



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**GUÍA PRÁCTICA PARA GENERAR Y MEJORAR TOPOGRAFÍAS SATELITALES
CON EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER” ENFOCADO AL DISEÑO VIAL**

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del
Título de Ingeniera e Ingeniero Civiles

AUTORES: Marilyn Carolina Gualotuña Topón

Johnny David Tituaña Chicaiza

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador

2023

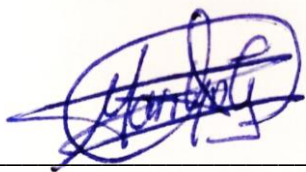
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Marilyn Carolina Gualotuña Topón con documento de identificación N° 1723332373 y Johnny David Tituaña Chicaiza con documento de identificación N° 1724172646; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de agosto del 2023

Atentamente,



Marilyn Carolina Gualotuña Topón

1723332373



Johnny David Tituaña Chicaiza

1724172646

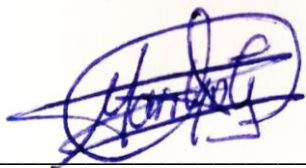
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Marilyn Carolina Gualotuña Topón con documento de identificación N° 1723332373 y Johnny David Tituaña Chicaiza con documento de identificación N° 1724172646; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Guía Práctica para Generar y Mejorar Topografías Satelitales con el Software “Global Mapper” Enfocado al Diseño Vial”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de agosto del 2023

Atentamente,



Marilyn Carolina Gualotuña Topón

1723332373



Johnny David Tituaña Chicaiza

1724172646

CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: GUÍA PRÁCTICA PARA GENERAR Y MEJORAR TOPOGRAFÍAS SATELITALES CON EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER” ENFOCADO AL DISEÑO VIAL, realizado por Marilyn Carolina Gualotuña Topón con documento de identificación N° 1723332373 y Johnny David Tituaña Chicaiza con documento de identificación N° 1724172646, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de agosto del 2023

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado primero a Dios, a mis padres Irene y Vinicio, quienes con paciencia y amor me han ayudado a alcanzar tan anhelada meta, gracias por ser el pilar fundamental en mi vida, este es el resultado de inculcar siempre el ejemplo de dedicación y esfuerzo en mí. A mis hermanos, familia, amigos, a cada persona que mostró su apoyo incondicional a lo largo de este camino.

Marilyn Carolina Gualotuña Topòn

El presente trabajo de titulación está dedicado primero a Dios, a mis padres Rosa y Aníbal, y a mi hermano Byron, quienes con su amor y apoyo supieron direccionarme para poder obtener este logro. Gracias por cada día haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, a mis amigos que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y a todas las personas que estuvieron apoyándome durante este proceso, logrando que este sueño se haga realidad.

Johnny David Tituaña Chicaiza

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por haberme dado la posibilidad de alcanzar esta meta rodeada de mi familia, quienes me motivan día a día a ser mejor persona. Mi profundo agradecimiento a mis padres Irene y Vinicio por su inmenso sacrificio en todo este camino, porque nunca faltaron palabras de aliento que me respaldaron para poder culminar esta etapa de mi vida académica, a Stalin por creer en mí y ayudarme a alcanzar este logro. A mi tutor Ing. Hugo Carrión quien con paciencia y sabiduría nos guió en cada paso para la elaboración del trabajo de titulación, de la misma manera mi agradecimiento a cada uno de los docentes quienes formaron parte de mi carrera universitaria. Finalmente quiero agradecer a mi compañero de Proyecto David por su aporte y dedicación al proyecto de titulación.

Marilyn Carolina Gualotuña Topòn

Deseo expresar mi agradecimiento a Dios, a mis padres Rosa y Aníbal, mi hermano Byron, a mis primos, amigos quienes son personas muy importantes en mi vida y siempre me han brindado sus consejos para no desistir de cumplir esta meta. A Eli por brindarme su ayuda incluso en los momentos más difíciles, estuvo motivándome y ayudándome hasta donde sus alcances lo permitían. Agradezco a mi tutor Ing. Hugo Carrión, por brindarme su atención, tiempo y guiarme en este proceso de elaboración del plan de titulación y a mi compañera de Proyecto Marilyn, por haberte tenido siempre la predisposición en el desarrollo del plan de titulación.

Johnny David Tituaña Chicaiza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Problema del estudio	1
1.2.1 Antecedentes	1
1.2.2 Importancia y Alcance	1
1.2.3 Delimitación	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Software Global Mapper	6
2.2 Topografía	7
2.3 Curvas de nivel.....	7
2.4 Coordenadas	8
2.4.1 Nivelación topográfica.....	8
2.5 Topografías satelitales.....	9
2.6 GPS.....	10
2.7 Descripción del sistema GPS	10
2.8 Receptores GPS.....	11
2.9 Estaciones base.....	11
2.10 IGM	12
2.11 Diseño vial.....	13
2.11.1 Generalidades.....	13
2.11.2 Clasificación de vías dependiendo del propósito de uso.	15

2.11.3	Según su funcionalidad: Determina según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses del país en sus diferentes niveles de organización territorial.	15
2.11.4	Según el tipo de terreno: Determina según la topografía predominante en el tramo de estudio. Éstos se clasifican con base en las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía como son; llano, ondulado y montañoso.....	16
2.11.5	Según su localización geográfica: Se clasifican según la zona de ubicación: zona urbana y zona rural.	16
2.12	Secciones transversales típicas.....	16
2.12.1	Ancho de la sección transversal típica.....	17
2.12.2	Pavimento	17
2.12.3	Espaldones	18
2.12.4	Taludes.....	19
2.12.5	Cunetas.....	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA		21
3.1	Tipo de investigación	21
3.2	Método	21
3.3	Técnicas de recolección de información	21
3.4	Proceso técnico de ingeniería civil.....	22
CAPÍTULO IV		23
GUÍA PRÁCTICA PARA GENERAR TOPOGRAFÍAS SATELITALES CON EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER”		23
4.1	Introducción de la interfaz del software “Global Mapper”	23
4.2	Descripciones de Comandos	25
4.3	Interfaz de Usuario	25
4.4	Barra de Herramientas del “Global Mapper”	26
4.5	Herramientas para abrir archivo de datos.....	26
4.6	Herramienta guardar espacio de trabajo.....	27
4.7	Herramienta descargar información de internet	27

4.8 Herramienta configurar el mapa del espacio de trabajo	29
4.9 Herramienta abrir centro de control	30
4.10 Herramienta de configuración general del programa	31
4.11 Herramienta zoom in	33
4.12 Herramienta zoom out	33
4.13 Herramienta restaurar vista de trabajo anterior	34
4.14 Herramienta zoom extendido	34
4.15 Herramienta de zoom	35
4.16 Herramienta para desplazar	35
4.17 Herramienta regla	36
4.18 Herramienta de información	37
4.19 Herramienta de perfiles	38
4.20 Herramienta cuenca visual	39
4.21 Herramienta de digitalización, visualización y edición	41
4.22 Herramienta buscar	42
4.23 Herramienta sombreada	43
4.24 Herramienta 3D	44
4.25 Herramienta File Menú	45
4.26 Herramienta Edit Menú	49
4.27 Herramienta View Menú	49
4.28 Herramienta Tools Menú	50
4.29 Herramienta Analysis Menú	50
4.30 Herramienta Search Menú	60
4.31 Herramienta GPS Menú	60
4.32 Herramienta Help Menú	64
4.33 Exportación e impresión mapas	65
4.34 Consideraciones generales de exportación	65

4.35 Impresión del mapa	67
4.36 Descarga de mapas del instituto geográfico nacional	69
MODELACIÓN TOPOGRÁFICA EN EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER”	71
4.37 Búsqueda de información necesaria de Estación Total (formato del archivo SDR) y GPS (formato del archivo GPS)	71
4.38 Proyecto: Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado	71
4.39 Parámetros de Diseño de la vía Cangahua – Oyacachi	73
4.40 Delimitación del tramo de estudio del proyecto de la vía Cangahua – Oyacachi Ampliación y Asfaltado	73
4.41 Determinación de parámetros para la generación de topografía satelital.....	75
4.42 Obtención de topografía satelital a través del software “Global Mapper”	80
4.43 Resultados y Comparación	96
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
GLOSARIO DE TÉRMINOS	108
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de vías según su funcionalidad.....	15
Tabla 2	Cuadro VI, ANCHOS DE LA CALZADA.....	18
Tabla 3	Valores de diseño para el ancho de espaldones (Metros).....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Laboratorios CECACIS UPS- Quito – Campus Sur.....	3
Figura 2	Curvas de nivel	8
Figura 3	Componentes de diseño geométrico	15
Figura 4	Tipos de terreno en carretas	16
Figura 5	Acceso directo del software “Global Mapper”	23
Figura 6	Interfaz del Software Global Mapper	24
Figura 7	Comandos de usuario.....	25
Figura 8	Barra de herramientas	26
Figura 9	Icono para abrir archivo de datos.....	26
Figura 10	Icono para guardar espacio de trabajo	27
Figura 11	Ícono para descargar información de internet	27
Figura 12	Cuadro de diálogo del ícono descargar información de internet	28
Figura 13	Ícono diseño de mapa	29
Figura 14	Ventana desplegable de configuración del diseño del mapa	29
Figura 15	Ícono de centro de control	30
Figura 16	Ventana despegable de centro de control	31
Figura 17	Ícono de configuración	31
Figura 18	Ventana despegable de configuración	32
Figura 19	Ícono de Zoom in.....	33
Figura 20	Ícono de Zoom out.....	33
Figura 21	Icono de restaurar vista de trabajo anterior.....	34
Figura 22	Ícono de zoom extendido.....	34
Figura 23	Ícono de zoom.....	35
Figura 24	Ícono para desplazar	35
Figura 25	Ícono de herramienta regla	36

Figura 26	Ícono de herramienta de información	37
Figura 27	Ícono de herramienta de perfiles.....	38
Figura 28	Ventana desplegable de Perfil longitudinal	38
Figura 29	Ícono de herramienta cuenca visual.....	39
Figura 30	Venta despegable de herramienta cuenca visual	39
Figura 31	Ícono de herramienta de digitalización, visualización y edición.....	41
Figura 32	Ventana despegable de digitalización, visualización y edición.....	41
Figura 33	Ícono de herramienta buscar	42
Figura 34	Ventana despegable de la herramienta buscar	42
Figura 35	Ícono herramienta sombreado.....	43
Figura 36	Ícono de la herramienta 3D.....	44
Figura 37	Barra de herramientas de 3D	44
Figura 38	Menús del mapeador global.....	45
Figura 39	Ventana despegable de File	45
Figura 40	Ventana despegable Mask de archivo para abrir	46
Figura 41	Ventana despegable de configuración de ubicación de pantalla fija	47
Figura 42	Ventana despegable de Opciones de Impresión	48
Figura 43	Ventana despegable de configuración de impresión	48
Figura 44	Ventana despegable del menú Edit.....	49
Figura 45	Ventana despegable de View menú.....	49
Figura 46	Ventana despegable del menú Tools	50
Figura 47	Ventana despegable de Analysis Menú	50
Figura 48	Cuadro de diálogo para crear la cuadrícula	51
Figura 49	Cuadro de diálogo Combine- Compare Terrain Layers	53
Figura 50	Ventana despegable de Opciones de Generación de Contorno	55
Figura 51	Ventana despegable de Cuadro de diálogo Cuencas Hidrográficas	57

Figura 52	Cuencas hidrográficas.....	58
Figura 53	Ventana despegable de Search Menú	60
Figura 54	Ventana despegable de GPS	60
Figura 55	Ventana despegable de GPS Setup	61
Figura 56	Ventana despegable de Mange GPS Devices	62
Figura 57	Ventana despegable de Garmin Raster Options	63
Figura 58	Ventana despegable de Help Menu	64
Figura 59	Venta despegable de configurar el mapa del espacio de trabajo	67
Figura 60	Ventana despegable de File	68
Figura 61	Ventana despegable de Print Previem	68
Figura 62	Ventana despegable de Print Setup.....	69
Figura 63	Ubicación del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado	72
Figura 64	Ubicación del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado	73
Figura 65	Ubicación del tramo de estudio, km 7 del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado	74
Figura 66	Ícono de acceso directo de Google Earth Pro	75
Figura 67	Menú desplegable de la barra de las herramientas	76
Figura 68	Menú desplegable de la barra de las herramientas, función opciones.....	76
Figura 69	Menú desplegable de la barra de las herramientas función ver	77
Figura 70	Ícono agregar marca de posición	78
Figura 71	Coordenadas del Kilómetro de Estudio	78
Figura 72	Ícono agregar polígono	79
Figura 73	Área Delimitada del Kilómetro de Estudio	79
Figura 74	Guardar Área Delimitada de Trabajo	80
Figura 75	Interfaz de inicio del software Global Mapper	81
Figura 76	Menú desplegable Tools	81

Figura 77	Ventana desplegable del menú Tools Configuración	82
Figura 78	Ventana de abrir archivos	83
Figura 79	Ícono Descargar Datos de Internet	83
Figura 80	Ventana desplegable del ícono descargar datos de internet.....	84
Figura 81	Herramienta Digitizer Tools	85
Figura 82	Menú desplegable Análisis	85
Figura 83	Ventana desplegable de Generate Contours	86
Figura 84	Ventana desplegable de Generate Contours, Contour Bounds.....	87
Figura 85	Ventana desplegable de Open Control Center.....	88
Figura 86	Menú desplegable File.....	88
Figura 87	Cuadro de diálogo de Export Vector/Lidar Format.....	89
Figura 88	Ventana desplegable de Guardar Como	90
Figura 89	Acceso directo del programa Civil 3D Metric.....	90
Figura 90	Ventana desplegable de abrir.....	91
Figura 91	Ventana desplegable Edit Drawing Settings.....	91
Figura 92	Ventana desplegable Drawing Settings	92
Figura 93	Pantalla de inicio del Civil 3D con el archivo cargado	92
Figura 94	Ventana desplegable de Prospector	93
Figura 95	Ventana desplegable de Create Surface.....	93
Figura 96	Ventana desplegable de Surface Style.....	94
Figura 97	Ventana desplegable Add Contours.....	95
Figura 98	Delimitación del área.....	95
Figura 99	Ventana desplegable Add Boundaris.....	96
Figura 100	Vista de elevación de la abscisa 7+000	97
Figura 101	Vista de elevación de la abscisa 7+255.00	97
Figura 102	Vista de elevación de la abscisa 7+505.00	98

Figura 103	Vista de elevación de la abscisa 7+680.00	99
Figura 104	Vista de elevación de la abscisa 7+880.00	99
Figura 105	Vista de elevación de la abscisa 8+000.00	100

RESUMEN

La comunidad académica de la carrera de ingeniería civil, al generar y obtener topografías satelitales para proyectos viales desconocen de herramientas, materiales de apoyo que brindan cierto tipo de solución, este hecho confirma que se desaprovecha el software Global Mapper por desconocimiento. Una guía de este software provee al estudiante una herramienta accesible y útil con información que potencia cada una de sus funciones al momento de generar topografías satelitales de cualquier parte del mundo.

La presente guía práctica de manejo para el software “Global Mapper”, se desarrolla mediante la formulación de pasos esquemáticos con gráficas y sus respectivas descripciones para que el usuario tenga un mayor entendimiento, logre la obtención de topografías satelitales. Dicha metodología incluye infografía útil para describir cada paso.

Se utilizaron tres interfaces para la ejecución del proyecto, Google Earth, Global Mapper y el Civil 3D de manera complementaria la una con la otra, demostrando su aporte y su funcionalidad hasta obtener el resultado esperado.

Consecuente con la introducción a la interfaz, definiciones y funcionalidad de cada uno de sus comandos haciendo accesible su interpretación, da como resultado la elaboración de la guía para generar y obtener topografías enfocadas en un proyecto vial, concluyendo en la ejecución, se postula como una alternativa ágil y didáctica para conseguir topografías satelitales, recalcando así que como resultado del proyecto de investigación se puede concluir que el software Global Mapper puede ser utilizado para una etapa de pre factibilidad en un proyecto de diseño vial, mas no puede ser efectivo para la etapa de diseño definitivo ya que tiene un margen de error en altitud en terrenos montañosos.

Palabras clave: Google Earth, Global Mapper, topografía satelital, civil 3D.

ABSTRACT

The academic community of the civil engineering career, when generating and obtaining satellite topographies for road projects are unaware of tools, support materials that provide certain type of solution, this fact confirms that the Global Mapper software is wasted due to lack of knowledge. A guide to this software provides the student with an accessible and useful tool with information that enhances each of its functions when generating satellite topographies of any part of the world.

The present practical guide of handling for the software "Global Mapper", is developed by means of the formulation of schematic steps with graphs and their respective descriptions so that the user has a greater understanding, achieves the obtaining of satellite topographies. This methodology includes useful infographics to describe each step.

Three interfaces were used for the execution of the project, Google Earth, Global Mapper and Civil 3D in a complementary way, demonstrating their contribution and functionality to obtain the expected result.

Consistent with the introduction to the interface, definitions and functionality of each one of its commands making its interpretation accessible, results in the elaboration of the guide to generate and obtain topographies focused on a road project, concluding in the execution, The Global Mapper software is postulated as an agile and didactic alternative to obtain satellite topographies, emphasizing that as a result of the research project it can be concluded that the Global Mapper software can be used for a pre-feasibility stage in a road design project, but it cannot be effective for the definitive design stage since it has a margin of error in altitude in terrains of high altitude, but it can not be effective for the definitive design stage since it has a margin of error in altitude in terrains of low altitude. margin of error in altitude in mountainous terrain.

Key words: Google Earth, Global Mapper, satellite topography, civil 3D.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 PROBLEMA DEL ESTUDIO

1.2.1 ANTECEDENTES

En el estudio de la Ingeniería Civil, en tiempos anteriores al ejecutar el diseño vial, los diseñadores no contaban con las diversas herramientas tecnológicas que, con el tiempo han ido evolucionando y creando softwares para facilitar el trabajo del ingeniero civil al momento de generar y obtener topografías. En la ejecución de obras de ingeniería civil, esencialmente la topografía. “Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso, este que su la vez puede ser suave o escarpado” (Grisales, 2013, p. 4) . Por este motivo es indispensable conocer los nuevos softwares para realizar los levantamientos topográficos de una mejor manera.

En la actualidad se cuenta con el software “Global Mapper”, el mismo que tiene diversas herramientas para generar y mejorar topografías satelitales enfocado en el diseño vial; pero la comunidad estudiantil desconoce el uso del software ya que actualmente no se cuenta con una guía práctica acerca del proceso de cómo obtener topografías satelitales.

Por lo tanto, se requiere la creación de una guía práctica para la aplicación de las herramientas que proporciona el software “Global Mapper” en cuanto a un proyecto de diseño vial.

1.2.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE

En la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería Civil, los estudiantes que optan por el itinerario vial desarrollan varios proyectos pedagógicos del mismo. Pero

desconocen de las herramientas del software “Global Mapper”, que facilitan el trabajo al momento de generar topografías satelitales.

La guía práctica proporcionará a los estudiantes las herramientas necesarias en el proceso adecuado para la generación de topografías enfocadas en un proyecto vial, misma que contará con un ejemplo práctico en el que dispondremos de datos de Estación Total (formato del archivo SDR) y GPS (formato del archivo GPS), como datos de entrada en una vía seleccionada. Además, de brindar conocimiento se complementará su estudio para en un futuro desempeñarse y desenvolverse en el ámbito laboral teniendo un conocimiento más amplio al momento de la ejecución de un proyecto vial.

1.2.3 DELIMITACIÓN

Este proyecto está enfocado en brindar un recurso práctico y eficaz, a la comunidad estudiantil de la carrera de la Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito – Campus Sur, para el uso de la guía práctica para generar y mejorar topografías satelitales con el software “Global Mapper” enfocado al diseño vial.

La guía práctica servirá como apoyo en el aprendizaje de los estudiantes que pertenecen al itinerario vial de la materia de Aplicaciones Computacionales Viales que se imparte en los laboratorios del CECASIS de UPS - Quito - Campus Sur.

Figura 1

Laboratorios CECACIS UPS- Quito – Campus Sur



Nota. La fotografía representa uno de los laboratorios donde se imparte la clase de Aplicaciones Computacionales Viales. Elaborado por: Los Autores.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto busca establecer una guía práctica en la carrera de Ingeniería Civil con fin de instaurar un instrumento didáctico para los estudiantes a futuro, debido a que actualmente carecen de guías de usos del programa “Global Mapper” y del proceso para obtener topografías satelitales. Este manual impulsará a obtener un mejor conocimiento y desempeño al momento de realizar un proyecto de diseño vial.

Dentro del estudio de la carrera de Ingeniería Civil en el itinerario vial no se llega a profundizar en este tema, por lo tanto, es importante dar a conocer la interfaz, herramientas y ventajas que posee el software con respecto a la obtención de topografías satelitales enfocados en el diseño vial.

Este proyecto es factible ya que al disponer del software y manuales relacionados con el manejo servirán de apoyo para la investigación y realización de la guía práctica de topografías satelitales. Recalcando que este software tiene la facilidad de descargar e instalar con licencias

estudiantiles y no requiere de un equipo con características exigentes en cuanto a su procesador y memoria RAM. Es así que los estudiantes pueden tener un libre acceso al momento de instalar y utilizar las herramientas de este software ya que la Universidad Politécnica Salesiana cuenta con los laboratorios computacionales idóneos para implementación de este programa.

A futuro esta guía puede convertirse en un texto de estudio con la editorial de la Universidad Politécnica Salesiana, aportando un recurso práctico y didáctico a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería civil.

1.4 OBJETIVOS

El resultado de proyecto está direccionado a los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Civil, que requieran una ayuda al momento de obtener topografías satelitales y además de obtener un conocimiento más amplio de las herramientas que posee el software “Global Mapper” al tratarse de un diseño vial.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar la guía práctica para la aplicación de todas las herramientas que posee el software “Global Mapper”, a través de la investigación, con el fin de generar y mejorar topografías satelitales además de aplicar todas sus herramientas enfocadas en los diseños viales.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar la interfaz que posee el software “Global Mapper”, mediante el uso de sus funciones, para obtener un conocimiento apropiado y didáctico al momento de realizar un proyecto vial.

Evaluar el alcance que posee las herramientas del software “Global Mapper”, mediante el análisis de cada uno de sus comandos al ser aplicados para generar y mejorar topografías satelitales, enfocados en el diseño vial.

Generar una metodología didáctica y práctica sobre el uso del software “Global Mapper”, utilizando infografía, para facilitar la comprensión al momento de manipular el software para la creación de topografías satelitales enfocados en el diseño vial.

Lograr que la guía práctica sirva como apoyo dentro del proceso académico de cada estudiante durante su formación como Ingeniero Civil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SOFTWARE GLOBAL MAPPER

Es un programa informático, una aplicación de sistema de información geográfica SIG (Sistema de información geográfica) potente y asequible para los usuarios, que combina una gama completa de soluciones de software para el procesamiento de datos espaciales que proporciona acceso a una serie de formatos utilizados en el mundo del CAD, y en el mundo de la ingeniería, para las personas que trabajan comúnmente con el mapeo. Este software combina ciertas herramientas de procesamientos de datos espaciales, con acceso a una gran variedad de formato de datos.

El software “Global Mapper” está diseñado para cubrir prácticamente todo lo que necesita de un sistema de información geográfica, instalación y configuración sencilla, tiene un gran alcance de procesamiento de datos y facilidad de uso.

Además de ser un software enfocado al diseño vial y análisis de proyectos de obras civiles, incluye la posibilidad de acceder directamente a varias fuentes en líneas de imágenes, mapas topográficos. Esto incluye el acceso a las imágenes de color de alta resolución de imágenes espaciales y contenido geoespacial del mundo entero, y el acceso a la base de datos completa de imágenes satélites y mapas topográficos.

Global Mapper también tiene la capacidad de acceder fácilmente a fuentes de datos WMS (Web Map Services) o Servicios Web de Mapas, la cual permite el acceso a los datos de elevación, imágenes y datos vectoriales en 3D. Los datos obtenidos del GPS nos permiten saber el geoetiquetado de las fotos, como son: ubicación, elevación, análisis de cuencas, cuencas

visuales, línea de vista, y permite la generación de curvas de nivel, todos estos elementos se las pruebe observar en 3D (Edwards, 2019).

El software “Global Mapper” tiene diversas funciones que se puede emplear en la ingeniería civil enfocado en el diseño vial. Se puede visualizar datos geoespaciales en 2D o 3D tomados de cualquier fuente de datos espaciales. Este software tiene diversas funcionalidades: convertir, editar, publicar, imprimir, creación de mosaicos, análisis espaciales avanzados tales como el índice de vegetación normalizado (NDVI), estudios de cuencas hidrográficas, análisis de terreno, cálculos de volumen (Roncancio, 2021).

Estas características permiten que este software trabaje de una manera más rápida y eficiente al momento de generar la visualización de modelos en 2D Y 3D de la extensión geográfica en el trabajo que se esté llevando a cabo.

2.2 TOPOGRAFÍA

La topografía es una ciencia que estudia la superficie del terreno para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, mediante la combinación de las medidas según tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. Siendo empleadas unidades de longitud (sistema métrico decimal) y arco (grado sexagesimal) respectivamente (Morales, 2015). Sin la intervención de la topografía se hace imposible que las obras de ingeniería se ejecuten.

Es así que la topografía nos ayuda a medir extensiones de tierra, basándose en el concepto que la superficie terrestre es un plano horizontal.

2.3 CURVAS DE NIVEL

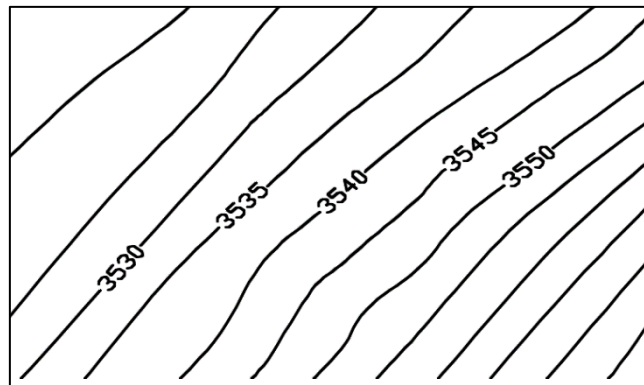
Las curvas de nivel están viables y son parte fundamental dentro de un plano topográfico, estos se unen ya que tienen una misma condición y nos ofrecen una gran cantidad

de información. Según (Morales, 2015) “Es una línea dibujada en un mapa o plano, la cual une todos los puntos que tienen la misma altura o elevación con respecto a un plano de referencia que puede ser arbitrario o el nivel medio del mar” (p. 15).

Para poder elaborar planos con curvas de nivel que permitan el trazado de las diferentes obras y estructuras, según el relieve del terreno.

Figura 2

Curvas de nivel



Nota. La fotografía muestra las curvas de nivel, las elevaciones pueden variar dependiendo de la pendiente del terreno. Elaborado por: Los Autores.

2.4 COORDENADAS

2.4.1 NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

El objetivo principal de la nivelación topográfica, es poder obtener las cotas de los diversos puntos y cómo van a referir los puntos del terreno a un mismo plano de referencia.

Según (Garrido, 2014):

Nivelación geométrica: Este tipo de nivelación permite obtener mayor precisión en las distintas elevaciones. El equipo utilizado para esta nivelación es el Nivel Topográfico, el cual permite determinar el desnivel entre dos puntos.

Nivelación trigonométrica: Este tipo de nivelación permite determinar la diferencia de altura entre dos puntos midiendo la distancia horizontal o inclinada. En terrenos montañosos o con cambios de elevaciones bruscas, esta nivelación es apta en cuestión de tiempo y en la ejecución se utiliza la Estación Total.

Nivelación expedita: Este tipo de nivelación emplea el barómetro y el altímetro, ambos miden la presión atmosférica, las condiciones atmosféricas influyen considerablemente por lo que sus mediciones varían continuamente en el espacio y en el tiempo. Esta nivelación es poco empleada por su baja precisión.

Nivelación GPS: La nivelación con tecnología GPS es uno de los métodos menos precisos en comparación con los métodos anteriores. Por otro lado, tiene el inconveniente de utilizar dos superficies de referencia, ya que el GPS realiza la detección del elipsoide sobre el que se mide la superficie terrestre. Es importante que el instrumento disponga de un receptor multicanal de doble frecuencia, es decir, un receptor de alta precisión. (p. 15)

Al momento de realizar un levantamiento topográfico se debe tomar en cuenta la nivelación del terreno y podemos emplear diversos métodos mencionados para obtener los desniveles entre cotas, de todos los puntos que sean necesarios en el proyecto.

2.5 TOPOGRAFÍAS SATELITALES

El procedimiento para obtener planos de grandes extensiones de terreno por medio de fotografías aéreas. “Parte de imágenes satelitales estereoscópicas de alta resolución las cuales permiten obtener Modelos Digitales de Elevación (MDE) con alto nivel de detalle además de sus productos derivados tales como curvas de nivel, perfiles y maquetas 3D” (Edwards, 2019,

p. 1). La cual nos permite mejorar los recursos en nuestro diseño vial, en cuanto a la obtención de cartografías de alta precisión.

La topografía satelital permite la visualización 3D, que sirven para mejorar la comunicación de información espacial incluso a partir de la programación de una nueva adquisición de imágenes, utilizando satélites.

2.6 GPS

Un GPS topográfico nos ayuda a conocer puntos de la superficie terrestre, gracias al sistema de posicionamiento satelital, para recoger señales que envían coordenadas de los puntos, para realizar un levantamiento.

GPS es la abreviatura de Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global). Es un sistema de posicionamiento por satélites uniformemente extendidos alrededor de su órbita y que nos proporcionan información de puntos que están situados en la superficie terrestre, este proceso se lleva a cabo mediante la transmisión-recepción de señales electromagnéticas. El GPS es un sistema de radionavegación basado en satélites que permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre (Yamasqui, 2022).

El GPS es un sistema que nos permite saber la posición en plano horizontal además tiene gran precisión al indicar la elevación que nos encontramos.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA GPS

El sistema GPS consta de tres sectores: los satélites, el sistema de control terrestre de los mismos, y los receptores de usuario que recogen las señales enviadas por los satélites y determinan las coordenadas del punto sobre el que se encuentran. En la aplicación de la metodología GPS se diferencian esos tres elementos:

- Sector espacial
- Sector de control
- Sector usuario

2.8 RECEPTORES GPS

El GPS que en sus siglas se denomina Sistema de Posicionamiento Global, este sistema utiliza a los satélites que se encuentran en el espacio para obtener información. Según (Ramos, 2015)

En las últimas décadas, las actividades relacionadas con el levantamiento topográfico han cambiado gracias al uso de instrumentos de última tecnología como el GPS. Este es un equipo profesional de posicionamiento satelital que permite determinar la posición de un objeto o una persona con una alta precisión.

Por esta razón este aparato se ha convertido en un instrumento esencial para la topografía, dado que aumenta considerablemente la productividad. Al proporcionar datos topográficos precisos y fiables, la recopilación de información se consigue mucho más rápido que con las técnicas convencionales de topografía, ya que reduce la cantidad de equipos a utilizar, así como la mano de obra. (p. 1)

Los equipos de GPS juegan un papel muy importante y sus herramientas son útiles para el levantamiento topográfico.

2.9 ESTACIONES BASE

En topografía las estaciones base es un receptor de GPS en una ubicación fija con precisión que se utiliza para dar información. Según (Martínez Mejía, 2009):

La estación base retransmite la posición corregida que midió mientras las unidades móviles comparan sus propias medidas con la recibida de la estación de

referencia. Una estación base es un punto de referencia para las actividades topográficas que permite a los técnicos registrarse con un transceptor de satélite de posicionamiento global (GPS) en una ubicación geográfica conocida. Además de usarse en topografía, las estaciones base también son útiles para otras actividades en las que las personas pueden usar dispositivos GPS para el posicionamiento. Las estaciones base permiten la corrección de errores y una mayor precisión, las cuales pueden ser críticas para algunas tareas. Los dispositivos pueden comunicarse automáticamente con una estación base o el usuario puede necesitar suscribirse a un servicio para acceder a la señal. (p. 19)

Se puede resaltar que las estaciones base, para su funcionamiento se basan en la utilización de sistemas de constelaciones de satélites receptores (GPS).

2.10 IGM

El Instituto Geográfico Militar, es una institución que ha permitido la elaboración de cartografías de todo el país para regular y organizar los territorios del mismo. Según (IGM, 2017):

El IGM gestiona, aprueba y controla todas las actividades encaminadas a la elaboración de la cartografía oficial y del archivo de datos geográficos y cartográficos del país. Regula y genera la Información Geográfica y Cartográfica que necesita el país para alcanzar su seguridad y desarrollo. Elaborar productos gráficos de seguridad que los organismos públicos y privados requieren, e instruir a la comunidad en materias relacionadas con la Geografía, Astronomía y otras Ciencias de la Tierra.

En nuestro país se aplican las siguientes especificaciones técnicas dirigidas por el IGM para la realización de cartografías y topografías, lo que nos permite la ejecución de un proyecto vial.

Especificaciones técnicas generales para la realización de cartografía topográfica a cualquier escala.

- Condiciones específicas
- Vuelo fotogramétrico
- Trabajos de apoyo
- Aerotriangulación
- Restitución fotogramétrica
- Cartografía
- Comprobaciones de calidad (p. 1)

La información geográfica obtenido por IGM se almacenan en una base de datos especial, las mismas que son ordenadas con sus respectivas cualidades y comportamientos, lo que facilita un visión más completa de la realidad.

2.11 DISEÑO VIAL

2.11.1 Generalidades

El diseño geométrico de carreteras se trata específicamente de la determinación de las características de una carretera, las mismas que debe cumplir condiciones establecidas en diseño, contar con parámetros que se ajusten al tipo de terreno y cubrir las necesidades de los conductores donde se implantara la vía; así como en garantizar la seguridad de los vehículos, la comodidad durante la conducción y la eficiencia de todos los usuarios de la misma. Según (Ospina, 2022):

A su vez se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual,

pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. (p. 43)

Siendo esto las características principales que se deben cumplir en el diseño vial.

En el diseño geométrico vial se cuenta con diversos factores que intervienen al momento que se requiere construir una vía, siendo tres elementos los más importantes para la construcción de una carretera. Según (Ospina, 2022):

Alineamiento horizontal: Compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.

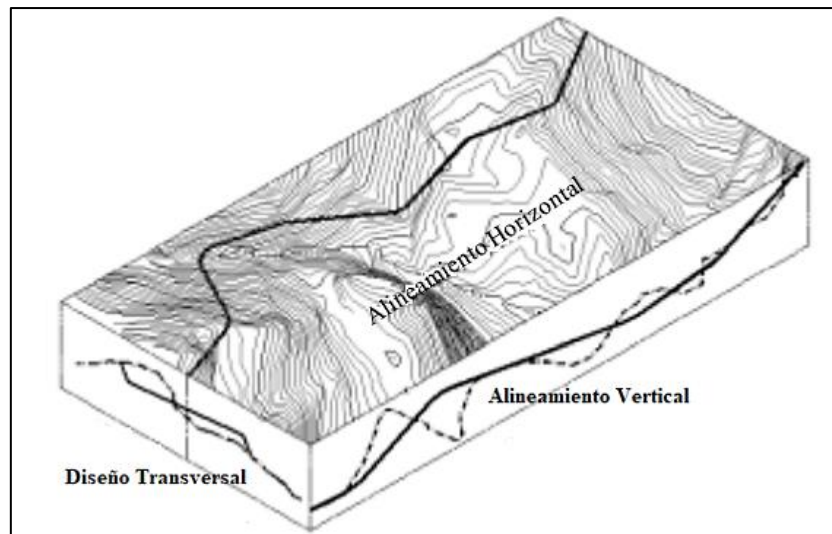
Alineamiento vertical: Compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.

Diseño transversal: Consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas. (p. 44)

Estos elementos de construcción nos permiten realizar un diseño vial adecuado, correlacionando los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno.

Figura 3

Componentes de diseño geométrico



Nota. La fotografía representa los componentes de diseño geométrico. Fuente: (Ospina, 2022)

2.11.2 Clasificación de vías dependiendo del propósito de uso.

La clasificación de las vías se basa en la ubicación geográfica y depende de la economía del sector para la comunicación, desarrollo del mismo.

2.11.3 Según su funcionalidad: Determina según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses del país en sus diferentes niveles de organización territorial.

Tabla 1

Clasificación de vías según su funcionalidad

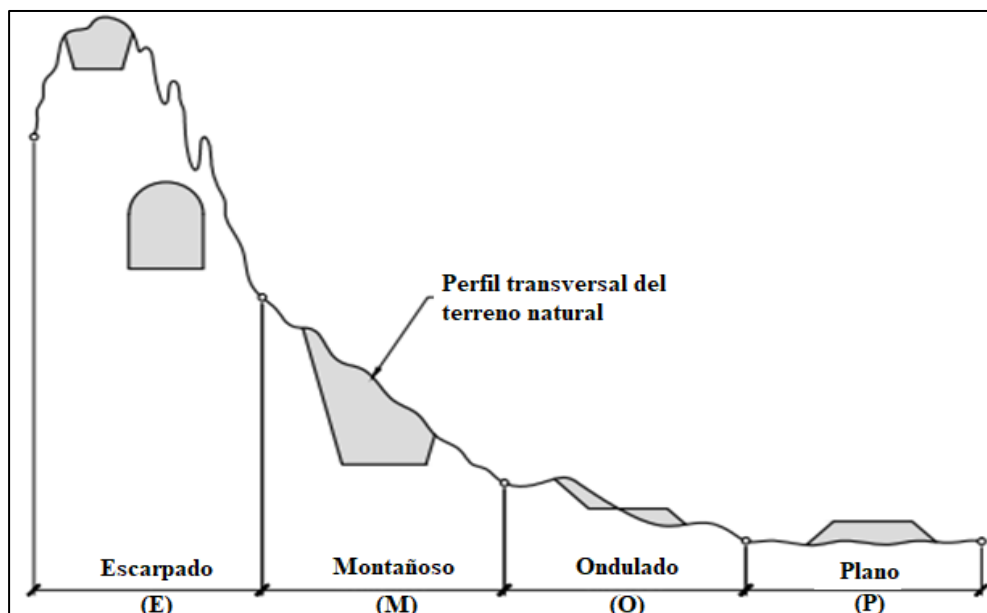
Primarias	Secundarias	Terciarias
Son vías troncales que dan acceso a las capitales y su función básica es la integración del país.	Son vías que unen cabeceras municipales entre sí y se conectan a una carretera primaria.	Son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas entre sí.

Nota. La tabla describe la clasificación de vías según su funcionalidad. Elaborado por: Los Autores

2.11.4 Según el tipo de terreno: Determina según la topografía predominante en el tramo de estudio. Éstos se clasifican con base en las pendientes de sus laderas naturales en el entorno y transversalmente a la vía como son; llano, ondulado y montañoso.

Figura 4

Tipos de terreno en carretas



Nota. La fotografía representa los tipos de terreno y perfil transversal de la vía. Fuente: (Ospina, 2022).

2.11.5 Según su localización geográfica: Se clasifican según la zona de ubicación: zona urbana y zona rural.

2.12 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

Para el diseño vial debemos tomar en cuenta ciertos parámetros de diseño, que debemos cumplir para satisfacer la necesidad de la movilidad y seguridad vial. Según: (MTO, 2003).

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno, y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña. (p. 226)

Podemos determinar que las secciones transversales típicas se rigen de acuerdo a la ubicación y el perfil natural del terreno y volumen de tráfico.

2.12.1 Ancho de la sección transversal típica

Los elementos que conforman el ancho de la sección transversal son:

- Pavimento
- Espaldones
- Taludes interiores
- Cunetas

2.12.2 Pavimento

Se define a cualquier base que constituya el piso de una construcción o de una superficie que ya no se encuentre en su estado natural. Según (MTOP, 2003):

El ancho del pavimento se determina en función del volumen, composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible. En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño

moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas. (p. 227).

El diseño estructural de una vía depende de su funcionalidad de acuerdo a su clase o tipo de vía para la comunicación de la población y el desarrollo de sociedad.

Tabla 2

Cuadro VI, ANCHOS DE LA CALZADA

Clase de Carretera	ANCHOS DE LA CALZADA	
	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
RI o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	600
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Nota. La tabla indica los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador. Fuente: (MTOPI, 2003)

2.12.3 Espaldones

Se define el espaldón como el área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada, cuya finalidad es dar soporte lateral al pavimento, servir para el tránsito de peatones y proporcionar espacio para las emergencias del tránsito y para el estacionamiento eventual de vehículos (MTOPI, 2003).

Los espaldones dependen del tipo de terreno y la clase de vía que se vaya a construir, a continuación, se disponen los valores referenciales para el ancho de espaldones.

Tabla 3

Valores de diseño para el ancho de espaldones (Metros)

Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0*	3,0*	2,5*	3,0*	3,0*	2,0*
I 3000 a 8000 TPDA	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II 1000 a 3000 TPDA	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
	L = Terreno Llano	O = Terreno Ondulado	M = Terreno Montañoso			

* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior.
 Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico
 ** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

Nota. La simbología TPDA mostrada en la tabla significa, Tránsito Promedio Diario Anual.

Fuente: (MTOP, 2003)

2.12.4 Taludes

Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, cuando el talud se produce de forma natural se denomina ladera, cuando los taludes son hechos por el hombre se llama taludes artificiales o cortes.

2.12.5 Cunetas

Las cunetas constituyen elementos lineales en forma de zanja que se encuentra continuo al borde de la plataforma o explanación, pueden estar revestidas o si revestir de forma triangular o trapezoidal en su sección transversal. Según (MTOP, 2003):

Canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. (p. 254)

Las cunetas nos permiten el transporte del agua lluvia para evitar el deterioro de las vías, la cual debe tener un buen sistema de bombeo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente proyecto se utilizará una investigación de tipo descriptiva, porque se detallarán las características, utilidades y funciones de cada uno de los comandos del software “Global Mapper”, por medio de figuras y el detalle de cada paso, para el posterior diseño vial. Según (Suárez, 2016), “Una de las características principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto” (p. 13). Por tal motivo, se escogió este tipo de investigación como la más adecuada para este proyecto.

3.2 MÉTODO

El método que se utilizará en este proyecto es el método analítico, puesto que se va a descomponer el objeto de estudio, separándolo en cada de sus partes con el objetivo de describir el proceso de funcionamiento, generar y mejorar topografías satelitales enfocadas en el diseño vial. Según (González, 2016), “Es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos del objeto de estudio” (p. 24). Determinando que este método de estudio es el idóneo para emplear en el proyecto.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proyecto se llevará a cabo mediante la técnica de fichaje, ya que se recolectará y almacenará información de cada una de las herramientas de este software, dándoles unidad y valor propio. Se desarrollará la descripción narrativa con imágenes del proceso, esta técnica

permite desarrollar de mejor manera la guía práctica de diseño ya que se ira registrando sistemáticamente la información del objeto de estudio.

3.4 PROCESO TÉCNICO DE INGENIERÍA CIVIL

Se iniciará la guía con la introducción de la interfaz del software Global Mapper, con su respectiva descripción de cada espacio de trabajo.

Para la descripción de cada paso a seguir, se registrará de manera gráfica las funciones y características de cada una de los comandos que se utilizará para generar las topografías satelitales.

Se definirán los conceptos básicos para poder generar topografías satelitales de una forma correcta, esto se lo realizara a través de la descripción narrativas con imágenes de cada una de las herramientas del software a utilizarse.

Para llevar a cabo el ejemplo práctico de la guía del software “Global Mapper” se empezará con la búsqueda de un diseño vial existente, de esta manera tener la información necesaria de Estación Total (formato del archivo SDR) y GPS (formato del archivo GPS), los mismos que nos ayudaran a establecer los parámetros de diseño y su topografía para poder comparar con el software.

Una vez obtenida la información existente (Puntos GPS), se procederá con la determinación de parámetros para la generación de la topografía satelital en el software.

Con las herramientas necesarias del software “Global Mapper” se procederá con la obtención de la topografía satelital del terreno existente, y posteriormente al mejoramiento de la topografía.

Por último, se comparará la topografía existente del diseño vial, con la nueva topografía obtenida con el software.

CAPÍTULO IV

GUÍA PRÁCTICA PARA GENERAR TOPOGRAFÍAS SATELITALES CON EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER”

4.1 INTRODUCCIÓN DE LA INTERFAZ DEL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER”

Figura 5

Acceso directo del software “Global Mapper”



Nota. Ícono del software “Global Mapper” cuando se encuentra ya instalado en el computador. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

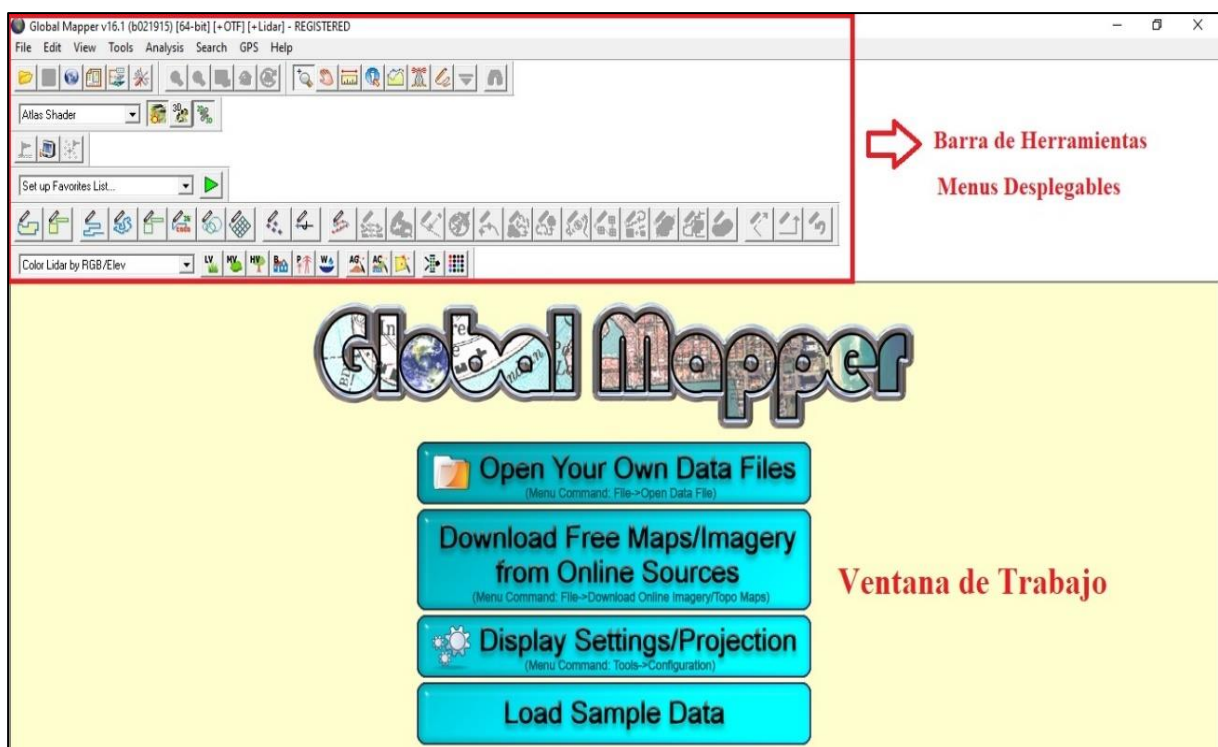
Global Mapper es un software de sistema de información geográfica (SIG) que contiene todo tipo de información cartográfica y de mapas. Al ser un software con procesamiento de datos LiDAR se lo puede adquirir fácilmente. Según (Blue Maeble Geographics, 2017) , “Dependiendo del sistema operativo de su computadora, puede elegir la versión de 32 bits o de 64 bits. Este último le permitirá aprovechar al máximo la memoria adicional disponible para las aplicaciones de 64 bits y mejorar el rendimiento del software” (p. 4).

Cuenta con una gama completa de herramientas y aplicaciones como son: diseño y visualización de mapas, transformación de coordenadas, generación de curvas de nivel, procesamiento de datos eficiente, cartografía precisa, análisis y presentación de datos espaciales optimizada, su herramienta potencial es el tratamiento y clasificación de datos LiDAR.

Al ingresar al software se presenta la interfaz principal donde se puede observar una serie de menús despegables, la barra de herramientas y la ventana de trabajo donde se presentarán gráficamente las distintas entidades que se cargarán en el programa las cuales son:

Figura 6

Interfaz del Software Global Mapper



Nota. La figura muestra las diferentes herramientas y opciones de trabajo. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

- **Open Your Own Data Files** (Abre tus propios archivos de datos).
- **Download Free Maps/Imagery from Online Sources** (Descarga mapas, imágenes gratis de fuentes en línea).

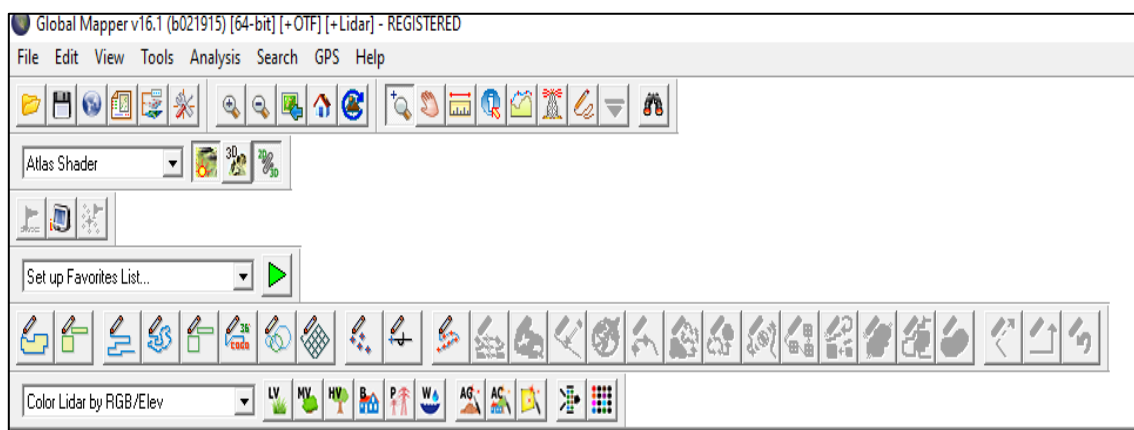
- **Display Settings/Projection** (Configuración de pantalla y proyección).
- **Load Sample Data** (Carga datos de muestra).

4.2 Descripciones de Comandos

En el panel “comandos de usuario” se visualiza en la parte superior del interfaz del programa, se encuentran distintos comandos de diseño, presentan accesos directos marcadas a continuación en el apartado.

Figura 7

Comandos de usuario



Nota. La figura muestra los diferentes comandos de usuario para trabajar. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

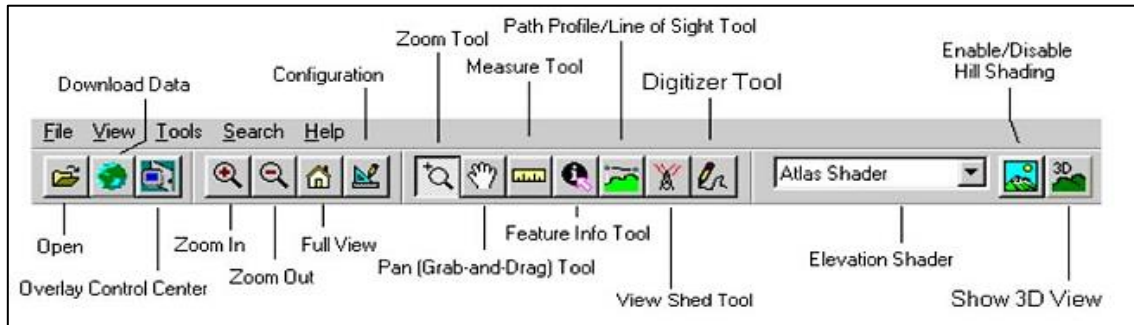
4.3 Interfaz de Usuario

La interfaz de usuario de “Global Mapper” está diseñado para brindarle un acceso fácil e intuitivo a todas las características y funciones del software mientras se utiliza el programa. Los componentes principales que integran la interfaz son menús, ventana de trabajo y barras de herramientas que de estas se desprenden diversos cuadros de diálogo como ayuda extensiva de los comandos a utilizar.

4.4 Barra de Herramientas del “Global Mapper”

Figura 8

Barra de herramientas

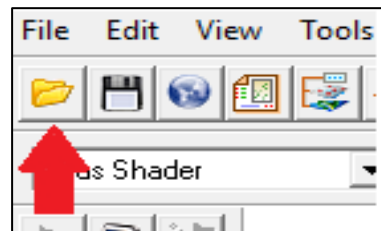


Nota. Barras de menús y herramientas del software Global Mapper. Fuente: (Paul Gálvez 2020).

4.5 Herramientas para abrir archivo de datos

Figura 9

Ícono para abrir archivo de datos



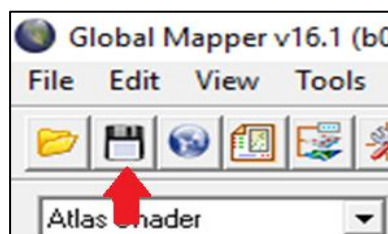
Nota. Permite abrir y cargar distintos archivos con diferentes extensiones en los que se requiere trabajar. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Al abrir el software “Global Mapper” encontraremos una ventana como un espacio virtual. Podremos abrir sobre ella múltiples archivos de forma simultánea, aunque sean de diferente tipo, o proyección diferente y distinto datum, aunque en pantalla sólo veremos el primero.

4.6 Herramienta guardar espacio de trabajo

Figura 10

Ícono para guardar espacio de trabajo



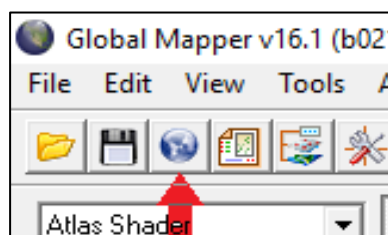
Nota. La figura muestra la función para guardar las actualizaciones trabajadas en los archivos. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Esta herramienta nos permitirá “guardar” el espacio de trabajo, y así tener almacenado todos los cambio y modificaciones que se le harán a los archivos.

4.7 Herramienta descargar información de internet

Figura 11

Ícono para descargar información de internet

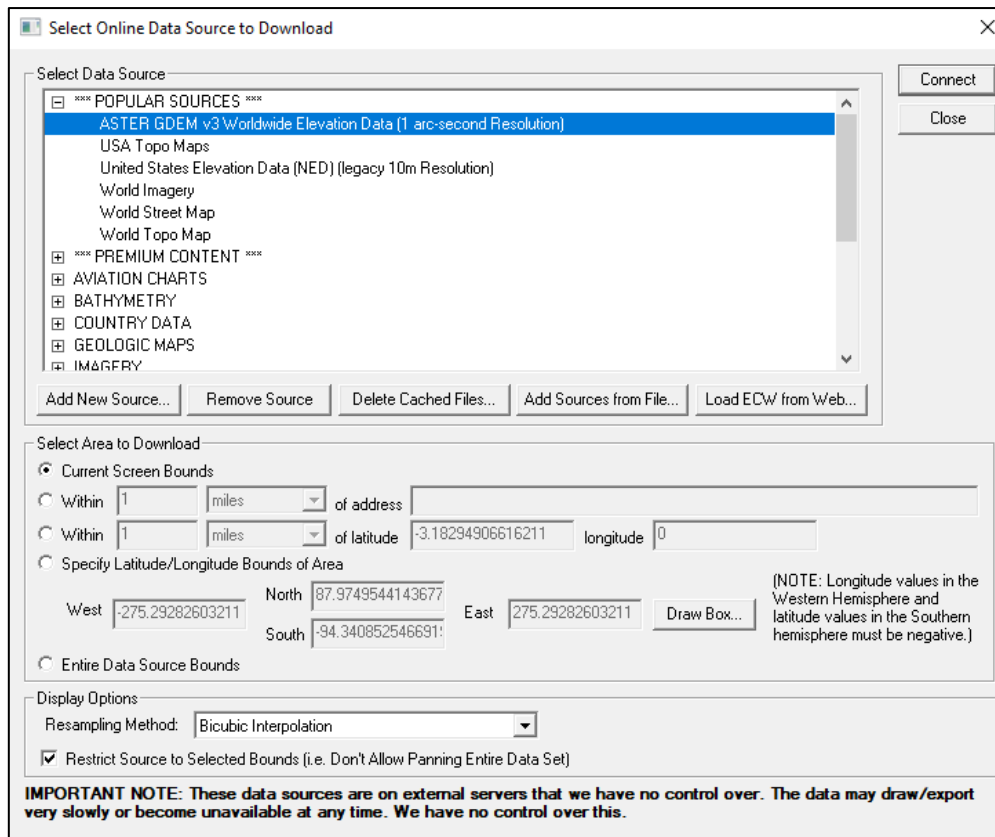


Nota. Descarga datos de mapas, mapas topográficos e imágenes por satélite, así como imágenes de alta resolución. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Esta barra de herramienta nos permite descargar imágenes de alta resolución en línea, mapas topográficos, cartografías de un terreno, topografías satelitales y además nos proporciona base de datos WMS (Openg Web MAp Server).

Figura 12

Cuadro de diálogo del ícono descargar información de internet



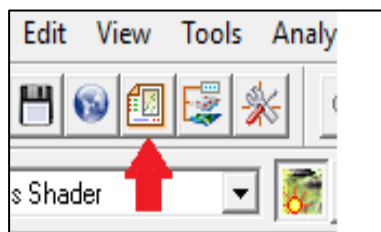
Nota. Permite seleccionar los distintos datos para descargar, así como la extensión de cada uno de ellos, establecidos los datos “Global Mapper” descargará automáticamente. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

El Cuadro de diálogo “Seleccione la fuente de datos en línea para descargar” permite seleccionar un área delimitada (longitud y latitud), también podemos seleccionar resolución para descargar la fuente de datos en las extensiones (GeoTIFF, JPG o ECW).

4.8 Herramienta configurar el mapa del espacio de trabajo

Figura 13

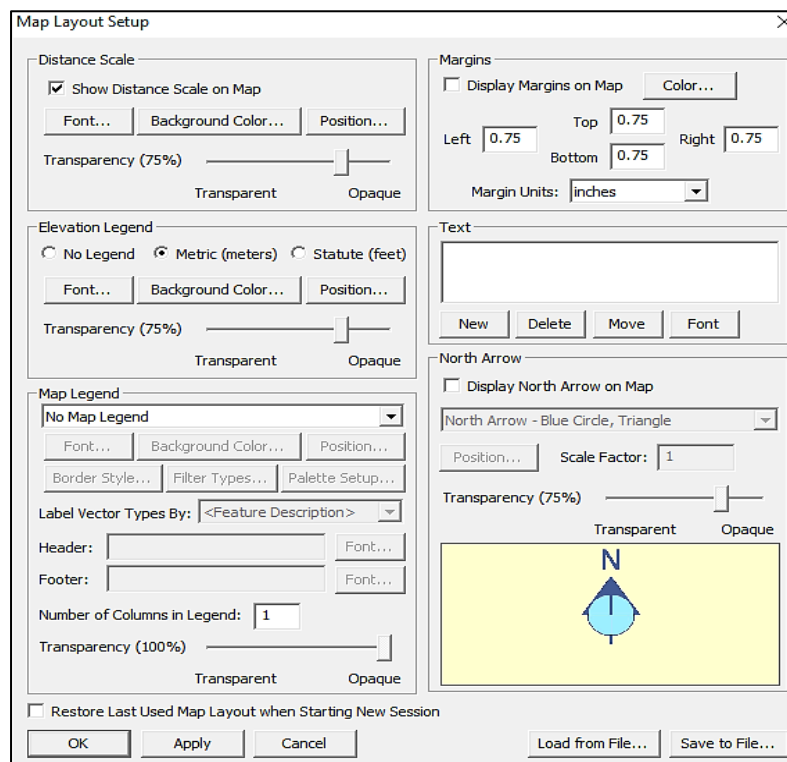
Ícono diseño de mapa



Nota. La figura hace relación a configurar el diseño del mapa (márgenes, barra de escala, leyenda de elevaciones, etc.) Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 14

Ventana desplegable de configuración del diseño del mapa



Nota. En esta ventana se podrá agregar características cartográficas, escalas, leyendas al mapa para su impresión. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Nos permite guardar la disposición del mapa en un archivo y restaurarlo más tarde. Además, el diseño actual del mapa se guardará en cualquier archivo del espacio de trabajo.

Distance Scale

- **Font:** Modifica las características del texto de la barra de escala: fuente, estilo, tamaño y color.
- **Background Color:** Cambio de color de barra de escala.
- **Position:** Modifica las dimensiones de la barra de escala.

Elevation Legend

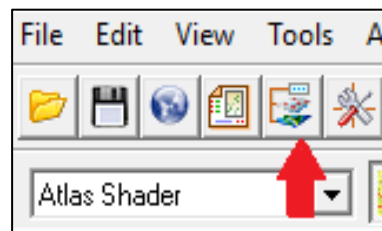
- **Font:** Modifica las características del texto de la leyenda: fuente, estilo, tamaño y color.
- **Background Color:** Cambio de color de la leyenda.
- **Position:** Modifica las dimensiones de la leyenda.

North Arrow: Símbolo para orientar el norte en el mapa.

4.9 Herramienta abrir centro de control

Figura 15

Ícono de centro de control

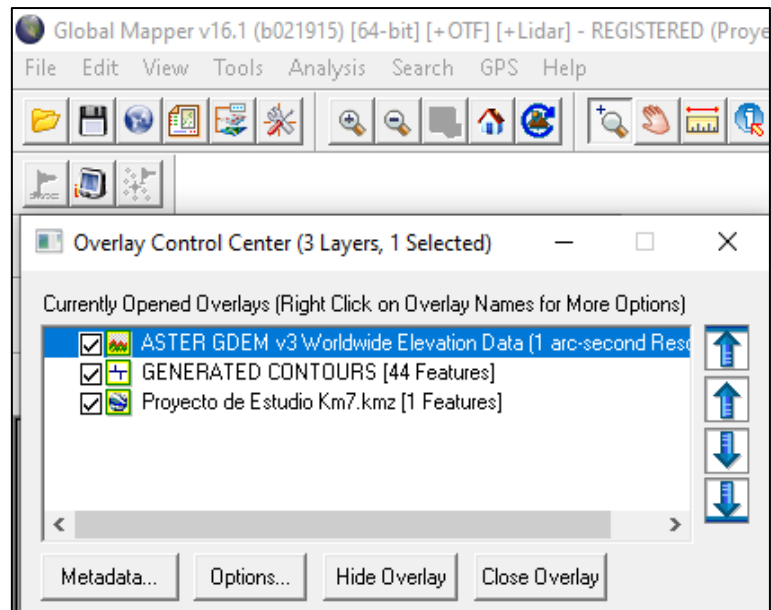


Nota. Centro de control, activa y desactiva las capas que se va ejecutando en el archivo.

Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 16

Ventana despegable de centro de control

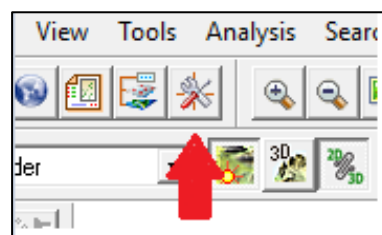


Nota. Controla las superposiciones, nos permite obtener información y configurar opciones para todas las superposiciones cargadas. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.10 Herramienta de configuración general del programa

Figura 17

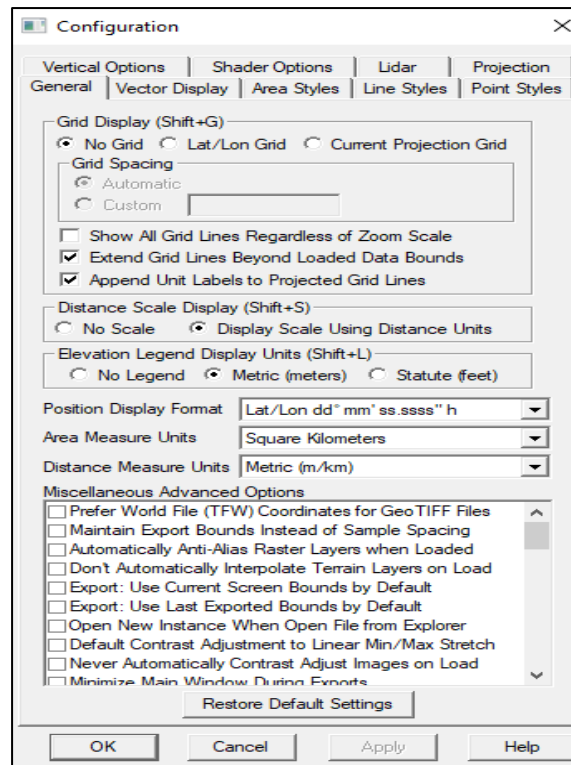
Ícono de configuración



Nota. La flecha referencia a la herramienta configuración. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 18

Ventana despegable de configuración



Nota. Permite la configuración general de las opciones de visualización y exportación de Global Mapper. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

En esta herramienta de configuración tiene diversas opciones para configurar nuestra ventana de trabajo. Según (Blue Maeble Geographics, 2017):

- **General:** Configuración de escala, unidades, posición, visualización y exportación.
- **Visualización de vectores:** Configuración de la visualización de vectores.
- **Estilos de Área:** Configuración de Color/Relleno/Borde del Tipo de Área.
- **Estilos de Línea:** Configuración de Color/Ancho/Estilo del Tipo de Línea.
- **Estilos de Punto:** Configuración de Símbolos de Tipo Punto / Símbolos Personalizados.
- **Opciones verticales:** Configuración de visualización de elevaciones.
- **Opciones de sombreado:** Configuración específica de sombreado.

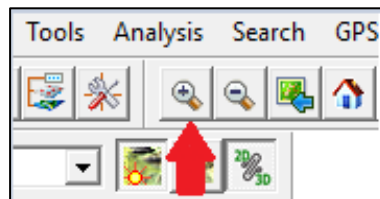
- **Proyección:** Seleccione Proyección de Visualización/Datos o
- **Proyección GeoCalc:** accede a la biblioteca GeoCalc para obtener datos sobre la proyección y las transformaciones de coordenadas.
- **Lidar:** permite filtrar las clasificaciones Lidar que se muestran, el color asignado a cada clasificación y los tipos de retorno que se muestran. (p. 1)

Modificando estos parámetros se puede obtener un mejor resultado al momento de elaborar un mapa, teniendo así un área de trabajo más estético.

4.11 Herramienta zoom in

Figura 19

Ícono de Zoom in

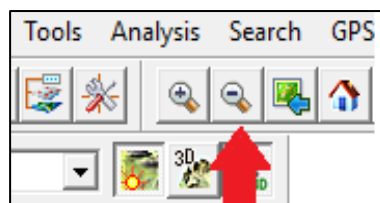


Nota. Zoom in (acercar la imagen) en un punto específico. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.12 Herramienta zoom out

Figura 20

Ícono de Zoom out

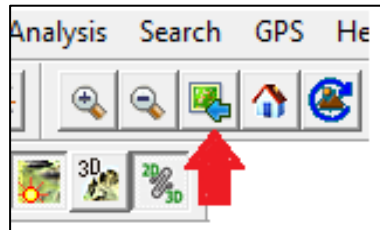


Nota. Zoom out (alejarse la imagen) en un punto específico. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.13 Herramienta restaurar vista de trabajo anterior

Figura 21

Ícono de restaurar vista de trabajo anterior

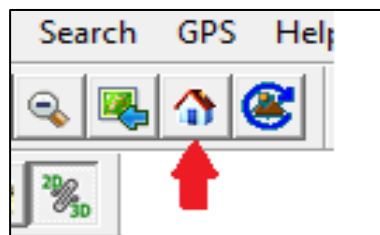


Nota. Permite restaurar la vista del mapa a la última vista dibujada en el mapa principal, además se puede utilizar para hacer una copia de seguridad de las ubicaciones de las vistas dibujadas recientemente y de los niveles de zoom. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.14 Herramienta zoom extendido

Figura 22

Ícono de zoom extendido

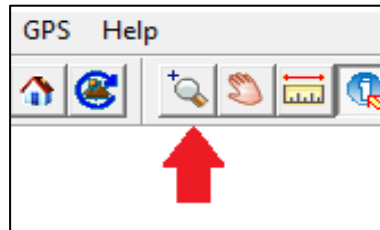


Nota. Permite visualizar, restaurar las funciones cargadas y centrarlas en la ventana de trabajo. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.15 Herramienta de zoom

Figura 23

Ícono de zoom



Nota. Permite definir el porcentaje del tamaño de la pantalla, el tamaño de pixel, si se requiere bajo una escala definida o si se visualiza entre un rango definido de escalas. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.16 Herramienta para desplazar

Figura 24

Ícono para desplazar

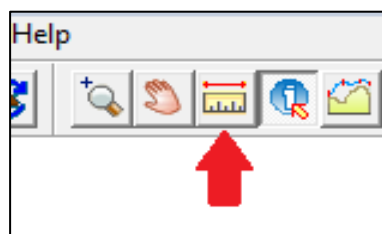


Nota. Permite cambiar el punto central de la imagen sin cambiar la ampliación. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.17 Herramienta regla

Figura 25

Ícono de herramienta regla



Nota. Cuenta con opciones para poder controlar como se miden las distancias y de qué forma se dibujarán las trayectorias. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Con esta herramienta podemos medir distancias y áreas en cualquier mapa que tengamos abierto. Una vez seleccionada la herramienta, si pinchamos con el botón derecho del ratón podremos seleccionar las unidades de medida (si queremos seleccionar otras distintas a las que figuran en Configuración). Estas son las opciones que tiene disponibles:

Gran círculo: Cualquier distancia medida utilizara la opción de gran círculo, ya que es el camino más corto a lo largo de la superficie del elipsoide terrestre, no se logrará dividir diferencia en distancias cortas, pero si en distancias largas.

Distancias de cuadrícula: Las distancias medidas se utilizarán el sistema de coordenadas cartesianas X, Y. Las trayectorias dibujadas serán desde una recta en el punto inicial y final.

Línea de rumbo: Las medidas se trazarán a lo largo de la línea de rumbo, que es la línea constante entre el punto inicial y el punto final. Una línea de rumbo será una línea recta en la proyección Mercator.

En el lado derecho del botón de la herramienta medir también existen opciones para controlar los rodamientos:

Norte verdadero: Cualquier orientación medida será reportada en relación a esta opción. esto significa que una marcación de 0 apuntará directamente al Polo Norte y una marcación de 180 apuntará directamente al Polo Sur.

Norte magnético: Esto significa que la marcación de 0 apuntará directamente al Polo Norte magnético y no al Polo Norte geográfico.

Norte de cuadrícula: Esto significa que un rumbo de 0 apuntará directamente hacia arriba en el eje Y de su proyección actual, un rumbo de 90 estará apuntado hacia la derecha a lo largo del eje x. (Blue Maebly Geographics, 2017, p. 1)

Esta herramienta permite obtener medidas del mapa que se esté trabajando, cuenta con varias opciones de medida para su uso dependiendo su requerimiento.

4.18 Herramienta de información

Figura 26

Ícono de herramienta de información



Nota. Al pinchar sobre cualquier archivo vectorial obtenemos información sobre él, coordenadas, tipo de terreno, podemos editarlo y modificar sus características de visualización. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.19 Herramienta de perfiles

Figura 27

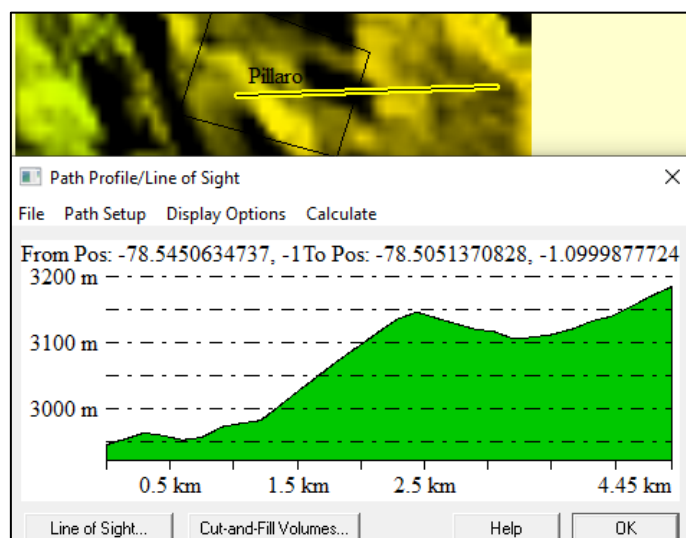
Ícono de herramienta de perfiles



Nota. Obtiene perfiles longitudinales a lo largo de una trayectoria. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 28

Ventana desplegable de Perfil longitudinal



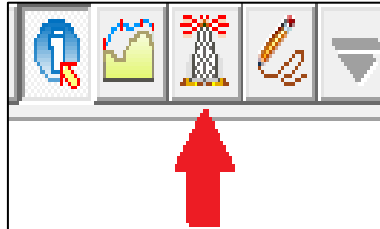
Nota. La figura muestra un perfil longitudinal a lo largo de una trayectoria tomada de un lugar específico. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Esta herramienta permite obtener un perfil longitudinal a lo largo de una trayectoria definida por el usuario, utilizando como base un conjunto de datos de elevación cargados, también permite realizar cálculos de línea de vista a lo largo de la trayectoria definida y a su vez guardar el perfil realizado.

4.20 Herramienta cuenca visual

Figura 29

Ícono de herramienta cuenca visual



Nota. Permite delimitar el área de cobertura . Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 30

Venta despegable de herramienta cuenca visual

View Shed Setup

Description: [View Shed Analysis 5](#) [OK] [Cancel] [Help]

Transmitter Elevation: 15 METERS above Ground

Receiver Elevation:
 Use an explicit height value for the receiver elevation
2 METERS above Ground
 Use a transmission angle from the transmitter for receiver elevation
0 degrees above the horizon
 Use a transmission angle range to view where beam hits surface
0 to 0 degrees above the horizon
Check at 0 meters above Ground

Select Elevation Layers to Base Transmitter/Receiver Heights On...

View Angle (0 North, 90 East, 180 South, 270 West)
Start Angle 0 Swept Angle 360

Earth Curvature
 Ignore Earth Curvature
Atmospheric Correction: 1.33333
The earth curvature settings are used to simulate the curvature of the earth when performing view shed analysis. For short distances, the curvature typically doesn't affect the results much, but the effect over large distances can be significant.
Atmospheric correction is used to account for the effect the earth's atmosphere has on different kinds of transmissions. For example, a value of 1.333 is often used to emulate how microwave transmissions travel through the atmosphere.

Generate Area Features in Covered Areas
 Display Hidden Rather Than Visible Areas
 Treat Missing Elevations as Ocean (Zero Elevation)
Transmitter Location... Display Color...

View Radius: 15 Kilometers
(Minimum view radius: 0)

Sample Spacing
The sample spacing controls the interval at which elevation samples are examined to determine visibility. Smaller values result in more accurate, but more slowly generated, view sheds.
X-axis: 0.0008335627621 arc degrees
Y-axis: 0.0008370922471 arc degrees
If you wish to change the ground units that the spacing is specified in, you need to change the current projection by going to Config->Projection.

Fresnel Zone Specification
 Check Clearance with Respect to First Fresnel Zone
Frequency (GHz): 2.4 Percent Clear: 50 to 100

Free Space Path Loss Calculation
 Calculate and Display Free Space Path Loss
Power With All Gains/Losses (dB): 0
Frequency (GHz): 2.4
 Save Calculated Signal Strength (dB) to Separate Grid Layer

Obstructions from Vector Data (i.e. buildings/fences)
 Use Vector Features with Heights
 Heights of Vector Features Relative to Ground
 Obstruction Area Features Always Hidden
 Pillaro2.kmz
 User Created Features

Nota. Permite editar ciertos parámetros elevación, radio, color etc. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Esta herramienta nos permite delimitar el área de cobertura visual, al activar esta herramienta en un determinado lugar del plano que se este trabajando nos ayuda a delimitar el rango de alcance de un trasmisor. Según (Blue Maeble Geographics, 2017):

Esta herramienta permite a los usuarios registrados realizar un análisis de cobertizo de vista utilizando datos de cuadrícula de elevación cargados con una ubicación, altura y radio del transmisor especificados por el usuario. Todas las áreas dentro del radio seleccionado que tienen una línea de visión clara hacia el transmisor se colorean con un color especificado por el usuario.

- **Description:** Asignar un nombre para la cuenca visual.
- **Transmitter Elevation:** Colocar el valor de altura de la torre de observación al seleccionar Ground, si se requiere la altura desde el nivel del mar, seleccionar Sea Level.
- **View Radius:** Ingresar el valor del radio de la cuenca visual (kilómetros).
- **Receiver Eleation:** Permite usar un valor explícito de altura, ángulo de transmisión o el rango del ángulo de transmisión.
- **Transmitter Location:** Permite colocar las coordenadas de la torre de observación.
- **Display Color:** podemos seleccionar el color para facilitar el reconocimiento del área. (p. 1)

Siguiendo este proceso de configuración podemos obtener un área delimitada mejor para un previo estudio.

4.21 Herramienta de digitalización, visualización y edición

Figura 31

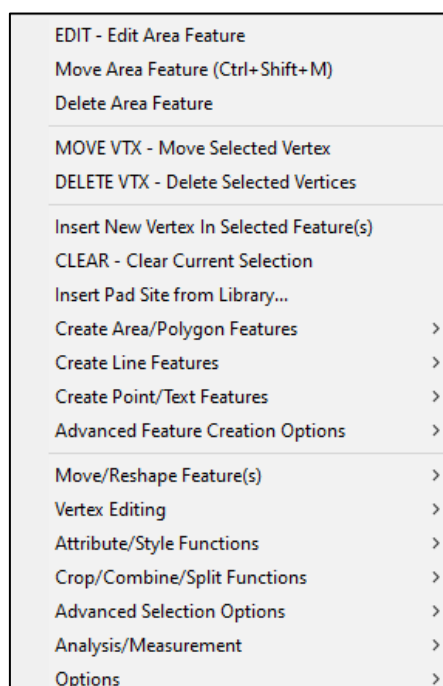
Ícono de herramienta de digitalización, visualización y edición



Nota. Permite digitalizar, visualizar y editar las características del archivo en el que se está trabajando. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 32

Ventana despegable de digitalización, visualización y edición



Nota. Permite crear, eliminar, editar, mover, reconfigurar y copiar puntos, líneas y características de área en el mapa. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.22 Herramienta buscar

Figura 33

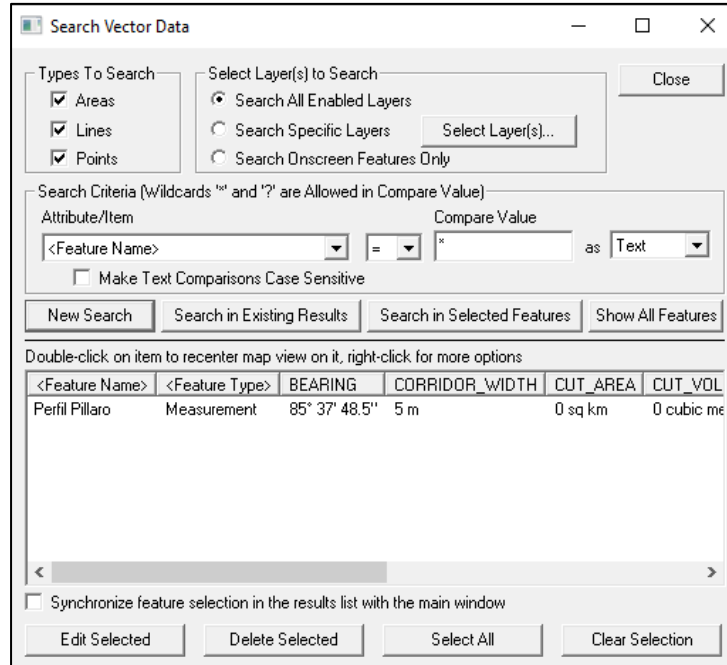
Ícono de herramienta buscar



Nota. Permite investigar por entidades todos los datos vectoriales cargados por valor de atributo, nombre, índice de entidad dentro de la capa y descripción/tipo. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 34

Ventana despegable de la herramienta buscar



Nota. Explora datos vectoriales, muestra una lista de todas las características vectoriales (áreas, líneas y/o puntos) que coinciden con los criterios de búsqueda especificados. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Existen diferentes opciones para configurar esta herramienta, a continuación, se detallan: Según (Blue Maebly Geographics, 2017)

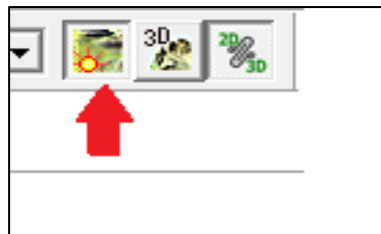
- **Edit Selected:** permite al usuario modificar el nombre, el tipo de característica y el estilo de dibujo de cualquier característica seleccionada.
- **Delete Selected:** permite eliminar alguna característica vectorial seleccionada.
- **Select All:** permite seleccionar todas las características vectoriales (áreas, líneas y/o puntos) que coinciden con los criterios de búsqueda especificados. (p. 1)

Estas opciones permiten tener cada una de las características de los elementos del mapa que se esté trabajando.

4.23 Herramienta sombreada

Figura 35

Ícono herramienta sombreado

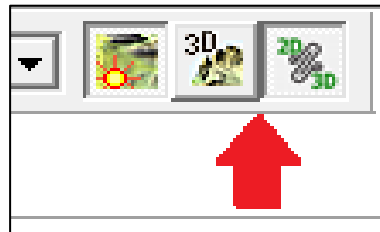


Nota. Controla la intensidad del color (brillo/oscuridad), la transparencia del color, la combinación, el suavizado y el sombreado del color de las capas seleccionadas, también controla los píxeles. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.24 Herramienta 3D

Figura 36

Ícono de la herramienta 3D

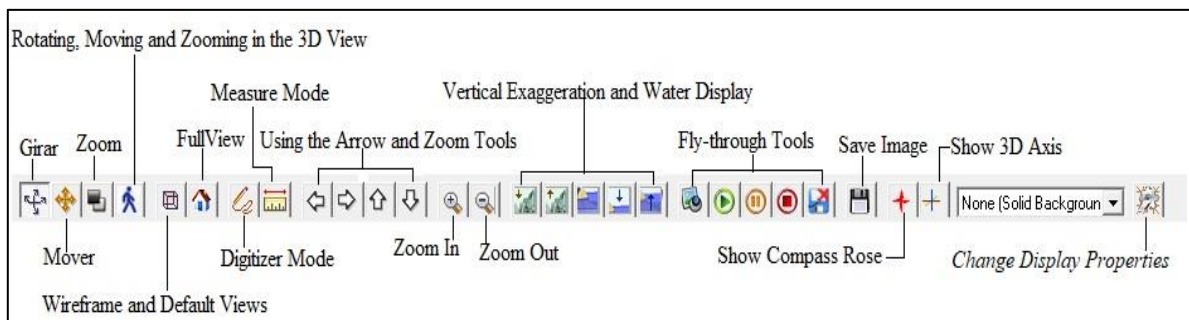


Nota. Permite ver datos de elevación en perspectiva 3D. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Esta herramienta permite que cualquier imagen o dato vectorial dibujado sobre la cuadrícula de elevación en la vista principal de Global Mapper aparecerá automáticamente sobre los datos de elevación en la ventana gráfica 3D.

Figura 37

Barra de herramientas de 3D

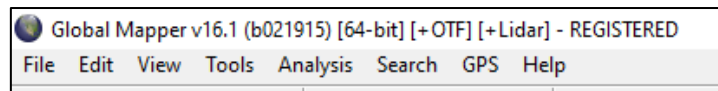


Nota. La figura muestra la barra de herramienta 3D la cual nos permite trabajar. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

4.25 Herramientas desplegadas de menús

Figura 38

Menús del mapeador global



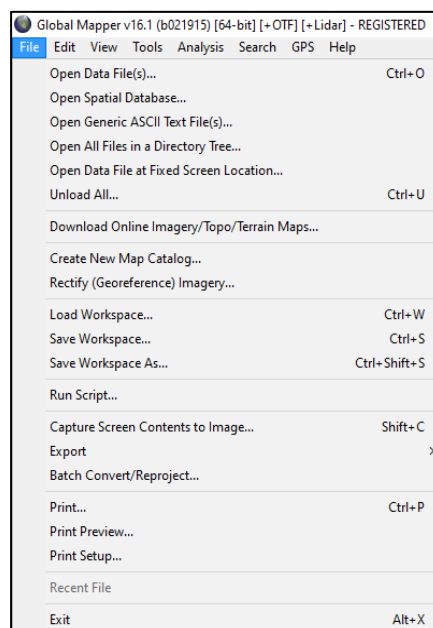
Nota. Serie de menús organizados en varias categorías de funcionalidad. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

El software “Global Mapper” proporciona una serie de menús que están organizados intuitivamente por función y ofrecen acceso a todas las características y funciones del software. Esta sección repasa los menús y comandos para comprender el propósito de cada uno y se desplegara opciones que incluirán una barra de herramientas.

4.25 Herramienta File Menú

Figura 39

Ventana despegable de File



Nota. La figura muestra todas las funciones de File Menú. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Contiene todas las opciones para importar, exportar y guardar los datos. También, incluye una lista de archivos importados recientes, lo que proporciona un acceso fácil a las capas de uso frecuente, así como las utilidades de conversión por lotes y secuencia de comando.

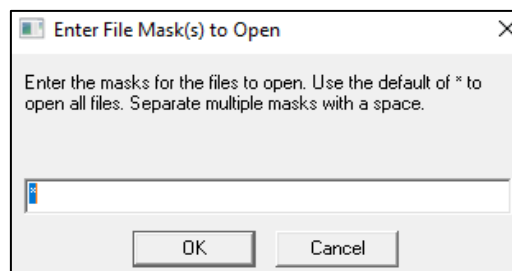
Open Data File: permite abrir archivos de datos adicionales en la pantalla principal.

Open All Files in a Directory Tree: permite abrir todos los archivos de una carpeta seleccionada, para cargar archivos desde un directorio, se puede usar una máscara con un nombre o un carácter específico que permitirá a la máscara predeterminados seleccionar los archivos deseados. (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017, p. 1)

Estas herramientas nos permiten cargar y abrir fácilmente archivos para trabajar independientemente de su extensión.

Figura 40

Ventana despegable Mask de archivo para abrir

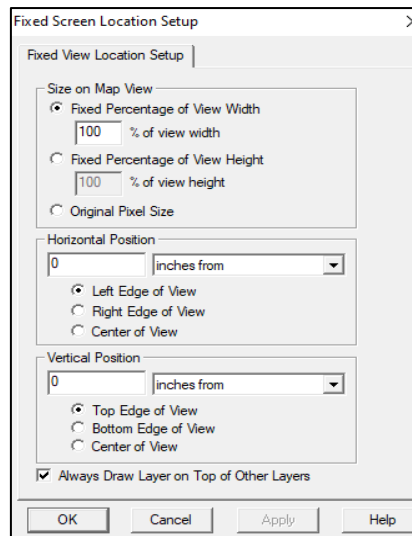


Nota. La figura muestra el cuadro de diálogo para archivos de carpeta seleccionada que coincida con el nombre de la máscara. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Open Data File at Fixed Screen Location: permite al usuario abrir un formato de archivo para mostrarlo en una ubicación fija en la pantalla, en lugar de una ubicación fija en la tierra.

Figura 41

Ventana despegable de configuración de ubicación de pantalla fija



Nota. La figura muestra el cuadro de diálogo permite al usuario especificar el tamaño y la posición de los datos en relación con la pantalla. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Save Workspace: La herramienta permiten a los usuarios guardar los datos cargados, estos se pueden abrir más tarde para continuar trabajando, con todas las capas guardadas en el archivo lo que permite a los usuarios cargar los datos fácilmente con la extensión (gmw).

Save Workspace As: Los permite guardar con la extensión (gmw) automáticamente para continuar trabajando, pero con otro nombre para mantener un documento de respaldo.

Print: Permite al usuario imprimir la ventana de vista actual.

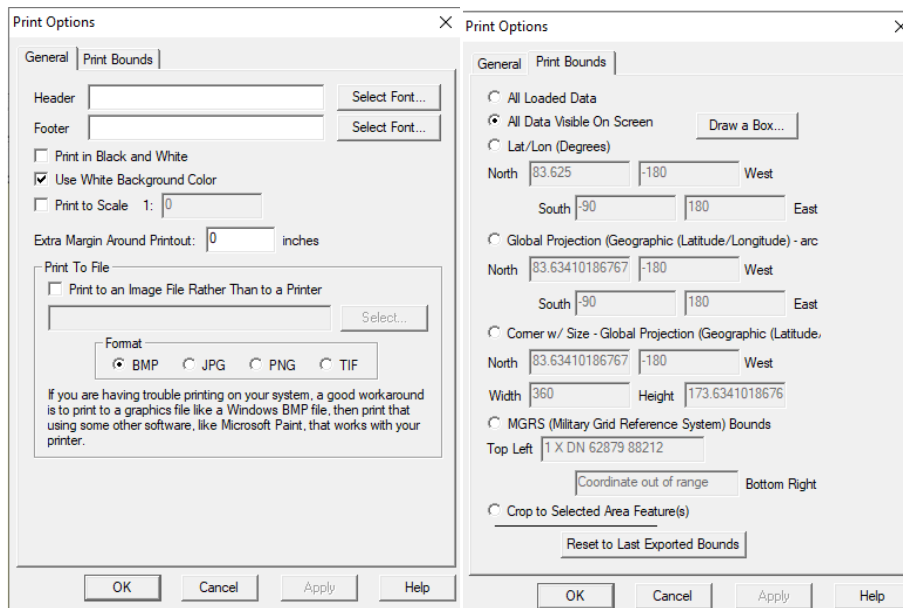
Header: Especifica el texto que va la parte superior de la imagen.

Footer: Especifica el texto que va la parte inferior de la imagen.

Print Bounds: permite seleccionar exactamente qué área imprimir.

Figura 42

Ventana despegable de Opciones de Impresión

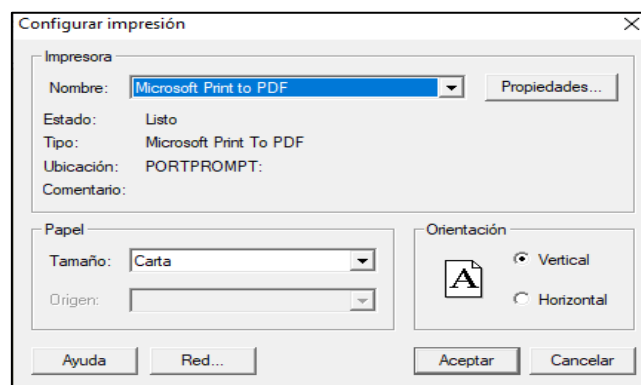


Nota. La figura muestra el proceso de impresión. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Print Setup: configura el formato de impresión y orientación del papel para su respectiva impresión.

Figura 43

Ventana despegable de configuración de impresión

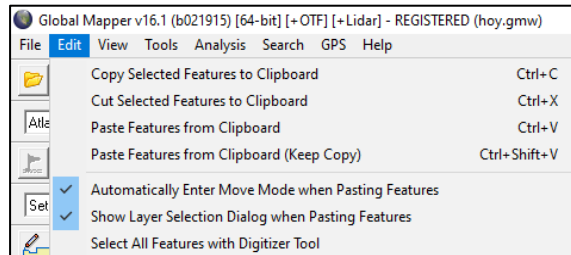


Nota. La figura muestra la configuración de impresión (Tamaño de papel, orientación, etc.). Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

4.26 Herramienta Edit Menú

Figura 44

Ventana despegable del menú Edit

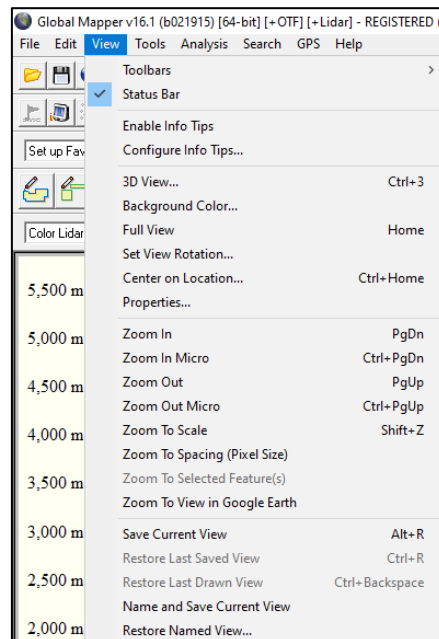


Nota. Permite habilitar la opción de copiar, pegar, cortar y seleccionar todas las funciones con la herramienta de digitalización. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

4.27 Herramienta View Menú

Figura 45

Ventana despegable de View menú

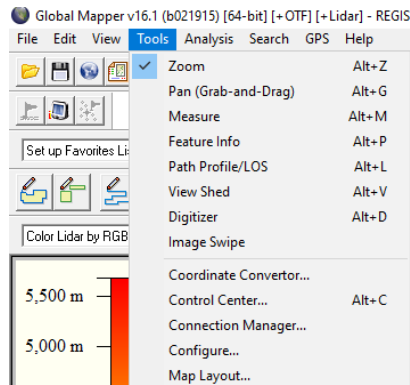


Nota. El menú contiene una serie de opciones de ajuste para la configuración del aspecto de la interfaz. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

4.28 Herramienta Tools Menú

Figura 46

Ventana despegable del menú Tools



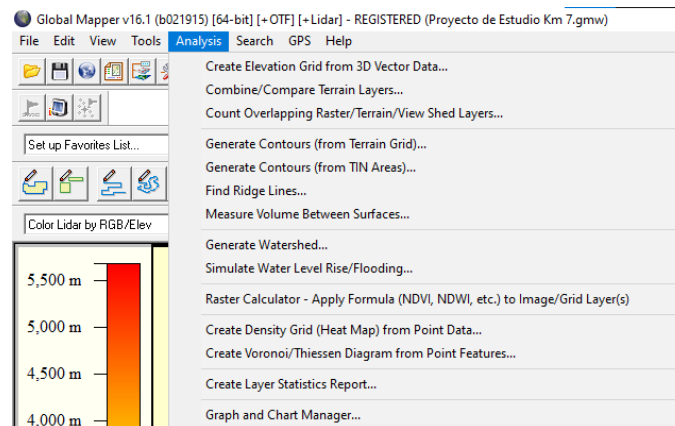
Nota. La figura muestra las diferentes opciones de menú herramienta. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Este menú contiene herramientas para interactuar con las funciones, utilidades para conectarse y obtener información de datos. También proporciona acceso a cuadros de diálogo para la configuración de la interfaz.

4.29 Herramienta Analysis Menú

Figura 47

Ventana despegable de Analysis Menú



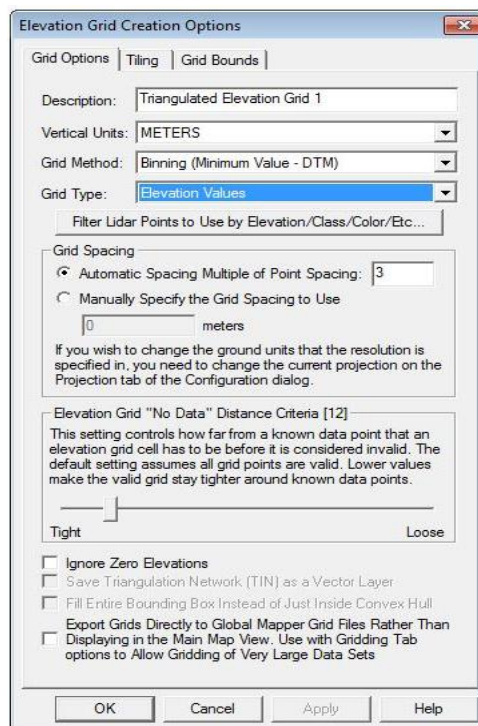
Nota. La figura muestra las funciones analíticas que el menú contiene. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

El menú cuenta con funciones analíticas para datos vectoriales y del terreno. Cuenta con herramientas que nos ayudan a generar contornos, delineación de cuencas hidrográficas, se centra en trabajar con datos de elevación.

Create Elevation Grid from 3D Vector Data: Se puede crear, generar una cuadrícula con una combinación de datos vectoriales que contengan un componente de elevación. Para crear la cuadrícula de elevación para los datos se tiene el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 48

Cuadro de diálogo para crear la cuadrícula



Nota. La figura muestra los parámetros donde se especificará los datos para crear la cuadrícula. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Se puede crear cuadrículas a partir de la modificación de los atributos para cada una de ellas dependiendo el caso y el tipo de cuadrícula que se quiera, a continuación se detalla los atributos que tiene este cuadro de diálogo. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

- **Grid type:** Aquí se colocará los valores de elevación como entrada, también se puede utilizar la altura del suelo, otra manera de crear cuadrículas es con el módulo Lidar que como valores de entrada usa intensidades.
- **Grid Spacing:** El software es quien manejará los cálculos del espaciado de la cuadrícula, también se lo puede colocar manualmente.
- **Elevation Grid “No Data” Distance Criteria:** Esta configuración controla que tan cerca y lejos se encuentren los puntos en las celdas de la cuadrícula para que sean válidos. Los valores más bajos hacen que la cuadrícula permanezca más ajustada alrededor de los puntos de datos conocidos.
- **Ignore Zero Elevations:** Al activar esta opción hará que todos los valores de 0 se ignoren al momento de crear las elevaciones.
- **Save Triangulation Network (TIN) as a Vector Layer:** Al guardar la red de triangulación como capa vectorial durante el proceso de creación de la cuadrícula se guardará en una capa separada.
- **Fill Entire Bounding Box Instead of Just Inside Convex Hull:** Al seleccionarlo, se generará un área rectangular que rodee todos los datos proporcionados y llenará esa área con datos. Cuando los datos no estén marcados no se extenderán más allá de cualquier punto de datos en áreas con datos nulos.
- **Export Grids Directly to Global Mapper:** esta opción guardará automáticamente un archivo de cuadrícula de Global Mapper al crear los datos de elevación. Los datos aún se cargarán en Global Mapper al momento de la creación.

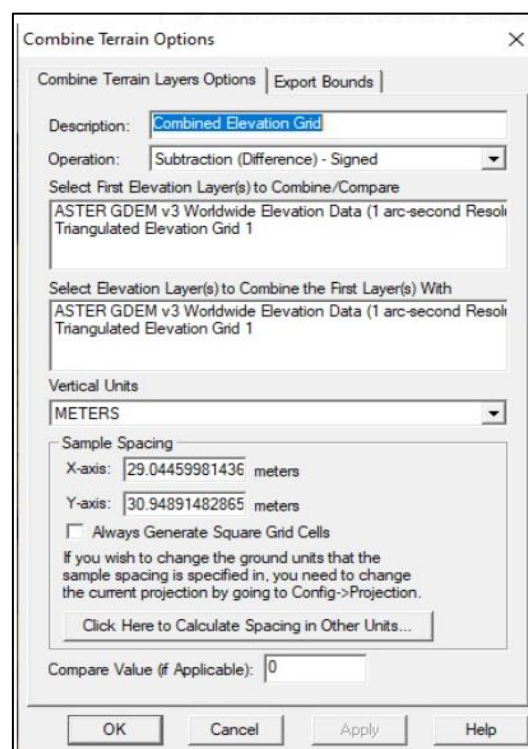
Combine- Compare Terrain Layers: Permite generar una nueva capa de elevación en cuadrícula y comparar los valores de elevación de otras dos capas de terreno cargadas. Cuando se selecciona el comando muestra el cuadro de diálogo Combinar opciones de terreno, que permite al usuario configurar la generación de la nueva capa de terreno. (p. 1)

Global Mapper proporciona una serie de herramientas que permite modificar y de una manera personalizar cada una de las actividades que se están trabajando, para tener un área a de trabajo confortable con el usuario.

Al seleccionar la opción Combine- Compare Terrain Layers se despliega el siguiente cuadro de diálogo:

Figura 49

Cuadro de diálogo Combine- Compare Terrain Layers



Nota. La figura muestra los parámetros donde permite al usuario configurar la generación de la nueva capa de terreno. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Este cuadro de diálogo proporciona diferentes opciones para modificar y analizar los datos de terreno. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

El cuadro de diálogo permite a los usuarios del software seleccionar el nombre para la nueva capa, combinar para hacer la nueva capa, seleccionar las unidades verticales y el espaciado de la capa recién generada.

Comparar valor: Especifica el valor de comparación a la una operación que haga referencia a un valor de comparación:

- Filtro (mantener primero si el segundo es mayor que comparar).
- Filtro (mantener primero si el segundo es menor que comparar).

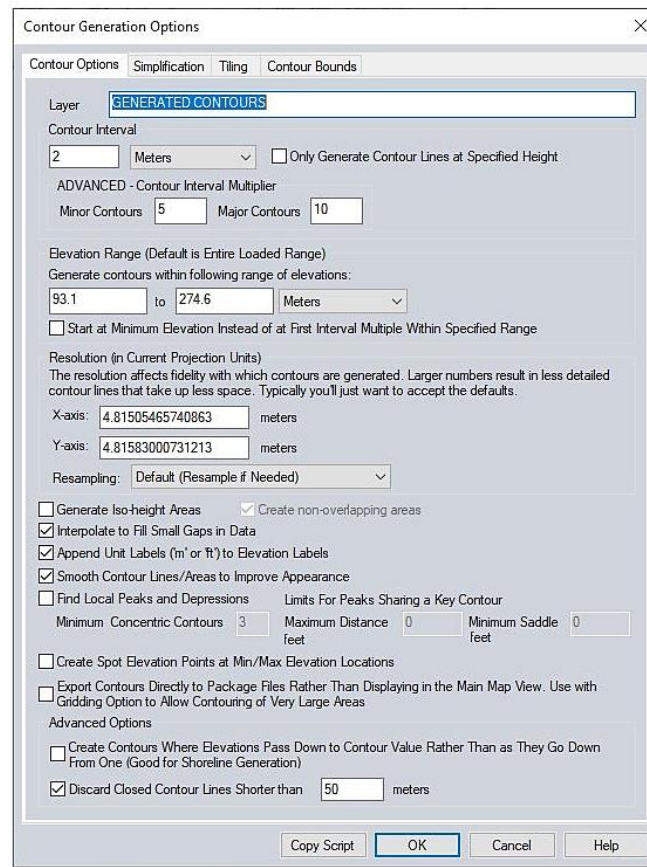
Generate Contours: Permite al usuario la generación de líneas de contornos a partir de cualquier o todos los datos de elevación actualmente cargados. (p. 1)

Estos métodos de análisis pueden ser aplicados a diferentes tipos de datos , características que tengan una medida.

Al seleccionar el comando se muestra el cuadro de diálogo:

Figura 50

Ventana despegable de Opciones de Generación de Contorno



Nota. La figura muestra las opciones que permite al usuario configurar el proceso. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

El cuadro despegable muestra las opciones para configurar la generación de contornos para un terreno. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

- **Layer:** En este parámetro se introduce el nombre de la capa y descripción de la misma.
- **Contours Interval:** Permite establecer el intervalo de contorno, de la misma manera los multiplicadores máximo y mínimo, el contorno establecido previamente será recordado por Global Mapper para la siguiente vez que se utilice la herramienta.
- **Range Elevation:** Esta opción se puede usar para restringir que curvas de nivel se generarán.

- **Resolution:** La resolución se determinarán en las direcciones x e y.
- **Resampling:** Controla como se muestren las capas del terreno durante el proceso de generación de los contornos.

Dentro de este cuadro de diálogo encontramos otras opciones avanzadas como:

- Crea curvas de nivel, se generan curvas de nivel donde la superficie del terreno llega a una altura de curva de nivel desde un terreno más alto, en lugar de donde parte de una altura de curva de nivel para un terreno más bajo.
- Descarta curvas de nivel cerradas, es decir se puede especificar una longitud mínima para cualquier contorno cerrado.

Find Ridge Lines: Con esta herramienta el usuario analiza los datos de terreno cargados para encontrar puntos de crestas máximas, para calcular estas crestas el software se basa en la generación de cuencas hidrográficas, además de:

- Rastrear el flujo desde los puntos hacia las líneas de la cresta.
- Suaviza las líneas de cresta de los puntos.
- Crea líneas de cresta por encima de un valor de elevación especificado.

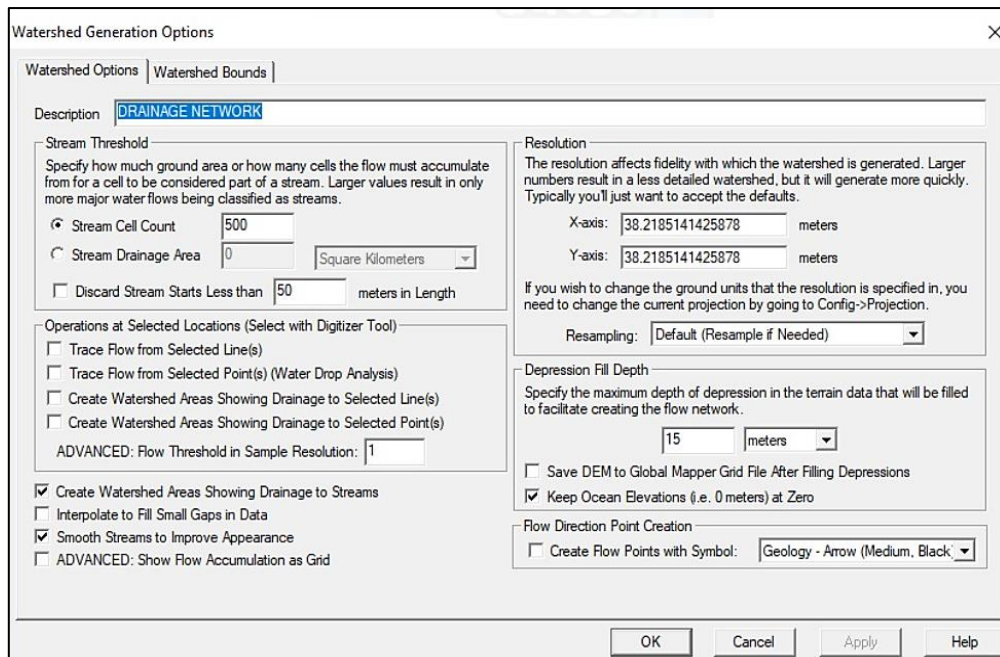
Measure Volume Between Surface: Esta opción nos ayuda si es que necesitamos medir el volumen entre 2 superficies de terreno, en el cuadro de diálogo que se mostrará al activar esta herramienta podremos elegir las 2 capas para calcular el volumen.

Generate Watershed: Con la ayuda de esta herramienta podremos realizar un análisis de cuencas hidrográficas de los datos que tengamos cargados. Al seleccionar la creación de cuencas hidrográficas de desprenderá un cuadro de diálogo donde se permite al usuario configurar el proceso. (p. 1)

Se podría automatizar el proceso de configuración para generar contornos, para lo cual necesita una licencia de Global Mapper Pro.

Figura 51

Ventana despegable de Cuadro de diálogo Cuencas Hidrográficas



Nota. La figura muestra las opciones para configurar las diferentes características para la creación de cuencas hidrográficas. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Una de las herramientas que contine el menú análisis es la creación y delineación de cuencas hidrográficas, esta herramienta trabaja con datos de elevación. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

En esta pantalla se podrá configurar las diferentes características para la creación de cuencas hidrográficas como:

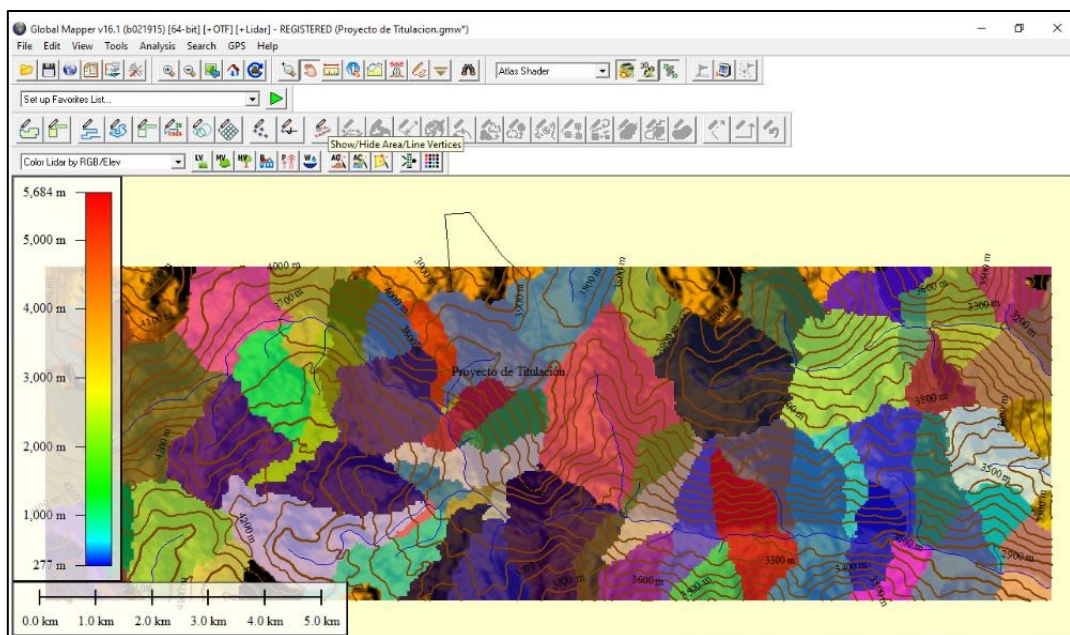
- La resolución que tendrán los datos cargados en el análisis de la cuenca hidrográfica.
- Umbral de transición controla la cantidad de agua que fluye por cada celda, dentro de los datos cargados los valores más altos darán como resultado la delimitación de áreas de flujo, mientras que los valores bajos marcarán flujos de agua menores que se marcarán como arroyos.

- Se puede restringir que se muestre el drenaje de los ramales de la cuenca hidrográfica, es decir se podrá descartar los pequeños flujos secundarios que se alimenten de un ramal del tronco principal, al momento de calcular el orden de flujo de asignará un valor, letra para poder observar el orden del flujo como se muestra en la siguiente figura. (p. 1)

Esta herramienta tiene mucha utilidad al momento de delimitar una cuenca hidrográfica de algún terreno ya que con esta herramienta se puede realizar un modelamiento de los niveles de inundación o área de captación.

Figura 52

Cuencas hidrográficas



Nota. La figura muestra la creación de cuencas hidrográficas de un terreno de interés, donde se puede visualizar las áreas de drenaje. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Al realizar una cuenca hidrográfica del sector no da como resultado un mapa donde cada uno de los arroyos, áreas de captación las cuales están representadas con líneas. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

Simulate Water Level: Con esta herramienta se permite simular la inundación del agua al aumentar el nivel del agua a una profundidad específica sobre una elevación, esta opción nos ayuda en el caso de requerirse modelar alguna edificación y ver cómo cambia los niveles del mar teniendo en cuenta las características del terreno que impiden el paso del flujo de agua, como son diques, terraplenes.

Otra función de esta herramienta es poder determinar cómo se expandirá una llanura aluvial cuando se aumente diferentes valores de profundidad.

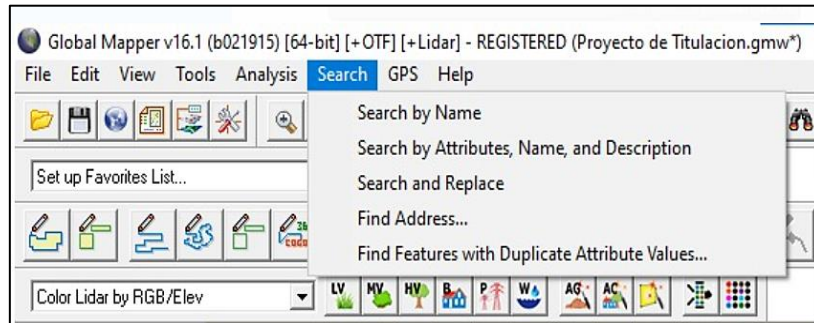
Raster Calculator: Esta herramienta permite al usuario realizar cálculos en imágenes de pequeña o gran escala (imágenes de detección). (p. 1)

Esta herramienta es muy útil en la realización de proyectos de ingeniería en general, no solo se enfoca en el ámbito vial ya que permite informarnos sobre los niveles de inundación de cada estructura.

4.30 Herramienta Search Menú

Figura 53

Ventana despegable de Search Menú

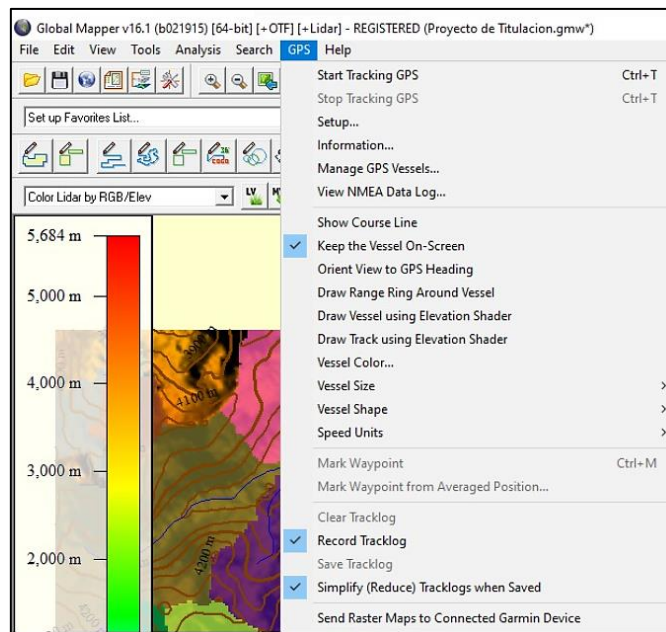


Nota. La figura muestra el comando buscar por nombre la cual nos permite buscar características en todos los datos vectoriales cargados por nombre. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

4.31 Herramienta GPS Menú

Figura 54

Ventana despegable de GPS



Nota. La figura muestra las diferentes opciones de menú GPS. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

El séptimo menú de la barra de herramientas es el GPS, el mismo que cuenta con varias opciones de configuración. Según (Blue Marbel Geographics v24.1, 2017):

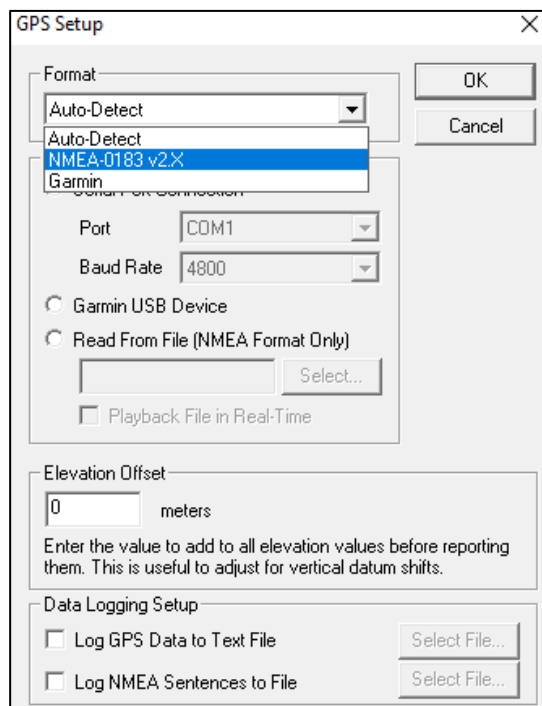
El menú GPS controla las opciones disponibles cuando se conecte un dispositivo GPS a la computadora, además este menú maneja la configuración y la interacción del software Global Mapper con el dispositivo conectado.

Start /Stop Tracking GPS: Esta opción hace que Global Mapper busque un dispositivo GPS conectado, si éste resulta conectado y tiene una posición válida, aparecerá una señal triangular en la ventana de Gobal Mapper. La señal apuntará a la dirección actual de la que el GPS haya informado.

La herramienta de “comenzar a rastrear GPS” iniciará automáticamente cuando se abra la aplicación, esta configuración permanecerá activada hasta que se la desmarque con la herramienta “dejar de rastrear GPS”.

Figura 55

Ventana despegable de GPS Setup



Nota. La figura muestra la opción de GPS Setup. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

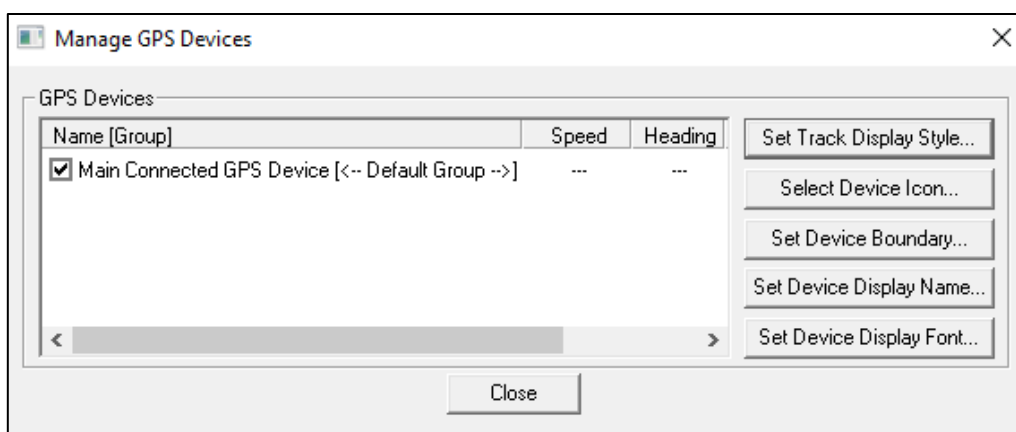
Setup GPS: Muestra la ventana desplegable de la configuración del GPS, el cual muestra en que puerto está conectado el GPS a la computadora.

- **Formato:** El dispositivo GPS debe estar en formato NMEA (formato electrónico que usan los dispositivos satelitales), además encontramos la opción de “detección automática” que permite al software determinar la configuración automáticamente cuando éste empiece el seguimiento al dispositivo GPS.

Información: El software al comenzar a rastrear el dispositivo GPS, en el comando información se desplegará una ventana de información en la cual se encuentra todas las características, estado de conexión del GPS, así como: ubicación, coordenadas actuales, velocidad, rumbo, latitud y longitud. A medida que el software haga el seguimiento del GPS se mostrará la distancia y el punto de referencia del dispositivo.

Figura 56

Ventana desplegable de Mange GPS Devices



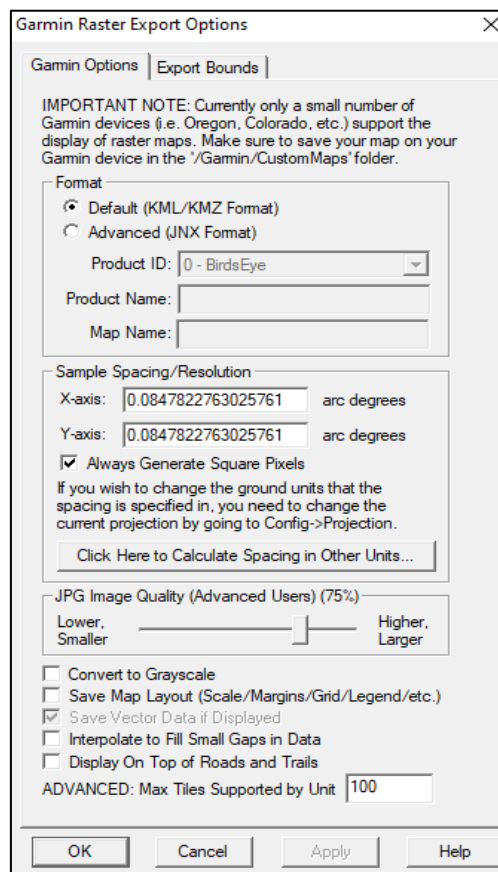
Nota. La figura muestra las opciones de *Mange GPS Devices*. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

Manage GPS Vessels: muestra el listado de todos los dispositivos GPS que en ese momento se están rastreando y se pueden realizar configuraciones de estos como es establecer el límite permitido ya sea rectangular o poligonal. Si uno de estos dispositivos navega por un lugar restringido al haber puesto límites permitidos se mostrará un mensaje de advertencia.

View NMEA Data Log: Muestran el registro de datos NMEA que son emitidos por el GPS, esta herramienta es útil ya que guarda los datos NMEA recibidos para después reproducirlos si se los requiere.

Figura 57

Ventana despegable de Garmin Raster Options



Nota. La figura muestra la opción de *Garmin Raster Options*. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

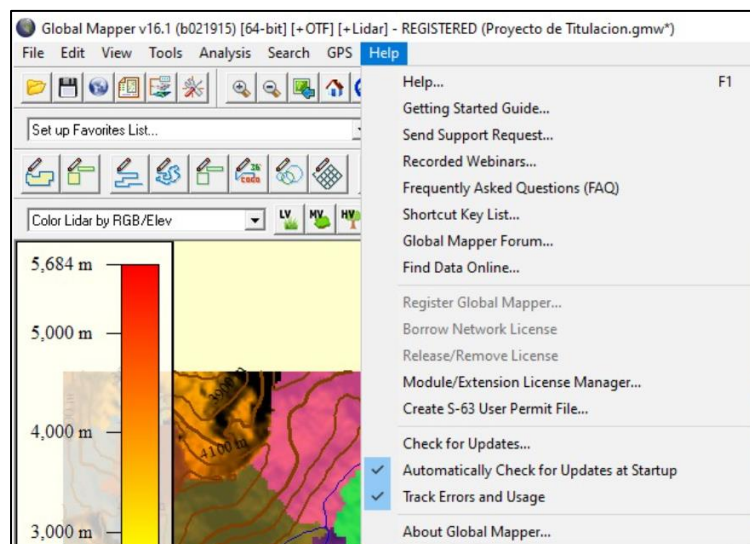
Send Raster Maps to Connected Garmin Device: el Global Mapper es compatible con los dispositivos GPS de Garmin que admiten la visualización de mapas ráster personalizados. Cuando selecciona el comando de menú, se muestra el cuadro de diálogo Opciones de exportación de ráster de Garmin para configurar la exportación. Controle la resolución (espaciado de muestra) de la exportación, sistema de referencia de coordenadas, la configuración de calidad de los archivos JPG que están incrustados en los archivos de salida para su visualización en el dispositivo GPS y varias otras opciones. (p. 1)

Cada una de las opciones que tiene el menú GPS cuenta con varios ajustes para cuando se requiera trabajar con un dispositivo conectado, cada uno de los cuadros de diálogos desplegables permite seguir con el proceso y la configuración del dispositivo receptor GPS.

4.32 Herramienta Help Menú

Figura 58

Ventana desplegable de Help Menu



Nota. Esta herramienta nos proporciona en cuanto a la información del software Global Mapper, guías prácticas acerca de botones de herramientas y el menú desplegable entre otros. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1)

4.33 Exportación e impresión mapas

4.34 Consideraciones generales de exportación

El software Global Mapper permite tener un proceso eficaz en la exportación de datos, cuenta con una amplia diversidad de formatos que pueden ser exportados, de la misma manera diferentes archivos pueden ser importados, entre algunas consideraciones de este proceso son:

- Para importar un archivo en el software Global Mapper, se usará el comando Open Data File, que dicha herramienta la encontramos en el menú desplegable File se busca la ubicación y se selecciona el archivo a importar.
- En el software se puede seleccionar que tipo de formato de archivo se quiere exportar, cuenta con tres opciones: vector, raster o elevación.
- Permite exportar información del programa Google Earth, archivos vectoriales con extensión (*.kmz), podrá ser leído en cualquier programa que lo admita. Como se trabaja conjuntamente con el AutoCAD y CivilCAD, se necesita transformar las coordenadas y proyección geográfica, en configuración de Global Mapper se cambiará la proyección geográfica, con un datum WGS84 que son compatibles para trabajar en estos programas.
- Los datos exportados en archivo PDF, son archivos estándares que se pueden leer con Adobe Acrobat Reader, cuentan con información de geoposicionamiento para poder ser utilizado en las aplicaciones de mapeo del software, el usuario cuenta con diferentes herramientas para configurar específicamente un archivo en pdf que se quiere exportar entre algunas de las opciones tenemos: tamaño de la página, orientación, estilo de borde, exportar escala fija, márgenes, etc.
- El software Global Mapper permite cargar y exportar una serie de modelos 3D, algunos modelos aceptan la ubicación geográfica donde se especifica latitud, longitud de su

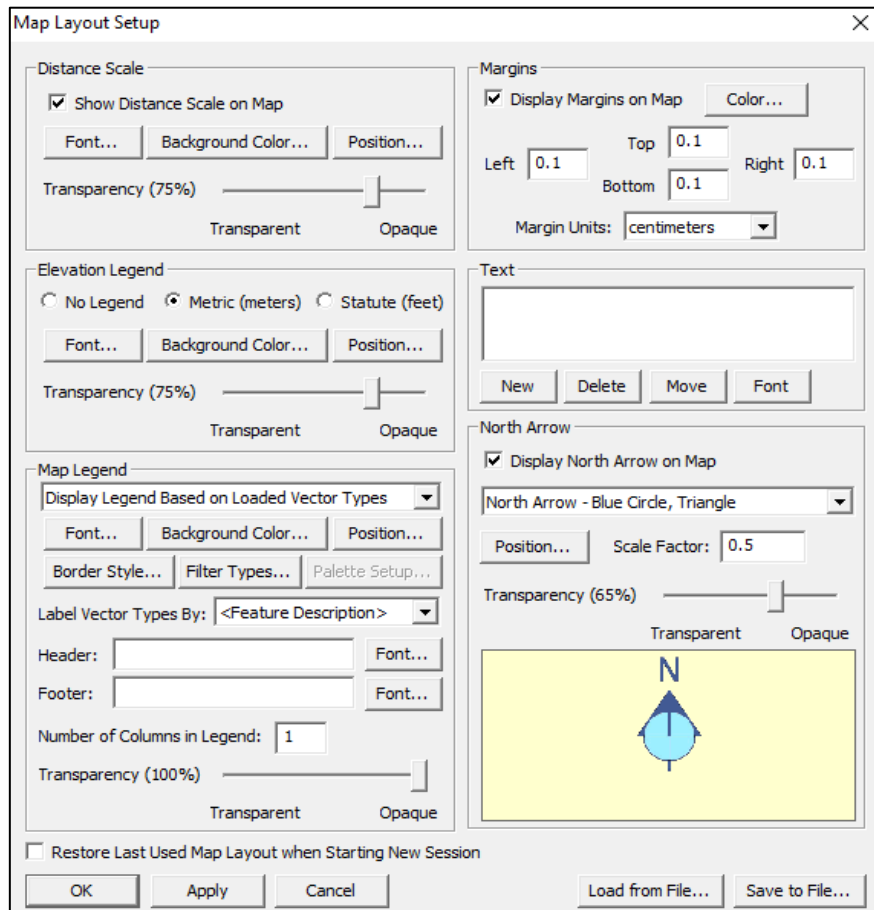
origen, si los modelos no cuentan con esta característica el usuario puede configurar estas características manualmente.

- El software permite exportar cualquier dato de elevación que se encuentre cargado en una base de datos espacial, tiene compatibilidad con las siguientes bases de datos:
 1. Geodatabase empresarial de Esri
 2. Geodatabase de archivos de Esri
 3. Base de datos geográfica personal de Esri
- Si se requiere compartir información con otros usuarios de Global Mapper, el programa cuenta con un formato específico y original Global Mapper Package File, que soporta los diferentes tipos de datos compatibles, otra función empelada de este formato es permitir que se realice una copia de seguridad de los documentos garantizando su restauración en el caso de pérdida de los archivos originales.

4.35 Impresión del mapa

Figura 59

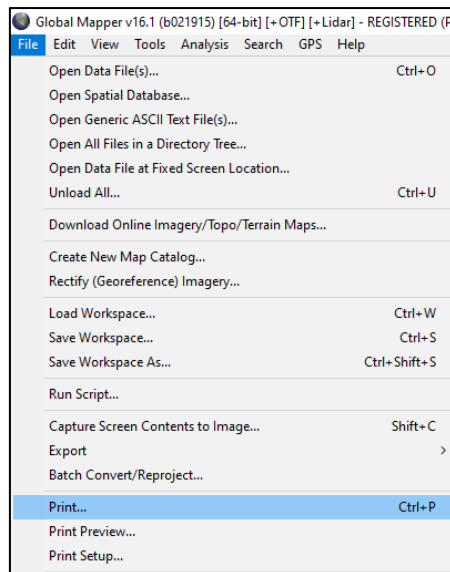
Venta despegable de configurar el mapa del espacio de trabajo



Nota. En esta ventana se podrá agregar características cartográficas, escalas, leyendas al mapa y ubicar el para su impresión. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 60

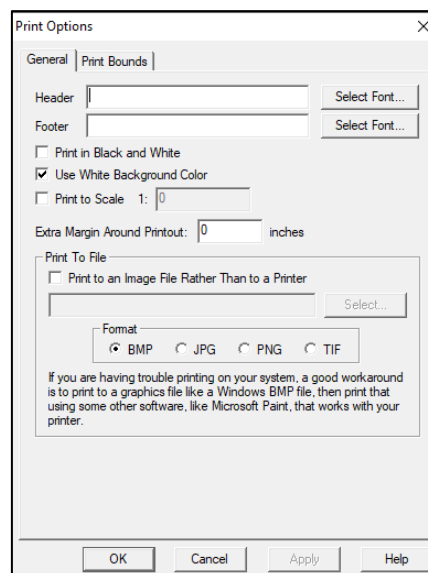
Ventana despegable de File



Nota. Opción para imprimir ventana da trabajo. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 61

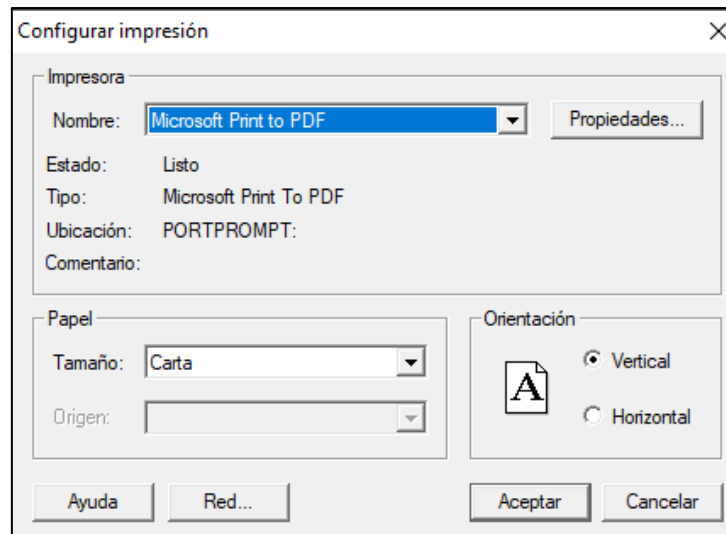
Ventana despegable de Print Previem



Nota. Permite introducir el encabezado, pie de página y la escala previa a la impresión. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 62

Ventana despegable de Print Setup



Nota. Permite configurar el tamaño de papel y la orientación para la impresión. Elaborado por: Los Autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Para realizar la impresión de un mapa mediante el software Global Mapper tenemos primero que configurar el mapa del espacio de trabajo, en la cual se puede colar el norte, leyenda, márgenes, escala, etc. Los cuales son los elementos indispensables que debe contener un mapa topográfico.

4.36 Descarga de mapas del instituto geográfico nacional

En el Ecuador la entidad encargada de aprobar todas las actividades referentes a la elaboración de la cartografía, almacenamiento de datos geográficos y cartográficos del país es el Instituto Geográfico Militar.

A, continuación se detallará el proceso para poder descargar mapas, cartas topográficas de cualquier provincia del país. Este proceso se lo puede hacer desde el sitio web del IGM como único organismo autorizado.

1. En el buscador de internet digitaremos, Descargar Cartas topográficas de Ecuador.

2. Seleccionaremos la opción Cartografía de libre acceso escala 50 k – Geo portal Ecuador.
3. Al ingresar a la página, nos encontramos con la base de datos de las cartografías de diferentes artes del país, además podemos elegir con que formato queremos completar nuestra descarga. Entre los formatos disponibles tenemos: formato SHP comprimido (*.rar) y formato JPG.
4. Elegido el formato y seleccionado el lugar de interés, se procede a dar click para descargar. Este archivo se guardará en el almacenamiento de nuestro computador, en el apartado elegido por el usuario.

MODELACIÓN TOPOGRÁFICA EN EL SOFTWARE “GLOBAL MAPPER”

4.37 Búsqueda de información necesaria de Estación Total (formato del archivo SDR) y GPS (formato del archivo GPS)

Para la ejecución de proyectos viales, el diseño y construcción de una carretera la topografía tiene un papel fundamental ya que con esta se asegurará su construcción, la información de los trabajos topográficos viales toma en cuenta más a detalle las características que se encuentran en la ubicación del proyecto entre los cuales pueden ser: pendientes, ríos, vegetación, caminos, viviendas, todos estos elementos de referencia forman parte de la representación a escala del plano topográfico.

Con esto se puede determinar que la topografía vial es importante en cada etapa del proyecto, antes para verificar si es posible el proyecto, durante para que los avances sean detallados en los planos y después para confirmar su construcción con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda y compatible con el medio ambiente.

El objetivo de esta guía es poder comparar topografías, una topografía obtenida por levantamiento topográfico de un proyecto existente y otra topografía obtenida por el software Global Mapper, para ello se ha recopilado información, puntos de elevación, planos topográficos de un levantamiento de una vía Cangahua- Oyacachi, parroquia Oyacachi, cantón El Chaco perteneciente a la región amazónica del Ecuador.

4.38 Proyecto: Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado

Ubicación: El proyecto está ubicado en la Provincia de Napo, cantón El Chaco, parroquia Oyacachi, perteneciente a la región amazónica del territorio continental ecuatoriano.

Figura 63

Ubicación del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado



Nota. La gráfica representa la vista satelital donde se encuentra ubicado el proyecto.

Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth Pro.

- **INICIO:** Delimitación entre las provincias Pichincha y Napo

Zona 17 S

Coordenada Este: 821281.00 m E

Norte: 9980281.00 m S

- **FIN:** Entrada de la parroquia Oyacachi

Zona 17 S

Coordenada Este: 823967.00 m E

Norte: 9976715.00 m S

El proyecto vial Cangahua – Oyacachi tiene una longitud de 9.65 km, su inicio en la abscisa (0+000.00) ubicada entre la delimitación entre las provincias Pichincha y Napo a una altura de 3930 msnm, terminando en la abscisa (9+528.92) ubicada en la entrada de la parroquia Oyacachi a una altura 3220 msnm.

4.39 Parámetros de Diseño de la vía Cangahua – Oyacachi

- Vía Clase IV

Figura 64

Ubicación del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado

DATOS DE DISEÑO				
VELOCIDAD DE DISEÑO	40 Km/h	CLASIFICACION	C2	
Descripcion	Ancho (m)	Alto (m)	Pendiente (%)	Relacion
Calzada a/2	3.6	Variable	2 – 8	Peralte
Cuneta	1.05		-8	H5 : V4
Carpeta asfáltica	3.00	2"	2 – 8	Peralte
Base clase 4	variable	0.15	2 – 8	H3 : V2
Sub-Base clase 3	variable	0.25	2 – 8	H3 : V2
Plataforma	variable	-0.975	2 – 8	Peralte
Talud Relleno	Variable	Variable	1.5 : 1	H3 : V2
Talud Corte	Variable	Variable	0.5 : 1	H2 : V3

Nota. La gráfica representa los parámetros de diseño del proyecto. Fuente: Téc Julio Muñoz.

4.40 Delimitación del tramo de estudio del proyecto de la vía Cangahua – Oyacachi

Ampliación y Asfaltado

Para realizar el análisis comparativo de las topografías, se analizará el kilómetro 7, su inicio en la abscisa (7+000.00), terminando en la abscisa (8+000.00) de la vía Cangahua-Oyacachi, a continuación, se describen las características del objeto de estudio.

COORDENADAS

- **PUNTO DE INICIO:**

Zona 17 M

Coordenada Este: 822555.00m E

Norte: 9976231.00 m S

- **PUNTO FINAL:**

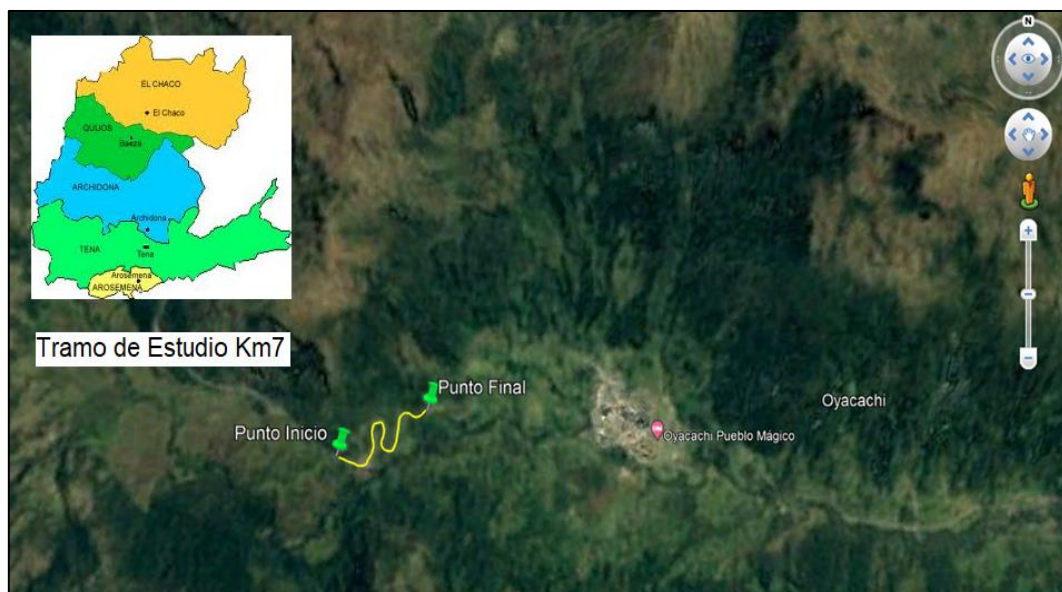
Zona 17 M

Coordenada Este: 823040.00m E

Norte: 9976460.00 m S

Figura 65

Ubicación del tramo de estudio, km 7 del proyecto Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado



Nota. La línea amarilla indica donde se encuentra ubicado el km7 del proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth Pro.

4.41 Determinación de parámetros para la generación de topografía satelital

Figura 66

Ícono de acceso directo de Google Earth Pro

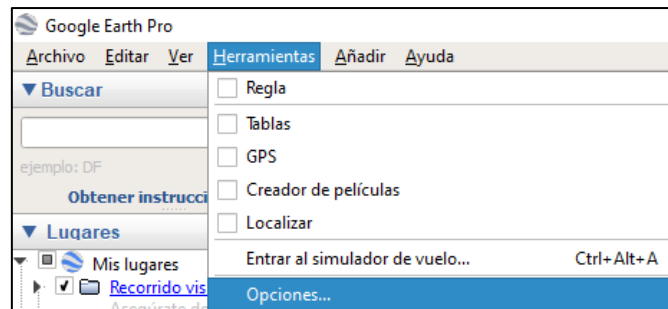


Nota. La gráfica representa el ícono del programa Google Earth Pro cuando ya se encuentra instalado en el computador. Elaborado por: Los autores.

Para obtener la topografía, primero ubicamos las coordenadas de los puntos del proyecto existente los mismos que han sido obtenidos mediante un levantamiento topográfico, con la ayuda del software Google Earth Pro y mediante las coordenadas tendremos la imagen satelital del sector de estudio.

Figura 67

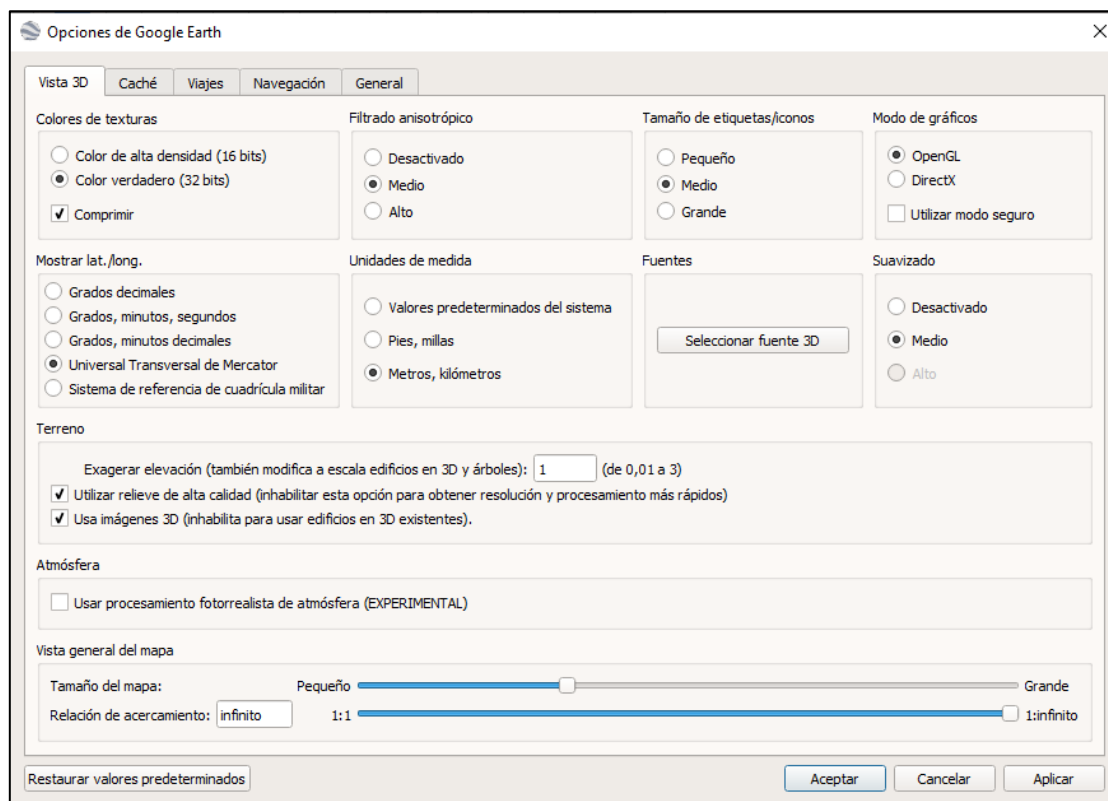
Menú desplegable de la barra de las herramientas



Nota. La figura representa la función que debemos escoger para realizar el cambio de unidades en Google Earth Pro cuando ya se encuentra instalado en el computador. Elaborado por: Los autores.

Figura 68

Menú desplegable de la barra de las herramientas, función opciones



Nota. La gráfica representa, los distintos parámetros que se deben considerar para el cambio de unidades en Google Earth Pro. Elaborado por: Los autores.

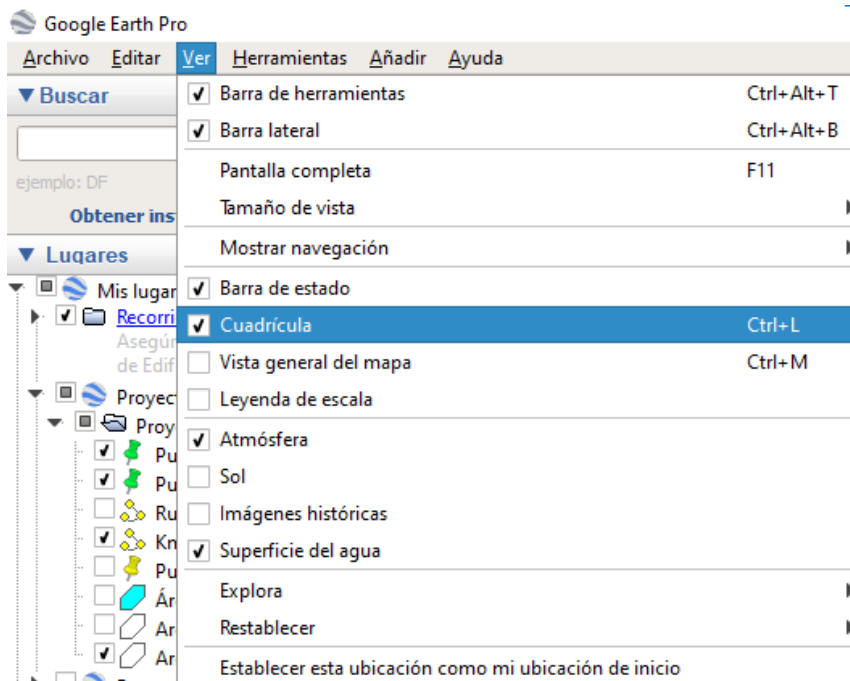
En este cuadro de diálogo los parámetros a configurarse fueron:

Mostrar latitud y longitud: Permite cambiar las unidades de coordenadas geográficas a coordenadas UTM dependiendo el trabajo que vaya a realizarse.

Unidades de medida: Determina unidades del SI, para nuestro proyecto utilizaremos las unidades de metro, kilómetro.

Figura 69

Menú desplegable de la barra de las herramientas función ver



Nota. Se escoge la función cuadrícula, la misma que nos ayuda a determinar la zona UTM en donde se encuentra ubicado el proyecto en Google Earth Pro. Elaborado por: Los autores.

Figura 70

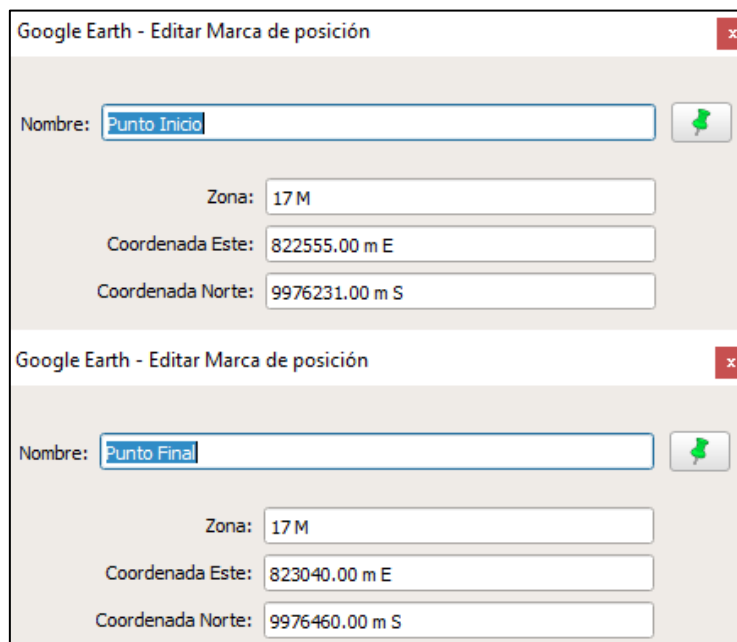
Ícono agregar marca de posición



Nota. Ayuda a ubicar las coordenadas UTM del proyecto. Elaborado por: Los autores.

Figura 71

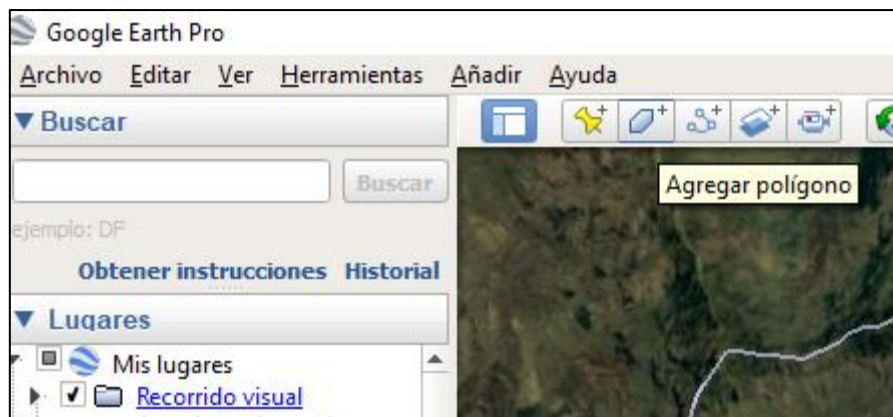
Coordenadas del Kilómetro de Estudio



Nota. En la gráfica se puede observar cómo se ubican los puntos de partida y llegada de la vía de estudio, la función marca de posición nos brinda la información de cada punto como es la zona UTM y coordenadas norte, este. Elaborado por: Los autores.

Figura 72

Ícono agregar polígono



Nota. La figura representa la función del ícono, que consiste en delimitar el área de estudio, para posteriormente obtener la topografía de esa área. Elaborado por: Los autores.

Figura 73

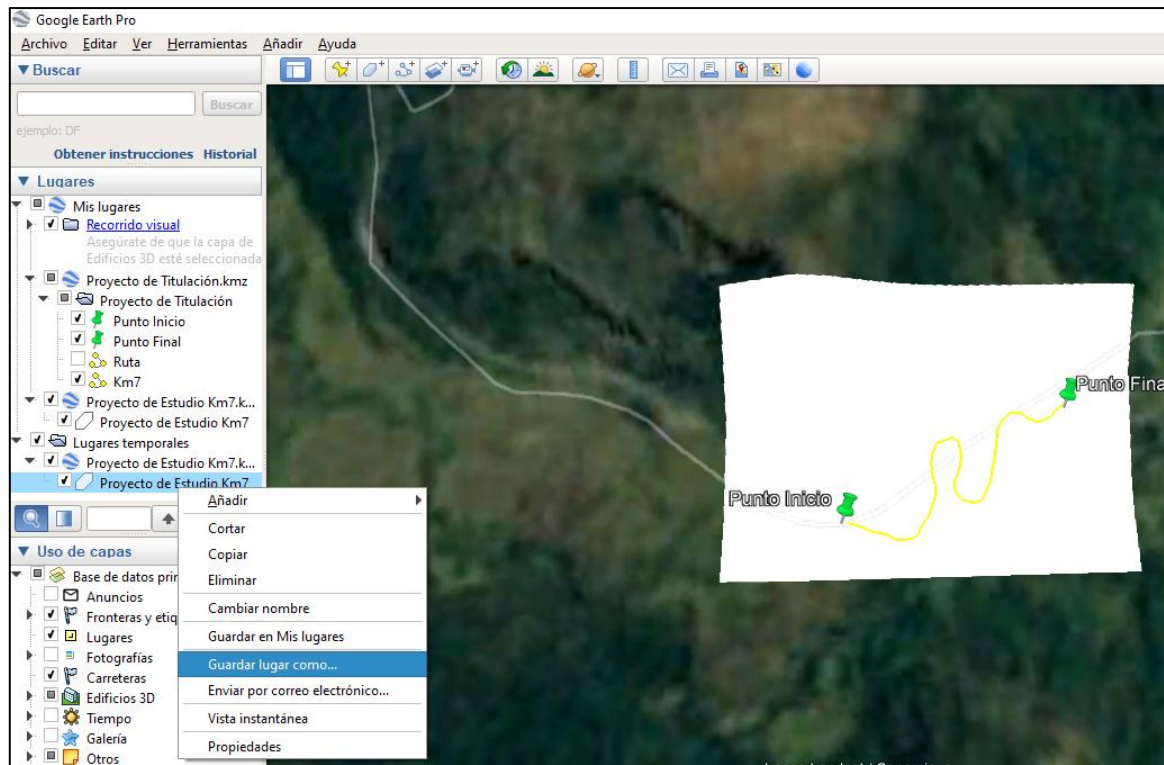
Área Delimitada del Kilómetro de Estudio



Nota. La figura representa el área delimitada del kilómetro seleccionado de la vía Cangahua – Oyacachi, Ampliación y Asfaltado para su análisis. Elaborado por: Los autores.

Figura 74

Guardar Área Delimitada de Trabajo



Nota. En la gráfica se puede observar cómo se guarda el archivo del área delimitada del proyecto, la extensión de este documento es (kmz). Elaborado por: Los autores

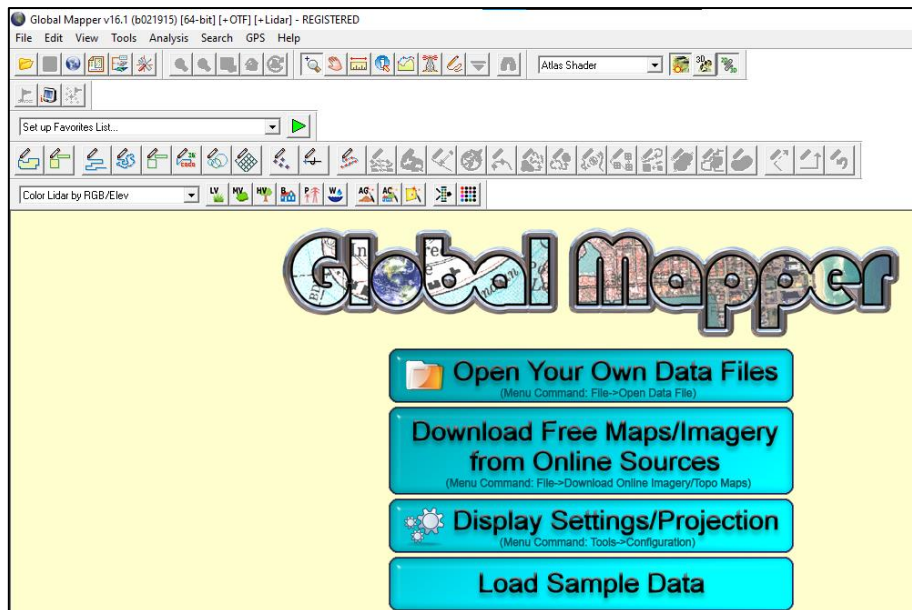
4.42 Obtención de topografía satelital a través del software “Global Mapper”

Una vez ubicadas las coordenadas UTM del kilómetro 7 de la vía Cangahua- Oyacachi, en el programa Google Earth, se delimitó el área de análisis y se generó un archivo con extensión (kmz), esta información es necesaria para ingresar en el software Global Mapper para obtener la topografía satelital.

A continuación, se detallará el proceso para generar una topografía satelital con la ayuda del Software Global Mapper:

Figura 75

Interfaz de inicio del software Global Mapper

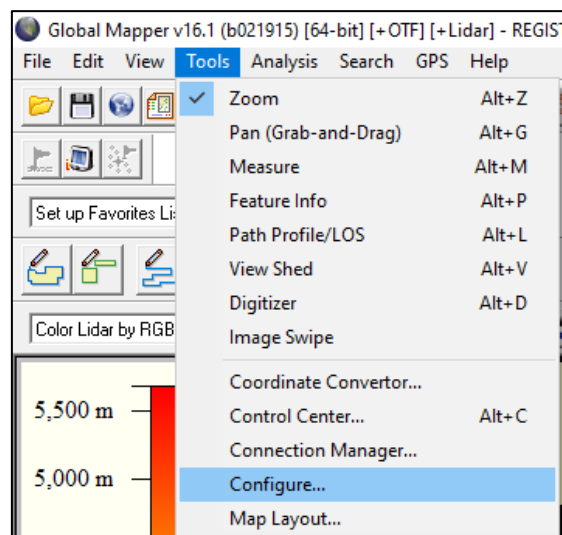


Nota. Se observa la ventana de inicio, cuando se abre el programa y proceder a utilizarlo.

Elaborado por: Los autores, a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 76

Menú desplegable Tools

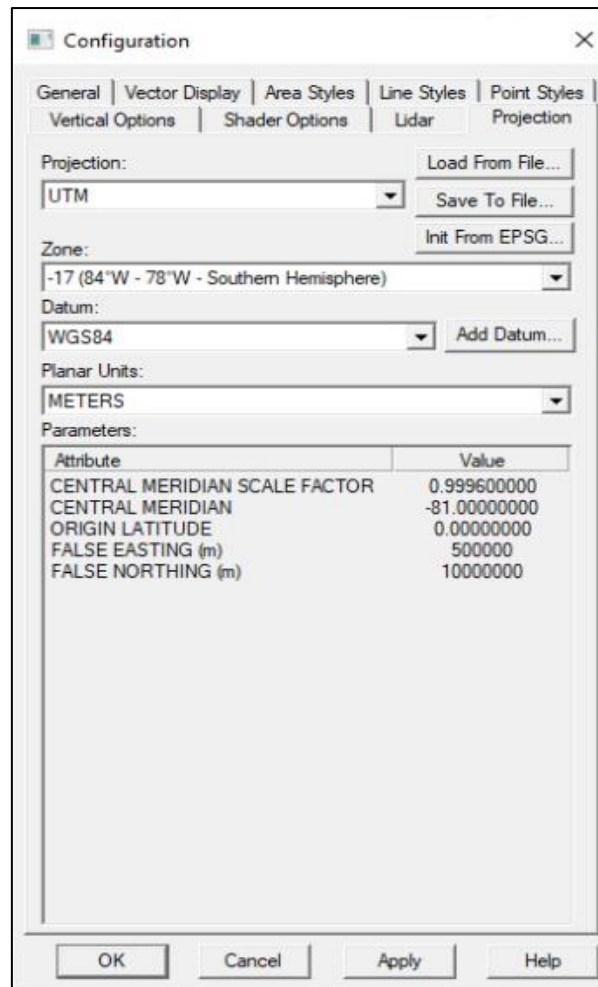


Nota. La figura muestra, el menú desplegable "Tools" donde se marca la opción configurar.

Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 77

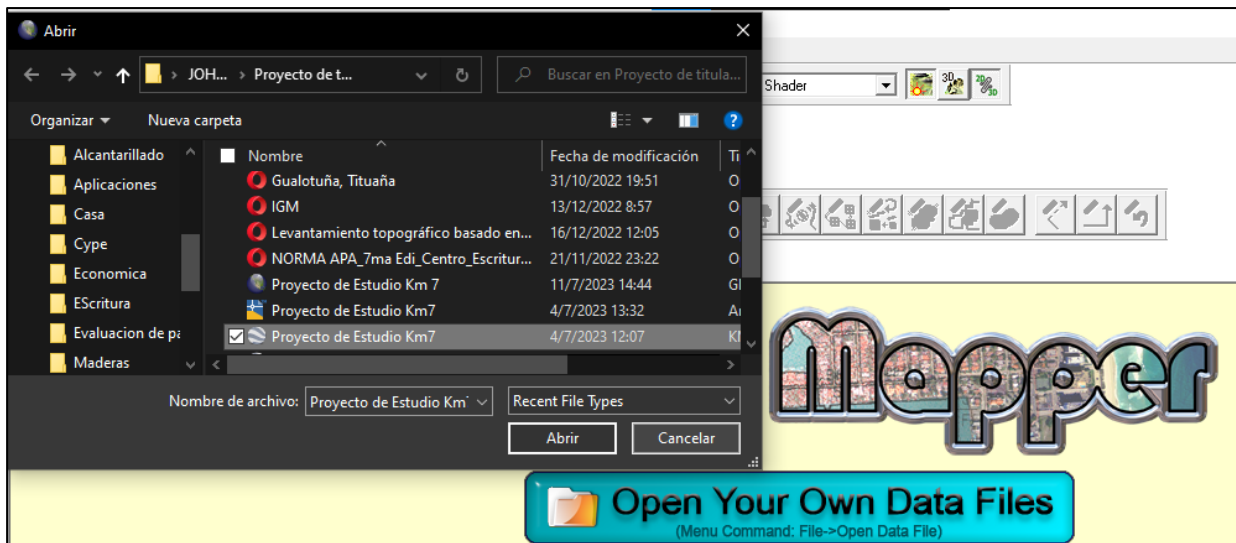
Ventana desplegable del menú Tools Configuración



Nota. La figura muestra la configuración de la zona y coordenadas correspondientes al proyecto. Coordenadas UTM, Datum WGS84 y Zona 17S. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 78

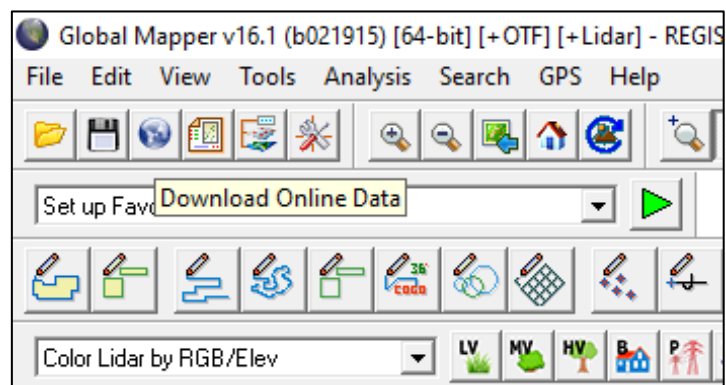
Ventana de abrir archivos



Nota. Se selecciona la opción Open Your Own Data File para poder importar el archivo con el cual se trabajará. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 79

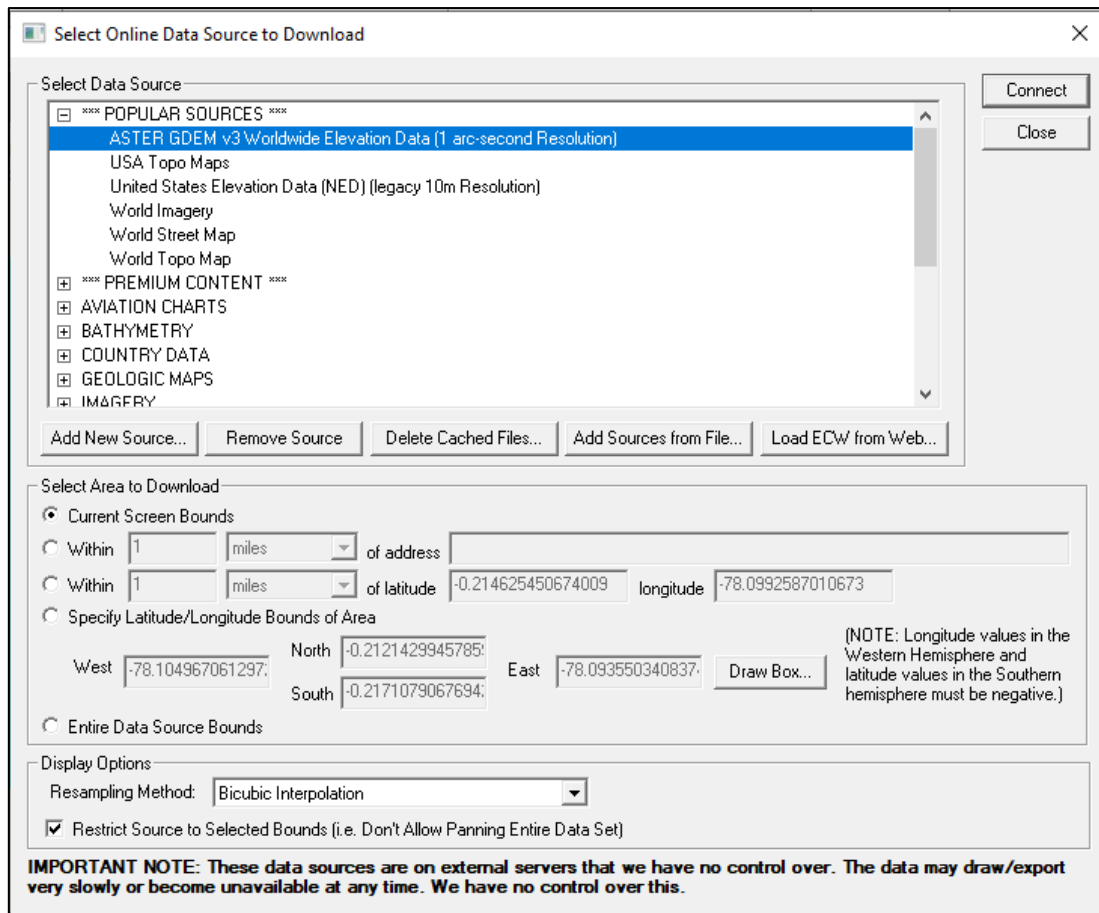
Ícono Descargar Datos de Internet



Nota. La figura muestra el ícono que permite descargar mapas de internet, para trabajar con esta función el dispositivo debe estar conectado a internet, nos permite descargar el relieve del terreno cargado. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 80

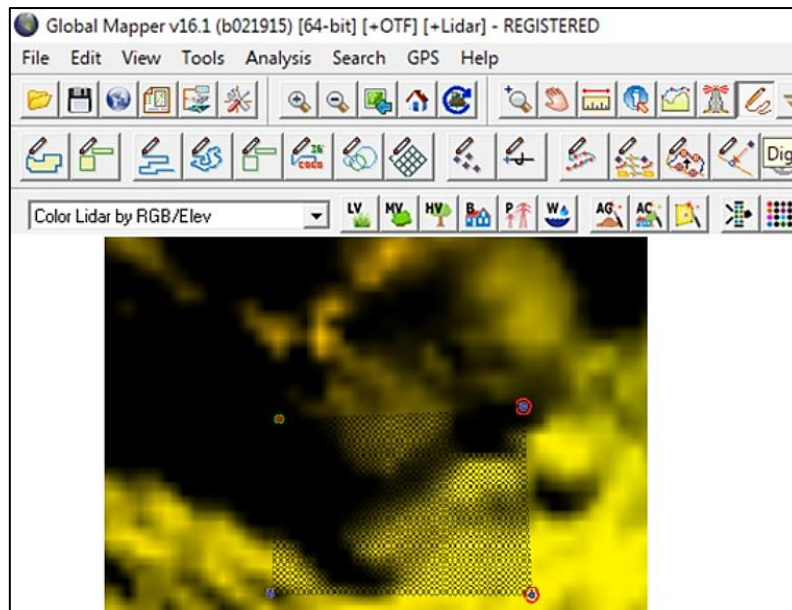
Ventana desplegable del ícono descargar datos de internet



Nota. Se selecciona la opción datos de elevación mundial para descargar el mapa en elevación del terreno de estudio. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 81

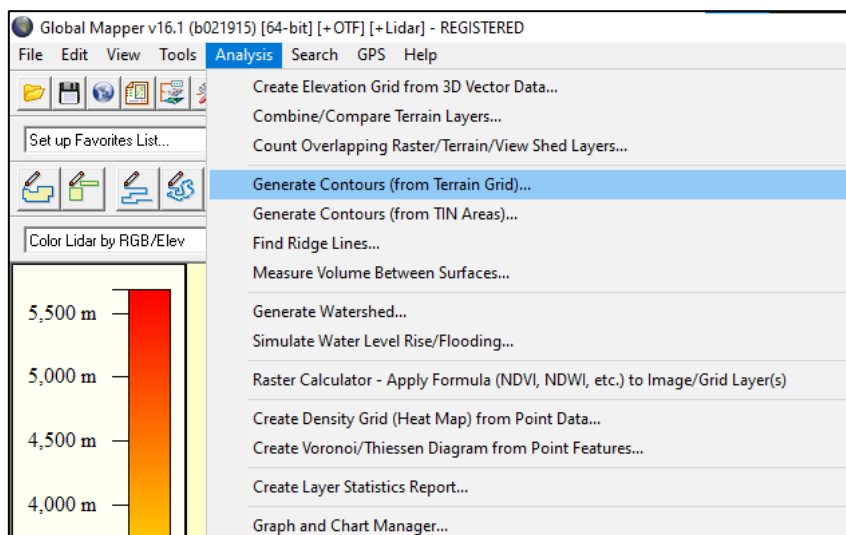
Herramienta Digitizer Tools



Nota. Selecciona solo el área específica del archivo cargado desde Google Earth. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1)

Figura 82

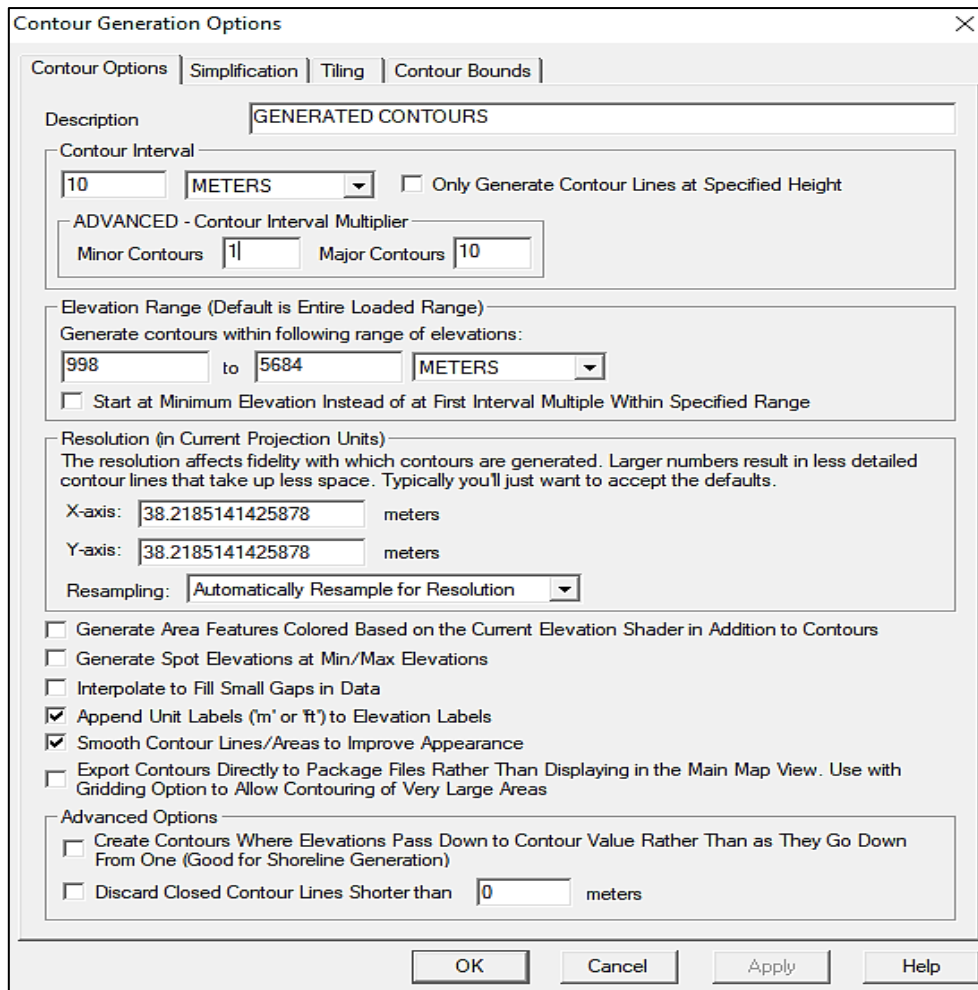
Menú desplegable Análisis



Nota. Esta ventana permite generar las curvas de nivel. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 83

Ventana desplegable de Generate Contours



Nota. En la figura se muestra el menú desplegable de Analysis, el cual permite establecer el intervalo entre cada curva de nivel. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 84

Ventana desplegable de Generate Contours, Contour Bounds

Contour Generation Options

Contour Options | Simplification | Tiling | Contour Bounds

All Loaded Data

All Data Visible On Screen

Lat/Lon (Degrees)

North West

South East

Global Projection (UTM - meters)

North West

South East

Corner w/ Size - Global Projection (UTM - meters)

North West

Width Height

MGRS (Military Grid Reference System) Bounds

Top Left

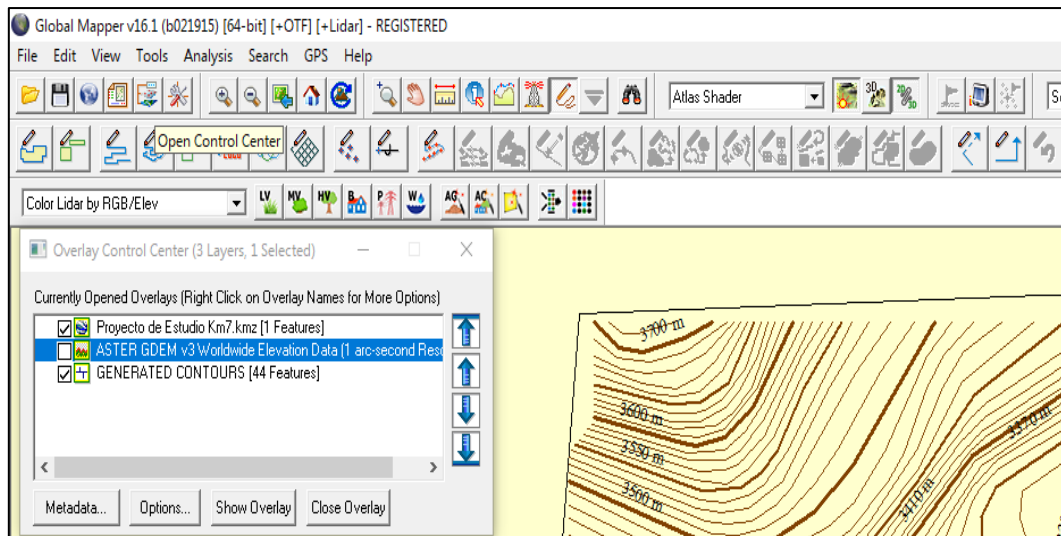
Bottom Right

Crop to Selected Area Feature(s)

Nota. En la figura se muestra las funciones de la opción Contour Bounds, a continuación, se seleccionada la opción Crop to Selected Are Feature, el cual permite generar las curvas de nivel del área exportada de Google Earth y presionamos Ok. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 85

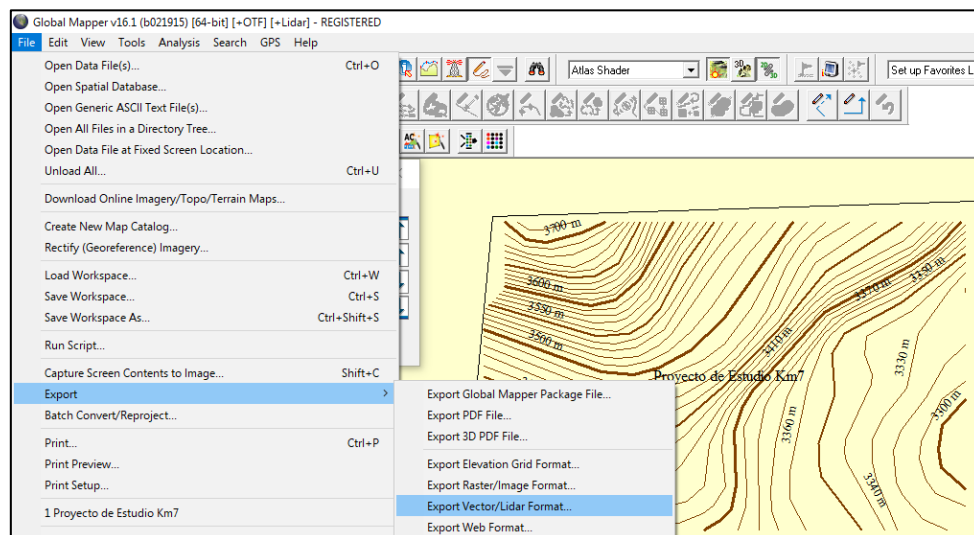
Ventana desplegable de Open Control Center



Nota. La figura muestra la obtención de las curvas de nivel del área, se desmarca la opción Aster GDEM para así poder visualizar mejor las curvas de nivel. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 86

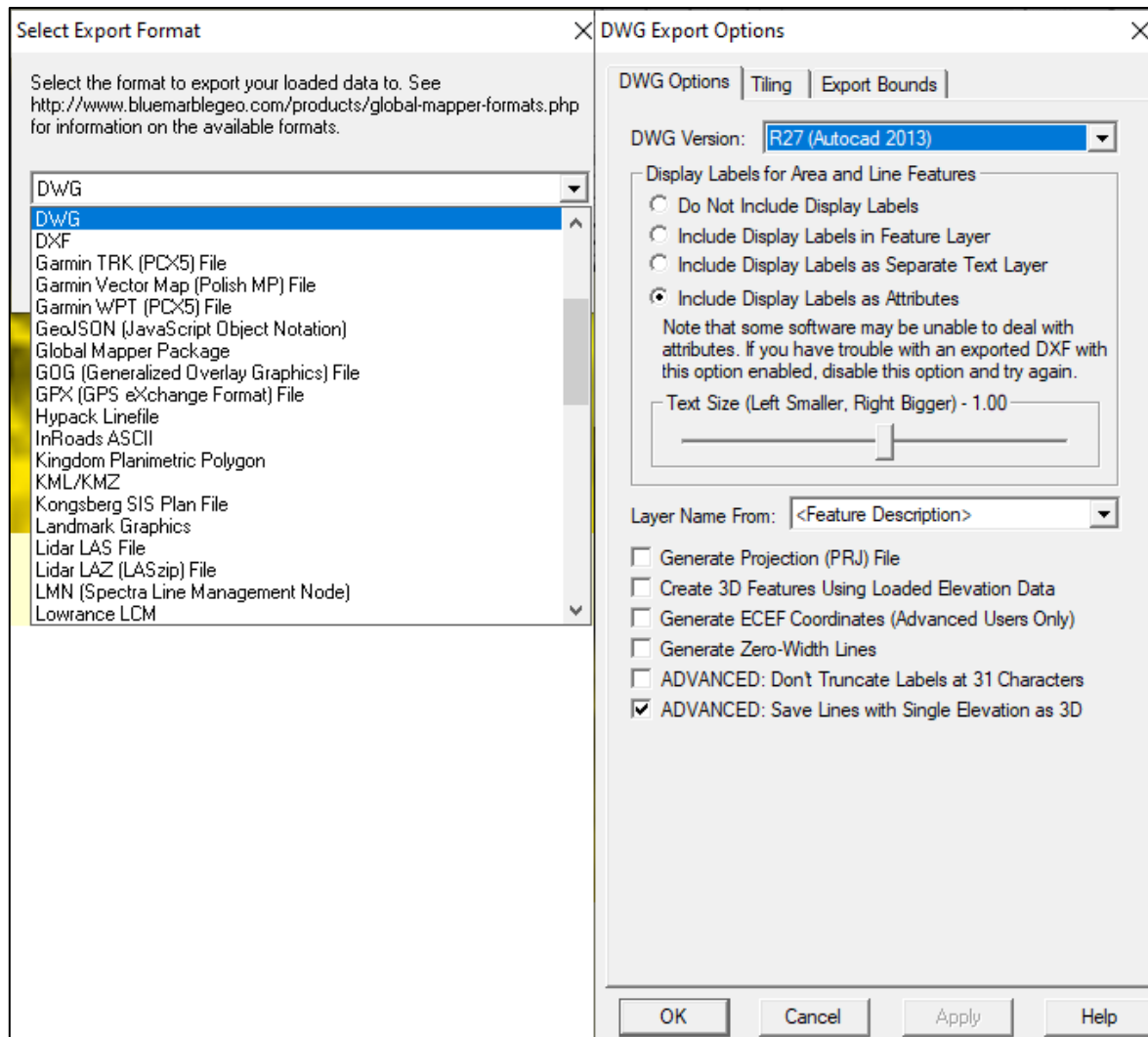
Menú desplegable File



Nota. Se selecciona la opción Export y Export Vector/ Lidar Format. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 87

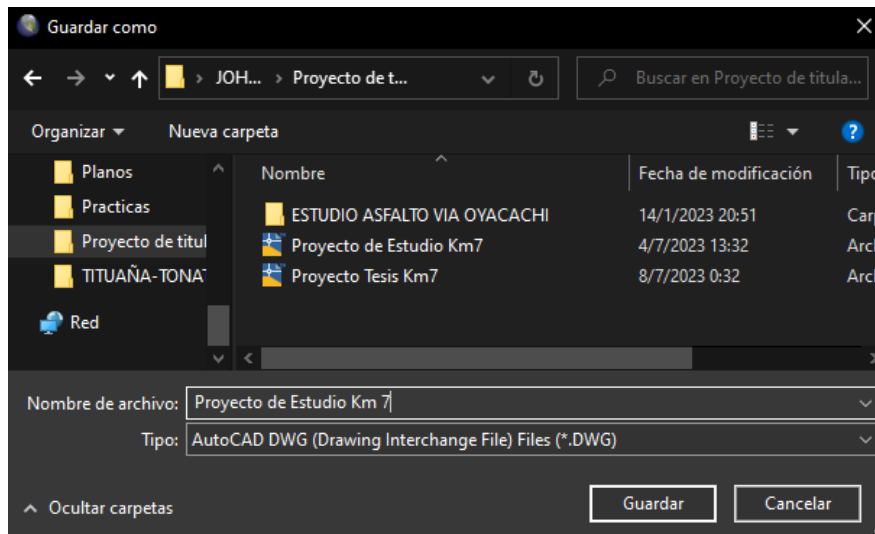
Cuadro de diálogo de Export Vector/Lidar Format



Nota. Se selecciona la opción DWG que es la extensión del archivo que es compatible con programa Civil 3D Metric, posteriormente elegiremos la versión del programa para que nuestro archivo se pueda abrir. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 88

Ventana desplegable de Guardar Como



Nota. Una vez dado Ok en la versión de DWG nos despliega una ventana donde podemos guardar nuestro archivo y podemos asignar un nombre. Elaborado por: Los autores a través del Software Global Mapper (V16.1).

Figura 89

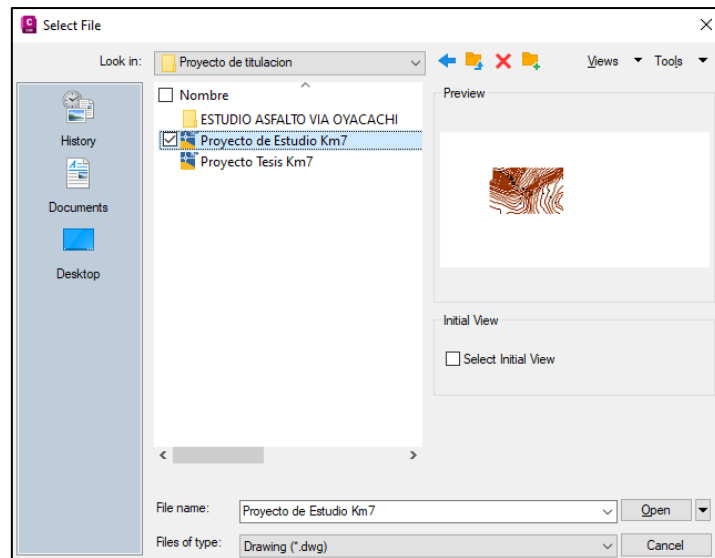
Acceso directo del programa Civil 3D Metric



Nota. La gráfica representa el ícono del programa Civil 3D Metric que está instalado en el computador, con el cual se configurará la topografía. Elaborado por: Los autores.

Figura 90

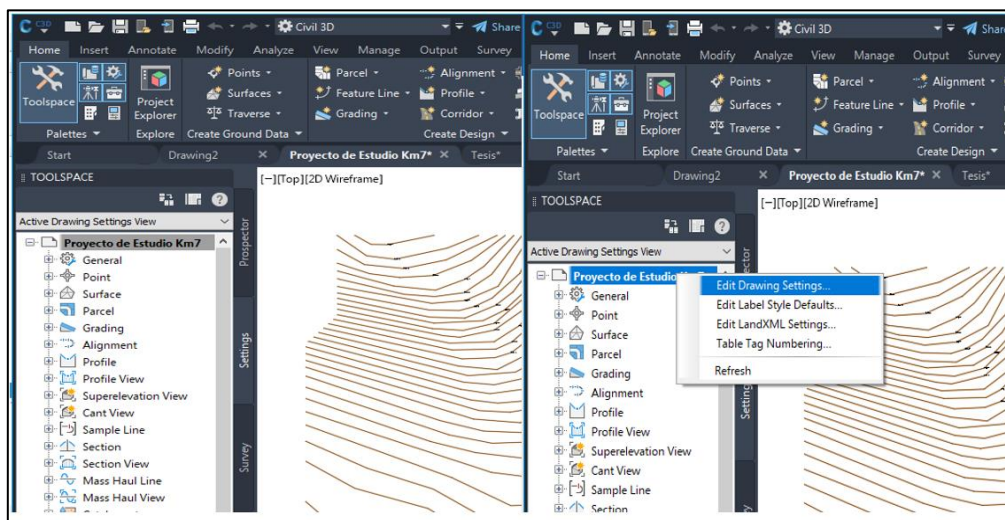
Ventana desplegable de abrir



Nota. En la ventana se podrá seleccionar el archivo creado en el software Global Mapper, para posteriormente trabajar en él. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 91

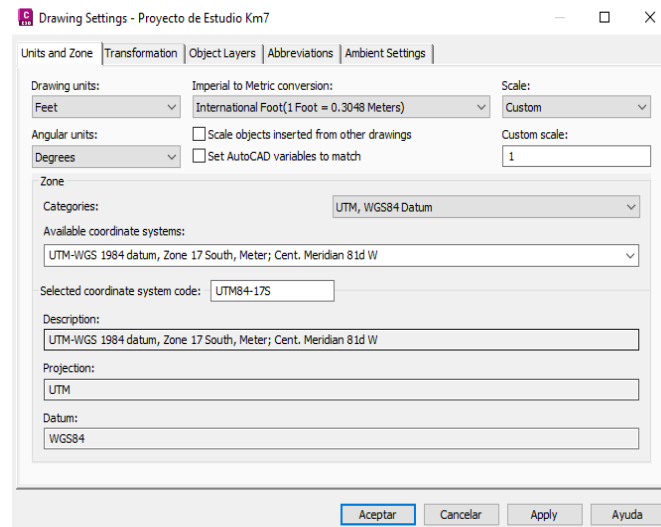
Ventana desplegable Edit Drawing Settings



Nota. En la figura se muestra las funciones donde se deberá configurar las coordenadas del proyecto. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 92

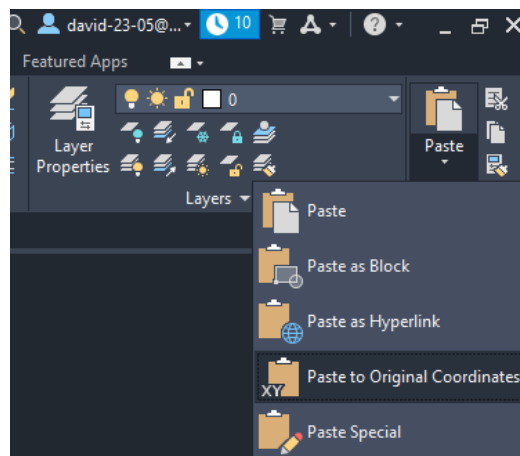
Ventana desplegable Drawing Settings



Nota. La figura muestra la configuración de la zona y coordenadas correspondientes al proyecto. Coordenadas UTM, Datum WGS84 y Zona 17S. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 93

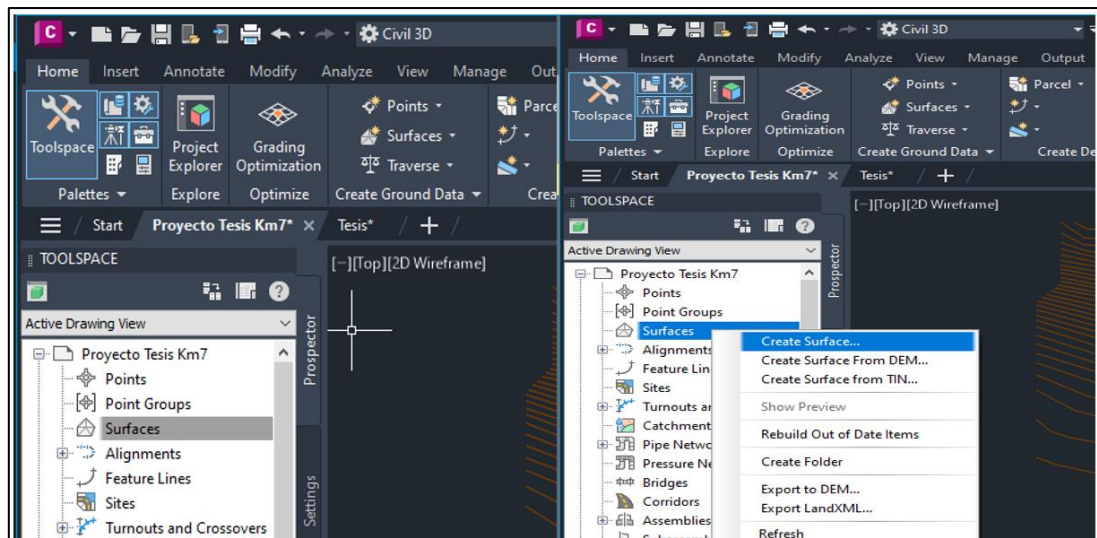
Pantalla de inicio del Civil 3D con el archivo cargado



Nota. Se selecciona todos los elementos de la topografía, para copiar y pegar en una nueva pestaña con coordenadas originales de esta manera se garantiza que todas las capas se del archivo se copien. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 94

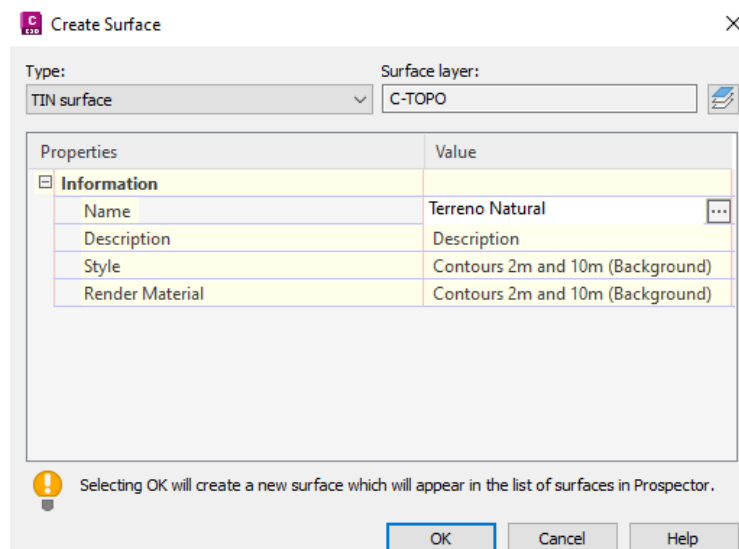
Ventana desplegable de Prospector



Nota. Se selecciona la opción Surface- Create Surface, esta herramienta permite generar las curvas de nivel de la topografía. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 95

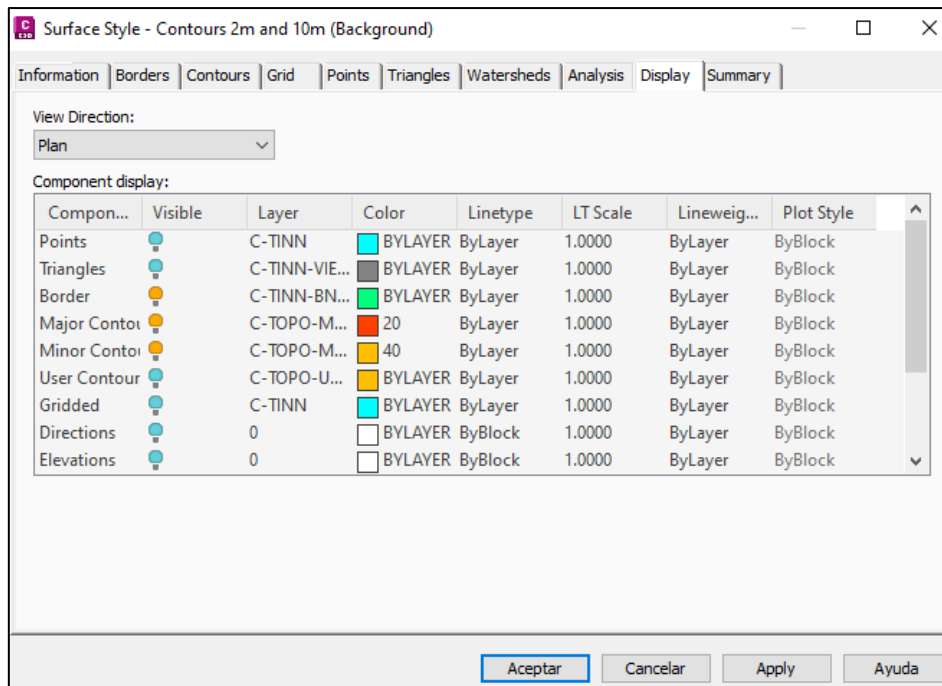
Ventana desplegable de Create Surface



Nota. Se asigna un nombre y se configura las curvas de nivel. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 96

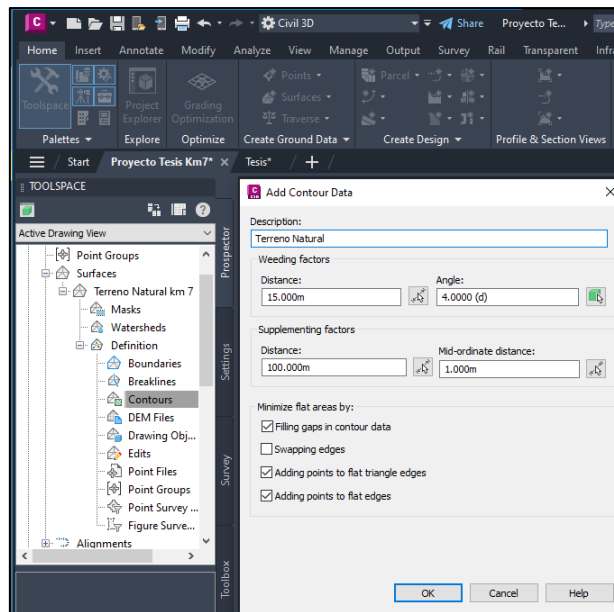
Ventana desplegable de Surface Style



Nota. En la figura se muestra cómo se configura cada capa de las curvas de nivel (mayores y menores), asignándoles un color característico para cada uno. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 97

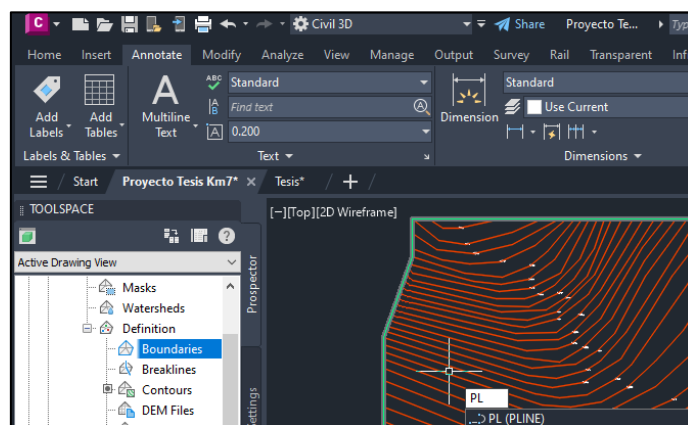
Ventana desplegable Add Contours



Nota. Esta ventana permite la creación definitiva de la superficie de la topografía, se crean las curvas de nivel de esta manera todos sus elementos se mantendrán en una forma unida. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 98

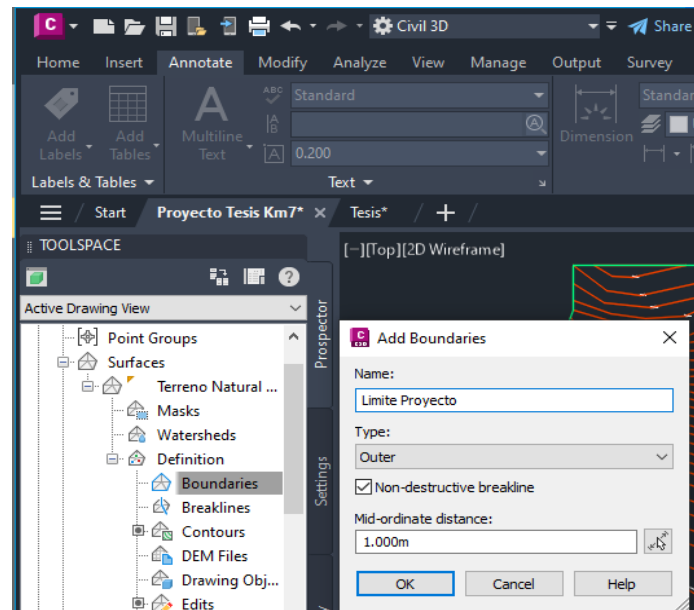
Delimitación del área



Nota. El polígono muestra el área de interés, se delimita para obtener las curvas de nivel del objeto de estudio seleccionado (km7). Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

Figura 99

Ventana desplegable Add Boundaris



Nota. Esta opción permite recortar el área del proyecto seleccionada, manteniendo las características, coordenadas de la topografía inicial. Elaborado por: Los autores, a través del software Civil 3D Metric (versión 2022).

4.43 RESULTADOS Y COMPARACIÓN

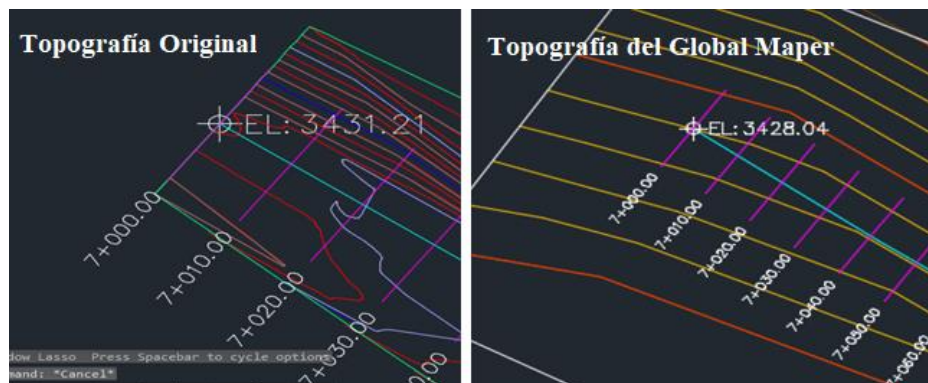
Para los resultados finales y la comparación de topografías se eligió 6 puntos a lo largo de la vía de estudio, los puntos fueron ubicados de manera aleatoria en diferentes coordenadas, abscisas y en diferente tipo de terreno. De cada uno de los puntos examinados a lo largo del tramo de vía analizada, en los que se puede constatar los datos obtenidos con el levantamiento satelital.

Al comienzo de la vía podemos visualizar la topografía correspondiente a un terreno plano, en la abscisa (7+000.00), una elevación por un levantamiento topográfico a detalle de (EL: 3431.21), mientras que la elevación que se obtuvo mediante el software Global Mapper

fue (EL:3428.04) teniendo una diferencia de nivel en altitud de 3,17m, lo que nos indica que la topografía satelital no es exacta.

Figura 100

Vista de elevación de la abscisa 7+000



Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 1. Elaborado por: Los Autores.

El siguiente punto analizado, en la abscisa (7+255.00), una elevación por un levantamiento topográfico a detalle de (EL: 3410.31), mientras que la elevación que se obtuvo mediante el software Global Mapper fue (EL:3420.00) teniendo una diferencia de nivel en altitud de 9.69 m, lo que nos indica que la topografía satelital tiene error.

Figura 101

Vista de elevación de la abscisa 7+255.00

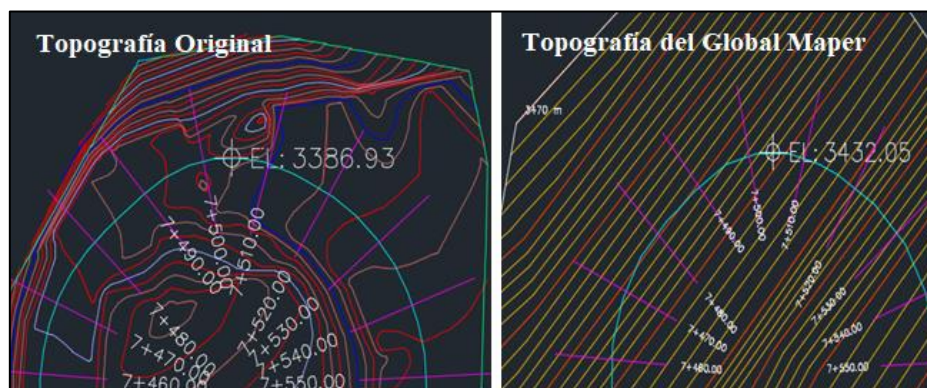


Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 2. Elaborado por: Los Autores.

Uno de los puntos más crítico dentro del análisis y con mayor error, es el punto ubicado en la abscisa (7+505.00) a una elevación de (EL: 3386.93), corresponde a un terreno montañoso cuya elevación obtenida por el levantamiento satelital es (EL: 3432.05). Teniendo una diferencia de 45.02 m es así como se puede evidenciar las curvas de nivel se encuentran muy pegadas, y no corresponden a la topografía de la vía.

Figura 102

Vista de elevación de la abscisa 7+505.00

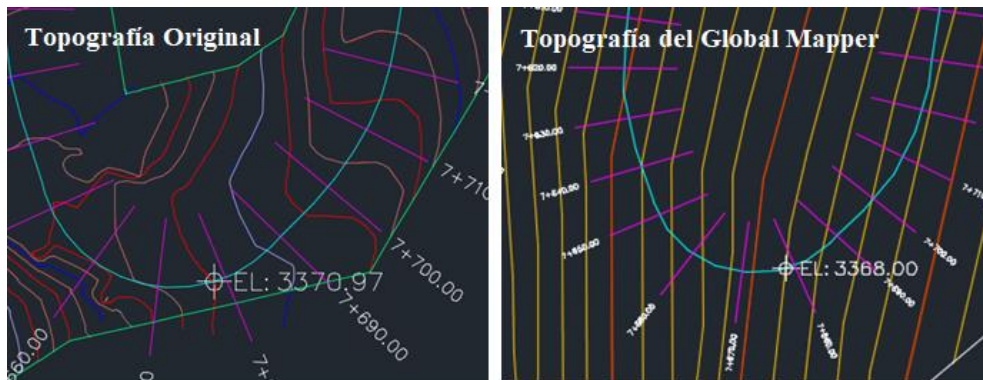


Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 3. Elaborado por: Los Autores

El software Global Mapper al generar topografías satelitales en terrenos planos su margen de error no es tan prominente, esto se puede evidenciar en el punto de la abscisa (7+680.00) con elevación (EL: 3370.97) como datos originales, mientras que los datos generados por el programa fueron una elevación (EL: 3368.00). Teniendo una diferencia de elevación de 2.97 m.

Figura 103

Vista de elevación de la abscisa 7+680.00

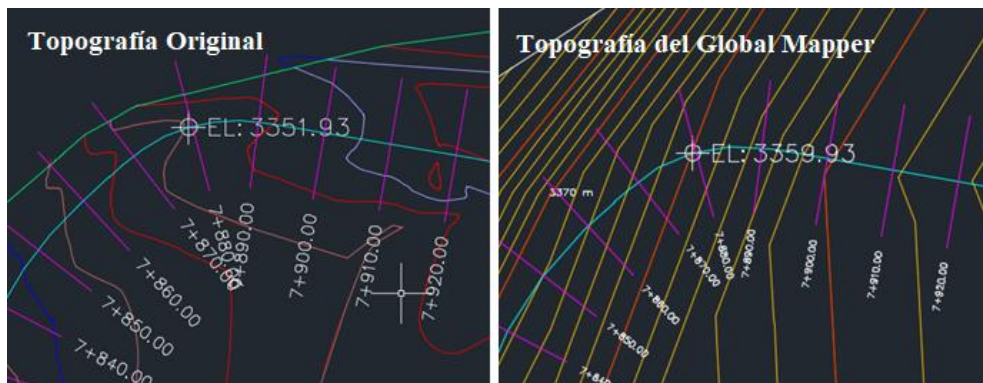


Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 4. Elaborado por: Los Autores.

El punto analizado en la abscisa (7+880.00) con una elevación de (EL:3351.93). Resultado por topografía satelital (El: 3359.93), muestra un error de 8m en altitud.

Figura 104

Vista de elevación de la abscisa 7+880.00

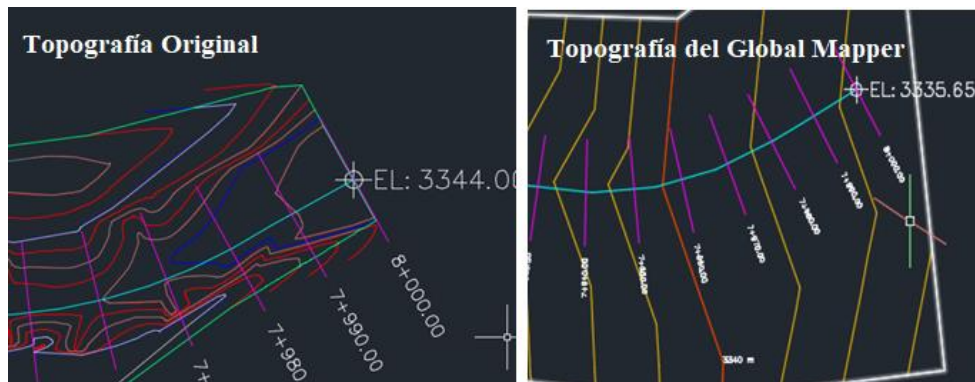


Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 5 Elaborado por: Los Autores

El punto final evaluado corresponde a la abscisa (8+000.00) que es el punto final del kilómetro de análisis con una elevación de (EL:3344.00) como datos originales, mientras que la elevación obtenida por el programa fue (EL:3335.65), marcando un error topográfico de altitud 8.35 m con respecto a la elevación original.

Figura 105

Vista de elevación de la abscisa 8+000.00



Nota: La figura muestra las elevaciones evaluadas en el punto 6. Elaborado por: Los Autores

CONCLUSIONES

Finalmente, se ha logrado elaborar la guía práctica del software Global Mapper enfocado al diseño vial adaptada al español, diseñada directamente para brindar apoyo con cada una de sus herramientas cuando se quiera realizar un levantamiento satelital de proyectos viales.

Al analizar y explorar la funcionalidad de la interfaz del software Global Mapper, se logró determinar que es un programa útil en el campo de la ingeniería civil, cuenta con herramientas versátiles para la obtención de imágenes satelitales, genera curvas de nivel de imágenes satelitales, perfiles longitudinales, delimitación de cuencas y redes de drenaje, etc. Global Mapper simplifica los procesos a comparación de otros softwares, tiene compatibilidad con varios tipos de formatos y además es muy sencillo de adquirir.

En la ejecución del proyecto de investigación, generación de curvas de nivel, obtención de la topografía satelital y al realizar la comparación de topografías de un levantamiento a detalle y un levantamiento satelital realizado por Global Mapper, se pudo evidenciar que tiene un alcance no tan acertado en altitud de las curvas de nivel en terrenos montañosos, mientras que en terrenos planos tiene un margen de error menor, pero aun así no es aceptable ni compatible con la topografía del proyecto existente.

Este tipo de levantamientos satelitales puede ser tomado en cuenta en la fase de Prefactibilidad de algún proyecto vial, ya que permite interpretar la zona de intervención y analiza ciertos puntos en detalle. Mientras que para la fase de diseño definitivo no es recomendable ya que se demostró que no cuenta con los parámetros de exactitud confiable para la elaboración de proyecto, concluyendo así que los levantamientos topográficos a detalle son más idóneos para la ejecución de un proyecto vial.

Las características topográficas del presente proyecto siendo respectivas de terrenos montañosos, fueron limitantes para obtener una topografía exacta a la del tramo de estudio teniendo resultados no satisfactorios mediante el software.

Se desarrolló la guía en la que se detalla de forma lógica la generación y obtención de topografías satelitales mediante el software Global Mapper enfocado en el diseño vial y su correcta ejecución.

RECOMENDACIONES

Al realizar un proyecto vial donde las características topográficas correspondan a un terreno plano, se recomienda este tipo de levantamientos satelitales ya que el margen de error en ese tipo de terreno es mucho menor, puede ser de ayuda en la fase de pre factibilidad de algún proyecto.

Esta guía práctica de Global Mapper se enfocó en las herramientas para la ejecución de un diseño vial , pero durante la elaboración de este manual se pudo evidenciar que es un software completo que aporta diferentes herramientas para la carrera de Ingeniería Civil, por esta razón es recomendable que la comunidad universitaria se anime a conocer más sobre este software, de igual manera a los catedráticos impartir clases sobre el manejo del programa independientemente del itinerario que se haya escogido ya que cuenta con una gama de funciones y herramientas útiles para cuando se quiera desarrollar un proyecto de ingeniería en general.

Para la realización de esta guía se utilizó el software Global Mapper versión (v16.1) que es una licencia estudiantil. Para la elaboración de posteriores proyectos se recomienda utilizar con una versión actualizada, con el fin de verificar si en terrenos montañosos, planos, disminuye o aumenta el margen de error en cuanto a la diferencia de elevaciones de los puntos de proyecto o se ajusta más a la elevación correcta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bissio, I. J. (03 de Marzo de 2018). *Tutorial Global Mapper*. Retrieved 31 de Diciembre de 2022, from Tutorial Global Mapper: file:///C:/Users/david/Downloads/C119-Anexo-Tutorial%20Global%20Mapper-B.pdf
- Blue Maebel Geographics. (Enero de 2017). *Getting Started Guide*. Retrieved 28 de Junio de 2023, from Getting Started Guide: <https://www.bluemarblegeo.com/docs/guides/global-mapper-v18-getting-started-sp.pdf>
- Blue Marbel Geographics v24.1. (2017). *Global Mapper v24.1*. Retrieved 18 de Julio de 2023, from Global Mapper v24.1: https://www.bluemarblegeo.com/knowledgebase/global-mapper-24-1/Licensing_Information.htm
- Edwards, W. (Enero de 2019). *Topografía Satelital*. Retrieved 22 de Noviembre de 2022, from Geosoluciones: <https://www.geosoluciones.cl/topografia-satelital/#:~:text=Topografía%20Satelital&text=Este%20servicio%20fotogramétrico%20se%20realiza,nivel%2C%20perfiles%20y%20maquetas%203D>.
- Garrido, N. (12 de Septiembre de 2014). *Nivelación Topográfica*. Retrieved 13 de Diciembre de 2022, from Nivelación Topográfica: <https://nagarvil.webs.upv.es/nivelacion-topografica/>
- González, E. L. (2016). *El Método Científico I*. Retrieved 04 de Diciembre de 2022, from El Método Científico I: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2017-02-08-El%20Método%20Científico%20I.pdf>

Grisales, J. C. (Abril de 2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Retrieved 19 de Enero de 2022, from *Diseño Geométrico de Carreteras*:

https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales

IGM. (13 de Julio de 2017). *Resolución Nro. IGM-IGM-2020-0060-R*. Retrieved 23 de Diciembre de 2022, from *Resolución Nro. IGM-IGM-2020-0060-R*:

http://www.geograficomilitar.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/estatuto_organico_por_procesos.pdf

Martínez Mejía, J. R. (Diciembre de 2009). *Levantamiento Topográfico Basado en Equipo GPS con Comunicación Inalámbrica y Publicación de Resultados en Aplicativo WEB*.

[Tesis de Grado, Univerdiad De El Salvador] Retrieved 23 de Diciembre de 2022,

from *Levantamiento Topográfico Basado en Equipo GPS con Comunicación*

Inalámbrica y Publicación de Resultados en Aplicativo WEB:

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3812/1/Levantamiento%20topográfico%20basado%20en%20equipo%20GPS%20concomunicación%20inalámbrica%20y%20publicación%20de%20resultados%20en%20aplicativo%20WEB.pdf>

Mejía, J. R. (2009). "*Levantamiento topográfico basado en equipo GPS con comunicación inalámbrica y publicación de resultados en aplicativo WEB*". Retrieved 16 de 12 de 2022, from

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3812/1/Levantamiento%20topográfico%20basado%20en%20equipo%20GPS%20concomunicación%20inalámbrica%20y%20publicación%20de%20resultados%20en%20aplicativo%20WEB.pdf>

- Morales, I. W. (Marzo de 2015). *Texto Basico Autoformativo de Topografia General*. Retrieved 13 de Diciembre de 2022, from Texto Basico Autoformativo de Topografia General: <https://cenida.una.edu.ni/textos/NP31G192t.pdf>
- MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*. Retrieved 22 de Noviembre de 2022, from Normas de Diseño Geométrico de Carreteras: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisecc3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- Narvaez, O. F. (25 de Agosto de 2018). *Manual de usuario de Global Mapper*. Retrieved 01 de 01 de 2023, from Slideshare: <https://es.slideshare.net/ORLANDOFRANCISCOCRUZ/177257563-manualdelusuariodeglobalmapper>
- Ospina, J. J. (2022). *Diseño Geométrico De Vías*. Retrieved 22 de Noviembre de 2022, from Diseño Geométrico De Vías: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disecc3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Ramos, J. (01 de Junio de 2015). *El GPS en la Topografía*. Retrieved 13 de Diciembre de 2022, from Geo.Avance: <https://geoavance.es/topografia/el-gps-en-la-topografia/>
- Roncancio, C. (Enero de 2021). *Global Mapper Software de Mapeo*. Retrieved 21 de Noviembre de 2022, from UNICISO: <https://www.portaluniciso.com/info/GLOBAL.pdf>
- Suárez, M. B. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Retrieved 04 de Diciembre de 2022, from https://www.academia.edu/33692697/Metodología_de_Investigación_Científica_para_ingeniería_Civil

Yamasqui, J. (2022). *Evaluación y Valoración de Levantamientos Topográficos Mediante Aerofotogrametría y Métodos Tradicionales, Utilizando Estación Total o GPS Diferencial*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo] Retrieved 21 de Enero de 2023, from Evaluación y Valoración de Levantamientos Topográficos Mediante Aerofotogrametría y Métodos Tradicionales, Utilizando Estación Total o GPS Diferencial: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9089/1/TESIS-CORREGIDA.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOBAL MAPPER: Es un programa informático, una aplicación de sistema de información geográfica.

SIG: Sistema de información geográfica.

MAPEO: En un sentido amplio, puede decirse que mapear implica confeccionar un mapa o plasmar una estructura o un sistema en un gráfico similar a un mapa.

CAD: Computer-aided design (diseño asistido por ordenador).

NDVI: Índice de Vegetación Diferencial Normalizada, es un indicador del vigor de la vegetación.

LiDAR: Light Detection And Ranging (Detección de luz y rango), técnica topográfica del software, que utiliza una luz laser para obtener una muestra densa de la superficie de la Tierra en las coordenadas exactas x, y, z.

NMEA: Organización estadounidense National Marine Electronics Association, (Asociación Nacional de Electrónica Marina), lenguaje electrónico utilizado por los dispositivos satelitales.

ANEXOS

Topografía de la Vía Oyacachi Km7

