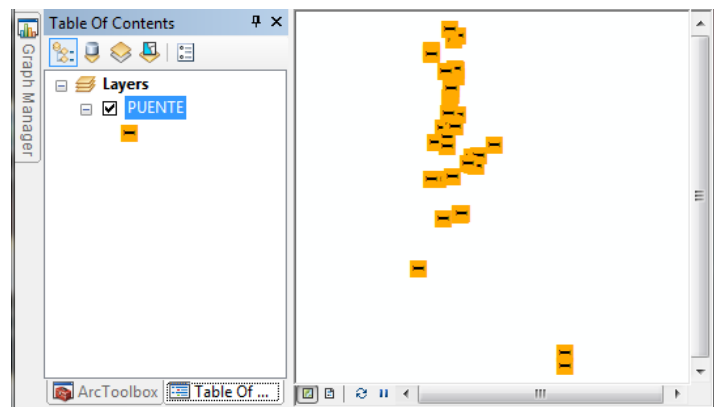
Se abre Arcmap y se agrega desde la base de datos **RED_VIAL_VCTJA** la capa con el nombre de **“PUENTES”**.

Figura Nro.7.27: Agregando la capa PUENTE.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.28: Visualización de los puentes en la interfaz de ArcMap.

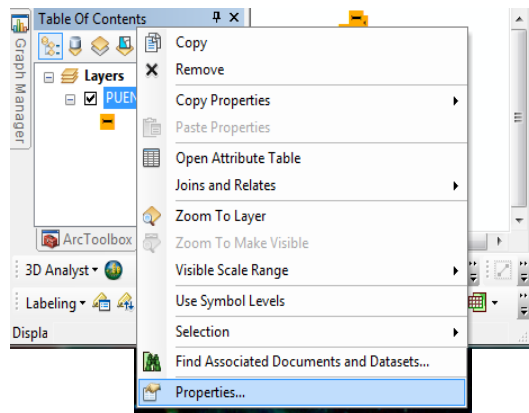


Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tiene visualizado en el mapa los puentes del Valle Central de Tarija. Por cuestiones de orden, el enlace entre la fotografía y los puentes que se observan se lo realizara ruta por ruta. Para ello utilizaremos la herramienta **“Definition Query”** de las propiedades de la capa. La misma hace posible una vista solo de la ruta seleccionada. Facilitando de esta manera la vinculación.

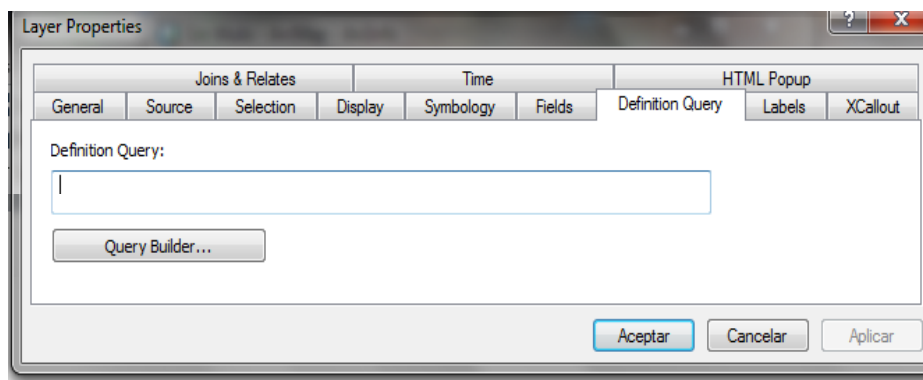
En el marco de datos, colocando el puntero sobre la capa **“PUENTES”**, activar con el botón derecho del mouse el cuadro de opciones de la que seleccionaremos **“Properties”**. En ella se abre la pestaña **“Definition Query”** hacer clic en el botón **“Query Builder”**.

Figura Nro.7.29: Opción Properties.



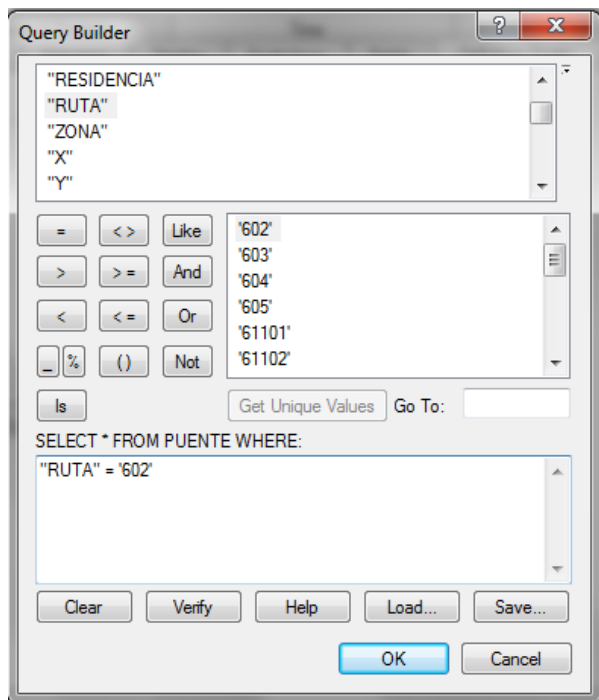
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.30: Cuadro de Layer Properties.



Fuente: Elaboración propia.

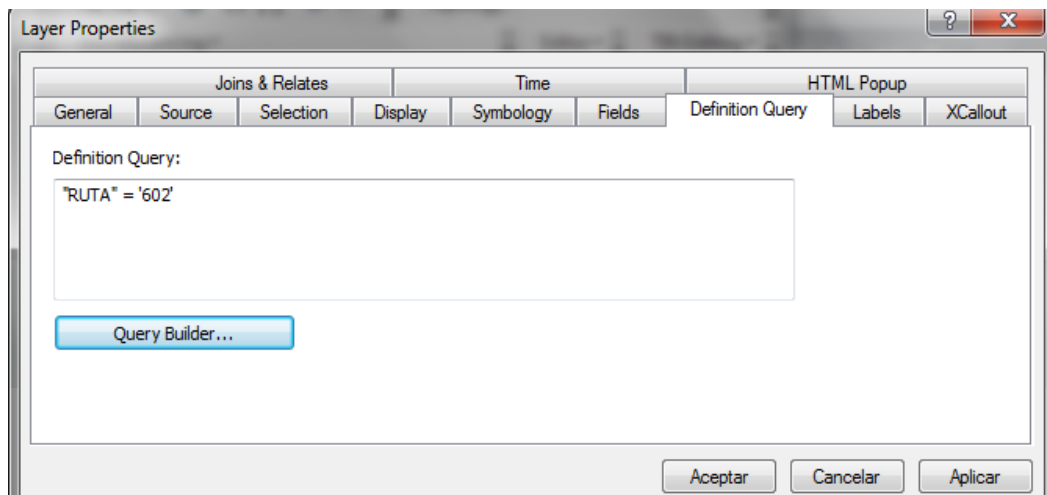
Figura Nro.7.31: Restringiendo la ruta a visualizar.



En el cuadro que aparece **“Query Builder”** (constructor consultas) escribimos la expresión **“Ruta = 602.”** (ruta de Sta. Bárbara al Rio-Pilaya). Logrando así tener en el mapa solo esta ruta.

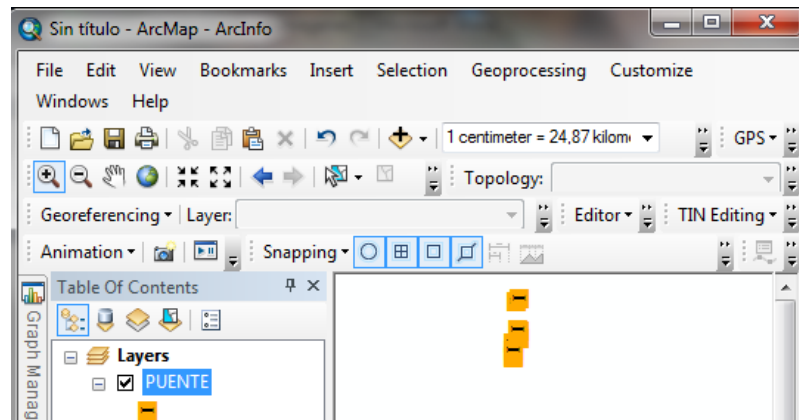
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.32: Layer Properties.



Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.33: Vista de puentes, solo de la ruta 602.

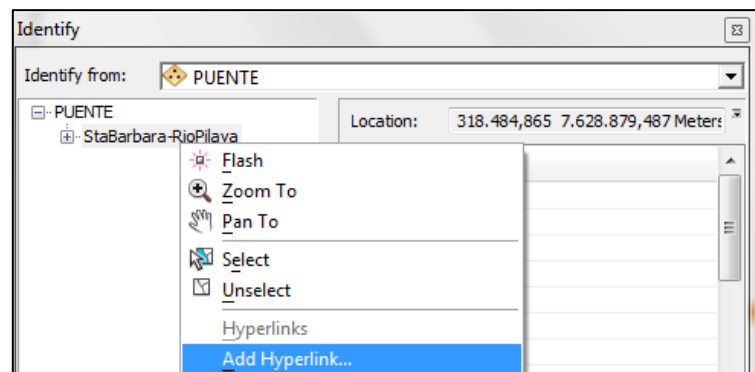


Fuente: Elaboración propia.



Con el botón consulta interactiva **Identify** (identificar) cliqueamos sobre la simbología del puente. En el cuadro de diálogo que se despliega en la ventana izquierda sobre el nombre de la ruta “StaBárbara-RíoPilaya” hacemos un clic con el botón derecho del mouse para desplegar un cuadro de dialogo donde se halla la opción “**Add Hiperlink**” (agregar hipervínculo).

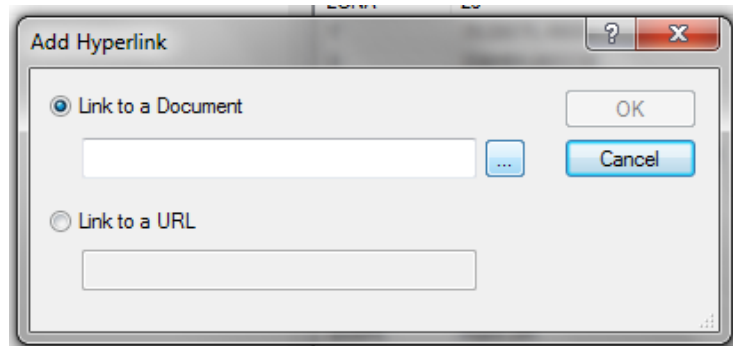
Figura Nro.7.34: Opción Add Hiperlink.



Fuente: Elaboración propia.

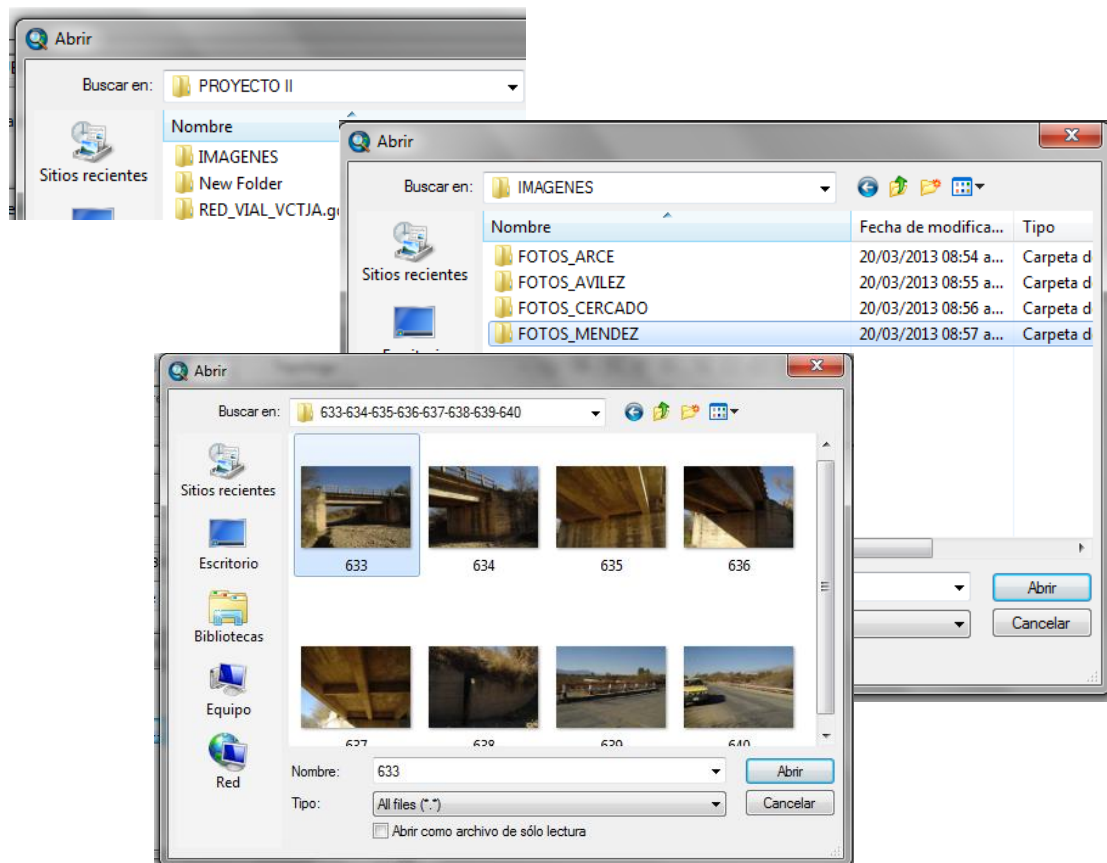
Al seleccionar esta herramienta nos lleva a un cuadro siguiente en el que se debe colocar la dirección de la carpeta desde donde se realizará el enlace entre la fotografía y el elemento punto que representa un puente.

Figura Nro.7.35: Realizando un hipervínculo.



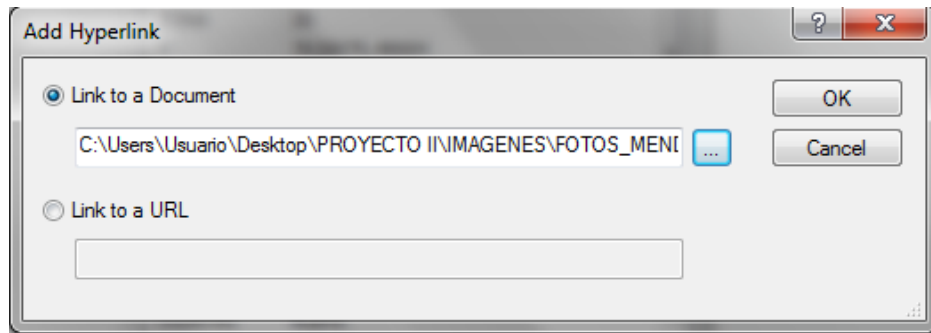
Fuente: Elaboración propia.

Figura Nro.7.36: Carpeta de fotografías



Fuente: Elaboración propia

Figura Nro.7.37: Dirección de la fotografía a enlazar.



Fuente: Elaboración propia.


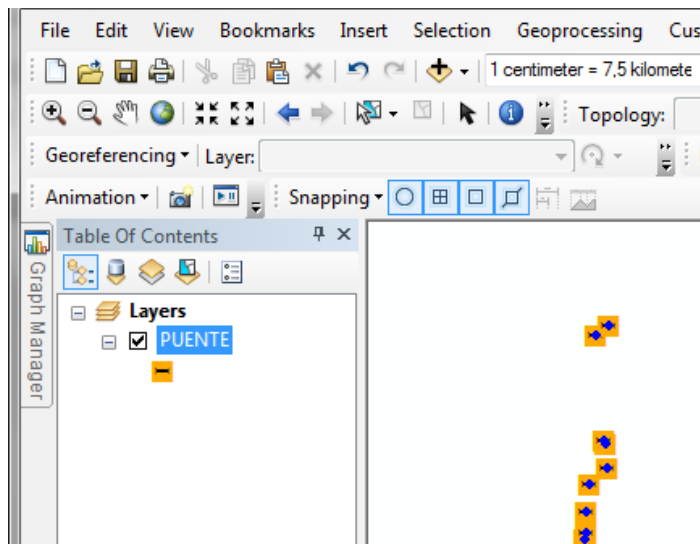
Una vez que se realizan los pasos anteriores el botón **Hiperlinks**  de la barra de herramientas se mostrara activado, es decir de color amarillo. Seleccionando la misma los elementos (puentes) se mostrarán de color azul lo que significa que hay un enlace.

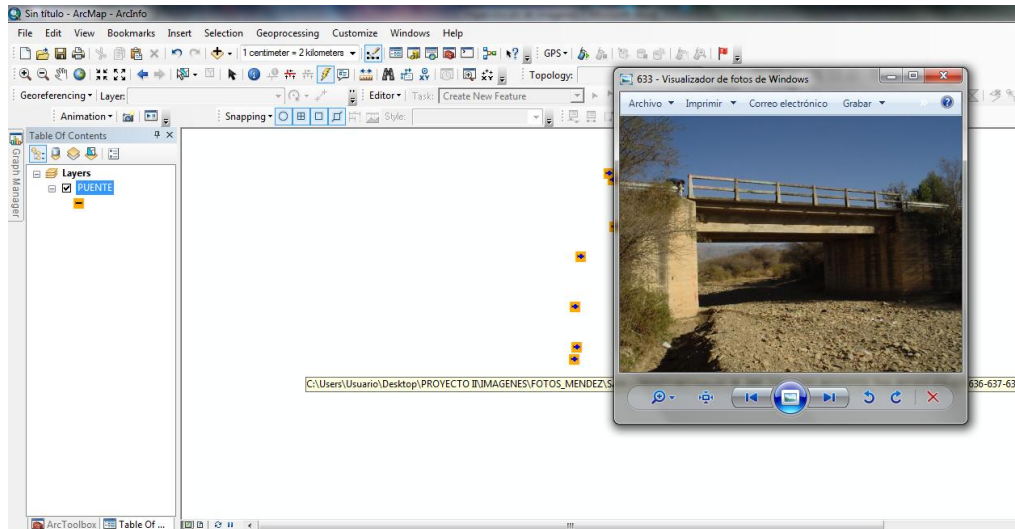
Figura Nro.7.38: Elementos con hipervínculos.



Fuente: Elaboración propia.

Si se desea visualizar la fotografía de un puente solo hacemos un clic sobre el elemento vial.

Figura Nro.7.39: Fotografía de un puente de la ruta 602.

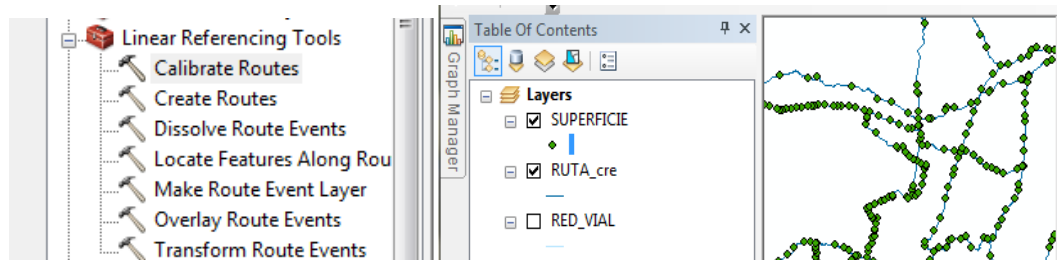


Fuente: Elaboración propia.

6.2.8. Representación de eventos en las rutas

A partir de la tabla de atributos de la Red_Vial se crea una capa llamada **RUTA_cre** utilizando la herramienta de “**Create Routes**” (crear rutas) luego se lo calibrará utilizando los datos de la capa (puntos) **SUPERFICIE**, usando “**Calibrate Routes**” (calibrar rutas).

Figura Nro.7.40: Herramientas de ArcToolbox y vista de capas.



Fuente: Elaboración propia

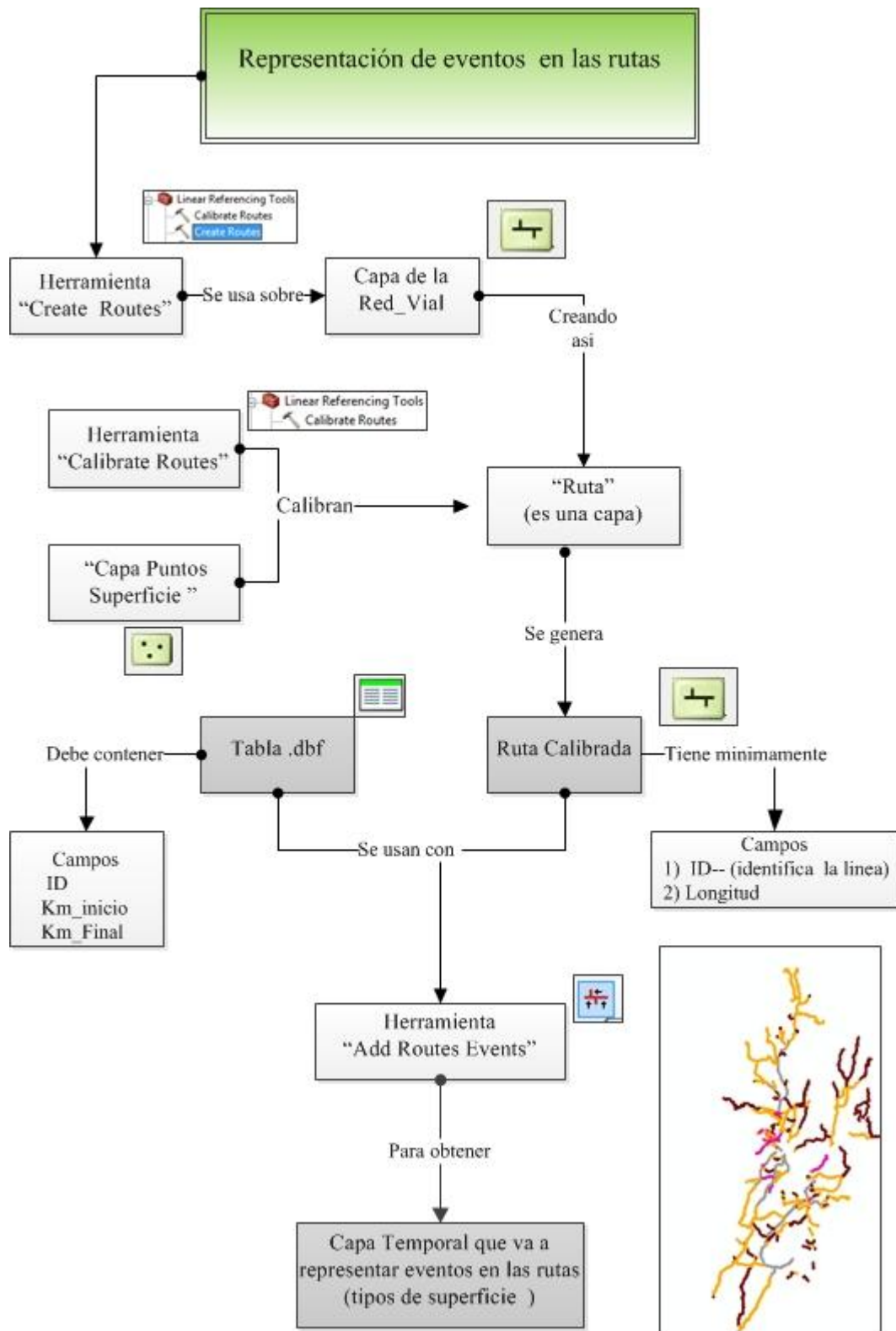
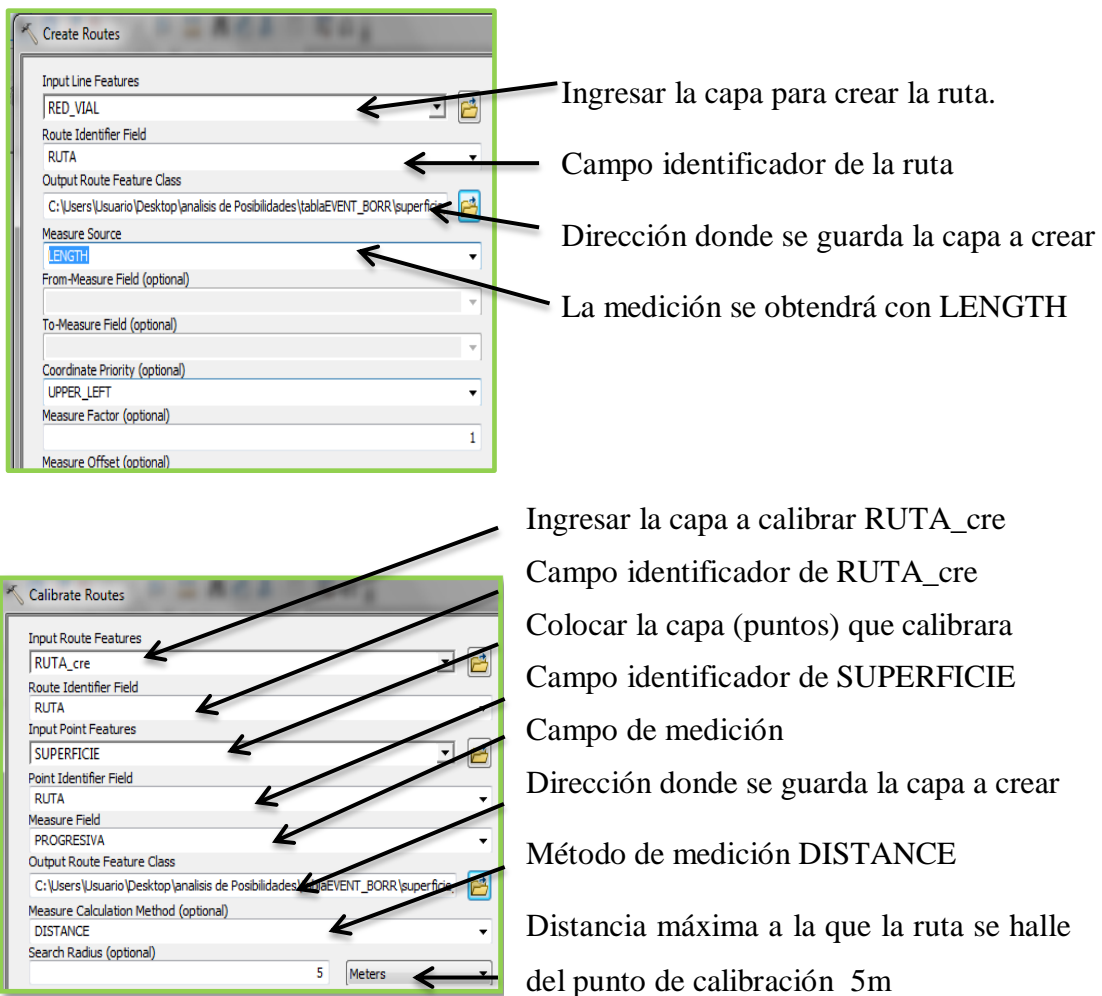


Figura Nro.7.41: Crear y calibrar ruta



The figure consists of two screenshots of ArcGIS software dialog boxes, each with arrows pointing to specific fields and their corresponding labels.

Top Screenshot: Create Routes

- Input Line Features:** RED_VIAL (An arrow points to this field with the label: "Ingresar la capa para crear la ruta.")
- Route Identifier Field:** RUTA (An arrow points to this field with the label: "Campo identificador de la ruta")
- Output Route Feature Class:** C:\Users\Usuario\Desktop\análisis de Posibilidades\tablaEVENT_BORR\superficie (An arrow points to this field with the label: "Dirección donde se guarda la capa a crear")
- Measure Source:** LENGTH (An arrow points to this field with the label: "La medición se obtendrá con LENGTH")
- From-Measure Field (optional):** (Empty)
- To-Measure Field (optional):** (Empty)
- Coordinate Priority (optional):** UPPER_LEFT
- Measure Factor (optional):** 1
- Measure Offset (optional):** (Empty)

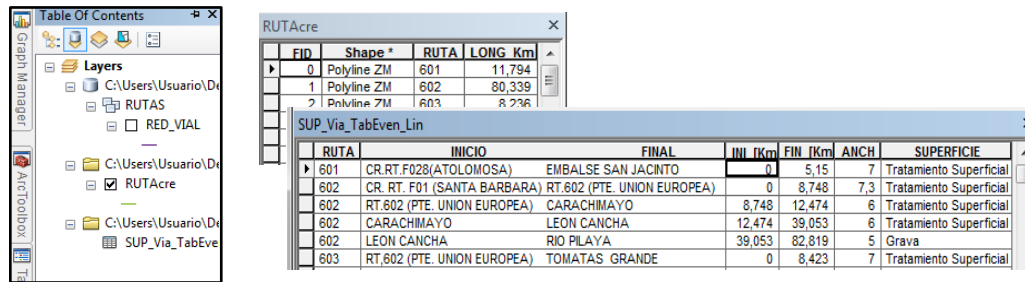
Bottom Screenshot: Calibrate Routes

- Input Route Features:** RUTA_cre (An arrow points to this field with the label: "Ingresar la capa a calibrar RUTA_cre")
- Route Identifier Field:** RUTA (An arrow points to this field with the label: "Campo identificador de RUTA_cre")
- Input Point Features:** SUPERFICIE (An arrow points to this field with the label: "Colocar la capa (puntos) que calibrara")
- Point Identifier Field:** RUTA (An arrow points to this field with the label: "Campo identificador de SUPERFICIE")
- Measure Field:** PROGRESIVA (An arrow points to this field with the label: "Campo de medición")
- Output Route Feature Class:** C:\Users\Usuario\Desktop\análisis de Posibilidades\tablaEVENT_BORR\superficie (An arrow points to this field with the label: "Dirección donde se guarda la capa a crear")
- Measure Calculation Method (optional):** DISTANCE (An arrow points to this field with the label: "Método de medición DISTANCE")
- Search Radius (optional):** 5 Meters (An arrow points to this field with the label: "Distancia máxima a la que la ruta se halle del punto de calibración 5m")

Fuente: Elaboración propia

Con la ruta calibrada "KALI_RUT_SUP" y el evento lineal **SUP_Via_TabEven_Lin (tabla .dbf)** generamos una capa **SUP_Via_TabEven_Lin Events** como se muestra a continuación.

Figura Nro.7.42: Capa Red_Vial y tabla de eventos lineal

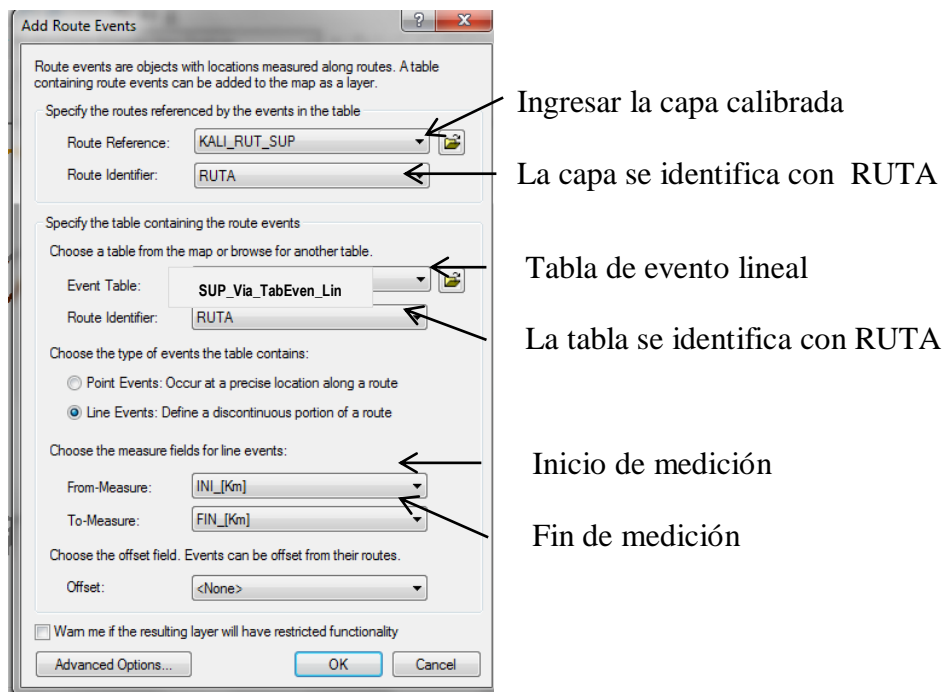


Fuente: Elaboración propia



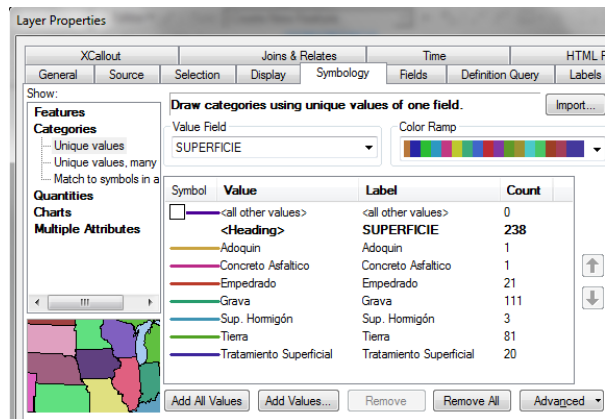
El botón “Add Route Events” (agregar eventos de ruta) que se halla en la barra de herramienta permite generar la capa SUP_Via_TabEven_Lin Events.

Figura Nro.7.43: Agregar tabla de eventos



Fuente: Elaboración propia

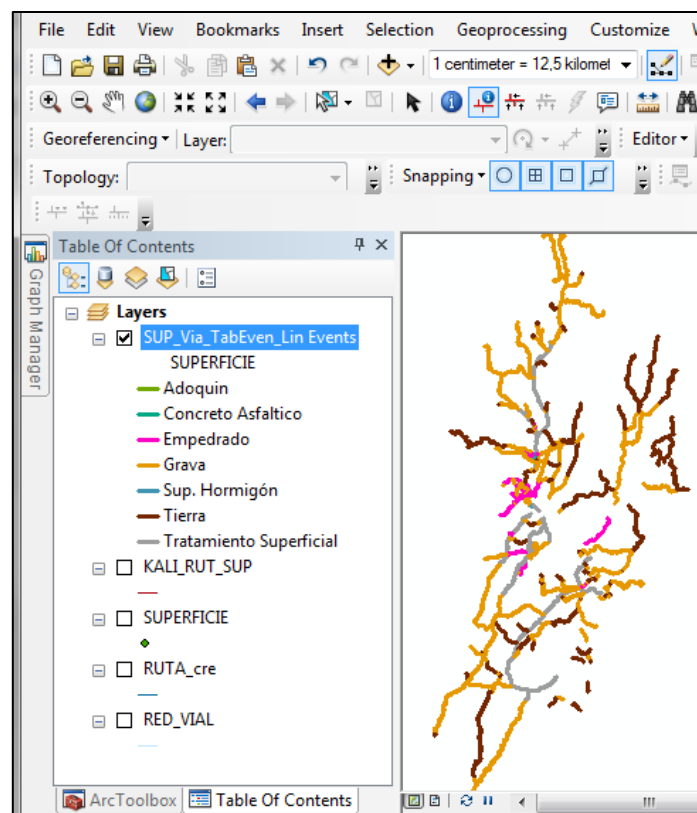
Figura Nro.7.44: Cuadro para cambiar simbología de la capa



Para representar el tipo de superficie cambiamos la simbología mediante las propiedades de la capa, y elegimos representar por **categoría** y el valor del campo a simbolizar será SUPERFICIE.

Fuente: Elaboración propia

Figura Nro.7.45: Vista de tipo de superficie



Fuente: Elaboración propia

A partir de las distintas capas temáticas que se guardan en la base de datos (geodatabase), tras haber realizado un procesamiento para generar las mismas, se realizan los mapas para las alcantarillas, badenes, muros de contención, puentes, superficie de rodadura y señalización Vertical. Mostrándose en las páginas siguientes.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Una vez construido el GIS Vial y su posterior cargado de temas que vendrían siendo la información concerniente a los elementos viales del inventario del Valle Central de Tarija, se llega a la siguiente conclusión:

- La gran cantidad de información que se hallaban en las diversas tablas de los archivos de Microsoft Access se ha logrado reunir en un solo lugar que es la base de datos del GIS Vial, creándose dentro de la misma entidades (feature dataset, feature class) por temas que fueron cargados con la información del inventario la cual por supuesto se georeferenciaron para su visualización en la interfaz de ArcMap.
- A partir de la base de datos del GIS en el área de estudio se crearon mapas que muestra los temas de interés, vinculando imágenes a sus datos tabulares.
- Mediante especificaciones geométricas, descriptivas se puede seleccionar la información que se desea de una capa y generar una nueva, el cual solo contenga los datos elegidos.
- Para representar diversas situaciones que ocurren en una ruta se utiliza la segmentación dinámica, evitando de este modo la división de líneas para representar eventos y librarse de un trabajo largo y tedioso.
- Una capa puede contener mucha información, el cual se visualiza en el mapa. Para trabajar con datos específicos de la misma es posible restringir la vista a solo esos datos y de este modo facilitar el análisis para una toma de decisiones.
- Se realizaron mapas para la representación de los puentes, muros, alcantarillas, cunetas y tipo de superficie.
- En el GIS la información se analiza con mayor rapidez en forma gráfica (mapa) que mediante la impresión de hojas con reportes.

- Gracias al programa se cuenta ahora con mapas que permiten visualizar los elementos viales que al principio estaban tan solo en tablas.
- El tener una información confiable en una base de datos sirve de mucho en el momento de tomar decisiones, el cual no es más que una elección de alternativas que se elige a fines de solucionar un problema.
- Se cumplió con los objetivos específicos para llegar al objetivo general, que era la aplicación del GIS Vial al inventario de la red vial del Valle Central de Tarija.

7.2 Recomendaciones

- ◆ Si se tiene los datos geográficos tabulados en tablas de archivos como Excel o Access para su manipulación y visualización en ArcGis se recomienda crear archivos shape el cual es un formato vectorial con el que trabaja este paquete.
- ◆ Para la creación de una base de datos de un sistema de información geográfico se aconseja la construcción de un esquema conceptual, un esquema lógico los cuales facilitan la realización de la base de datos del GIS.
- ◆ Se recomienda el uso de la segmentación dinámica para la representación de situaciones diversas que se pueden presentar en cualquier tramo de la carretera, permitiendo ahorrar tiempo.
- ◆ Es importante realizar capacitaciones acerca de programas de Sistema de Información Geográfico con el fin de conocer sus bondades y aprovechar al máximo sus capacidades para facilitar las planificaciones y la búsqueda espacial de elementos de ciertas características en una determinada vía.
- ◆ Se recomienda la utilización del sistema de información geográfico en todo trabajo que involucre el manejo de información geográfica ya que es una herramienta que permite visualizar objetos del mundo real mediante su representación en un mapa y a la vez mostrar en un cuadro los atributos del objeto que se está representando.