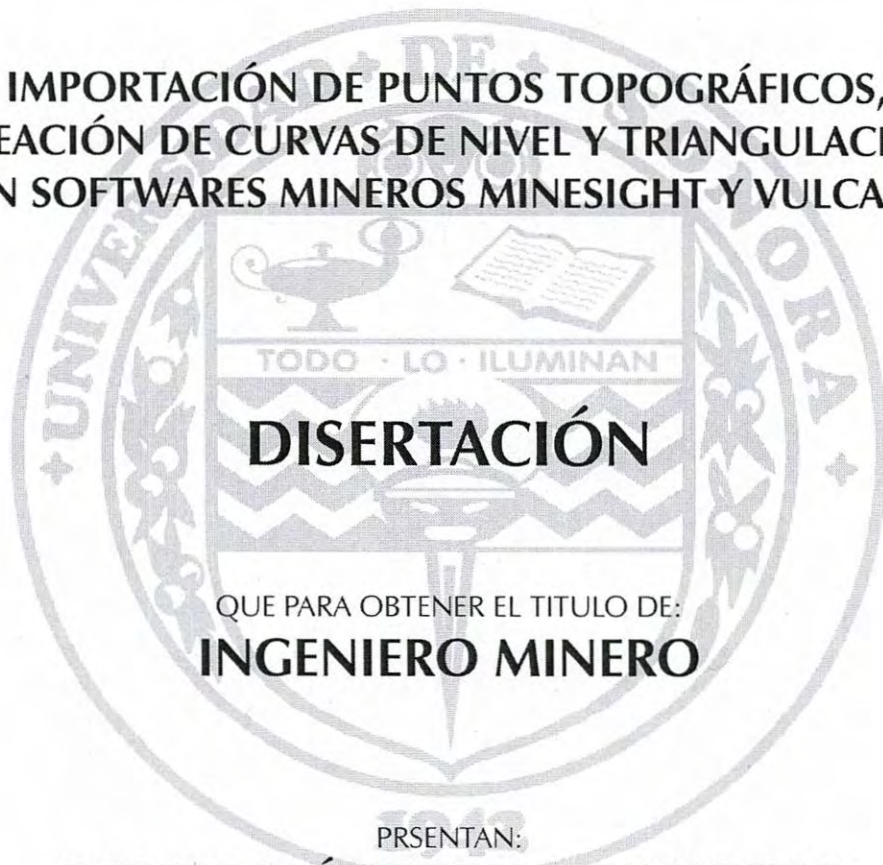


**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y MINAS

**IMPORTACIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS,  
CREACIÓN DE CURVAS DE NIVEL Y TRIANGULACIÓN  
EN SOFTWARES MINEROS MINESIGHT Y VULCAN.**



**DISERTACIÓN**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MINERO**

PRESENTAN:

**FLORES DOMÍNGUEZ HEYDEN ALBERTO  
LÓPEZ CASTRO JOSÉ ARNULFO**

HERMOSILLO, SONORA.

JUNIO 2018

# Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas  
Academia de Operaciones Mineras

14 de mayo de 2018.

**P.I.M. HEYDEN ALBERTO FLORES DOMÍNGUEZ**  
**P.I.M. JOSÉ ARNULFO LÓPEZ CASTRO**  
Presente.-

Por este conducto le informo que después de presentar ante los miembros de la **ACADEMIA DE OPERACIONES MINERAS**, su solicitud de aprobación del Tema de Disertación: **IMPORTACIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS, CREACIÓN DE CURVAS DE NIVEL Y TRIANGULACIÓN EN SOFTWARES MINEROS MINESIGHT Y VULCAN**, que usted propone para obtener el título de **INGENIERO MINERO**, me es grato hacer de su conocimiento que hemos acordado **APROBAR** la propuesta que nos ha enviado, a fin de brindarles la oportunidad de presentar su Examen Profesional según lo establecido por la normatividad vigente.

Asimismo, les informo que la Academia Revisora quedó integrada como sigue:

<b>DIRECTOR:</b>	<b>ING. GEORGETTE PANIAGUA LIZARRAGA</b>
<b>ASESOR:</b>	<b>ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN</b>
<b>ASESOR:</b>	<b>M.A. MANUEL EMILIANO QUIROZ JUÁREZ</b>

Aprovecho la oportunidad para desearle el mayor de los éxitos y solicitarle su mejor esfuerzo para el bien del trabajo académico de nuestra institución.

ATENTAMENTE,  
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

**DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA**  
**PRESIDENTE DE ACADEMIA**



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

# UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Minas  
Academia de Operaciones Mineras

05 de junio de 2017.

**P.I.M. HEYDEN ALBERTO FLORES DOMÍNGUEZ**  
**P.I.M. JOSÉ ARNULFO LÓPEZ CASTRO**  
**Presente.-**

Por medio de la presente, informo a usted que después de analizar su solicitud de aprobación del Tema de Disertación: **IMPORTACIÓN DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS, CREACIÓN DE CURVAS DE NIVEL Y TRIANGULACIÓN EN SOFTWARES MINEROS MINESIGHT Y VULCAN**, hemos tenido a bien emitir un dictamen satisfactorio del contenido del mismo, después de revisar cuidadosamente el trabajo desarrollado y verificar que los objetivos propuestos se hayan alcanzado, según lo establecido con anterioridad.

Por tal motivo, la Comisión extiende su autorización para proceder a la edición e impresión final del documento y, posteriormente, presentar el examen profesional en la fecha que de común acuerdo se convenga.

**ATENTAMENTE,**  
**"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"**

**DR. SERGIO ALAN MORENO ZAZUETA**  
**PRESIDENTE DE ACADEMIA**

**ING. GEORGETTE PANIAGUA LIZARRAGA**  
**PRESIDENTE DEL JURADO**  
**(DIRECTOR)**

**ING. BRENDA MARÍA QUIJADA MAYORQUIN**  
**SECRETARIO DEL JURADO**  
**(ASESOR)**

**M.A. MANUEL EMILIANO QUIROZ JUÁREZ**  
**VOCAL DEL JURADO**  
**(ASESOR)**

## Índice

Índice de Ilustraciones .....	II
Índice de Tablas .....	III
I Introducción .....	1
II Objetivo .....	2
III Ubicación.....	3
IV Geología y mineralización .....	4
V Topografía.....	5
V.I Origen de la topografía .....	5
V.II Topografía de minas.....	5
V.III Planimetría .....	8
V.IV Levantamiento geodésico .....	9
V.V Equipos modernos de topografía .....	10
VI Curvas de nivel .....	11
VI.I Clases de curvas de nivel.....	12
VI.II Trazado de curvas de nivel.....	12
VII Software Minero .....	13
VII.I Características de MineSight.....	13
VII.II Características de Vulcan.....	14
VIII Procedimientos para manejo de puntos topográficos en softwares mineros MineSight y Vulcan. ....	15
VIII.I Procedimiento con MineSight. ....	18
VIII.II Procedimiento con Vulcan.....	34
IX Conclusión .....	56
X Glosario.....	57
XI Bibliografía .....	60

## Índice de Ilustraciones.

Figura 1. Vista satelital de la zona. ....	3
Figura 2. Ejemplo de curvas de nivel .....	11
Figura 3. Guardar el archivo con extensión .csv .....	17
Figura 4. Ventana de bienvenida al programa MineSight. ....	18
Figura 5. Establecer los límites del trabajo. ....	19
Figura 6. Visualización de los límites del proyecto.....	20
Figura 7. Creación de una nueva carpeta.....	21
Figura 8. Importación de archivo. ....	22
Figura 9. Asignación de valores a X, Y, Z.....	23
Figura 10. Importación del levantamiento.....	24
Figura 11. Visualización de puntos topográficos.....	25
Figura 12. Puntos topográficos seleccionados.....	26
Figura 13. Selección de carpeta del trabajo.....	27
Figura 14. Visualización de triangulación.....	28
Figura 15. Selección de la triangulación. ....	29
Figura 16. Visualización de perfilado. ....	30
Figura 17. Selección de triangulación.....	31
Figura 18. Ventana Contour Tool.....	32
Figura 19. Visualización Curvas de nivel. ....	33
Figura 20. Iniciando Vulcan. ....	34
Figura 21. Corriendo el programa Vulcan.....	35
Figura 22. Vulcan abierto.....	36
Figura 23. Descripción del proyecto. ....	37
Figura 24. Límites del proyecto.....	38
Figura 25. Trabajando en Vulcan.....	39
Figura 26. Importación de puntos. ....	40
Figura 27. Selección de carpeta. ....	41
Figura 28. Nombramiento de puntos a importar.....	42
Figura 29. Asignación de coordenadas XYZ.....	43
Figura 30. Visualización de los puntos .....	44
Figura 31. Puntos Topográficos.....	44
Figura 32. Creación de superficie.....	46
Figura 33. Recuadros de triangulación. ....	47

Figura 34. Propiedades de la triangulación.....	48
Figura 35. Triangulación.....	49
Figura 36. Limpieza de la Triangulación .....	50
Figura 37. Solido perfilado.....	51
Figura 38. Creación de Curvas de nivel en Vulcan .....	52
Figura 39. Atributos de las curvas de nivel .....	53
Figura 40. Ventana Contour Scheme .....	54
Figura 41. Visualización de Curvas de nivel en Vulcan.....	55

### **Índice de Tablas.**

Tabla 1. Coordenadas de los puntos .....	15
Tabla 2. Descripción de los puntos.....	16

## I Introducción

Hoy en día es de gran importancia la localización de nuevas áreas para poder ser exploradas y explotadas para el aprovechamiento de sus recursos naturales como la extracción de minerales para poder beneficiarnos de ello. Por esta razón es importante hacer de manera eficiente, rápida y precisa el trabajo topográfico para poder conocer bien estas áreas.

Con la ayuda de la tecnología ya se tiene una gran variedad de herramientas como estaciones totales modernas GPS, softwares etc. Siendo de gran ayuda para los levantamientos topográficos en la actualidad.

En esta disertación se trabajó con el manejo de un levantamiento topográfico para realizar la importación de los puntos obtenidos en los programas que se utilizaron en el presente trabajo para poder visualizar el levantamiento en los softwares mineros "MineSight", como también "Vulcan". Herramientas de la minería que nos ayuda a facilitar el diseño, la visualización y la manipulación de obras mineras como caminos, rampas, galerías, contrapozos, obras de ventilación etc.

La información base que se obtuvo de forma general de un levantamiento topográfico con el equipo topográfico GPS que por sus siglas en inglés Global Positioning System, (sistemas de posicionamiento global), siendo de gran ayuda al momento de realizar el trabajo de manera rápida, fácil y eficaz.



## **II Objetivo**

Utilizar los softwares mineros Vulcan y MineSight de manera eficiente al momento de trabajar con puntos topográficos obtenidos de levantamientos en campo con estación total o GPS, así como también la creación, la visualización de las curvas de nivel, perfilado y triangulación en estos programas.

### III Ubicación

La topografía donde se trabajó se encuentra ubicada en el cerro "La Cementera" dentro de Hermosillo Sonora México. Donde alumnos de la materia de topografía de minas realizaron este levantamiento.



Figura 1. Vista satelital de la zona.

El cerro de la cementera cuenta con la siguiente ubicación:

Latitud:  $29^{\circ} 3' 40.6''$ , ( $29.0613^{\circ}$ ), Norte

Longitud:  $110^{\circ} 56' 32.7''$ , ( $110.9424^{\circ}$ ), Oeste

Altitud: 411 metros, (1,348 pies),

#### **IV Geología y mineralización**

Las rocas paleozoicas se encuentran aflorando en los cerros El Molinito, Santa Gertrudis, La Morena, cerro de la Campana y la Cementera. Estas rocas, en términos generales, corresponden al Carbonífero-Pérmico y a facies de plataforma. En los altos topográficos, la estratificación es variable de mediana a gruesa y en muchos casos de aspecto masivo, debido al metamorfismo que afecta al área.

Por su terreno escarpado, causado por viejas detonaciones realizadas por la empresa CEMEX, el Cerro de la Vieja Cementera, nos confiere un área ideal para la visualización de afloramientos de roca. En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de edad paleozoica y sedimentos cuaternarios, así como rocas intrusivas de composición granítica.

Las rocas paleozoicas se encuentran aflorando en la cementera. Arenas gravas y limos. Estos depósitos son producto de la erosión de las sierras que se encuentran a los alrededores y de materiales acarreados por los ríos. La composición de los sedimentos es principalmente de rocas ígneas y sedimentarias. Predominando las calizas.

## **V Topografía**

Topografía es la ciencia que trata de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la superficie terrestre, elaborar planos configurarlos, determinar las áreas, los volúmenes etc.

Las materias propedéuticas son la astronomía, física y matemáticas, y especial mente la geometría y la trigonometría; por lo tanto, se puede decir que la topografía es una ciencia aplicada.

### **V.I Origen de la topografía**

No se sabe con precisión, sin embargo, tal vez en Egipto donde nació esta ciencia de geometría. Desde hace miles de años los egipcios venían cultivando en los terrenos fértiles y vastos de los márgenes del gran río Nilo; pero sabían de las obras fluviales para dominar el río y proteger sus terrenos de cultivo que les daban vida anual mente las inundaciones destruían los linderos de los terrenos de cultivos y tenían necesidad de retrasarlos después década inundación. Ampliaban mecatres anudados para mediciones de distancias, y esto fue, tal vez el origen de la topografía.

### **V.II Topografía de minas**

Las topografías de minas se dividen en dos partes: la topografía de superficie y la topografía subterránea. La primera comprende todos los trabajos que se hacen en el exterior, como la medición de lotes mineros, las triangulaciones para la fijación en un plano general de todos los lotes de los cuales es concesionario una misma compañía, los levantamientos taquimétricos, de determinada zona, a fin de tener el plano con curva de nivel cuando no se dispone de planos fotogramétricos, etc. Todos los levantamientos se ejecutan con diferentes grados de precisión y son muy variados.

Es necesario que se tenga presente que los trabajos de superficie deben de estar ligados con los del interior por esta razón el sistema de coordenadas y de elevaciones es el mismo.

Este sistema de coordenadas, que en la superficie está formado por dos líneas perpendiculares dadas entre sí y que pertenecen al plano del horizonte en las minas están formado por un sistema de planos verticales que pasan por esas líneas verticales o ejes, y los cuales juntos con el plano del horizonte forman el sistema de coordenadas ortogonales en el espacio.

El control horizontal lo forman un conjunto de puntos de triangulación y apoyados en estos, puntos de poligonales de precisión; puntos situados por tres vértices y por el ultimo, puntos de poligonales de segundo orden.

El control vertical lo constituye un sistema de bancos de nivel de primer, segundo y tercer orden. También se tiene que tener en cuenta la medición de los lotes mineros, que son los primeros trabajos de medición que se hacen en una mina estos trabajos sirven para señalar en la superficie el terreno que se ha denunciado ante las autoridades correspondientes y dentro del cual se ejecutan toda la serie de trabajos que se hacen en una mina para la extracción y beneficios de los minerales. Tanto los que se hacen en la superficie como los que se hacen en el interior quedan comprendidos dentro del prisma formado por los planes verticales de profundidad indefinida que pasan por los lados del terreno que forman el lote minero y los cuales son también los límites del mismo en el subsuelo.

Para toda clase de trabajos topográficos que se hacen cerca de la entrada de la mina o en las diferentes instalaciones como talleres, molinos, planta de beneficio de minerales, etc. es necesario tener una serie de puntos fijos, ligados por medio de poligonales cerradas y nivelados. Estos puntos fijos llamados pines, son pequeñas mojoneras de concreto, enterrados unos treinta centímetros y con un clavo ahogado en el cemento, están referenciados a relación a las esquinas de los edificios cercanos y en lugares donde pueden acercarse tiene además una placa de cobre o plomo en la parte superior con el numero gravado del pin y con un clavo para fijarlo en el concreto.

Las poligonales para ligar los pines deben ser de gran precisión al igual que las nivelaciones, ya que de estas medidas depende las del interior de la mina pues tanto los rumbos como las elevaciones se transportan al interior y un error cualquiera por pequeño que fuera se propaga con resultados lamentables. De ahí que tanto los trabajos de superficie como los de transporte al interior deben de ejecutarse con mucho cuidado de manera del alcanzar un alto grado de seguridad.

Todos los datos referentes a los puntos fijos o pines deben de registrarse en un libro especial en donde se anoten los puntos el número, las coordenadas ortogonales las elevaciones y las distancias al milímetro de aproximación, los ángulos al segundo y sus referencias. Deben de hacerse un plano en conjunto a una escala conveniente y poner en el las poligonales de liga de los puntos y sus referencias.

Cada punto fijo debe de ser un banco de nivel y tener su cota compensada además de estos bancos se pondrán otros en lugares estratégicos que sirven para otros fines. Además de los planos de coordenadas, hay otros sistemas de planos verticales paralelos, que forman un Angulo cualquiera con los de coordenadas estos planos se trazan en dirección aproximada mente normal a la dirección general de las vetas principales. Se trazan cada cien metros, y puede su número aumentar hacia cualquier rumbo sea al norte, al sur, al oriente y al poniente depende de donde estén las vetas y donde hayan tomado el origen de coordenadas. Así como también hacia donde se desarrollan los trabajos del interior estos planos se llaman simplemente Paralelos.

El objeto de este sistema es para dar un número determinado a toda clase de obras que se desarrolle tanto en el exterior como en el interior de la mina. Por ejemplo, si se va dar una obra de exploración como un pequeño tiro, situado 35 metros al oriente del paralelo y estos aumentan al este la obra se llamará: 835 cuando la superficie que forman los lotes es grande deberán dividirse el plano general en partes haciendo hojas de 100x70 centímetros de manera que puedan ser manejadas con facilidad. Si la escala del dibujo es de 1:500, la superficie correspondida en cada hoja será de 500x300 metros más o menos

### V.III Planimetría

En los proyectos de cartografía de gran tamaño se realizan ajustes para corregir los errores causados por la curvatura de la tierra y por el hecho que las líneas norte y sur que pasan por diferentes puntos de la superficie terrestre convergen en los polos norte y sur. Por lo tanto, estas líneas no son paralelas entre sí excepto la línea del ecuador sin embargo las planimetrías se realizan en áreas tan pequeñas que puede desprejarse el efecto de dichos factores, es decir, se consideran que la tierra es una superficie plana se supone que las líneas norte sur son paralelas. Los cálculos que se hacen en superficies planas son relativamente simples ya que el topógrafo puede utilizar la geometría y trigonometría planas.

Los levantamientos de granjas lotificaciones edificios de hecho, de la mayoría de las obras de construcción son mayoría de levantamientos planímetros sin embargo estos deben limitarse a unos cuantos kilómetros cuadrados. Estos levantamientos no se consideran lo suficiente mente precisos para establecer límites estatales y nacionales que presenten áreas de miles de kilómetros cuadrados. Pueden demostrarse que un arco de 18.5 kilómetros de longitud sobre la superficie curva de la tierra es aproximadamente 1.5 cm más largo que la distancia plana o la cuerda entre sus extremos como resultado, probablemente al lector le parezca que esa diferencia es insignificante; no obstante, las discrepancias en la dirección de vías en la convergencia de líneas norte sur son mucho más significativas que la discrepancia en la distancia.

#### **V.IV Levantamiento geodésico**

Los levantamientos geodésicos son aquellos que se ajustan a la curvatura de la superficie terrestre, ( la tierras es un esferoide achatado en sus polos cuyo radio en el ecuador es alrededor de 21.5 kilómetros más grande que su radio polar), debido a que se consideran la curvatura, la curvatura terrestre los levantamientos geodésicos pueden aplicarse en aras pequeñas o áreas grandes, el equipo que se utilizan y los métodos de medición que se aplican son muy similares a los que se emplean en planimetría. Las elevaciones se manejan de la misma manera que en varios tipos de levantamientos, es decir, se expresan en términos de las distancias verticales por encima o por debajo de la superficie curva de referencia, que general mente corresponden al nivel medio del mar, (N.M.M).

La mayoría de los levantamientos geodésicos son realizados por organismos gubernamentales tanto en México y Norteamérica como el U.S. Coast and Geodetic Survey, (ahora National Geodetic Survey, National Ocean Survey, and Atmospheric Administration of the U.S. Department of Commerce). Aunque el National Geodetic Survey, (NGS) emplea un reducido número de topógrafos al trabajo que desempeñan es de suma importancia para otros topógrafos, ya que han establecido una red de puntos de referencia atreves de todo Estados Unidos que proporciona información precisa en cuanto la ubicación precisa en los puntos horizontales y verticales de los puntos esta red sirve como base para todos los otros tipos de levantamientos planímetros o geodésicos de menor precisión. En México el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (INEGI), ha establecido una red equivalente, el sistema geodésico de referencia, integrado por 24mil vértices geodésicos.



## V.V Equipos modernos de topografía

Durante las últimas décadas han ocurrido grandes cambios en el desarrollo del equipo topográfico. Con cada cambio se creyó haber alcanzado el límite en el diseño del equipo, pero en cada etapa sucedió algo mejor a continuación, se describen:

1. El primer avance se alcanzó en la década de 1960 cuando se generalizó la utilización de instrumentos de medición electrónica de distancias. Con toda seguridad este era el mejor equipo al alcance del topógrafo en aquel momento.
2. El siguiente logro se alcanzó cuando se combinaron dispositivos para medición angular con instrumentos electrónicos para medición de distancia y surgieron las denominadas estaciones totales.
3. A continuación, se desarrollaron colectores automáticos de datos para la estación total. Podían utilizarse para almacenar mediciones hacer cálculos y transferir o descargar los valores de las mediciones en computadoras o graficadores. Más aun, la información podía transferirse desde las computadoras a estos colectores de datos para usarlos en campo.
4. Otro desarrollo casi increíble fue el sistema de posicionamiento global, (GPS), Global Positioning System, este sistema hace posible la obtención de posiciones horizontales y verticales de puntos sobre la superficie terrestre a partir de señales de radio a través de un satélite en órbita.
5. Recientemente han aparecido en el mercado las estaciones totales robóticas. Entre estas hay instrumentos para determinar posiciones las cuales toman lecturas de forma automática de estadales que cuentan con código de barras. También se tiene ahora aparatos nuevos para el alineamiento con láser.

## VI Curvas de nivel

Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar o profundidad, (elevación). Son el resultado de la intersección del terreno con una serie de planos horizontales y equidistantes. Esa intersección genera unas series de líneas planas, generalmente curvas. Todo el punto perteneciente a una de estas curvas tiene la misma cota, ya que han sido generadas por intersección con un plano horizontal, que por definición tiene una cota constante. Las curvas de nivel también reciben el nombre de isohipsas.

Las curvas de nivel unen todos los puntos que están a la misma altura sobre el nivel del mar. Cuando las curvas de nivel están por debajo de la superficie marina se llaman isobatas.

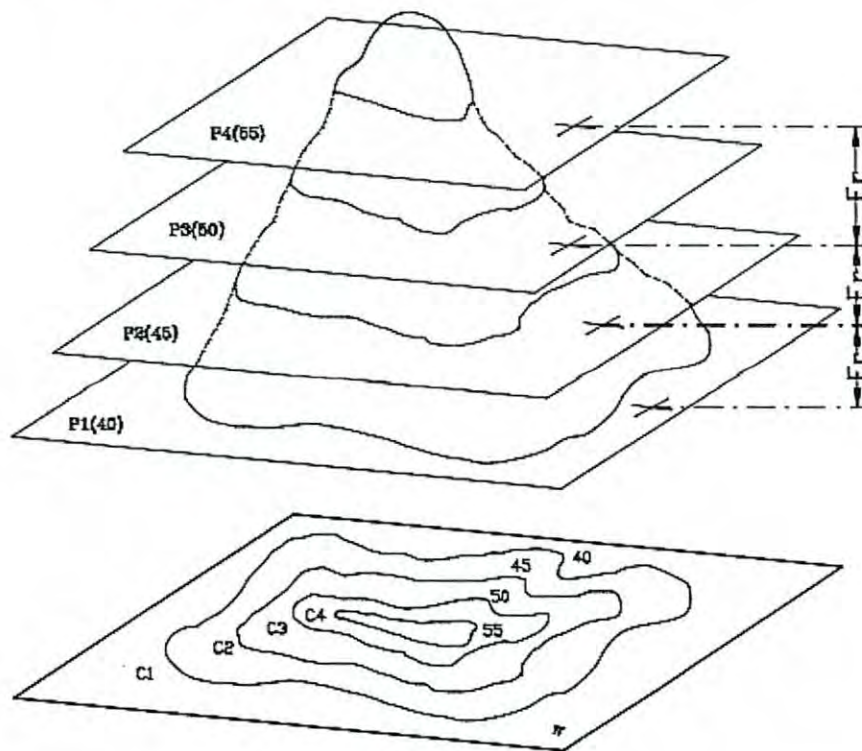


Figura 2. Ejemplo de curvas de nivel

## **VI.I Clases de curvas de nivel**

Para la lectura de la familia de curvas, es necesario que cada curva lleve un número que indique a la altura a que se encuentra con respecto al plano de proyección, este número recibe el nombre de cota cuyo valor se expresará en metros.

Naturalmente que cuando las curvas a representar sean numerosas, serán las cifras representativas de sus cotas, y por consiguiente el plano no ganará en calidad, más bien será difícil su lectura; para evitar este inconveniente no se numeran todas, sino cada cierto número de ellas, que en general serán de cinco en cinco.

Estas curvas reciben el nombre de curvas directora, mientras que al resto se las llaman curvas normales. Cuando en una familia de curvas aparezcan una o varias de ellas que no sigan el orden lógico de lectura, estas reciben el nombre de curvas intercaladas o interpoladas.

## **VI.II Trazado de curvas de nivel.**

Para trazar las curvas de nivel en un plano, es necesario construir una malla o red de triangulación con los puntos que se han tomado para el levantamiento taquimétrico.

Se entiende que el número de puntos a tomar en el levantamiento va implícito a la finalidad de uso del plano, así como su rigor. Pues en un tramo de linde, el terreno puede cambiar de pendientes varias veces, en su trayectoria recta, entre dos vértices consecutivos de la poligonal, etc. Si el levantamiento fuese con finalidad planimétrica, bastaría solo con la observación a los dos vértices antes referido. Pero al tratarse de un levantamiento taquimétrico, necesitamos tomar, tantos puntos, como nos obligue los cambios de pendiente posibles. De ahí que tengamos que tomar numerosos puntos, los puntos que definan las diferentes, líneas de cambios de pendiente, etc. y así como los puntos de relleno necesarios. Estos serán más numerosos, cuando la finalidad del levantamiento exija el máximo rigor. Esto se consigue, tomando estos puntos conforme a una luz de retícula establecida, (retícula de 30 x 30

pasos), disminuyendo esta para aumentar el rigor del levantamiento. De 10 a 20 puntos por Ha.

## **VII Software Minero**

Un software minero es una herramienta que ayuda a proyectar, modelar y calcular reservas de minerales, y diseñar caminos, rampas, tiros, y otras obras mineras. Esta herramienta facilita el trabajo al minero a la hora del diseño y otras actividades que se realicen dentro de la minería, además de ser una gran herramienta en la actualidad para visualizar los avances que se están realizando, en alguna mina ya sea superficial o subterránea, los softwares o programas más utilizados en la actualidad son MineSight y Vulcan siendo estos más utilizados en minas superficiales y subterráneas respectivamente.

### **VII.I Características de MineSight**

MineSight es una plataforma de softwares completa para el modelado y planificación de una mina que proporciona soluciones integradas para exploración, modelado geológico, diseño, planificación y operación. Ya sea subterránea o en superficie. Entre las funciones y beneficios que ofrece este software son:

Visualización

Despliegue completo en gráfico 3D de:

- Sondajes
- Modelos
- Geometría y etiquetas
- Interpretación geológica
- Diseño de minas
- Levantamientos
- Topografía

## **VII.II Características de Vulcan**

El Software Maptek Vulcan, permite a los usuarios validar y transformar datos en modelos 3D dinámicos, diseños precisos de la mina y planes de operaciones. Proporciona herramientas que le permiten al Geólogo acceder y ver datos de sondaje, definir zonas geológicas y modelar depósitos de yacimientos. Además, entrega soluciones de Planificación Minera a cielo abierto y subterráneo incluyendo una gran variedad de opciones que le permiten al usuario desarrollar fácil y rápidamente complejos diseños en 3D. además

Vulcan puede manejar y visualizar conjuntos de datos muy grandes y complejos, procesar la información y generar modelos rápidamente. Algoritmos sofisticados y una gran velocidad de procesamiento permiten que la validación de los modelos sea prácticamente instantánea, lo que permite a los geólogos construir una imagen continua y actualizada de un yacimiento.

## VIII Procedimientos para manejo de puntos topográficos en softwares mineros MineSight y Vulcan.

Toda la información fue obtenida por un levantamiento mediante GPS (Sistema de posicionamiento global), el trabajo se realizó en tres partes, estos mismos que unimos en un solo archivo de Excel guardándolo con el formato .csv (delimitados por comas). Este formato es un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla en las que las columnas se separan por comas o punto y coma en donde la coma es el separador decimal y las filas por saltos de línea.

	A	B	C	D
1	505218.17	3214798.22	223.55	pc
2	505278.538	3214679	220.807	pc
3	505275.515	3214643.64	219.433	pc
4	505232.393	3214670.86	210.11	p
5	505230.389	3214668.37	210.007	p
6	505227.928	3214666.48	209.995	p
7	505225.75	3214664.09	209.633	p
8	505223.345	3214662.16	209.163	p
9	505221.046	3214659.95	208.984	p
10	505218.329	3214658.62	208.819	p
11	505215.462	3214657.24	208.676	p
<b>12</b>	505212.741	3214655.6	208.426	p
13	505209.773	3214654.96	208.215	p
14	505206.624	3214655.51	208.157	p
15	505204.267	3214653.65	207.916	p
16	505203.539	3214650.62	207.891	p

Tabla 1. Coordenadas de los puntos

Como podemos ver en la Tabla 1. Los puntos topográficos carecen de descripción, por lo que se le asigno para su fácil entendimiento y manejo. la descripción de los puntos fue los siguiente; número de punto, coordenada en Este que representa el valor de x, coordenada en norte que representa el valor de y, coordenada de elevación que representa el valor de z y la descripción del punto para indicar que el tipo de punto levantado.

	A	B	C	D	E
	Punto	Este (X)	Norte (Y)	Elevacion (Z)	Descripcion
1	1	3214717.8	505126.185	194.701	p
2	2	3214716.79	505123.238	194.362	p
3	3	3214718.55	505120.628	193.846	p
4	4	3214718.61	505117.507	193.439	p
5	5	3214719.05	505114.421	192.912	p
6	6	3214719.48	505111.371	192.605	p
7	7	3214716.97	505109.633	192.307	p
8	8	3214719.34	505107.764	192.006	p
9	9	3214719.16	505104.769	191.612	p
10	10	3214717.83	505102	191.142	p
11	11	3214718.76	505099.144	190.85	p
12	12	3214715.71	505098.076	190.729	p
13	13	3214717.09	505095.25	190.202	p
14	14	3214717.5	505092.205	189.912	p
15	15	3214714.98	505090.529	189.775	p
16	16	3214717.21	505088.277	189.535	p
17	17	3214718.86	505085.709	189.149	p
18	18	3214715.85	505084.66	189.073	p
19	19	3214716.01	505081.588	188.662	p
20	20	3214718.4	505079.685	188.269	p

Tabla 2. Descripción de los puntos.

En la Tabla 2. Se observa que las coordenadas se guardaron con descripción para los puntos con la extensión .csv, (delimitado por comas).

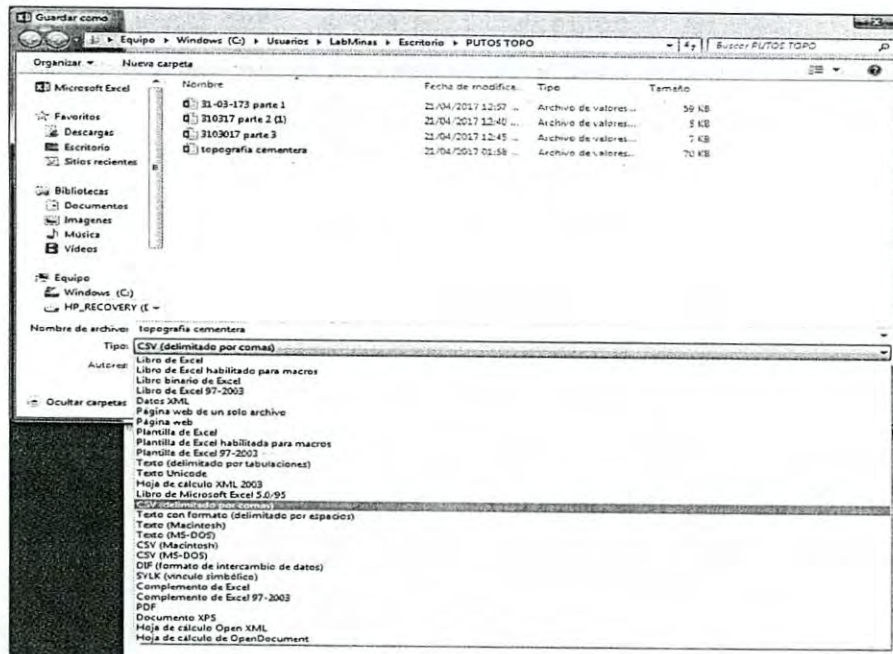


Figura 3. Guardar el archivo con extensión .csv

Una vez guardado el archivo con la extensión .csv, (delimitado por comas), Figura 3. se importó a MineSight para trabajar con el levantamiento proporcionado por el GPS en el área de estudio.



## VIII.I Procedimiento con MineSight.



Figura 4. Ventana de bienvenida al programa MineSight.

Para abrir MineSight es necesario crear una carpeta donde en ella se guarden todas las actividades que se realizarán conforme se vaya avanzando en la generación de información del proyecto, donde todas las actividades generadas serán ordenadas de acuerdo a las necesidades del usuario. En este caso la carpeta se llamará "Proyecto Software". Para poder trabajar, la podemos arrastrar al icono de

MineSight que aparece en nuestro escritorio automáticamente se abrirá nuestra ventana principal o se puede buscar con la ventana que se despliega al abrir el programa como se muestra en la Figura 4.

	Minimum	Maximum	Cell Size
Easting:	3214540.0	3215030.0	10.00
Northing:	505040.0	505663.0	10.00
Elevation:	0.0	400.0	10.00

Units:  Metric (m.)  
 Imperial (ft.)

Initialize from existing project    Initialize from existing PCFs

OK    Cancel

Figura 5. Establecer los límites del trabajo.

Una vez seleccionada la carpeta se creará un nuevo archivo llamado **\_msresources** que nos sirve para guardar todos los trabajos que hagamos en este software. Posteriormente MineSight le pedirá establecer los límites del proyecto como se muestra en la Figura 5.

Los límites se obtuvieron de los mínimos y máximos de las coordenadas del levantamiento, (Norte, Este y Elevación), que se encuentran dentro del archivo de Excel, estos se colocaran en recuadro Figura 5. Es importante establecer los límites del proyecto ya que estos representaran nuestra área de trabajo para simular los límites de un lote minero.

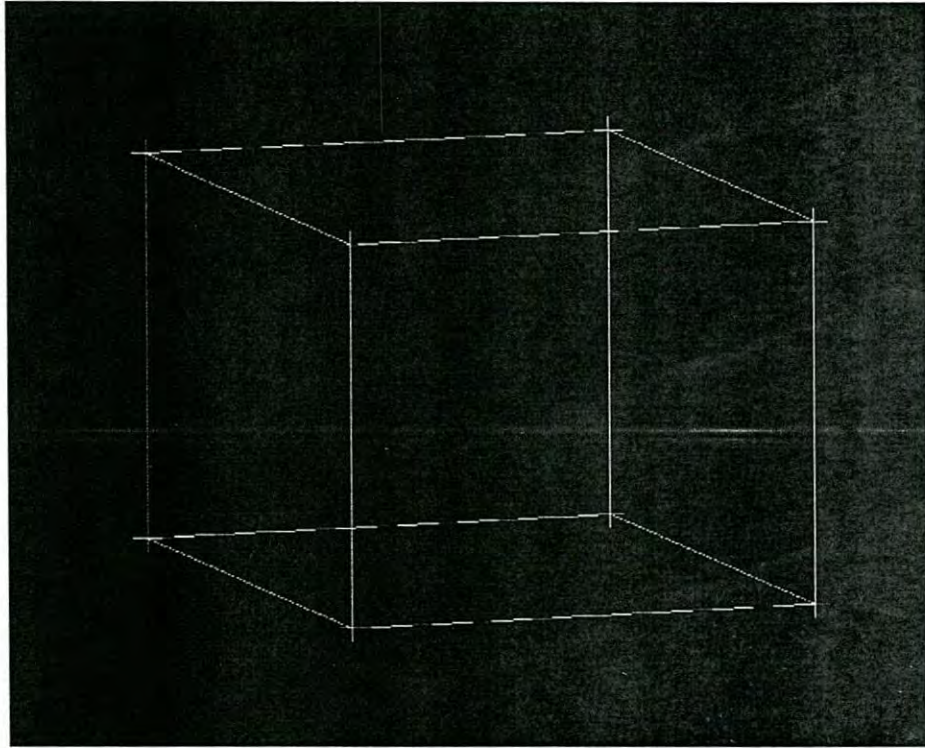


Figura 6. Visualización de los límites del proyecto.

En la Figura 6. Podemos observar la caja de nuestros límites, la topografía debe de quedar en el interior de este cubo. Una vez ya visto esto creamos una carpeta nueva dentro de la carpeta **\_msresources** que se encuentra en la ventana de la data manager. A esta carpeta le pondremos el nombre de Topografía, dentro de esta carpeta importaremos los puntos de nuestro levantamiento.

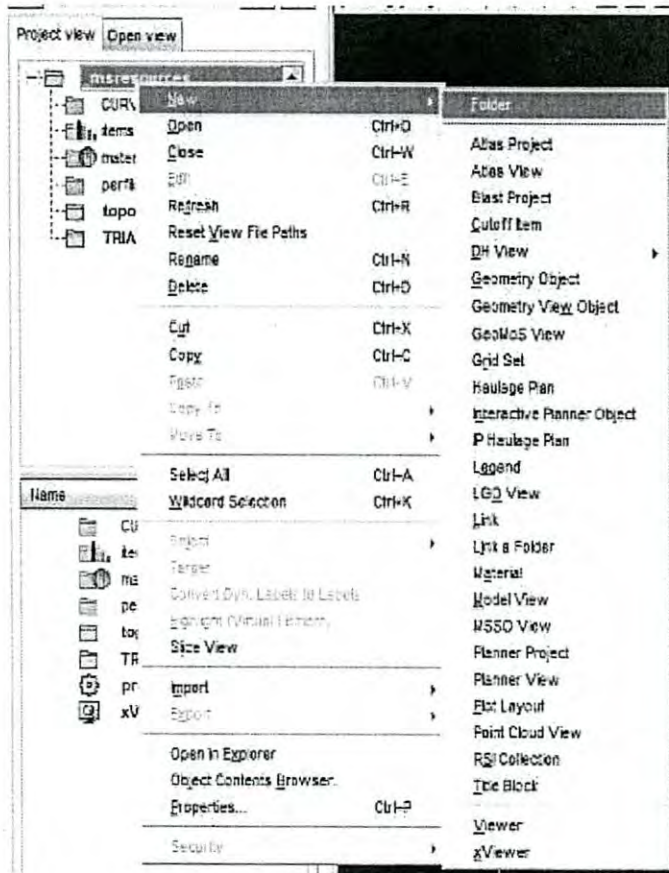


Figura 7. Creación de una nueva carpeta.

En la figura 7. en la carpeta de **\_msresources** daremos clic con el botón derecho del mouse y seleccionamos la opción de New se abrirá otra serie de opciones seleccionamos folder. Esto es para crear una carpeta nueva en el cuál podamos trabajar y guardar dentro de ella objetos geométricos, importaciones, grid set, etc. Crear diferentes carpetas nos ayudara a organizar nuestro trabajo.

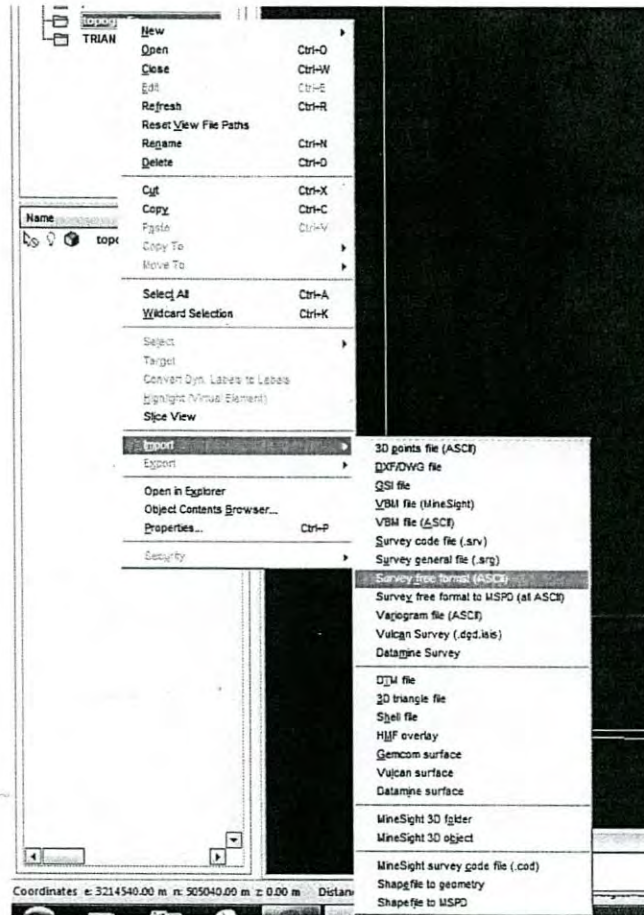


Figura 8. Importación de archivo.

Después de crear el folder donde trabajaremos, daremos clic derecho, iremos a la opción **Import**, se despliega otra serie de funciones de importación, elegiremos **Survey free format (ASCII)**. Este tipo de formato permite leer los archivos .csv que fue la forma de estructuración de nuestra base de datos.

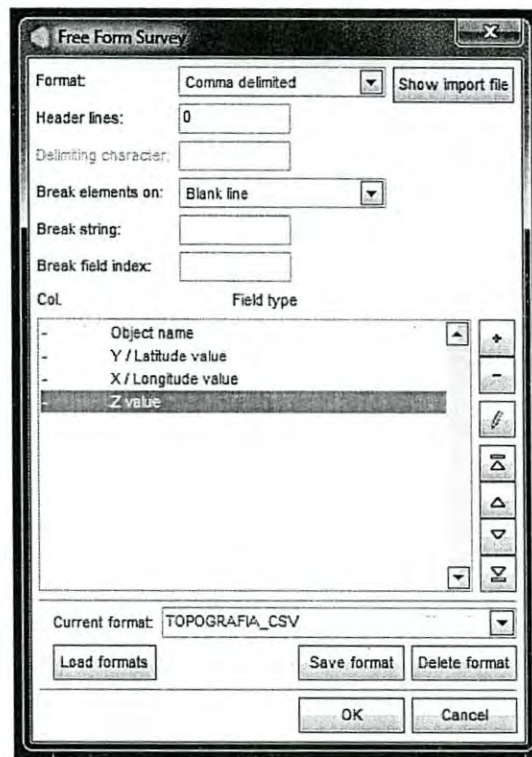


Figura 9. Asignación de valores a X, Y, Z.

Antes de importarlos aparece otro recuadro donde nos pide que ingresemos los valores que le asignaremos según su descripción. Primero le indicamos que es el nombre del objeto, después los valores en "y", luego los valores en "x" y por último los valores en "z", que en nuestro formato .csv. Son los valores de las coordenadas norte, este y elevación respectivamente.

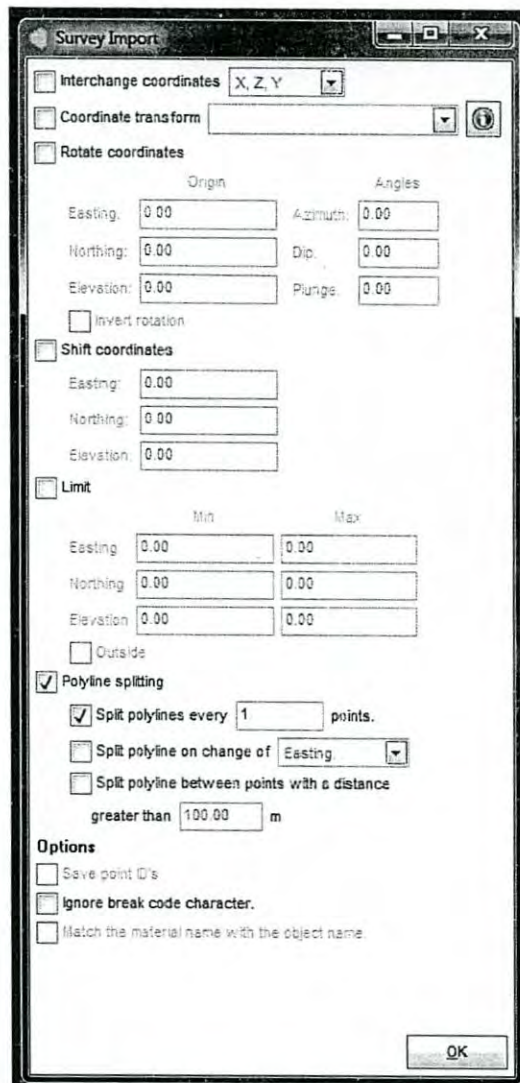


Figura 10. Importación del levantamiento.

En la Figura 10. Nos muestra las opciones de cómo trabajar con los puntos, en **Split polylines every** le daremos 1 point, esto es debido a que no se generen polilíneas y además que separe cada punto para poder apreciarlos mejor, dependiendo de la cantidad de puntos con los que se esté trabajando.

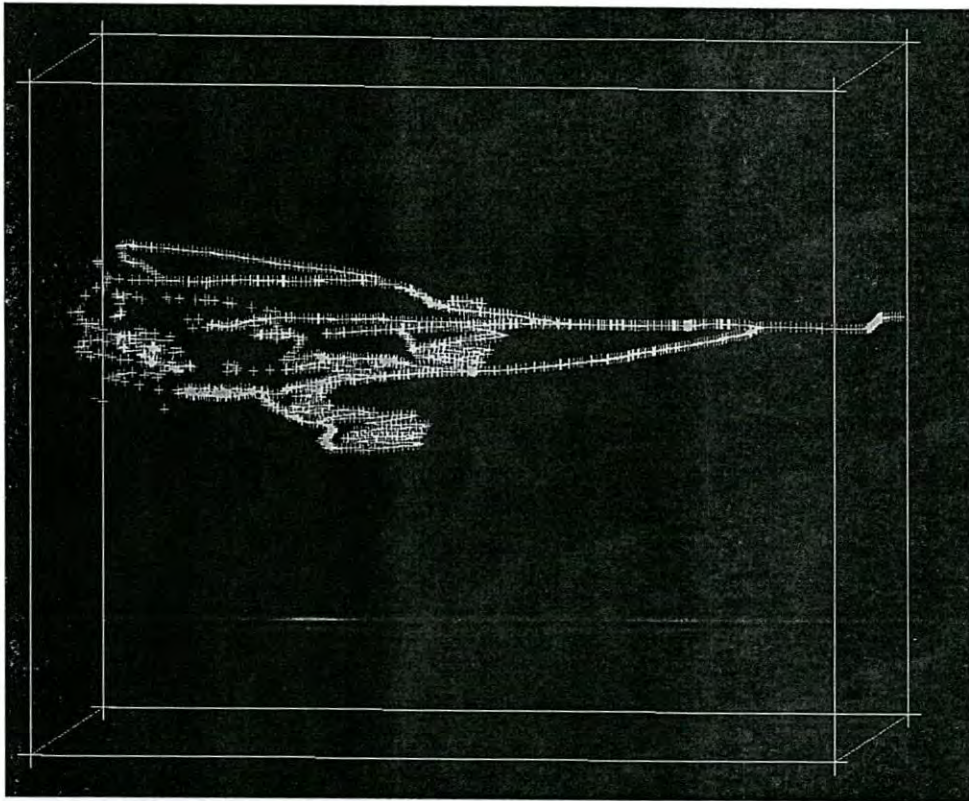


Figura 11. Visualización de puntos topográficos.

Una vez que se importa el levantamiento se revisa que no halla puntos fuera de los límites o puntos innecesarios, que creen picos o triangulaciones al aire, en caso de ser así eliminarlos para poder triangular los puntos, se hace una nueva carpeta dentro del archivo **\_msresources**, y dentro de ella se crea un objeto geométrico llamado triangulación donde se mostrara como sólido. En la Figura 12 se ve cómo hacerlo.



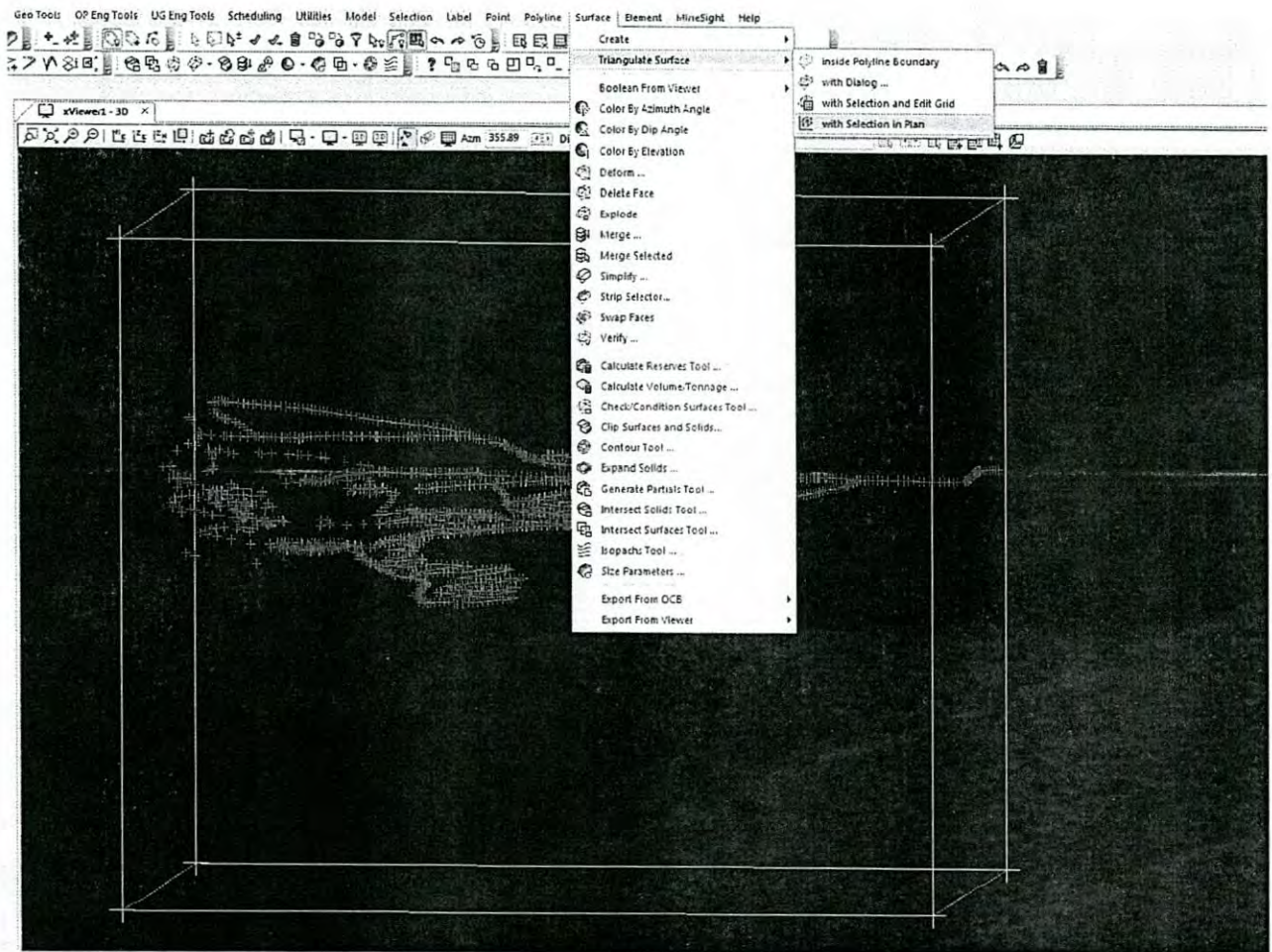


Figura 12. Puntos topográficos seleccionados.

Para crear el sólido se seleccionan los puntos de nuestro levantamiento, después nos iremos a la opción de **Surface**. “se encuentra en la barra de herramientas principal en la parte superior de la pantalla”, esta pestaña contiene todas las herramientas encargadas de realizar y modificar superficies o triangulaciones a partir de levantamientos topográficos, al abrir esta opción se despliega una pestaña con diferentes herramientas seleccione **Triangulate Surface** la cual nos

permite elegir el método más óptimo para crear la triangulación, posteriormente se elige la opción de **with Selection in Plan** con ello la manipulación de la superficie es la idónea al momento de estar trabajando con otras herramientas del programa.

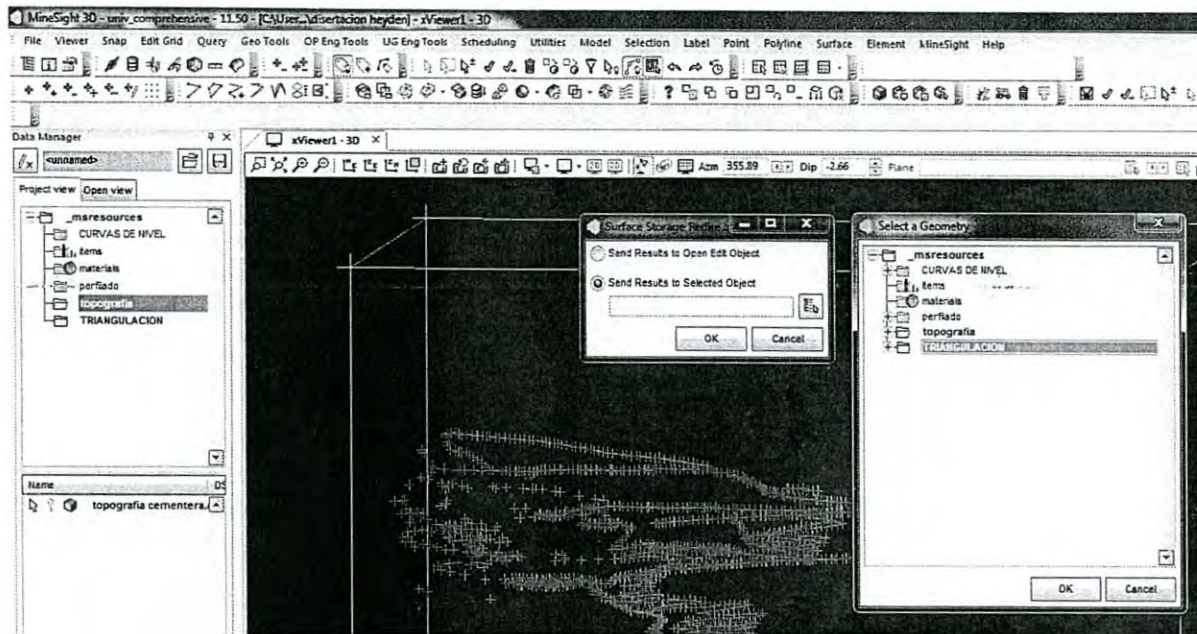


Figura 13. Selección de carpeta del trabajo.

Al seleccionar **with Selection in Plan** se desplegará otra ventana como se muestra en la Figura 13. que nos indica que seleccione la carpeta donde se guardara la triangulación, elija la carpeta que creo con el nombre de triangulación.

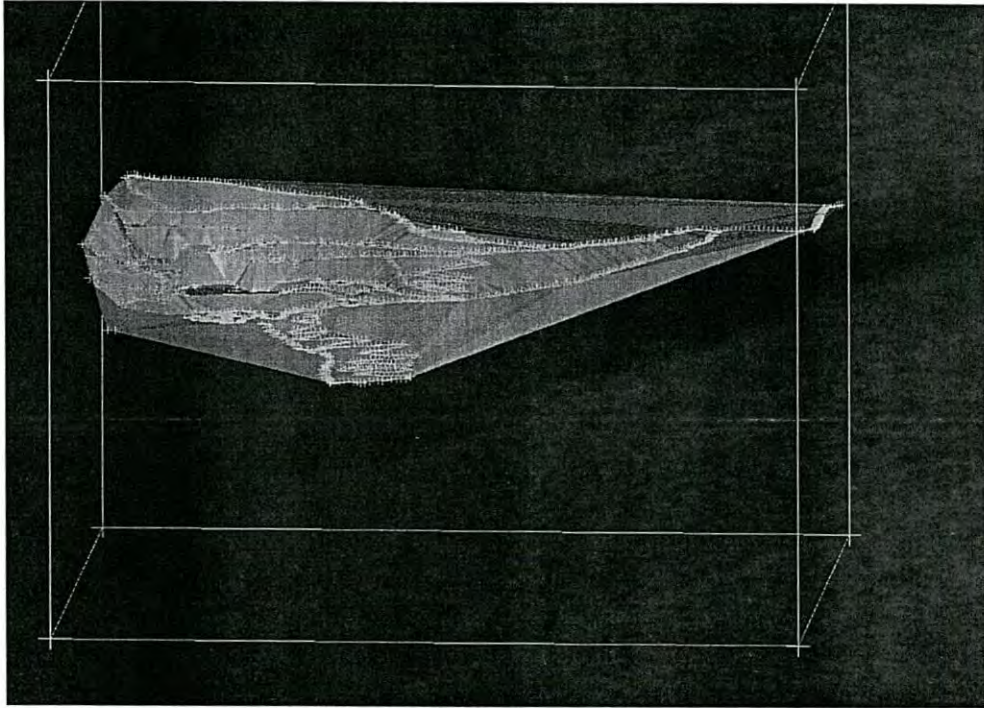


Figura 14. Visualización de triangulación.

En la Figura 14. se observa la triangulación creada, se eliminan las caras al aire esto depende de cómo se halla realizado el levantamiento con la finalidad de recrear la zona lo más exacta posible para visualizarla en el programa que se esté utilizando y poder obtener un sólido más limpio.

Para eliminar las triangulaciones erróneas, seleccione toda la triangulación, para limpiar el sólido volveremos a **Surface** elija la opción **Delete Face** para eliminar las caras que se formen erróneamente o caras que se forman de más.

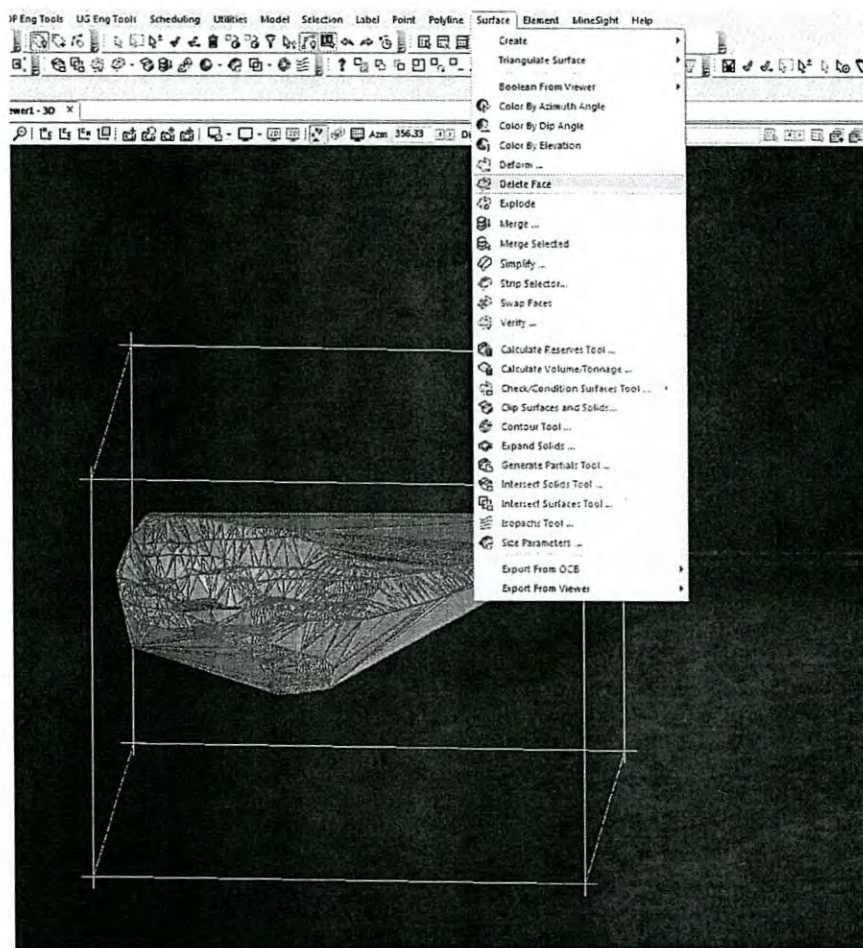


Figura 15. Selección de la triangulación.

Para empezar a borrar las triangulaciones seleccione la cara que desea eliminar con clic izquierdo, después de clic derecho para borrarla. Al término de esto, lo guarda como un nuevo objeto geométrico, que llamara *perfilado*. Este objeto está dentro de la carpeta que lleva el mismo nombre *perfilado*.

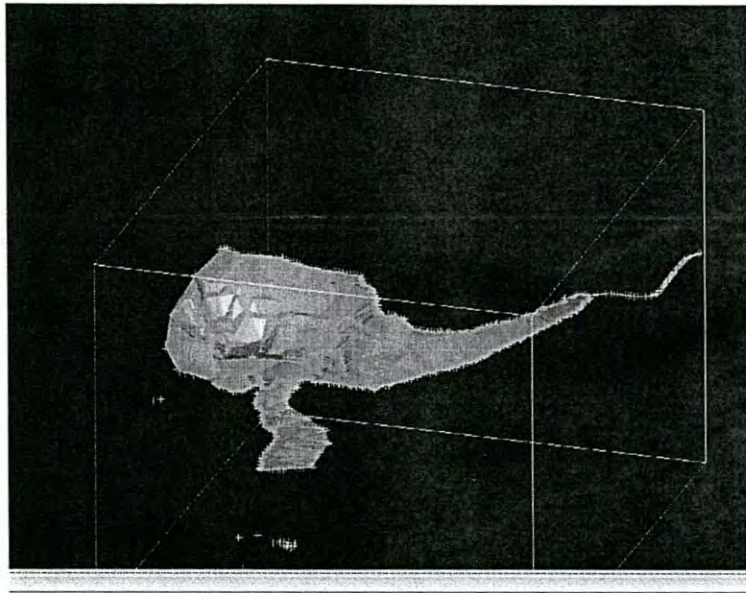


Figura 16. Visualización de perfilado.

Después de terminar de limpiar el sólido Figura 16. y quedar de acuerdo con el resultado, guarde la triangulación dentro del objeto geométrico. A continuación, cree las curvas de nivel, para esto se ocupará una nueva carpeta dentro del archivo **\_msresources** y le asigna el nombre de curvas de nivel, dentro de la carpeta cree un objeto geométrico con el mismo nombre.

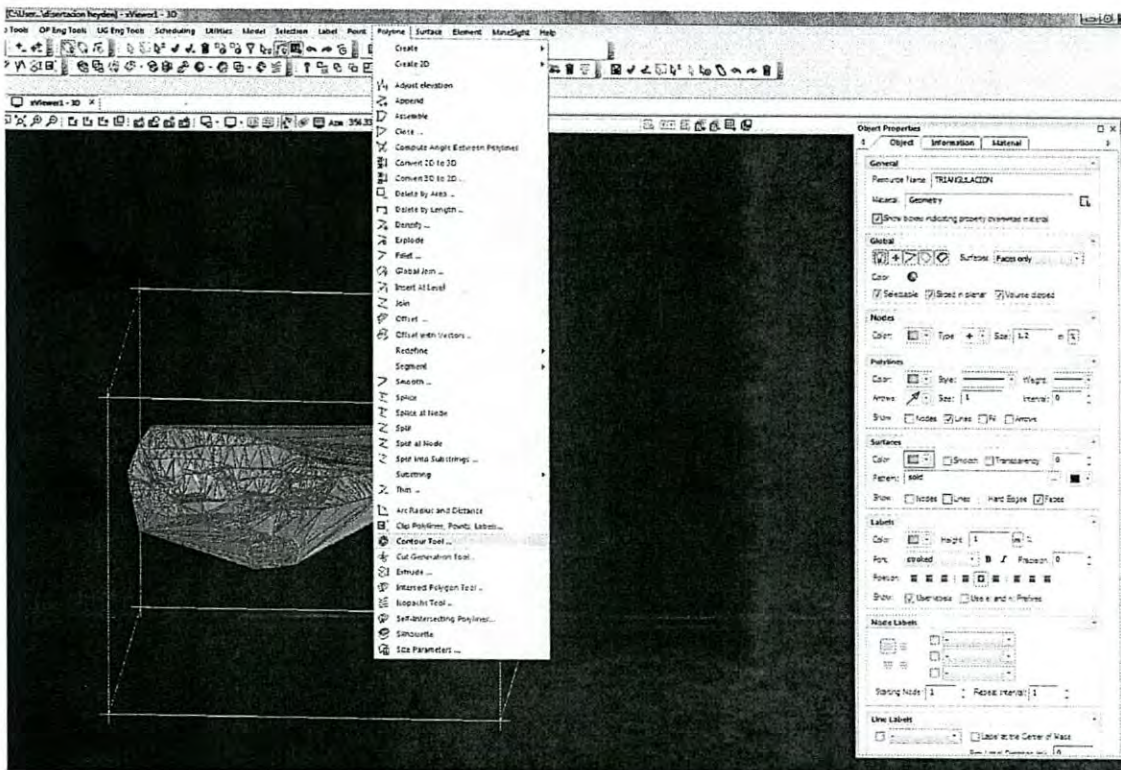


Figura 17. Selección de triangulación.

Para crear las curvas de nivel seleccione la triangulación perfilada, con la herramienta **Contour Tool**, se encuentra dentro de la pestaña de **Polyline**. Como se observa en la Figura 17.

Dentro de la misma Figura 17. Se observa otra ventana en la parte derecha este recuadro son las propiedades del objeto geométrico, para acceder a él damos clic derecho sobre nuestro objeto geométrico que se encuentra dentro de la carpeta en la que está trabajando y seleccione la opción de propiedades aquí puede cambiar de colores el sólido, puntos, polilíneas, cambios de texturas en el sólido y de más herramientas para personalizar su trabajo.

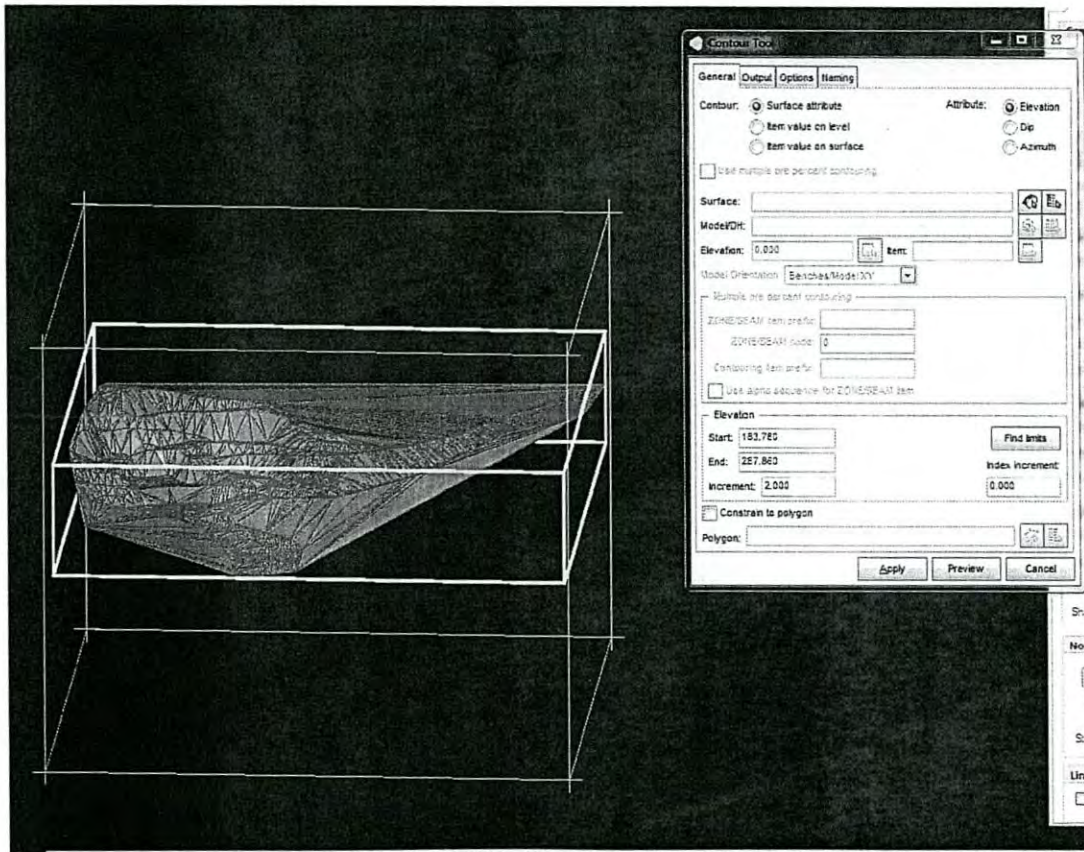


Figura 18. Ventana Contour Tool.

En esta Figura 18. Se puede observar la ventana de **Contour Tool**, uno de los usos de esta herramienta es utilizarla para crear las curvas de nivel, de hacerlo seleccione la triangulación perfilada (limpia), apareciendo un recuadro en color amarillo que abarca la topografía, seleccione **Find Limits** para que la herramienta se referencie además esta opción encuentra automáticamente la elevación donde iniciara a crear las curvas de nivel y donde terminara, después de esto oprimimos **Preview** para visualizar las curvas de nivel en la topografía, por ultimo seleccionamos **Apply** para crearlas.

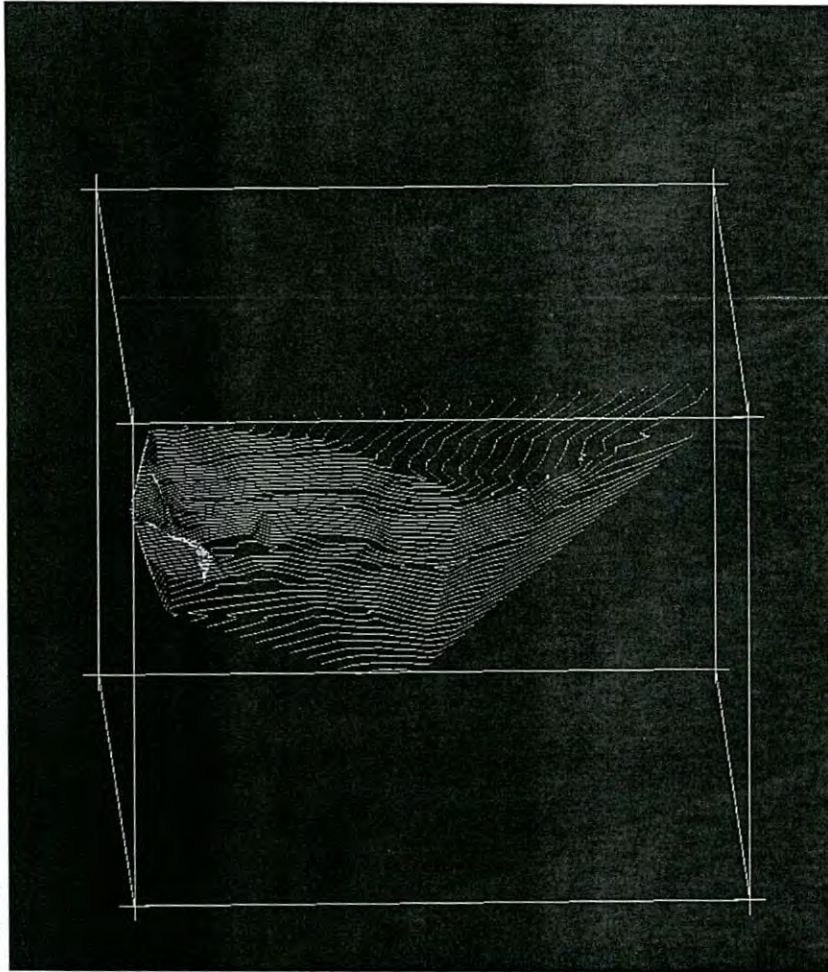


Figura 19. Visualización Curvas de nivel.

Se observa que las curvas de nivel fueron hechas correctamente Figura 19. Listas para poder trabajar con ellas en incontables actividades de planimetría, cálculos de pendiente, ubicación profundidad o cota etc.



## VIII.II Procedimiento con Vulcan.

Ahora trabajaremos en el software minero "Vulcan" para poder correr el programa tenemos que crear una carpeta solo para este software, al momento de abrir el programa nos despliega una ventana como se muestra a continuación, automáticamente le envié a una nueva ventana donde seleccionara la carpeta donde se trabajara.

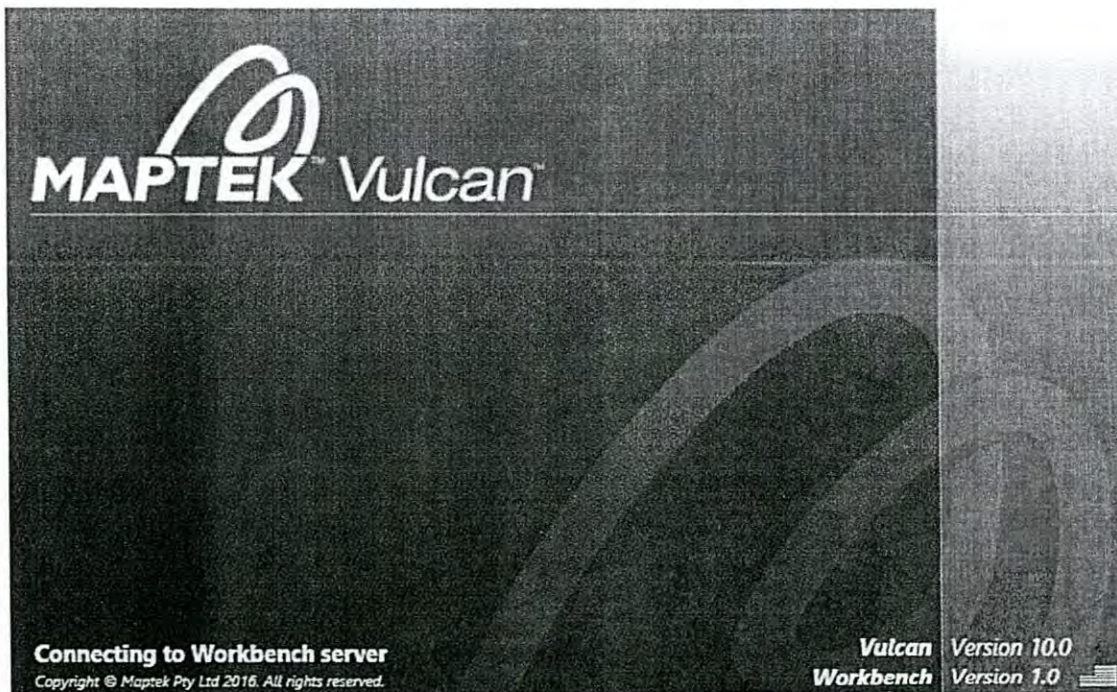


Figura 20. Iniciando Vulcan.

Al iniciar se despliega una ventana como se puede apreciar en la Figura 20. Es la presentación del software que indica el nombre de la empresa a la que pertenece Vulcan y la versión, se trabajó con la versión más actualizada de dicho programa.



Figura 21. Corriendo el programa Vulcan.

Para iniciar buscamos nuestra carpeta seleccionamos **Browse for project folder** como se muestra en la Figura 21. De igual manera como se hizo en MineSight se creará una carpeta exclusivamente para este programa donde el usuario la deberá tener bien ubicada ya que en ella se guardarán todos los archivos que se estén generando en este software, En nuestro caso a la carpeta se le nombra *tesis* después de esto se da clic en **Envisage** que se encuentra en la parte central de la ventana para poder así correr el programa.

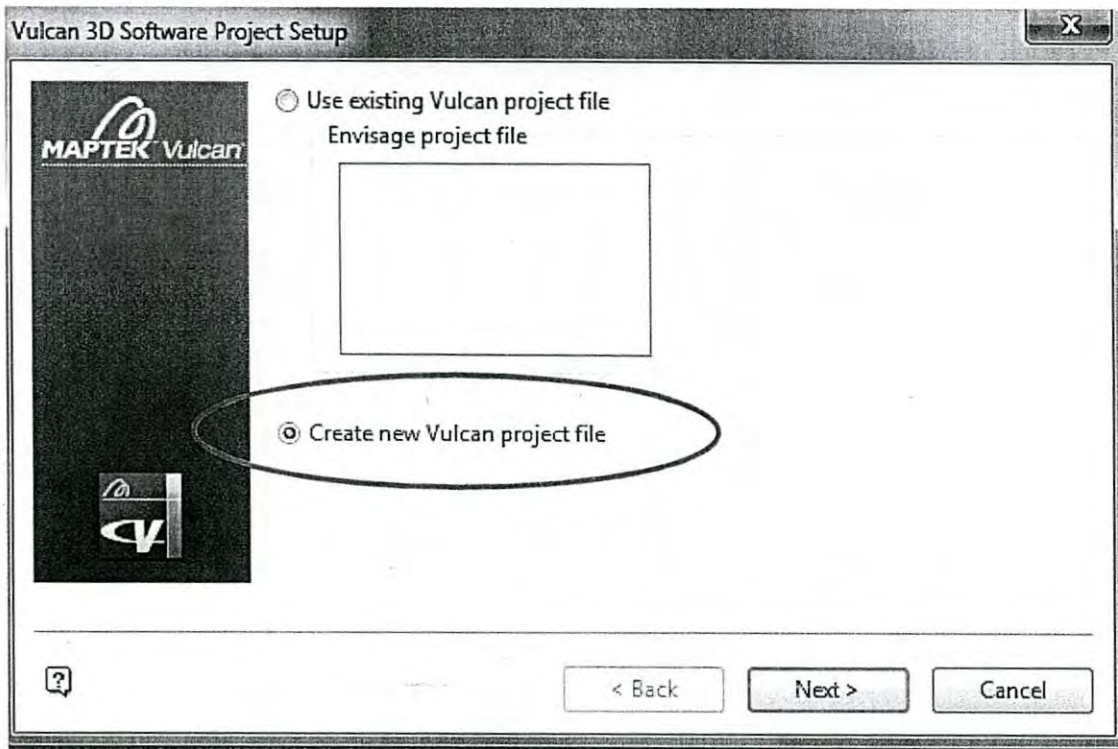
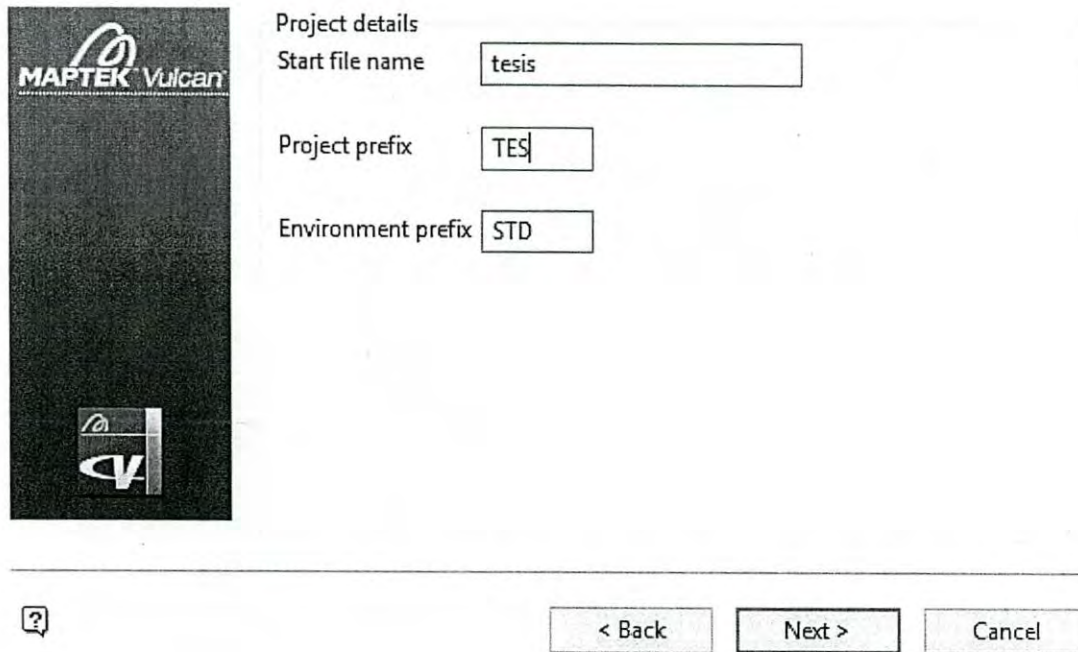


Figura 22. Vulcan abierto.

Lo siguiente es crear un nuevo proyecto como se indica en la Figura 22. Esto para crear un archivo de almacenamiento en nuestra carpeta donde se almacenarán todos los trabajos y avances que realicemos.



Project details

Start file name

Project prefix

Environment prefix

Figura 23. Descripción del proyecto.

Ahora Vulcan nos pide que demos una descripción al proyecto, en nuestro caso el título que se eligió es *tesis* y nuestra abreviatura será *TES* como se observa en la Figura 23.

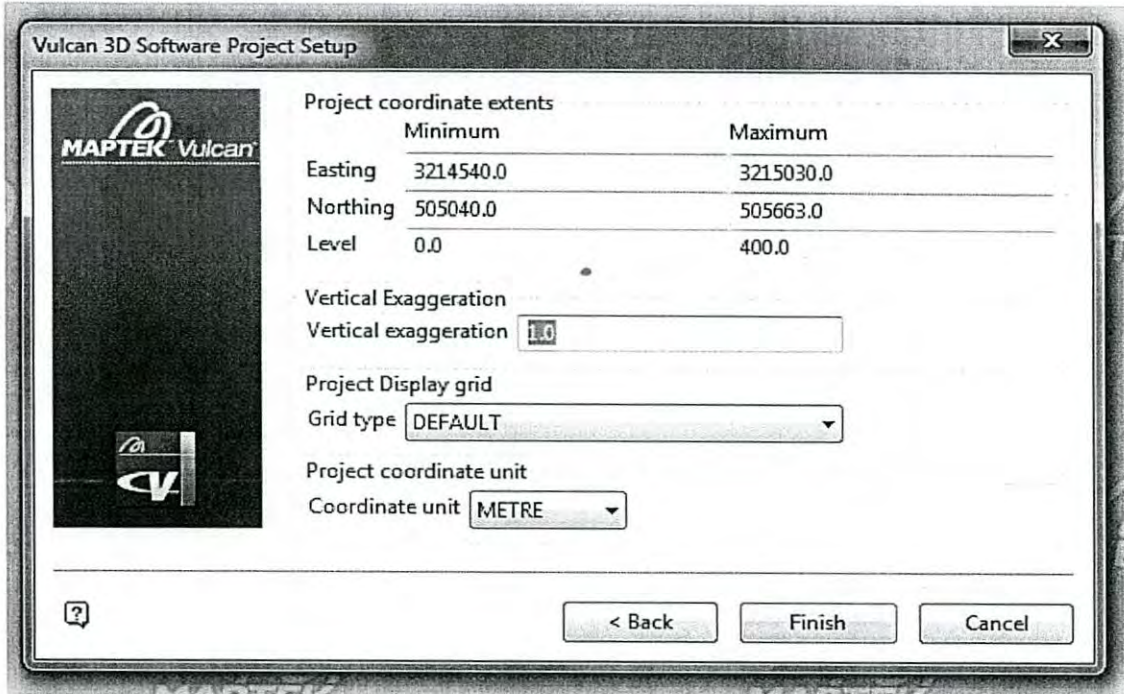


Figura 24. Límites del proyecto.

Ahora, Vulcan nos pedirá los límites del proyecto que son los mismos que utilizamos con MineSight, al ser la misma topografía los límites de nuestro proyecto no cambiarán como se observa en la Figura 24.



Figura 25. Trabajando en Vulcan.

En la Figura 25. Se observa que indicamos nuevamente la carpeta en la que trabajaremos en la cual se guardaran automáticamente todo tipo de archivos que creamos en ella.

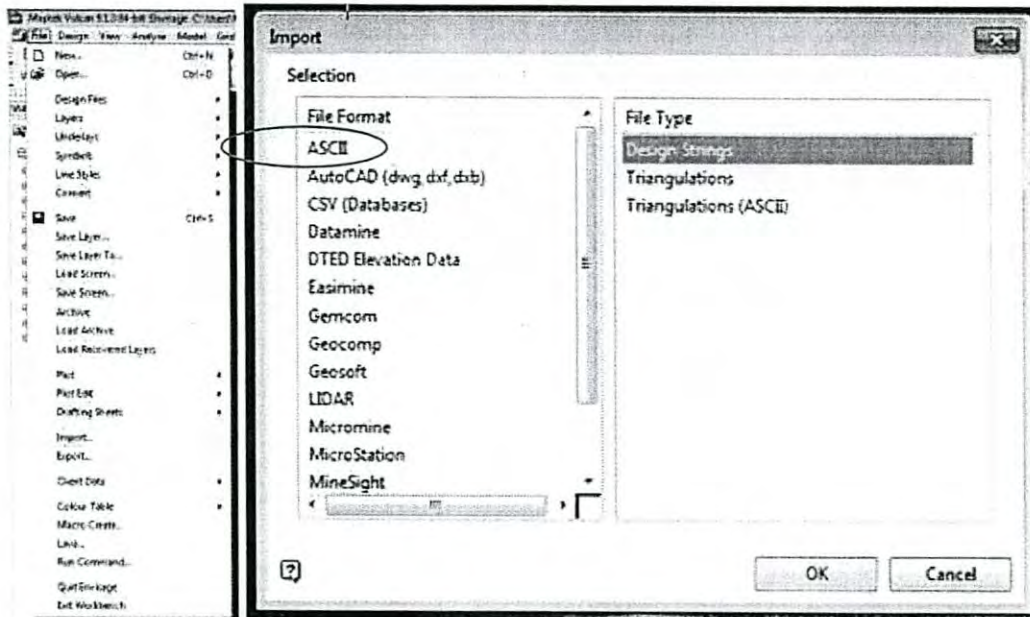


Figura 26. Importación de puntos.

Ahora importaremos a Vulcan los puntos de la topografía del área que se estudió, nos vamos a la barra de herramientas principal se encuentra en la parte superior nuestra pantalla elija la opción **File** seguido de **Import**, se abrirá un recuadro como el de la Figura 26. En **File Format** Seleccione **ASCII** seguido de **Design Strings**.

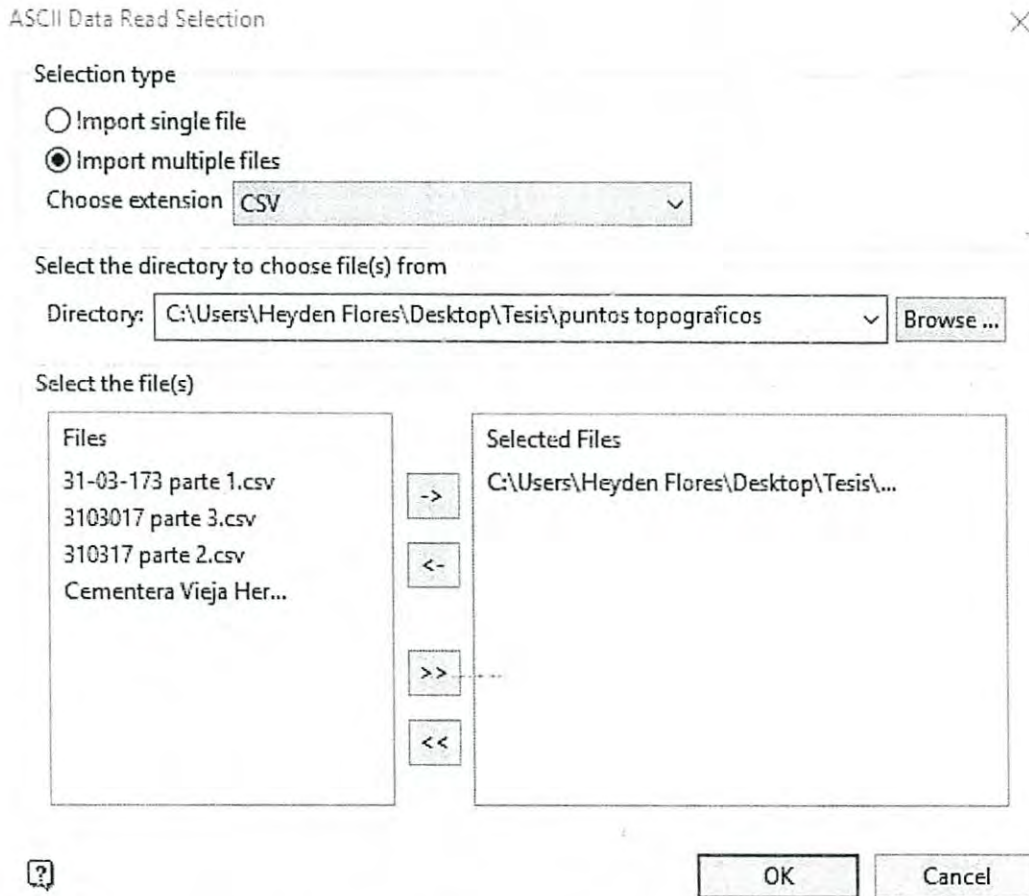


Figura 27. Selección de carpeta.

Ahora se desplegará una segunda ventana, en **Selection type** Figura 27. Seleccione **Import multiple files** para poder seleccionar **Choose extension**, elija la opción CSV, localizaremos en que carpeta se encuentran los puntos que deseamos importar oprimiendo **Browse**. En el apartado de **Files** nos muestra los archivos que se encuentran dentro de la carpeta, se selecciona el archivo de nuestros puntos y a continuación se da clic en **ok** para continuar.



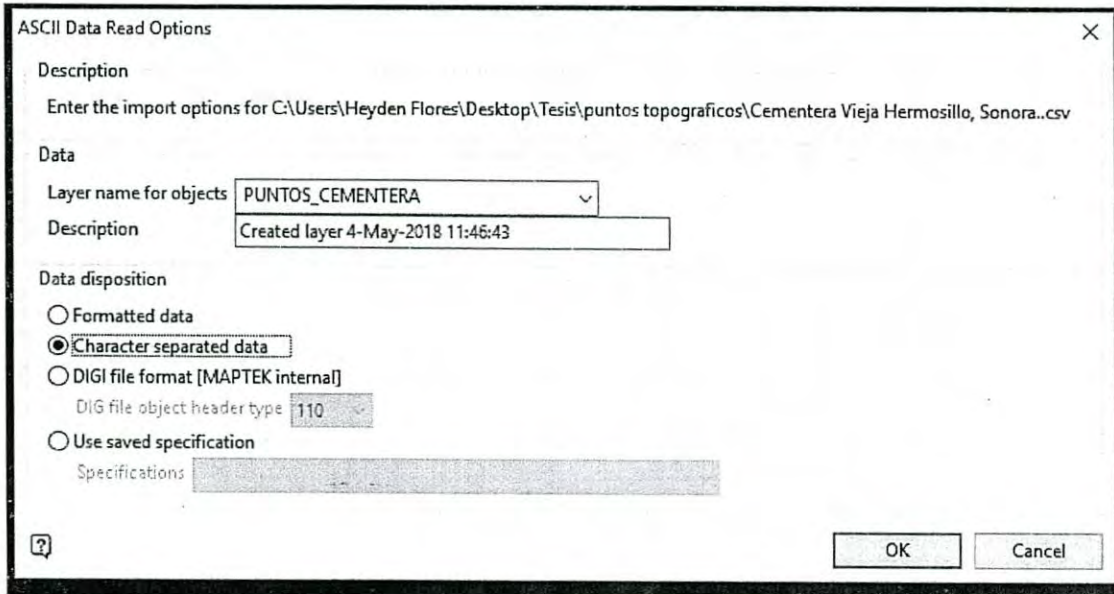


Figura 28. Nombramiento de puntos a importar.

En la Figura 28. Se observa que los puntos se crearan en forma de un Layer con el nombre de PUNTOS\_CEMENTERA, en **Data disposition** elija la opción de **Character separated data** y oprima en ok para continuar.

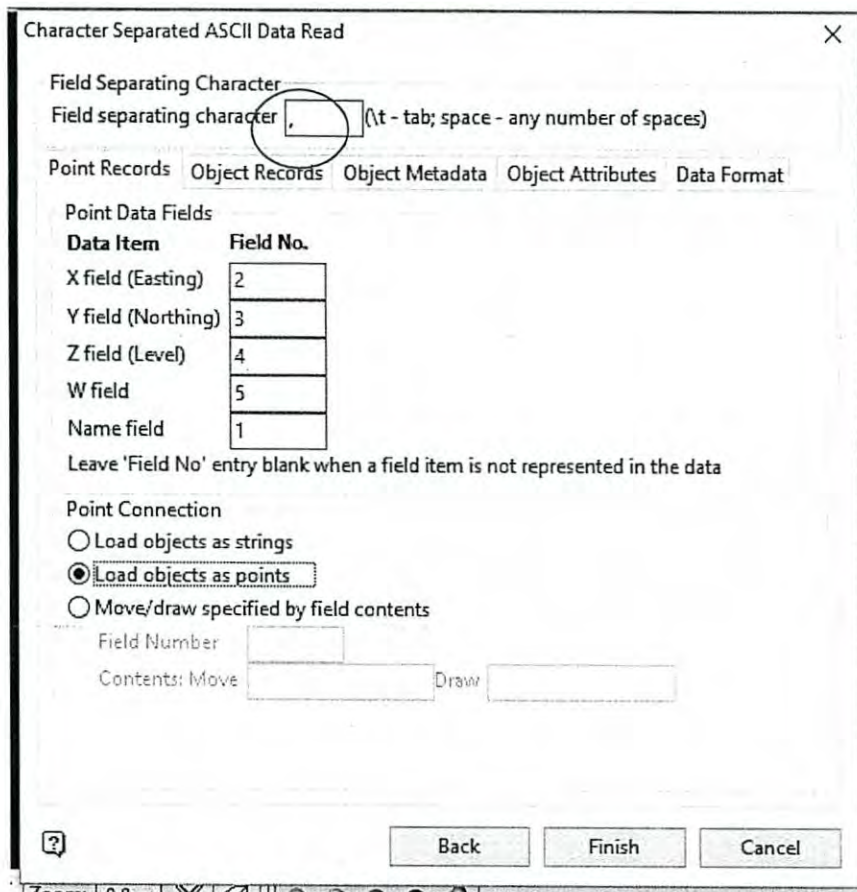


Figura 29. Asignación de coordenadas XYZ.

En la Figura 29. Se asignarán los valores de cada coordenada y se indicara el objeto con el que están separados estos puntos al ser un archivo CSV el separador de los datos será una coma, como se indica en la Figura 29. En **Field separating character**, dentro de la pestaña de **Point Records** se indicarán los valores de las coordenadas dependiendo del orden de las columnas del formato CSV, por último, en **Point Connection** elija la opción de **Load objects as points** para que la topografía se importe en forma de puntos y no de polilíneas, oprima en **Finish** para continuar.

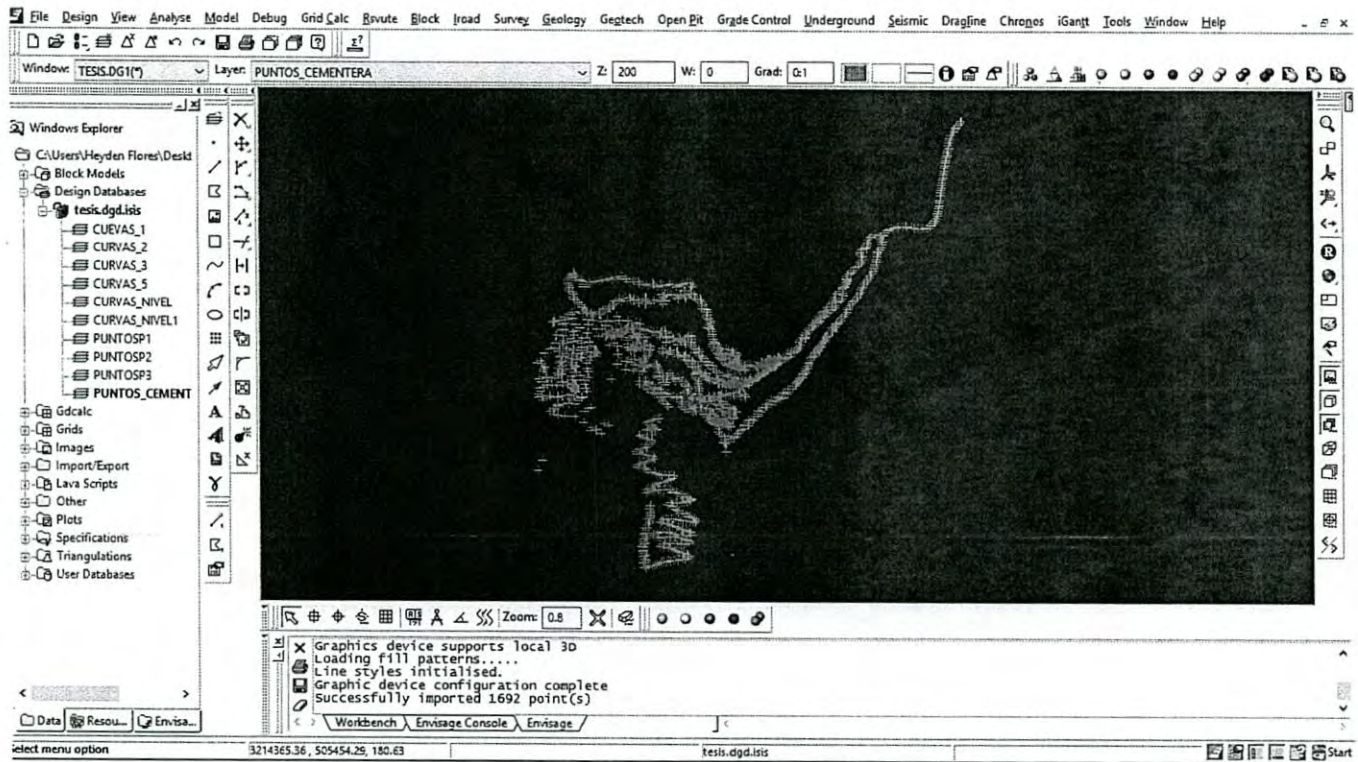


Figura 30. Visualización de los puntos

En la Figura 30. Se observa que los puntos fueron importados correctamente comparadora con el programa MineSight se precian de igual forma, la importación de los puntos topográficos finalizo pasaremos a crear la triangulación seguido de las curvas de nivel.

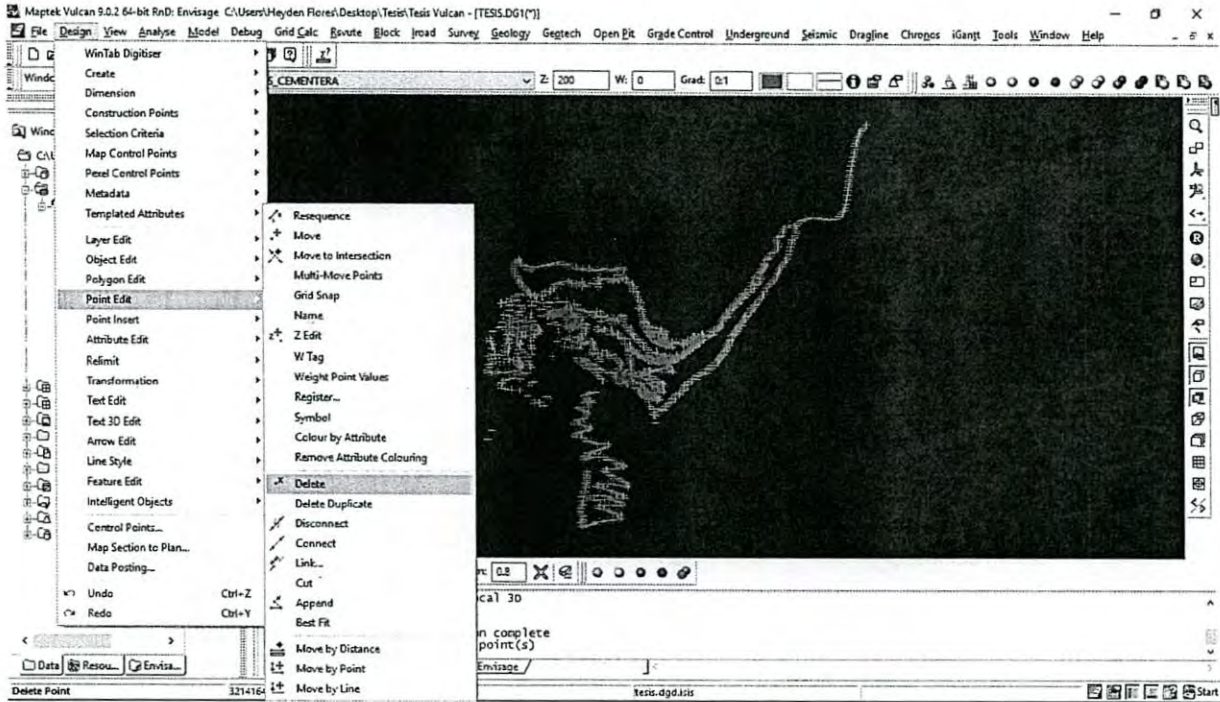


Figura 31. Eliminación de puntos excedentes.

Para evitar triangulaciones erróneas se eliminarán puntos que puedan causar problemas, para esto iremos a la pestaña de **Design** se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla dentro de la barra de herramientas principal, oprima **Design** seguido de **Point Edit** y elegimos la opción **Delete**.

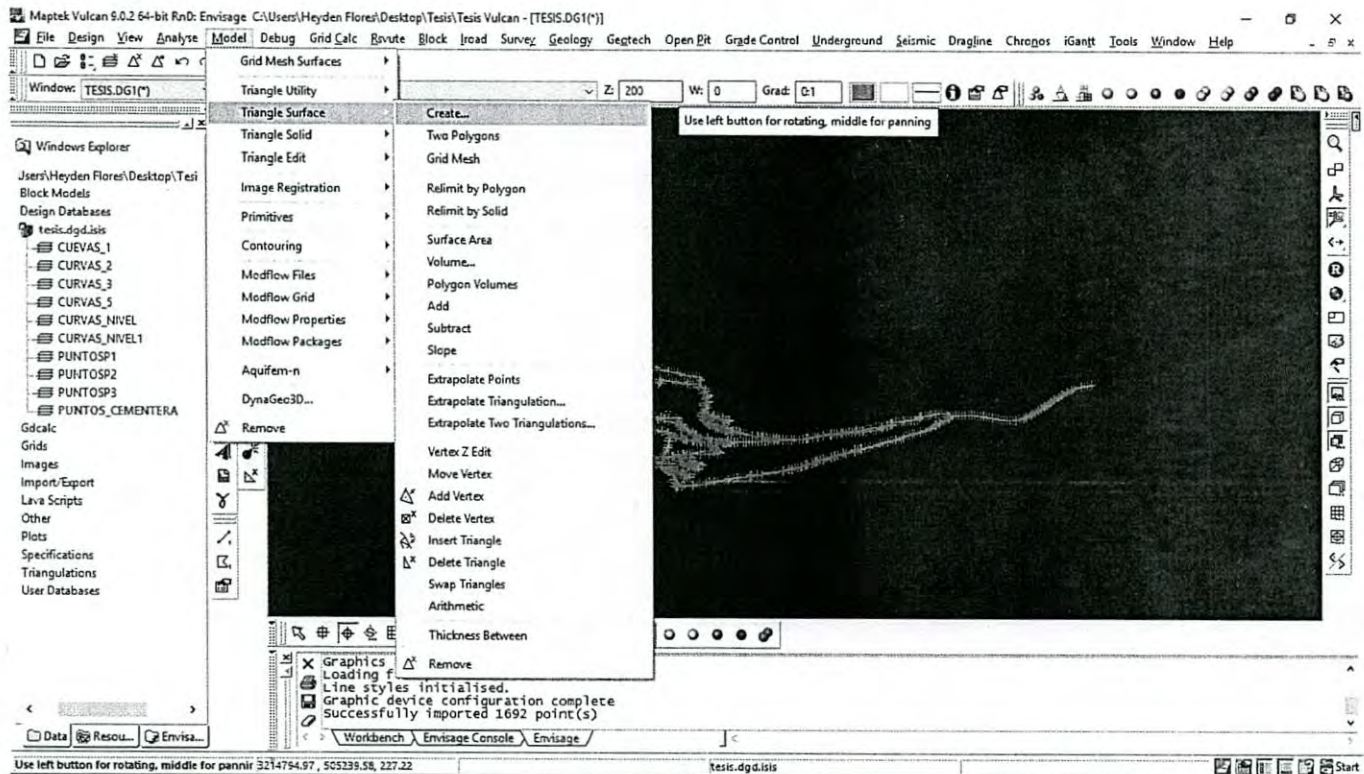


Figura 32. Creación de superficie.

En la Figura 31. Crearemos la triangulación de los puntos, ir a la pestaña de **Model** que se encuentra dentro de la barra de herramientas principal seguido de **Triangle Surface** a continuación elija la opción **Create**.

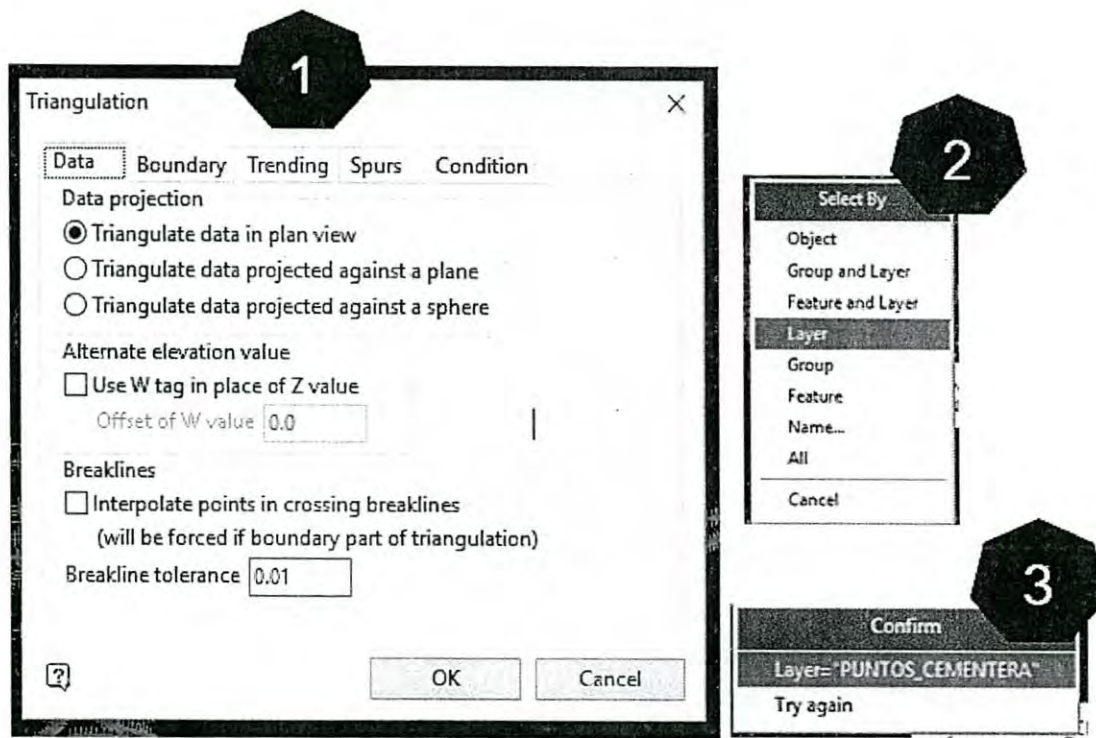


Figura 33. Recuadros de triangulación.

En la Figura 32. Se muestran los recuadros para realizar la triangulación de nuestros puntos, en el primer recuadro en **Data projection** elija la opción **Triangulate data in plan view** solamente. Al oprimir ok aparecerá el segundo recuadro elija la opción de Layer y seleccione los puntos con clic izquierdo seguido de clic derecho. Al hacerlo aparecerá el tercer recuadro el cual indica que seleccione el Layer correcto selecciónelo y de clic derecho para continuar, automáticamente abrirá el recuadro de Propiedades de la Triangulación. Este con el fin de tener una mejor visualización de esta superficie.

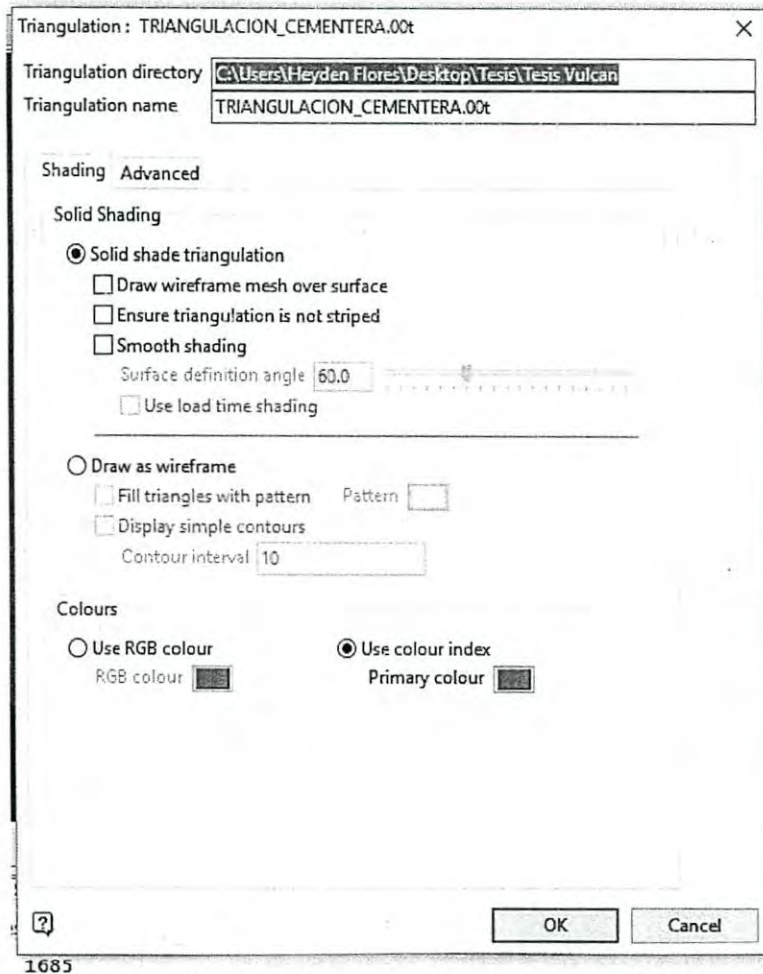


Figura 34. Propiedades de la triangulación.

Dentro de la Figura 33. Se podrán hacer cambios de colores y texturas de la triangulación además de asignar nombre a la triangulación en nuestro caso se le asignó el nombre de TRIANGULACION\_CEMENTERA.

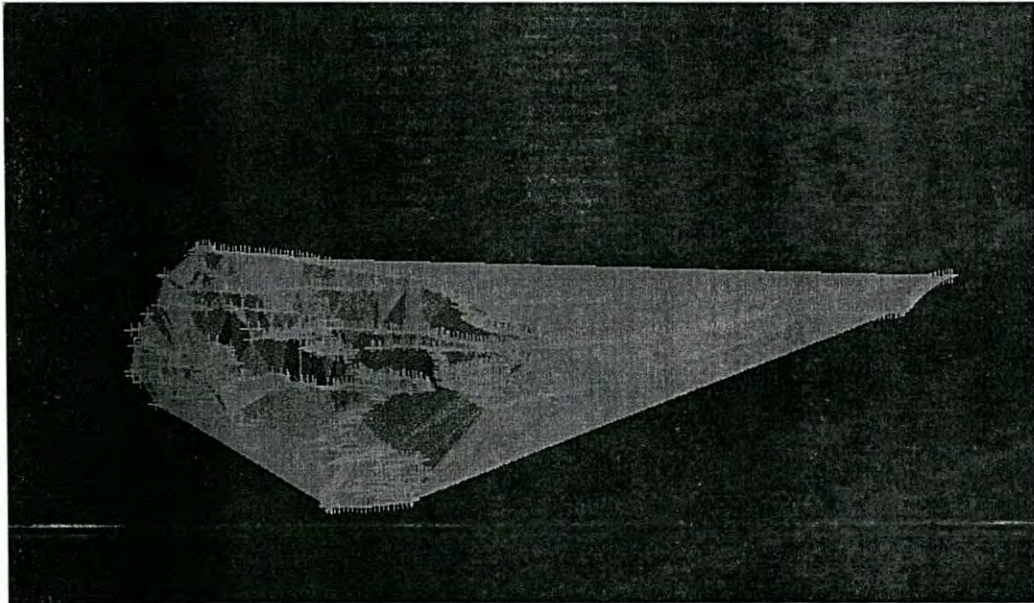


Figura 35. Triangulación

En la Figura 34. Podemos ver que creamos la triangulación de forma correcta, ya que se encuentra bien ubicada y orientada, tal y como estaba en MineSight, ya podemos manipularla y trabajar en ella en Vulcan.



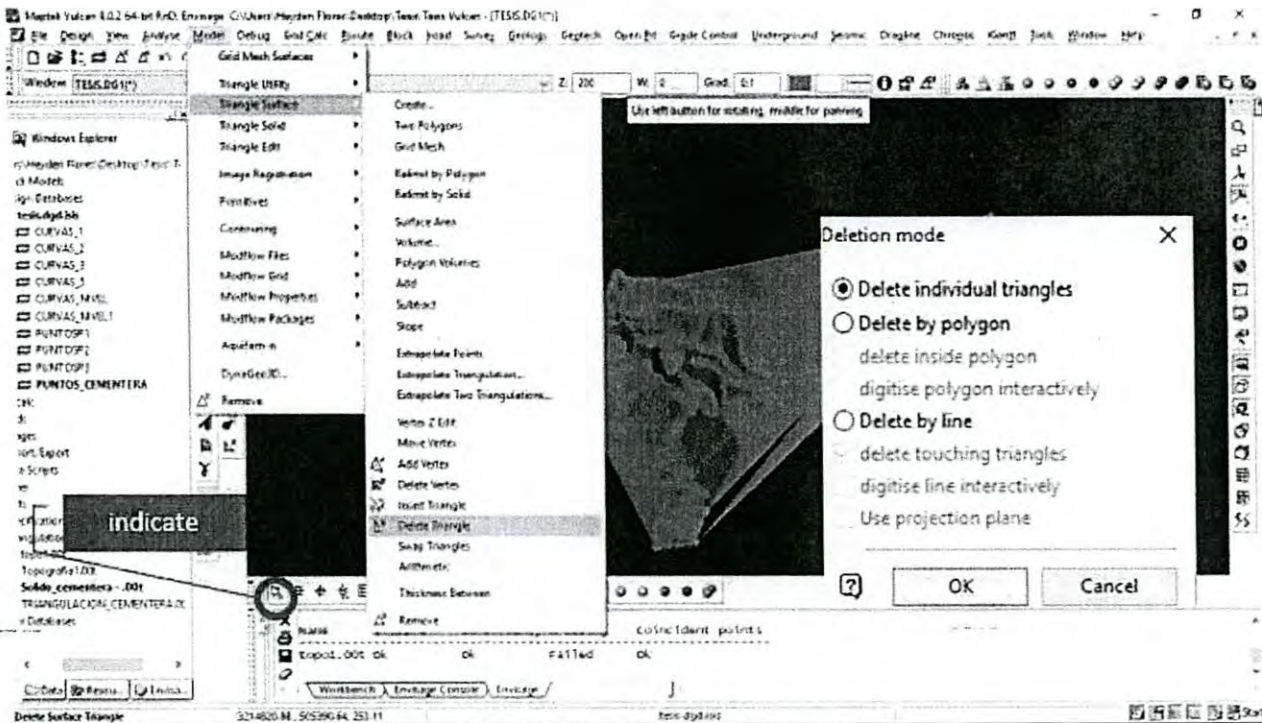


Figura 36. Limpieza de la Triangulación

Para hacer la limpieza de la triangulación se eliminarán las caras al aire o excedentes para hacerlo dirijase a la pestaña de **Model** seguido de **Triangle Surface** y elija la opción **Delete Triangle** como se muestra en la Figura 35. Automáticamente se abrirá un nuevo recuadro elija la opción de **Delete individual triangles** y de clic en ok para proseguir.

**NOTA:** asegurese de que la herramienta **indicate** este activada.

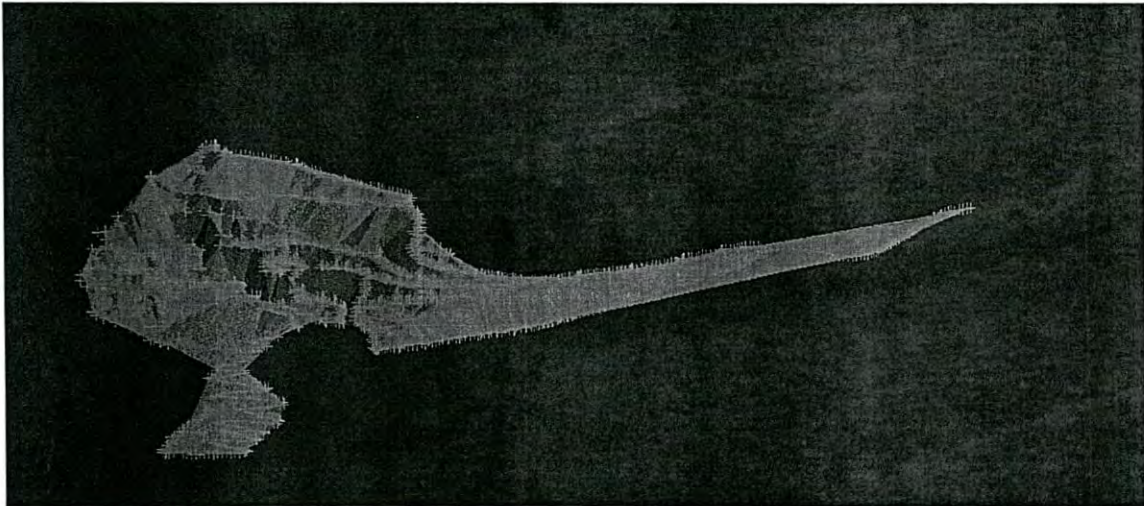


Figura 37. Sólido perfilado


Después de terminar de limpiar el sólido Figura 36. y quedar de acuerdo con el resultado, de clic en el botón **Save** , quedarán guardados todos los cambios. A continuación, cree las curvas de nivel siguiendo las siguientes instrucciones.



Figura 38. Creación de Curvas de nivel en Vulcan

En la pestaña de **Model** elija la herramienta **Contouring** seguido de **Contour** se abrirá un recuadro automáticamente Figura 37. Elija las siguientes opciones en **Contour using legend files attributes** seleccione **Use contour legend** posteriormente en **Vertical Position** se elige la opción **Contour Z level set to contour value**, a continuación, en **Graphical Disposition** seleccione la opción **Save as design strings** para poder guardarla como Layer, elija un nombre con el que identifique las curvas, en nuestro caso se elijo **CURVAS\_NIVEL\_CEMENTERA** de clic en **Next** para continuar.

Triangulation Contour - Contour attributes

**Annotation**

Annotate contours

Text drafting size in plotter units: 0.1 cm

Map scale for this size: 1:1250

Number of decimals: 0

Annotation map distance: 1.0 cm

Perform annotation dropout

**Smoothing**

Unsmoothed

Put zero contour at slope break to flat area of zero [used for thickness]

Least smoothing [quickest smoothing]

Normal smoothing

Extra smoothing [slowest smoothing]

Specify smoothing by subcell resolution

Subcell resolution: 5

Contour filtering: 0.0 [minimum deviation from line]

Remove bull's eyes

Close the contours

Use faults

? < Back Next > Cancel

Figura 39. Atributos de las curvas de nivel

Como se muestra en la Figura 38. Elija la opción **Specify smoothing by subcell resolución** en **subcell resolution** elija un rango de 5 esto pasa suavizar las curvas y que se logren apreciarse de forma más estética en **contour filtering** se deja en cero y por último seleccione **Use faults** y de clic en Next para continuar.

Contour Scheme ×

**Surface levels range from 183.776 to 287.855**

Scheme entry: 1

Start of contour range	183.776
End of contour range	287.855
Contouring interval	2.0

Colour for range

---

Figura 40. Ventana Contour Scheme

En la Figura 39. Se indican los incrementos de las curvas de nivel además del rango de elevaciones en donde se crearán las curvas de nivel en nuestro caso inicio de la elevación 183.776 y termino en la 283.855 tal y como se muestra en la Figura 39. Una vez colocados esto datos de clic en ok para crear las curvas.



Figura 41. Visualización de Curvas de nivel en Vulcan

En la Figura 40. Observamos que creamos las curvas de nivel correctamente ya podemos utilizarlas, visualizarlas, manipularlas en Vulcan.

## **IX Conclusión**

En este trabajo de titulación se observó un proyecto de topografía especializado en el manejo de los softwares mineros MineSight y Vulcan para recreación de un terreno o lote minero, así como la creación de triangulación y curvas de nivel con los puntos levantados en campo. En este caso la zona de la cementera vieja en Hermosillo, Sonora, el levantamiento como ya se vio en el presente trabajo se realizó con un GPS de la marca Trimble modelo R4, prestado por la Universidad de Sonora.

Se llegó a la conclusión que los dos softwares son muy similares a la hora de hacer este tipo de trabajos desde la manera de importar archivos a los programas hasta la forma de trabajarlos. En cuanto a la adaptabilidad y manejabilidad, el software Vulcan es más sencillo su manejo, MineSight por otro lado la manera en que está programado este software se ocupa de un tiempo mayor para familiarizarse con los controles y herramientas.

## **X Glosario**

### **Paleozoicas.**

Refiriéndose a la era paleozoica es una división de la escala temporal geológica, le paleozoico precede al mesozoico de más de 290 millones de años de duración, se inició hace 542 millones de años y acabo hace 251 millones de años.

Geológicamente, el paleozoico se inició poco después de la desintegración del supercontinente Pannotia y acaba con la formación del continente Pangea.

### **Lotes mineros.**

Es toda concesión, asignación zona que se incorpore a reservas mineras deberá referiré a un lote minero, solido de, profundidad indefinida, limitado por planos convergentes hacia el centro de la tierra y Culla cara superior es la superficie del terreno, sobre el cual se determina el perímetro que comprende.

### **Triangulación.**

Es el uso de la trigonometría para determinar posiciones de puntos, medida de distancia o áreas de figuras, consiste en elegir distintos puntos de una porción de la superficie terrestre.

### **Taquimétrica.**

es un método de medición rápidas, pero no preciso, se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de la cinta métrica, para proyectos de ingeniería civil u otros.



### **Fotogrametría.**

Es la ciencia o técnica cuyo objetivo es el conocimiento de las dimensiones y posiciones de objetos en el espacio, a través de medida o medidas realizadas a partir de la intersección de dos o más fotografías, o de una fotografía y el modelo digital del terreno correspondiente al lugar presentado.

### **Coordenadas.**

Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir unívocamente posición de cualquier punto de un espacio euclídeo.

### **Ortogonalidad.**

Es una generalización de la noción geométrica de perpendicularidad. En el espacio euclídeo convencional el termino ortogonal y el termino perpendicular son sinónimos.

### **Planimetría.**

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

### **Geodesia.**

Es la ciencia que desarrolla y estudia los métodos, tecnologías y procedimientos dirigidos a determinar con exactitud el tamaño y la forma de la Tierra o parte de ella, incluyendo su campo gravitacional externo, como una función del tiempo.

El campo de la geodesia se ha extendido al estudio de tamaño y forma de planetas y sus satélites, así como sus cambios.

### **Archivo CSV.**

Los archivos CSV, (del inglés comma-separated values), son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas o punto y coma en donde la coma es el separador decimal y las filas por saltos de línea. Las estaciones totales modernas y GPS's logran exportar este formato por default.

### **Archivo \_msresource, (MineSight).**

Es un archivo que el programa MineSight crea, en él se almacenan todos los archivos que se estén creando los archivos se guardan con el formato, (\*.msr).

### **Objeto geométrico, (MineSight).**

es un tipo de archivo para la creación de objetos 3D dentro de MineSight.

### **Solidos:**

Es la unión de puntos, triangulaciones y curvas de nivel todo en un solo objeto geométrico

## XI Bibliografía

Bonillo L. (s.f.). *Fundamentos de planimetría y taquimetría*. Recuperado el 12 de febrero del 2018 desde <https://personal.us.es/leonbo/teoria/Tema10.pdf>

Casanova L. (s.f.). *Aplicación de las curvas de nivel*. Recuperado el 11 de Febrero del 2018 desde [http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia\\_plana/pdf/CAP-9.pdf](http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/topografia_plana/pdf/CAP-9.pdf)

Fernández Villegas O. (2011). *Evaluación de peligros naturales de un sitio y su uso en planeación urbana*. (Trabajo de grado para obtener título en licenciatura en Geología). Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora México. Recuperado el día 10 de marzo del 2017 desde <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21735/Capitulo2.pdf>

García Martin A. (s.f.). *Aplicación de Topografía Minera*. Recuperado el día 11 de Febrero del 2018 desde [https://www.upct.es/~minaees/topografia\\_minera.pdf](https://www.upct.es/~minaees/topografia_minera.pdf)

Higashida Miyabara S. (1971). *Topografía General*. México, D.F. Por el mismo autor.

Quijado Hurtado J. (2013). *Aplicación de la Topografía en Minería a Cielo Abierto*. (Trabajo de grado para obtener el título tecnólogo en Topografía). Universidad del Quindío. Armenia Colombia. Recuperado el 11 de febrero del 2018 desde [http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Topografia/15.pdf](http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Topografia/15.pdf)

Robles Medina C.G. (1987). *Topografía de Minas*. México, D.F. Alfaomega

Scussel A. (2011). *Sepa más sobre el software Maptek Vulcan aplicado en geomática e ingeniería*. Recuperado el día 23 de Mayo del 2017 desde <http://mundogeo.com/es/blog/2011/11/04/sepa-mas-sobre-el-software-maptek-vulcan-aplicado-en-geomatica-e-ingenieria/>

Valenzuela Salas M. (2017). *Descripción del programa MiniSight*. Recuperado el día 23 de Mayo del 2017 desde <https://es.scribd.com/document/346987079/Descripcion-general-de-MineSight>