“CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS REALIZADOS EN LA ZONA DEL DESLIZAMIENTO DEL PREDIO B EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS SEDE VIVERO”

PRESENTADO POR:

DOUGLAS ANDRES PARRA QUINTERO

COD: 20062031029

DAVID LEONARDO PRIETO GONZALEZ

COD: 20062031031

DIRIGIDO POR: ING. ISMAEL OSORIO VAQUERO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

TECNOLOGIA EN TOPOGRAFIA

PROYECTO DE GRADO

BOGOTA

2016

JUSTIFICACION

Durante la elaboración de las obras de contención del lote B de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, fue necesario retirar una gran cantidad de material para el que no se tiene un valor estimado. Debido a que la universidad distrital Francisco José de Caldas no posee un valor exacto del material removido en la zona de estudio, se hace indispensable cuantificar y dar un valor estimado de esta cantidad.

Además en la actualidad no se tiene un MDT de la zona y la ubicación de las diferentes obras realizadas, se busca con este proyecto actualizar el MDT de la zona para futuros usos o imprevistos.

INTRODUCCION

La presentación de este proyecto tiene como fin determinar el volumen de material extraído durante las obras realizadas para la contención del deslizamiento del lote B, presentado por los estudiantes Mauricio Lozano Cuellar y Javier Velandia Gaitán, denominado “control topográfico del deslizamiento en el lote B del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas” en el año 2010.

Para dicho planteamiento se requiere realizar un MDT de la zona en el software AutoCAD Civil 3D, esto, para cuantificar la cantidad de material removido en la zona de estudio, y a su vez mostrar un procedimiento para creación de bases de datos y cálculo de volúmenes por AutoCAD Civil 3D, siendo el software más empleado en topografía actualmente para la presentación de estos procesos.

Este proyecto busca a su vez, actualizar la información que se tiene acerca del lote B puesto que después de las obras de mejoramiento de esta zona no se tiene un modelo digital actualizado con la ubicación de dichas obras para futuras eventualidades.

OBJETIVO GENERAL

Calcular el movimiento de tierras realizado en la zona del deslizamiento durante las obras de rehabilitación en el predio B de la UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS sede VIVERO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información existente del LOTE B y de los procedimientos utilizados en el cálculo de volúmenes.
- Realizar un levantamiento topográfico en el lote B de la universidad distrital francisco José de caldas controlado por una poligonal ajustada y nivelada.
- Crear un MDT con la información obtenida para calcular el volumen en AutoCAD Civil 3D
- Presentar un informe del procedimiento realizado en AutoCAD Civil 3D.

1. TABLA DE CONTENIDO

2. ANTECEDENTES 7
3. MARCO TEORICO 8
3.1. LOCALIZACIÓN 8
3.2. SUELOS 8
3.3. OBRAS DE CONTENCIÓN 9
3.4. TOPOGRAFÍA 12
3.4.1. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS 12
3.4.2. POLIGONALES 13
3.4.3. CÁLCULO Y COMPENSACION DE POLIGONALES 13
3.4.4. MÉTODO DEL TRANSITO 13
3.4.5. ALTIMETRIA 14
3.4.6. NIVELACIÓN SIMPLE 14
3.4.7. COMPROBACIÓN DE LAS NIVELACIONES 14
3.4.8. AJUSTE DE NIVELACIÓN 15
3.4.9. LEVANTAMIENTO DE DETALLES 15
3.5. VOLÚMENES 16
3.5.1. MODELOS GEOMÉTRICOS 16
3.5.2. VOLÚMENES DE SUELOS 17
3.5.3. SECCIONES TRANSVERSALES 17
3.5.4. POR ORDENADOR 18
3.5.5. MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) 20
3.5.6. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (MDE) 21
3.6. AUTO CAD CIVIL 3D 2015 22
3.6.1. MÉTODOS 22
3.6.2. DESCRIPCIÓN DE SUPERFICIES 22
3.6.1. EXPLANACIÓN 25
3.6.2. SECCIONES TRANSVERSALES 25
4. METODOLOGÍA 27
4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 27
4.2. AJUSTE DE POLIGONAL 29
4.2.1. ERROR DE CIERRE ANGULAR 30
4.2.2. CALCULO AZIMUTS 30
4.2.3. ERROR DE CIERRE LINEAL 31
4.2.4. AJUSTE DE PROYECCIONES Y AJUSTE DE COORDENADAS 32

4.3. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO 33
4.3.1. CIRCUITO DE NIVELACIÓN 33
4.3.2. AJUSTE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA SIMPLE 34
4.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 35
4.4.1. DESCARGA DE DATOS 35
4.4.2. ELABORACIÓN DEL MDT EN AUTOCAD CIVIL 3D 37
4.4.3. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE 37
4.4.4. IMPORTAR DATOS 39
4.4.5. CREACION BASE DE DATOS 42
4.4.6. IMPORTACION POLIGONAL DE AMARRE 47
4.4.7. CALCULO DE UNA POLIGONAL (REGLA DEL TRÁNSITO) 49
4.4.8. IMPORTACIÓN DE LEVANTAMIENTO DE DETALLES 58
4.4.9. CREACIÓN DE SUPERFICIES 62
4.4.10. CREACIÓN DE SUPERFICIES A PARTIR DE CURVAS 72
4.4.11. ALINEAMIENTO 75
4.4.12. SECCIONES TRANSVERSALES 80
4.4.13. CALCULO VOLUMEN AUTOCAD CIVIL 3D. 81
4.4.14. CREACION CONTORNO ZONA DE ESTUDIO 84
5. ANALISIS DE RESULTADOS 87
5.1. INVESTIGACION Y TRABAJO EN CAMPO 87
5.2. POLIGONAL DE AMARRE 88
5.3. NIVELACION GEOMETRICA 89
5.4. PROCESAMIENTO DE DATOS 90
5.5. SECCIONES TRANSVERSALES 91
5.6. CALCULO VOLUMEN 91
6. CONCLUSIONES 93
7. RECOMENDACIONES 94
8. GLOSARIO 95
9. BIBLIOGRAFÍA 96
10. ANEXOS 98

2. ANTECEDENTES

Gran parte de los cerros orientales se han visto degradados por la siembra de pinos eucaliptos y acacias, colonización de especies invasoras retamo liso y pasto kikuyo desestabilizando los suelos de los cerros además de afectar como lo hace el pino la permeabilidad del suelo. El ingeniero Francisco Peña hizo referencia a esta misma problemática "no hay falla geológica, sino una saturación del suelo que ha hecho que se deslice la capa vegetal y de tierra menos dura".[1]

La saturación de suelo consiste en la carga de agua de todas sus cavidades o poros aumentando su masa y su peso, pero su cohesión disminuye lo que produjo el deslizamiento en las partes donde la capa vegetal y el suelo presentaban gran cantidad de porosidad.

Durante el año 2010 en el lote B de la Universidad Distrital sede vivero, se presentó una saturación de suelo, la que genero la caída de la capa vegetal más inestable. Esta información fue ratificada mediante el proyecto denominado "control topográfico del deslizamiento en el lote B del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas", realizado por los estudiantes Mauricio Lozano Cuellar y Javier Velandia Gaitán en el año 2010.[2]

Con esta información base, se realizó la cuantificación del volumen de material extraído del lote para las obras de contención allí realizadas y finalizadas a mediados del 2013.

Al momento de hacer un análisis como este se deben tener en cuenta diferentes aspectos. La influencia de las decisiones tomadas es fundamental, radica en el sistema de referencia a utilizar, equipos disponibles, los métodos de obtención de datos, representación gráfica de la información obtenida, entre otros. Para lo cual se debe tener un concepto claro del tema y su relación con la topografía.

[1] (Alvarado, 2011)
[2] (UD Francisc Jose de Caldas, 2012)

3. MARCO TEORICO

Se encontró información importante como aspectos generales de la zona del deslizamiento, estudios geológicos, redes geodésicas, detalles e información de otros proyectos relacionados. Además un plano topográfico de la facultad indicando la zona de estudio.

Se establece con el ING Ismael Osorio Baquero (director del proyecto) los vértices geo-referenciados y certificados por el Instituto geográfico Agustín Codazzi para el amarre de la poligonal de trabajo. Los puntos acordados fueron CD – 554 (media torta), SAZ-Monserrate-Iglesia y CN – 01 (mirador lote B). Encontramos las coordenadas de los puntos con el cual fue tomada la información base, CN – 01: N 100299.304 E 101340.197 Z 2697.383 y CD – 554 (NP6-E1) N 100355.861 E 101299.381 Z 2673.894.

3.1. LOCALIZACIÓN

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales se encuentra ubicada al costado oriental de la ciudad en la zona centro, localidad de Santafé. Su poción geográfica está dada por las coordenadas

Latitud: 4º35’49.90” N
Longitud: 74º3’52.81” W
Altura: 2.740 m

3.2. SUELOS

La localidad de Santa Fe presenta siete unidades geomorfológicas, de base a techo, comenzando con un área plana con pendientes menores a 4º y constituida por material de origen fluviolacustre, especialmente arcilloso. Presenta un comportamiento estable y está ocupado por viviendas.

Área inclinada con pendientes de 4 a 28º constituida por arcillas y areniscas inestables por su baja cohesión y difícil compresibilidad. En la actualidad la estructura urbana ha generado estabilidad en la misma.

Área con pendientes mayores a 12º arcillosa y con suelos residuales blandos y altamente friables muy afectados por deslizamientos y flujos de lodo.

Área con pendiente de 12 a 28º, compuesta por materiales generados a partir de la degradación de los cerros que la red de drenaje de los ríos Arzobispo, San Francisco y San

Agustín han transportado depositándolos en su parte baja, esta unidad presenta algunos procesos de degradación según la ocupación, pues se presenta estable bajo vegetación natural y la ocupación urbana

Área con pendiente de 12 a 40º, compuesta por material de roca arcillolita fracturada (planers) con una permeabilidad baja y con una alteración fuerte en algunos puntos, que implica una estabilidad relativa y además que no es aconsejable para el establecimiento de obras civiles y que no tienen uso urbano

Área con pendientes mayores a 40º constituidas por rocas arsénicas duras muy estables por su alta dureza, cementación y compactación. Su inaccesibilidad topográfica no permite su ocupación.

Área con pendiente entre 12 y 40º que forman el eje anticlinal de Bogotá y lo constituyen rocas del cretáceo con estabilidad buena Puede apreciarse (ilustracion1) la zona afectada, en la que se presentó el fenómeno de remoción en masa dentro del lote B de la universidad distrital Francisco José de Caldas sede Vivero.[3]



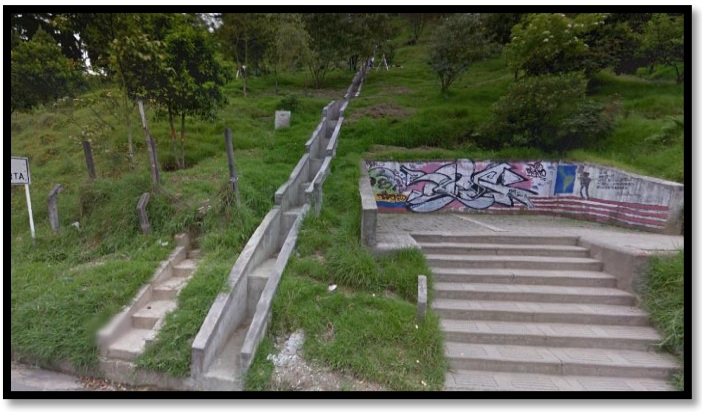
Ilustración 1"Zona de Fallo" fuente: Revista UD y la Geomatica

3.3. OBRAS DE CONTENCIÓN

Las obras de contención que se realizaron no solo protegen el talud y la vía de deslizamientos si no que dan estabilidad al paso peatonal que actualmente conecta la media torta con la sede vivero de la Universidad Distrital, por el cual transitan a diario cerca de 1000 estudiantes. Las obras realizadas en este sector son:

[3] (Salazar, 1973)

- **Colocación de relleno proveniente de la excavación** (incluye extendido, nivelación y compactación) de 551 m³ este traslado se realizó para la conformación de la bermas, terrazas que son las que detienen el material del talud que se erosiona.
- **Empradización de taludes** con bloques de césped por 1159 m². Se realizó para protección de bermas terrazas y áreas expuestas, ayudando además a prevenir la erosión.
- **Canal disipador** de 120 m. Este canal recibe el agua de los filtros y la conduce al sistema de recolección de aguas lluvias de la ciudad. (ilustración 2)
- **Muro de contención** de 136 m. Se construyó en la parte inferior del talud para darle confinamiento y estabilidad al talud, así mismo para evitar que se presente nuevamente el fenómeno de remoción en masa. (ilustración 3 y 4)
- **Sistemas de drenajes horizontales** 420 m, construidos para descargar el talud del exceso de agua de escorrentía evitando así el fenómeno de deslizamiento por saturación del suelo. (ilustración 5)
- **Perfilado del talud** a mano 644 m² esta operación se realizó para ubicación de anclajes y drenes.
- **Suministro e instalación de anclajes** activos de 20 ton (incluye perforación en roca de D=4", 2 torones de ½", platina de acero, tubería de PVC 1", protector de polietileno de ½" e inyección de lechada de cemento) 660 m se construyeron para darle estabilidad profunda al talud y sostenimiento del mismo.
- **Suministro e instalación de anclajes** activos de 20 ton (incluye perforación en roca de D=4", 3 torones de 5/8", platina de acero, tubería de PVC 1", protector de polietileno de ½" e inyección de lechada de cemento) 1660 m se construyeron para darle estabilidad profunda al talud y sostenimiento del mismo.[4]



[4] (Instituto de Desarrollo Urbano IDU , 2013)

Ilustración 2 "canal disipador" fuente Street View - Google Maps



Ilustración 3"Elaboración muro de contención" fuente Street View - Google Maps



Ilustración 4"muro de contención" fuente Street View - Google Maps



Ilustración 5" sistemas de drenajes" fuente Street View - Google Maps

3.4. TOPOGRAFÍA

La topografía (del griego topos "lugar o territorio", del verbo grafo "escribir o pintar" y el sufijo ia que es equivalente a "cualidad"). Es la disciplina o técnica que se encarga de describir de manera detallada la superficie de la tierra. Para esto se vale de ciencias como: física, trigonometría, cálculo, geología, además de otras ciencias y disciplinas.

El objetivo de la topografía, es dar a conocer por medio de un sistema de coordenadas X Y Z (relativas o absolutas), la ubicación de un lugar en el espacio en 3 dimensiones, y representarlo en un plano topográfico según el sistema de proyección que se desee utilizar definiendo la coordenada Z como la altura.

En la actualidad el método más usado en la toma de datos, es con estación total, la cual permite la medición de ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Con esta información se puede obtener coordenadas tridimensionales de los puntos permitiendo la elaboración de un modelo digital de terreno (MDT).

3.4.1. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

Se puede definir por levantamiento topográfico "el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano". El estudio de la topografía se divide en:

- **Planimetría**: conjunto de métodos y procedimientos con el que se busca 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
- **Altimetría o nivelación**: conjunto de métodos y procedimientos con el que se busca representar o determinar una altura "cota" de cada punto respecto a un plano de referencia que generalmente es el nivel medio del mar.
- **Taquimetría**: método que permite fijar a la vez, en posición y altura los puntos del terreno, pues hace simultáneamente el levantamiento planímetro y altimétrico. [5]

[5] (Instituto Politecnico Nacional, 2012)

3.4.2. POLIGONALES

Una poligonal es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en el campo. El trazo de una poligonal, que es la operación de establecer las estaciones de la misma y hacer las mediciones necesarias, es uno de los procedimientos fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar las posiciones relativas de puntos en el terreno.

En una poligonal cerrada las líneas regresan al punto de partida formando así un polígono (geométrica y analíticamente) cerrado, o bien, terminan en otra estación que tiene una exactitud de posición igual o mayor que la del punto de partida. Las poligonales cerradas proporcionan comprobaciones de los ángulos y de las distancias medidas, consideración en extremo importante. Se emplean extensamente en levantamientos de control, para construcción, de propiedades y de configuración.[6]

3.4.3. CÁLCULO Y COMPENSACION DE POLIGONALES

La solución de una poligonal consiste en el cálculo de las coordenadas rectangulares de cada uno de los vértices.

- En una poligonal cerrada se realizan las siguientes operaciones:
- Cálculo y compensación del error de cierre angular.
- Calculo de acimutes o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de acimutes).
- Calculo de las proyecciones de los lados.
- Calculo del error de cierre lineal.
- Compensación del error lineal.
- Calculo de las coordenadas de los vértices.

3.4.4. MÉTODO DEL TRANSITO

La corrección que se debe de aplicar a una latitud o longitud de una alineación es la corrección total por longitud y latitud. Esta regla es teóricamente mejor para los levantamientos con tránsito en los que se miden los ángulos con mayor precisión que las distancias, como en los levantamientos hechos con estadía, pero raras veces se emplea en la práctica porque se obtienen diferentes resultados para cada meridiano posible. Asume más

[6] (Hudiel, 2014)

precisión en medidas angulares pero distancias y ángulos levantados con mismas condiciones.

En este método el error lineal en cada sentido se distribuye entre la sumatoria del valor absoluto de las proyecciones en cada sentido. Esta regla se fundamenta en dos aspectos:

Todos los errores cometidos en la poligonal son accidentales. Las mediciones angulares son más precisas que las lineales

Calculo De Las Coordenadas De Los Vértices

Una vez compensadas las proyecciones, se procede al cálculo de las coordenadas de los vértices de la poligonal. Estas se calculan sumando en forma secuencial, las proyecciones corregidas a las coordenadas del punto anterior.

Como chequeo, las coordenadas del punto donde se finaliza la poligonal, deben ser iguales a las coordenadas de partida.[7]

3.4.5. ALTIMETRIA

Consiste en medir las distancias verticales y elevaciones de manera directa. Se realiza con el objetivo de establecer puntos de control mediante el corrimiento de una cota, entendiéndose como tallas operaciones encaminada a la obtención de la elevación de un punto determinado partiendo de otro conocido.

3.4.6. NIVELACIÓN SIMPLE

Es aquella en la cual desde un punto o una sola posición del aparato se puede conocer las cotas o elevaciones de los diferentes puntos que deseamos nivelar. En este se sitúa el nivel en el punto más conveniente el cual ofrezca mejores condiciones de visibilidad. La primera lectura se hace obre la estadía colocada en el punto estable y fijo que se toma como BM el cual podrá ser conocido o asumido.

3.4.7. COMPROBACIÓN DE LAS NIVELACIONES

En toda nivelación el número de lecturas atrás debe ser igual, al número de lecturas adelante. La suma de lecturas atrás, menos, la suma de lecturas adelante es igual a la diferencia entre cota inicial y cota final. Pero esto solo elimina la posibilidad de equivocación en los cálculos

[7] (Hudiel, 2014)

aritméticos o en anotaciones en libreta de campo, pero no indica que el trabajo haya sido realizado de forma correcta.

3.4.8. AJUSTE DE NIVELACIÓN

El ajuste de una nivelación tiene como objetivo distribuir el error de cierre obtenido y hallar el valor de las cotas de los puntos que intervienen en la nivelación. El ajuste se realizara de acuerdo al método empleado en la nivelación llevando una distribución lineal del error de cierre.[8]

Compensación Por Partes Iguales

El error de cierre cambiado de signo se divide entre el número de tramos, el valor obtenido es el valor a aplicar como compensación a cada uno de los desniveles.

C = (-e) / # de tramos

3.4.9. LEVANTAMIENTO DE DETALLES

La radiación es un método Topográfico que permite determinar coordenadas (X, Y, H) desde un punto fijo llamado polo de radiación. Para situar una serie de puntos A, B, C,... se estaciona el instrumento en un punto O y desde el se visan direcciones OA, OB, OC, OD..., tomando nota de las lecturas acimutales y cenitales, así como de las distancias a los puntos y de la altura de instrumento y de la señal utilizada para materializar el punto visado.

Los datos previos que requiere el método son las coordenadas del punto de estación y el acimut (o las coordenadas, que permitirán deducirlo) de al menos una referencia. Si se ha de enlazar con trabajos topográficos anteriores, estos datos previos habrán de sernos proporcionados antes de comenzar el trabajo, si los resultados para los que se ha decidido aplicar el método de radiación pueden estar en cualquier sistema, éstos datos previos podrán ser arbitrarios.

En un tercer caso en el que sea necesario enlazar con datos anteriores y no dispongamos de las coordenadas del que va a ser el polo de radiación, ni de las coordenadas o acimut de las referencias, deberemos proyectar los trabajos topográficos de enlace oportunos.

[8] (Hudiel, 2014)

3.5. VOLÚMENES

Uno de los problemas que se presenta en las obras de ingeniería es el cálculo de volúmenes de material que se debe remover para las exigencias del proyecto, existen diferentes métodos para lograr un resultado preciso de este ítem.

3.5.1. MODELOS GEOMÉTRICOS

Este concepto nos lleva a simplificar la zona de trabajo en uno o varios cuerpos simples de la geometría. Sus expresiones matemáticas nos permiten deducir una aproximación. Las expresiones matemáticas que nos dan el volumen de cuerpos simples de la geometría son: (ilustracion 6)

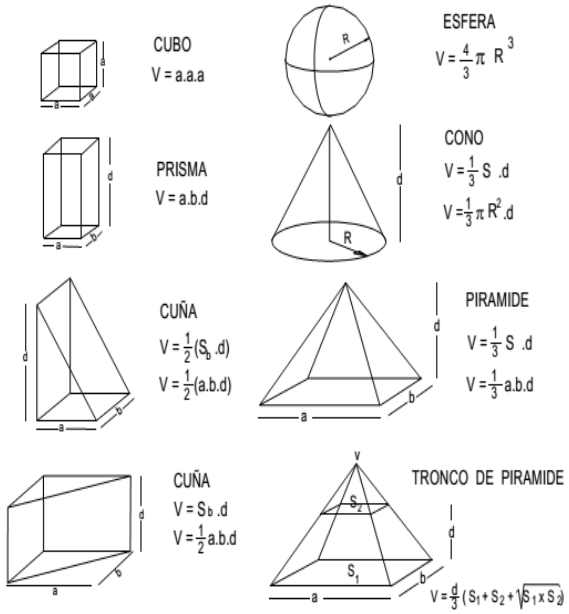


Ilustración 6 Expresiones Matemáticas

El prismatoide (ilustracion 7) es una figura que aparece con bastante frecuencia en excavaciones de suelos, como también de acopios de material, "no se debe confundir con el tronco de una pirámide, en este la prolongación de los laterales define un punto único" la estructura está dada por un bloque central, que es un prisma de base rectangular y altura. En las cuatro esquinas pirámides, y por ultimo cuatro cuñas en los costados iguales de dos en dos.

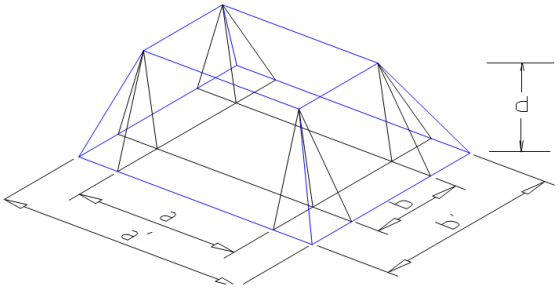


Ilustración 7El Prismatoide

3.5.2. VOLÚMENES DE SUELOS

A la hora de calcular volúmenes de suelo resulta inútil aplicar las fórmulas de cuerpos simples, dada la irregularidad de la superficie por esto se emplean diferentes métodos.

3.5.3. SECCIONES TRANSVERSALES

Es un método de levantamiento planialtimétrico generalizado más utilizado en las obras civiles por lo práctico y sencillo, su aceptación va dada por la fácil interpretación de la información hasta por el inexperto. Con esta información se puede graficar características y detalles de tareas a realizar.

Este método consiste en obtener por mediciones topográficas la forma que tiene el terreno en un perfil vertical y perpendicular a un eje de excavación, este eje está definido según las necesidades del proyecto como puede ser el eje de una vía o un eje de cimentación de la obra a realizar. Suponiendo el perfil transversal del terreno natural, se forma un área de obra que promediándola con la resultante del perfil siguiente, esto permite tener un volumen del tramo a consideración. (ilustracion 8)

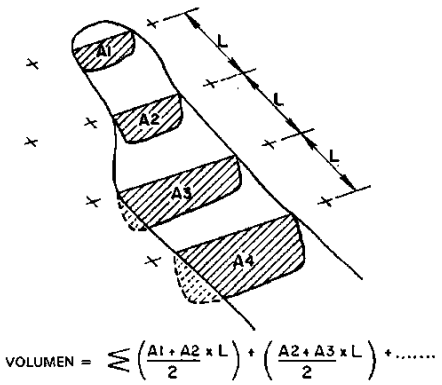


Ilustración 8Secciones Transversales

Aquí algunos de los diferentes métodos usados para determinar dicha área:

- **Determinación mecánica:** para este procedimiento se emplea un planímetro el cual debe estar en óptimas condiciones y el plano de la sección debe estar perfectamente escalado.
- **Subdivisión del perfil:** en figuras simples: como su nombre indica esta subdivisión pude ser rectángulos, triángulos y trapecios. (ilustracion 9)

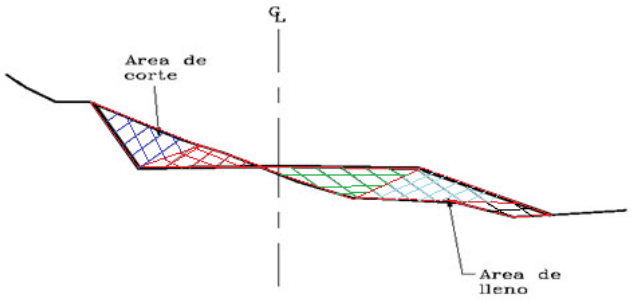


Ilustración 9 Subdivisión del perfil

- **Coordenadas:** conociendo las coordenadas de los vértices de un polígono cerrado, se puede calcular el área de la misma con una respectiva fórmula matemática. (ilustracion 10) [9]

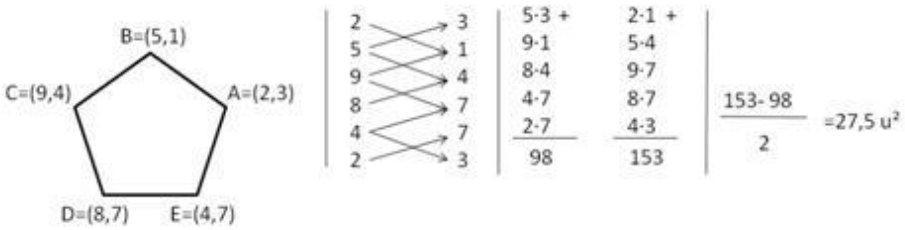


Ilustración 10Área por coordenadas

3.5.4. POR ORDENADOR

Es el método más usado en la actualidad ya que su precisión es casi inequívoca. Los datos obtenidos en terreno son denominados como nube de puntos y las líneas de quiebre que se obtienen es llamado MDT "modelo digital de terreno".

[9] (Serafino, 2008)

El software genera diferentes modelos de superficie según la manera en que se manejen los datos obtenidos. Una superficie es una representación geométrica en tres dimensiones de un área de terreno, los más usuales a la hora de trabajar un cálculo de volumen en software son:

Superficie TIN "red irregular de triángulos": es la representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial. Esta es generada mediante la triangulación de un conjunto arbitrario de puntos. Los puntos están conectados en triángulos que se utilizan para interpolar contornos ya que estos poseen una elevación distinta en cada vértice.

En el cálculo de volúmenes, el software crea una superficie de volumen por lo general se trabaja **la superficie de volumen TIN**, (ilustracion 11) esta es un compuesto de puntos entre una superficie base y una superficie de comparación, generando un valor exacto en Z ya que es la defenecía entre las superficies base y comparación. El resultado es dado por el cálculo de volúmenes compuestos este método utiliza los puntos de ambas superficies, así como las ubicaciones donde las aristas de los triángulos entre las dos superficies se intersectan, para crear segmentos prismoidales a partir de líneas TIN compuestas.

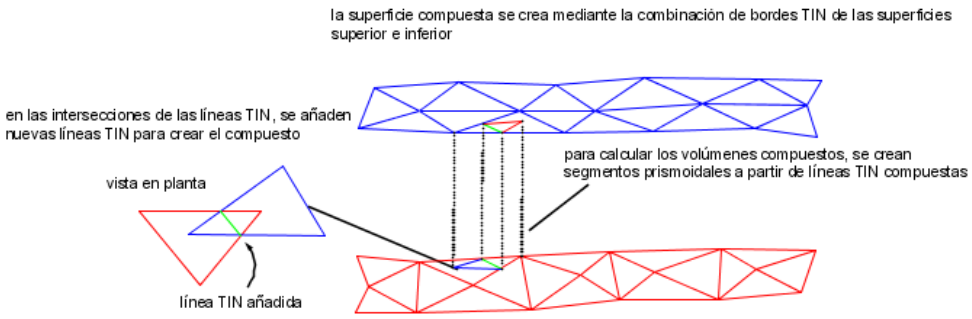


Ilustración 11Comparacion de prismatoide

Con este método se obtienen medidas de volumen precisas entre las dos definiciones de superficie.

Superficie de rejilla: formadas a partir de una matriz de elevaciones muestreadas para una serie de posiciones de terreno situadas en intervalos espaciados, regularmente uniformes. (ilustracion 12)

Una superficie de volumen de rejilla es una superficie de rejilla de diferencia basada en las superficies base y de comparación especificadas por el usuario, así como en la orientación y el intervalo de rejilla.

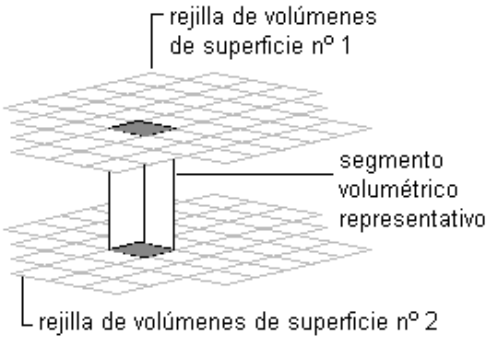


Ilustración 12 Rejilla en intervalos uniformes

Una superficie de volumen de rejilla es una aproximación de la diferencia entre las superficies base y de comparación. Se forma construyendo una rejilla a partir de puntos cuyos valores Z son la diferencia entre los valores Z de las superficies base y de comparación. Por tanto, la superficie de volumen de rejilla ofrece la diferencia exacta sólo en los puntos de rejilla. Las superficies de volumen de rejilla permiten generar un volumen rápidamente, lo que resulta útil para el diseño iterativo de emplazamientos.[10]

3.5.5. MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)

Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno (MDT). Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo. Se denomina MDT al conjunto de capas (generalmente raster) que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Aunque algunas definiciones incluyen dentro de los MDT prácticamente cualquier variable cuantitativa regionalizada, aquí se prefiere limitar el MDT al conjunto de capas derivadas del MDE.

- El trabajo con un MDT incluye las siguientes fases que no son necesariamente consecutivas en el tiempo:
- Generación del MDE
- Manipulación del MDE para obtener otras capas del MDT (pendiente, orientación, curvatura, etc.)
- Visualización en dos dimensiones o mediante levantamientos 3D de todas las capas para localizar errores

[10] (AutoCAD Civil 3D, s.f.)

- Análisis del MDT (estadístico, morfométrico, etc.)
- Aplicación, por ejemplo como variable independiente en un modelo de regresión que haga una estimación de la temperatura a partir de la altitud.
- Una de las razones por las que estas fases se solapan es que en muchos casos la manipulación, visualización y análisis van a permitir descubrir errores en el MDE. De este modo se vuelve a la primera fase y se genera un MDE mejorado.

3.5.6. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (MDE)

Un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) puede representarse de forma genérica mediante la ecuación: z = f (x, y) que define un campo de variación continua. La imposibilidad de resolver la ecuación anterior para todos los puntos del territorio obliga a definir elementos discretos sobre el mismo que permitan simplificar la codificación de la elevación. Las más habituales son:

Curvas de nivel, se trata de líneas, definidas por tanto como una sucesión de pares de coordenadas, que tienen como identificador el valor de la elevación en cada uno de los puntos de la línea. Generalmente el intervalo entre valores de las curvas de nivel es constante.

Red Irregular de Triángulos (TIN), a partir de un conjunto de puntos, en los que se conoce la elevación, se traza un conjunto de triángulos, formados por tripletas de puntos cercanos no colineales, formando un mosaico. En ocasiones se parte de las curvas de nivel que, tras descomponerse en un conjunto de puntos, genera una red irregular de triángulos. En este caso hay que tener en cuenta que pueden formarse triángulos a partir de puntos extraídos de la misma curva de nivel, por tanto con el mismo valor, que darán lugar a triángulos planos. Tienen entre sus ventajas el adaptarse mejor a las irregularidades del terreno, ocupar menos espacio y dar muy buenos resultados a la hora de visualizar modelos en 3D o determinar cuencas visuales.

Formato raster, es el más adecuado para la integración de las elevaciones en un SIG ya que va a permitir la utilización de diversas herramientas para la obtención de nuevos mapas a partir del MDE; por tanto va a ser el que se trate en este tema.[11]

[11] (felicìsimo, 1994)

3.6. AUTO CAD CIVIL 3D 2015

Este programa admite una gran cantidad de tareas de ingeniería civil y crea relaciones inteligentes entre objetos, de modo que los cambios en el diseño se actualizan dinámicamente. En AutoCAD civil 3D:

- Los objetos son dinámicos y están basados en estilos, lo que simplifica la creación y edición de objetos.
- Las barras de herramientas de composición agrupan las herramientas de creación y edición de objetos.
- El espacio de herramientas agrupan las tareas de gestión de objeto. Los menús contextuales, a los que se pueden acceder mediante un clic en el botón derecho en el espacio de herramientas, ofrecen un acceso rápido y sencillo a todos los comandos relevantes.
- Cuando se modifican los datos, los objetos se actualizan. Por ejemplo, si se modifica un punto, las superficies relacionadas se modificaran automáticamente.
- Con este programa se pueden realizar diversos trabajos, entre ellos podemos destacar: diseño de obra lineal, redes de tubería en carga, explanaciones, diseño de parcelas, modelado de puentes, etc.

3.6.1. MÉTODOS

A partir de ficheros MDE, podemos emplearlos para obtener el Modelo Digital de Terreno (MDT), el cual lo denomina como Superficie. A partir del MDT creado se pueden realizar diversas aplicaciones, como el cálculo del movimiento de tierras de una excavación.

3.6.2. DESCRIPCIÓN DE SUPERFICIES

Una superficie es una representación geométrica tridimensional de un área de terreno, o bien, en el caso de superficies de volumen, la diferencia o la composición de dos áreas de superficie. Las superficies están compuestas por triángulos o rejillas que se crean cuando AutoCAD Civil 3D conecta los puntos que constituyen los datos de la superficie.

Para utilizar una superficie en el dibujo, se pueden crear una superficie vacía y añadirle datos posteriormente. También se pueden importar archivos existentes que contengan información de superficie, como archivos LandXML, TIN (red triangular regular, una superficie TIN es el método más habitual para interpolar datos de elevación, los puntos están conectados en

triángulos que se utilizan para interpolar contornos, para generar perfiles y secciones transversales, las líneas que conforman la triangulación de superficie se denominan líneas TIN) o DEM (modelo digital de elevación, matriz de elevaciones tomadas de una rejilla horizontal espaciada regularmente).

Los puntos o las curvas de nivel son a menudo una pieza principal de la información de superficie original y se complementan con línea de rotura (línea que se utiliza para conectar los datos que representan un elemento de superficie definido, como por ejemplo, una arista dorsal o de pavimento, la base de una talud, el eje de una carretera, una línea de caudal de una zanja o una línea de escorrentía. Cuando se define una línea de rotura, la triangulación de la superficie debe seguir la línea de rotura en primer lugar, haciendo coincidirla aristas de los triángulos con los segmentos de línea de rotura, estas resultan fundamentales para crear un modelo de superficie preciso. Lo que determina la forma del modelo es la interpolación de los datos) y contornos (tres clases de polilíneas cerradas que limitan el área de visualización del modelo digital de terreno, los más comunes son os contornos exteriores de superficie que se construyen fuera de los extremos del conjunto de datos, eliminando así interpolaciones no deseadas en el espacio vacío donde la superficie adquiere forma cóncava, también se utilizan siguientes dos tipos de contornos de superficie internos: la ocultación de contornos, que consiste en perforar agujeros en una superficie, y la visualización de contornos, que supone crear superficies más pequeñas mediante la eliminación de áreas que quedan fuera del contorno.

Los contornos definen el área visible de una superficie. En los cálculos, tales como el cálculo de área total y el de volumen, solo se incluye el área del interior del contorno. Pueden también definirse mascaras para ocultar o mostrar piezas de una superficie para su edición o presentación, y seguir incluyendo esa área en los cálculos.

Las líneas de rotura se utilizan en superficies TIN para definir elementos lineales que los triángulos no pueden atravesar, tales como muros de retención o líneas de escorrentía. Las líneas de rotura afectan a la triangulación de la superficie.

Se pueden definir grupos de curvas de nivel diferentes, por ejemplo, para intervalos distintos. El suavizado se proporciona para el objeto de superficie completo, lo que da mejores resultados que suavizar únicamente las curvas de nivel. En AutoCAD Civil 3D, el proceso de generación de superficies es progresivo, siempre que se añadan o corrijan datos, se actualiza la superficie. Cada superficie cuenta con una lista de definiciones. Esta lista incluye todas las

operaciones realizadas en la superficie. Al activar o desactivar las operaciones, se puede devolver una superficie a un estado anterior o modificarla para que admita diferentes tipos de análisis.

AutoCAD Civil 3D admite varios tipos de superficies:

- Superficies TIN, formadas mediante la triangulación de un conjunto arbitrario de puntos.
- Superficies de rejilla, formadas a partir de puntos de una rejilla regular (DEM)
- Superficies de volumen TIN, superficies compuestas creadas a partir de una combinación de puntos de una superficie superior (comparación) y una superficie base, también conocidas como superficies diferenciales.
- Superficies de volumen de rejilla, superficies diferenciales basadas en superficies superiores e inferiores especificadas por el usuario con puntos sobre una rejilla especificada por el usuario.
- Superficie de obra lineal, es una superficie que se crea mediante datos extraídos de un modelo de obra lineal subyacente.

Una superficie TIN se compone de los triángulos que forman una red irregular triangular, las líneas TIN forman los triángulos que constituyen la triangulación de la superficie, para crear líneas TIN, AutoCAD Civil 3D conecta los puntos de la superficie que están más cerca uno de otros. La elevación de un punto de la superficie se define mediante la interpolación de las elevaciones de los vértices de los triángulos en los que se encuentra dicho punto. Las superficies TIN resultan útiles sobre todo: Para trazar superficies muy variables que cuentan con datos de muestreo distribuidos de forma irregular para representar la influencia de líneas de escorrentía, carreteras y lagos. Para examinar áreas concretas (mapas a gran escala).

Cuando AutoCAD Civil3D crea una superficie TIN desde datos de punto, calcula la triangulación de Delaunay de los puntos, con esta triangulación, ningún punto se sitúa dentro del círculo determinado por los vértices de un triángulo cualquiera.

Los datos de línea de rotura (procedentes de líneas de rotura, curvas de nivel o contornos) influyen en el modo de triangulación de la superficie, una arista de línea de rotura entre los puntos hace que el programa conecte dichos puntos con una arista de triángulos en la superficie TIN, aun cuando ello suponga infringir la propiedad de Delaunay.

3.6.1. EXPLANACIÓN

Una explanación consta normalmente de una cara delimitada por una línea base, una línea de objetivo y varias líneas de proyección. La línea base puede ser cualquier figura abierta o cerrada desde la que desee proyectar la explanación. Puede ser una línea característica o una línea de parcela, una línea característica es un elemento lineal del dibujo. El objetivo de la explanación puede ser una superficie, una distancia o una elevación (absoluta o relativa). Antes de comenzar a realizar explanaciones, deben configurarse los parámetros y establecer criterios como los siguientes:

Emplazamiento de explanación, las explanaciones se crean en una topología de emplazamientos. Si no desea que una explanación interactúe con otros objetos en un emplazamiento, cree un nuevo emplazamiento para los objetos de explanación.

Grupo de explanaciones, los objetos de un grupo de explanación se consolidan para crear una superficie de grupo de explanaciones que permiten calcular volúmenes, antes de crear explanaciones, decida como desea gestionarlas respecto a la creación de superficies y cálculos de volumen.

Después de crear un grupo de explanaciones, las herramientas de volumen de AutoCAD Civil 3D mostrara la cantidad de desmonte y terraplén necesarios para el diseño de la explanación. Puede subir o bajar el grupo de explanaciones de forma gradual para ajustarlo a los requisitos de volumen. También puede cambiar la elevación de los puntos a lo largo de la línea base, cambiar la pendiente o modificar los criterios de explanación.

3.6.2. SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales se utilizan para ofrecer una vista del corte de un terreno en un ángulo con un elemento lineal, como puede ser la propuesta de una carretera. Por lo general, las secciones se cortan a través de alineaciones horizontales (planas) en un intervalo de P.K. específico utilizando las anchuras de franja especificadas. Estas secciones se trazan a continuación de forma individual, en el caso de un P.K., o como un grupo, en el caso de un intervalo de P.K. AutoCAD Civil 3D gestiona la creación, manipulación y trazado de secciones con los componentes que se indican a continuación:

Secciones, corresponde a las elecciones del terreno que cortan superficies, incluidas las superficies de obras lineales, que se encuentren asociadas a un grupo concreto de línea de

muestreo. Las elevaciones se muestrean en cada uno de los vértices XY de la línea de muestreo, pero también en las ubicaciones en las que el plano vertical definido por la línea de muestreo forma intersección con las aristas de la superficie.

Vistas en sección, en una línea de muestreo, son las vistas que muestran algunas o todas las secciones muestreadas en dicha línea de muestreo. La vista grafica tiene límites horizontales basados en la longitud de la línea de muestreo correspondiente, así como valores verticales basados en las elevaciones máxima y mínima del conjunto de secciones que se esté mostrando.

Planos de sección, puede generar presentaciones de sección con calidad de producción para su trazado[12]

[12] (Gil, 2015)

4. METODOLOGÍA

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó un levantamiento topográfico con una poligonal cerrada por el método de ceros atrás, Se inició el día 11 de julio de 2015 con la estación total armada sobre la placa CD-554, localizada en la pilastra de la media torta, tomando línea sobre la señal de azimut SAZ-MONSERRATE IGLESIA localizada sobre la cruz de la iglesia materializada en la antena, con un ángulo horizontal de 0º00’00’’, y referenciando al punto CN – 01, se radia en sentido horario para localizar los deltas de la poligonal, amarrando la red por ceros atrás, esta consta de doce vértices tomados por lectura directa. Se finalizó con el equipo armado sobre la placa CD-554, tomando línea sobre el vértice D11 y cerrando al vértice CN - 01.

El levantamiento se realizó mediante estación total NIKON LI-ION NPL-322 5’’ SERIE D025340, y mediante el método de radiación se levantaron los detalles encontrados en el área de estudio (zonas duras, escaleras, zonas verdes, vías, andenes, cunetas, fallos, sardineles, postes de luz, luminarias, sumideros, pozos acueducto



Ilustración 13 Armada inicial CD-554 media torta



Ilustración 14 Placa CD-554 media torta + SAZ-Monserrate iglesia



Ilustración 15 Vértice sobre la poligonal



Ilustración 16 Levantamiento de detalles sobre vértice poligonal



Ilustración 17 Levantamiento de detalles terreno natural

4.2. AJUSTE DE POLIGONAL

Los cálculos del ajuste de la poligonal de amarre se realizaron por el método del tránsito ya que este no deforma geométricamente la poligonal, pues distribuye los pesos tanto angular como lineal. Datos tomados en campo:

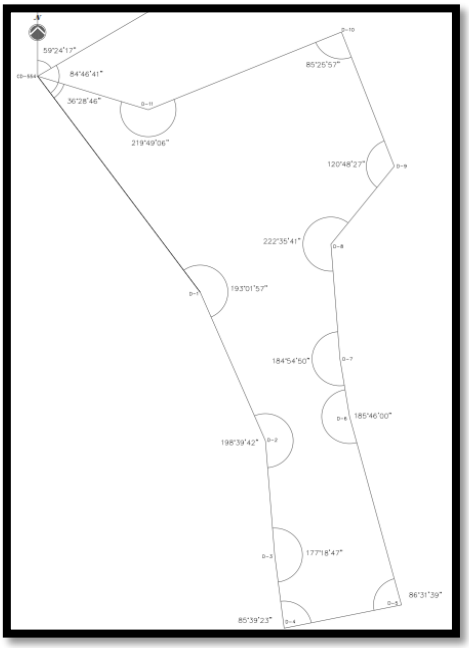


Ilustración 18 Ángulos observados POLIGONAL DE AMARRE

4.2.1. ERROR DE CIERRE ANGULAR

Se determinó el sentido de los ángulos en los vértices para encontrar posibles errores en la mediciones realizadas, para hallar este error aplicamos la siguiente ecuación *(n-2) x 180°*, siendo *n* el número de vértices de la poligonal. La sumatoria de ángulos internos no dará igual a la sumatoria teórica ya que se determinan los ángulos más aproximados, la diferencia entre la sumatoria teórica y la sumatoria de los valores reales, se denomina "*error de cierre angular" (e)* y debe ser menor que la cantidad máxima permitida, para un levantamiento de precisión se utiliza la siguiente formula $e = a\sqrt{n}$ tomando *n* como el número de vértices y *a* la aproximación del equipo.

Compensacion del error de cierre angular eA		
Numero de vertices	n	12
$\sum < int = (n-2) * 180°$	eA	1800°00'00"
Apreciacion del instrumento	a	±5"
Tolerancia angular $a\sqrt{n}$	Ta	0°00'17"
Error de cierre angular	∑< int=	0°00'15"

Ilustración 19 Compensación error de cierre angular

Debido a que el error en este caso es menor a la tolerancia, procedimos a ajustar la diferencia angular entre los ángulos internos y a calcular los azimuts de cada vértice.

4.2.2. CALCULO AZIMUTS

Para el cálculo de los azimuts, se inició con el azimut conocido entre los puntos de armada CD-554 y la señal de azimut SAZ-MONSERRATE IGLESIA, se suman o restan 180º para obtener su contra azimut y posteriormente se sumó el ángulo observado en el siguiente vértice. Así obtenemos su azimut, calculo que se repite sucesivamente hasta llegar al azimut de inicio el cual debe ser igual por teoría.

ESTACION.	PUNTO VISTO	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULOS CORREGIDOS	AZIMUT
	SAZ-MONSERRATE			59°24'17"
CD-554		84°46'41"		
	D-1	36°28'46"	36°28'44"	144°10'58"
D-1				
	D-2	193°01'57"	193°01'57"	157°12'55"
D-2				
	D-3	198°39'42"	198°39'40"	175°52'35"
D-3				
	D-4	177°18'47"	177°18'46"	173°11'21"
D-4				
	D-5	85°39'23"	85°39'22"	78°50'43"
D-5				
	D-6	86°31'39"	86°31'37"	345°22'20"
D-6				
	D-7	185°46'00"	185°45'59"	351°08'19"
D-7				
	D-8	184°54'50"	184°54'49"	356°03'08"
D-8				
	D-9	222°35'41"	222°35'40"	38°38'48"
D-9				
	D-10	120°48'27"	120°48'26"	339°27'14"
D-10				
	D-11	88°25'57"	88°25'55"	247°53'09"
D-11				
	CD-554	219°49'06"	219°49'05"	287°42'14"
	∑< int=	1800°00'15"	1800°00'00"	

Ilustración 20 Ángulos ajustados y Azimuts

4.2.3. ERROR DE CIERRE LINEAL

Para el cálculo del error lineal, se realizó un ajuste a las proyecciones de los vértices, para encontrar la proyección N-S (ΔN) fue necesario multiplicar la distancia por el COSENO del azimut, y la proyección E-W (ΔE) la distancia por el SENO del azimut (en cada uno de sus vértices). Realizamos una sumatoria de las proyecciones N-S y E-W, las cuales por teoría deberían ser igual a cero, dado que las mediciones angulares y lineales fueron tomadas de forma independiente en terreno, por más que hallamos compensado la figura angularmente todavía persisten errores provenientes de las distancias medidas, para calcular este error total cometido al hacer la poligonal, se empleó la siguiente ecuación $eL = \sqrt{(\sum \Delta N)^2 + (\sum \Delta E)^2}$, este debe ser menor que la tolerancia máxima permitida (TL) , para un levantamiento de precisión en un terreno ondulado se utiliza la siguiente ecuación $TL = 0.015\sqrt{\sum L}$ donde $\sum L$ es la sumatoria total de los lados de la poligonal en metros.

Compensacion del error de cierre lineal eL	
$\sum \Delta N$	0.003
$\sum \Delta E$	-0.007
$eL = \sqrt{(\sum \Delta N)^2 + (\sum \Delta E)^2}$	0.008
Tolerancia lineal $TL = 0.015\sqrt{\sum L}$	0.312
Presicion $P = 1/(eL/\sum L)$	56867.240
Longitud total ($\sum L$)	433.088

Ilustración 21 Compensación error de cierre lineal

Debido a que el error en este caso es menor a la tolerancia, se procedió a calcular la precisión lineal de la poligonal la cual viene dada por la siguiente ecuación $P = 1/(eL/\sum L)$.

4.2.4. AJUSTE DE PROYECCIONES Y AJUSTE DE COORDENADAS

La ecuación que fue utilizada para la compensación de las proyecciones por el método del tránsito, dice que la relación entre la corrección que se hace a cada proyección y el error total es igual a la relación entre el lado respectivo de la poligonal y la longitud total. Siendo las fórmulas para la corrección de la proyección NORTE C= (ΔN//∑L)*cada lado de la poligonal, y la proyección ESTE C= (ΔE//∑L)*cada lado de la poligonal. Para proyecciones en donde la sumatoria ha sido mayor la corrección es negativa, para la que ha dado menor la suma es positiva.

ESTACION.	PUNTO VISTO	ÁNGULO OBSERVADO	ÁNGULOS CORREGIDOS	AZIMUT	PROY. NORTE	PROY. ESTE	CORR PN	CORR PE	PROY. NORTE	PROY. ESTE	DISTANCIA (m)	COORD. TOTALES	
												ΔN	ΔE
	SAZ-MONSERRATE			59°24'17"								101028.797	102437.470
CD-554		84°46'41"										100355.861	101299.381
	D-1	36°28'46"	36°28'44"	144°10'58"	-56.546	40.808	0.001	-0.001	-56.546	40.809	69.733	100299.315	101340.190
D-1													
	D-2	193°01'57"	193°01'57"	157°12'55"	-38.849	16.318	0.000	-0.001	-38.849	16.319	42.137	100260.466	101356.509
D-2													
	D-3	198°39'42"	198°39'40"	175°52'35"	-29.864	2.153	0.000	-0.001	-29.865	2.154	29.942	100230.601	101358.663
D-3													
	D-4	177°18'47"	177°18'46"	173°11'21"	-19.031	2.273	0.000	0.000	-19.031	2.273	19.166	100211.570	101360.936
D-4													
	D-5	85°39'23"	85°39'22"	78°50'43"	5.866	29.751	0.000	-0.001	5.866	29.752	30.324	100217.436	101390.688
D-5													
	D-6	86°31'39"	86°31'37"	345°22'20"	49.210	-12.844	0.000	-0.001	49.210	-12.843	50.859	100266.646	101377.845
D-6													
	D-7	185°46'00"	185°45'59"	351°08'19"	15.064	-2.349	0.000	0.000	15.064	-2.348	15.246	100281.710	101375.496
D-7													
	D-8	184°54'50"	184°54'49"	356°03'08"	29.886	-2.062	0.000	-0.001	29.886	-2.062	29.957	100311.596	101373.434
D-8													
	D-9	222°35'41"	222°35'40"	38°38'48"	20.227	16.174	0.000	0.000	20.226	16.174	25.898	100331.822	101389.609
D-9													
	D-10	120°48'27"	120°48'26"	339°27'14"	35.067	-13.143	0.000	-0.001	35.067	-13.143	37.449	100366.889	101376.466
D-10													
	D-11	88°25'57"	88°25'55"	247°53'09"	-19.957	-49.113	0.000	-0.001	-19.957	-49.112	53.013	100346.932	101327.354
D-11													
	CD-554	219°49'06"	219°49'05"	287°42'14"	8.930	-27.973	0.000	-0.001	8.929	-27.973	29.364	100355.861	101299.381
	∑< int=	1800°00'15"	1800°00'00"		0.003	-0.007			0.000	0.000	433.088	Ok	Ok

Ilustración 22 Calculo proyecciones y coordenadas deltas POLIGONAL AJUSTADA

4.3. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO

Tomando como cota de referencia la del CD-554, se procedió a realizar un circuito de nivelación cerrado sobre los vértices de la poligonal recorriendo un total de veinticuatro cambios y cerrando sobre el CD-554.

El circuito de nivelación se realizó con un nivel TOPCON AT-B4 SERIE 57203, se hizo a lo largo de la poligonal para darle cota real a cada uno de sus vértices, Los cierres fueron inferiores a $\sqrt{n}\ mm$ con cierre sobre un punto de altura conocido donde n es el número de cambios.

4.3.1. CIRCUITO DE NIVELACIÓN

Datos tomados en campo

PUNTO	V+	H. INST.	V -	ALTITUD
CD-554	4.813	2678.707		2673.894
C-1	4.232	2682.092	0.847	2677.860
C-2	4.693	2686.303	0.482	2681.610
C-3	4.925	2690.405	0.823	2685.480
C-4	4.769	2694.940	0.234	2690.171
C-5	3.750	2698.260	0.430	2694.510
D-1	4.467	2701.819	0.908	2697.352
C-6	3.243	2704.597	0.465	2701.354
D-2	4.925	2708.277	1.245	2703.352
C-7	2.872	2710.831	0.318	2707.959
C-8	3.335	2713.492	0.674	2710.157
D-3	1.658	2713.914	1.236	2712.256
D-4	4.818	2716.988	1.744	2712.170
C-9	4.538	2721.189	0.337	2716.651
D-5	1.360	2721.839	0.710	2720.479
C-10	1.892	2722.508	1.223	2720.616
C-11	1.449	2722.228	1.729	2720.779
D-6	1.684	2722.350	1.562	2720.666
D-7	1.917	2722.501	1.766	2720.584
C-12	1.008	2720.934	2.575	2719.926
D-8	0.933	2718.791	3.076	2717.858
C-13	0.676	2718.420	1.047	2717.744
D-9	0.287	2717.334	1.373	2717.047
C-14	0.688	2713.107	4.915	2712.419
C-15	0.148	2708.890	4.365	2708.742
C-16	0.189	2704.266	4.813	2704.077
C-17	0.433	2699.954	4.745	2699.521
C-18	0.220	2696.185	3.989	2695.965
D-10	0.844	2694.521	2.508	2693.677
C-19	0.477	2690.650	4.348	2690.173
C-20	1.003	2687.568	4.085	2686.565
D-11	0.662	2684.304	3.926	2683.642
C-21	0.125	2679.563	4.866	2679.438
C-22	0.881	2675.850	4.594	2674.969
C-23	1.683	2674.840	2.693	2673.157
CD-554	0.109	2673.995	0.954	2673.886

Ilustración 23 Nivelación geométrica POLIGONAL DE AMARRE

4.3.2. AJUSTE NIVELACIÓN GEOMÉTRICA SIMPLE

Debido a pequeños errores cometidos mediante la nivelación, la cota calculada del punto final no concuerda exactamente con el valor que se conoce, esto nos lleva a realizar un ajuste de esta. Para revisar la precisión del circuito de nivelación empleamos la siguiente formula $1.2*\sqrt{k}$ que corresponde al error permitido en nivelaciones de precisión, donde k representa la distancia recorrida en el circuito en kilómetros.

Compensacion error maximo de cierre nivelacion de presicion	
Numero de armadas	34
k = Distancia nivelada (Km)	0.433
Error maximo permitido (m) $Emax = 1.2\sqrt{k}$	0.008
Error nivelacion	0.008

Ilustración 24 Error máximo de cierre nivelación geométrica POLIGONAL DE AMARRE

Debido al error encontrado, hay necesidad de repartir el error de cierre, como los principales errores en nivelación son accidentales, el error probable tiende a variar proporcionalmente a la raíz cuadrada del número de puntos de cambio. Suponiendo igual número por kilómetro, entonces el error probable varía como la raíz cuadrada del número de kilómetros. Entonces la corrección para cada punto intermedio es proporcional a la distancia a ese punto desde el punto de partida.

NIVELACION POLIGONAL DE AMARRE LOTE B UD

PUNTO	V+	H. INST.	V -	ALTITUD	AJUSTE	COTA
CD-554	4.813	2678.707		2673.894		2673.894
C-1	4.232	2682.092	0.847	2677.860	0.000	2677.860
C-2	4.693	2686.303	0.482	2681.610	0.000	2681.610
C-3	4.925	2690.405	0.823	2685.480	0.001	2685.481
C-4	4.769	2694.940	0.234	2690.171	0.001	2690.172
C-5	3.750	2698.260	0.430	2694.510	0.001	2694.511
D-1	4.467	2701.819	0.908	2697.352	0.001	2697.353
C-6	3.243	2704.597	0.465	2701.354	0.002	2701.356
D-2	4.925	2708.277	1.245	2703.352	0.002	2703.354
C-7	2.872	2710.831	0.318	2707.959	0.002	2707.961
C-8	3.335	2713.492	0.674	2710.157	0.002	2710.159
D-3	1.658	2713.914	1.236	2712.256	0.003	2712.259
D-4	4.818	2716.988	1.744	2712.170	0.003	2712.173
C-9	4.538	2721.189	0.337	2716.651	0.003	2716.654
D-5	1.360	2721.839	0.710	2720.479	0.003	2720.482
C-10	1.892	2722.508	1.223	2720.616	0.004	2720.620
C-11	1.449	2722.228	1.729	2720.779	0.004	2720.783
D-6	1.684	2722.350	1.562	2720.666	0.004	2720.670
D-7	1.917	2722.501	1.766	2720.584	0.004	2720.588
C-12	1.008	2720.934	2.575	2719.926	0.004	2719.930
D-8	0.933	2718.791	3.076	2717.858	0.005	2717.863
C-13	0.676	2718.420	1.047	2717.744	0.005	2717.749
D-9	0.287	2717.334	1.373	2717.047	0.005	2717.052
C-14	0.688	2713.107	4.915	2712.419	0.005	2712.424
C-15	0.148	2708.890	4.365	2708.742	0.006	2708.748
C-16	0.189	2704.266	4.813	2704.077	0.006	2704.083
C-17	0.433	2699.954	4.745	2699.521	0.006	2699.527
C-18	0.220	2696.185	3.989	2695.965	0.006	2695.971
D-10	0.844	2694.521	2.508	2693.677	0.007	2693.684
C-19	0.477	2690.650	4.348	2690.173	0.007	2690.180
C-20	1.003	2687.568	4.085	2686.565	0.007	2686.572
D-11	0.662	2684.304	3.926	2683.642	0.007	2683.649
C-21	0.125	2679.563	4.866	2679.438	0.008	2679.446
C-22	0.881	2675.850	4.594	2674.969	0.008	2674.977
C-23	1.683	2674.840	2.693	2673.157	0.008	2673.165
CD-554	0.109	2673.995	0.954	2673.886	0.008	2673.894

Ilustración 25 Nivelación geométrica ajustada POLIGONAL DE AMARRE.

4.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

4.4.1. DESCARGA DE DATOS

La descarga de información que se obtuvo en campo, se realizó con el software TRANSIT, producto creado por la empresa NIKON para la extracción de datos de los equipos. Para lograr esta descarga, se configuro la PC con el driver "PL2303 WINDOWS DRIVER" ya que se usa un cable tipo RC- 232 para este proceso. Para sincronizar la estación con el PC, ingresamos al software TRANSIT, acá nos dirigimos al panel *TOOLS* (ilustración 26) y elegimos la opción *COMM SETTINGS* (ilustración 27) donde se establece el puerto al que se conectara la estación total y la velocidad de descarga (BAUDIOS).

- **Configuración Puerto De Descarga**

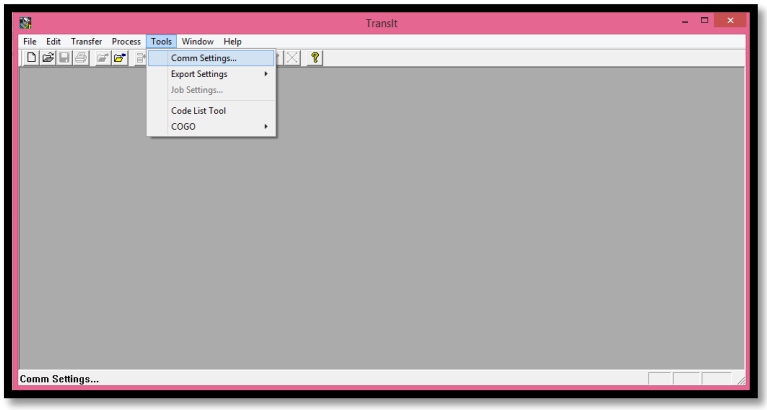


Ilustración 26 Panel Tools - Comm Settings TRANSIT

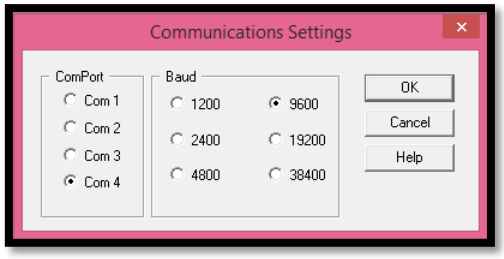


Ilustración 27 Puerto conexión estación y configuración baudios panel COMM SETTINGS

Para descargar los datos se accede al panel *TRANSFER (ilustración 30),* y elegimos la opción *DATA RECODER TO PC (ilustración 28),* se configura el equipo de topografía empleado en este caso. El formato de descarga de la información (se utilizó el formato RAW), nombre del archivo y lugar de descarga en el PC.

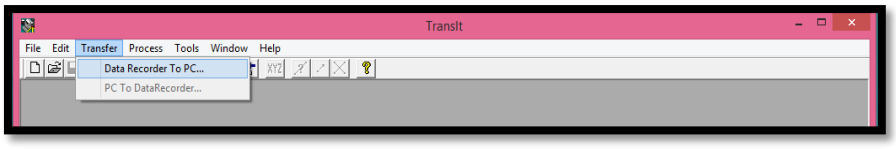


Ilustración 28 Panel transfer - data recorder to pc TRANSIT

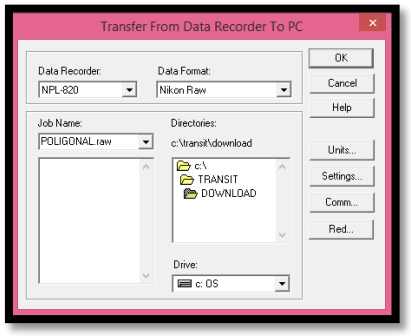


Ilustración 29 Ventana Transfer from Data Recorder to Pc TRANSIT

Los datos finales aparecen en la ventana de trabajo de TRANSIT además de una ventana donde nos muestra las propiedades para el punto seleccionado (ilustración 30).

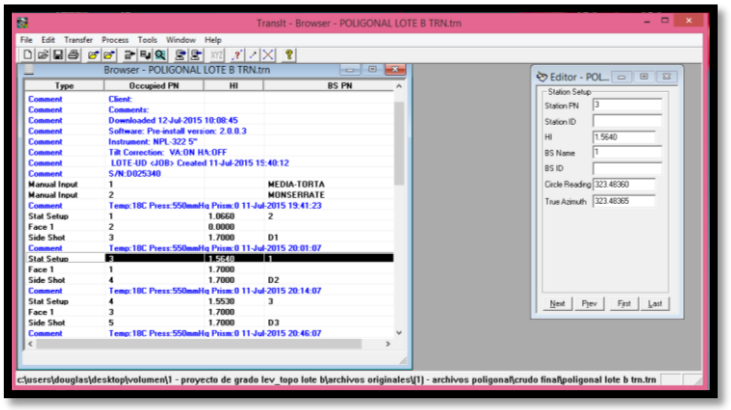


Ilustración 30 Ventana de datos TRANSIT

Una vez obtenidos los datos de la estación se exportan en un formato que reconozca el software donde se va a dibujar la planimetría y donde se va a realizar el MDT (en este caso el software es AUTOCAD CIVIL 3D), nos dirigimos al panel *FILE* y elegimos la opción *EXPORT JOB*, se desplegara una ventana donde configuraremos el formato de salida del archivo descargado (para este caso rw5), nombre y ubicación en el equipo (ilustración 31 y 32).

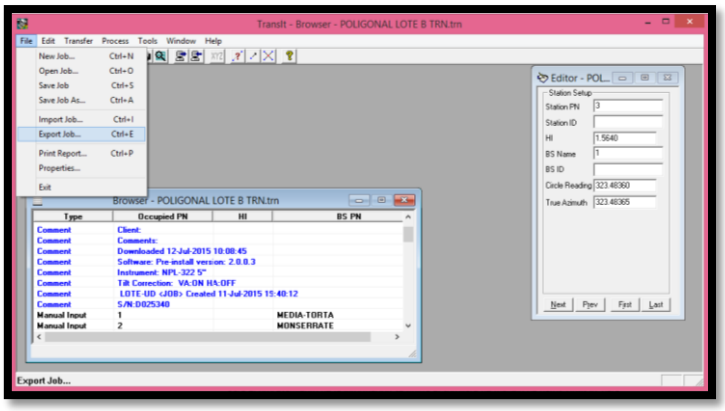


Ilustración 31 Exportación archivo para proceso AutoCAD Civil 3D TRANSIT

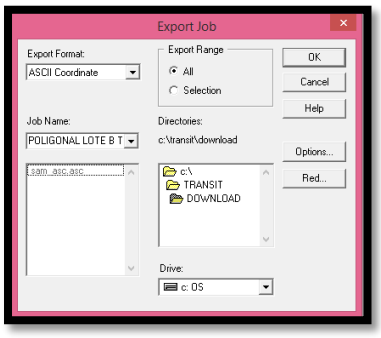


Ilustración 32 Formato de salida y carpeta de destino ARCHIVO AUTOCAD CIVIL 3D

4.4.2. ELABORACIÓN DEL MDT EN AUTOCAD CIVIL 3D

Ya obtenidos los datos de los trabajos realizados en campo se opta por trabajar con el software AutoCAD Civil 3D, esta herramienta de diseño y cálculo resulta muy útil en el desarrollo de diferentes proyectos de ingeniería como diseño en sitio, diseño de carreteras, diseño urbanístico, cálculo topográfico, movimiento de tierras, diseños hidráulicos.

4.4.3. CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE

Abierto el programa debemos conocer la interfaz para trabajar con las herramientas que nos proporciona (ilustración 33)

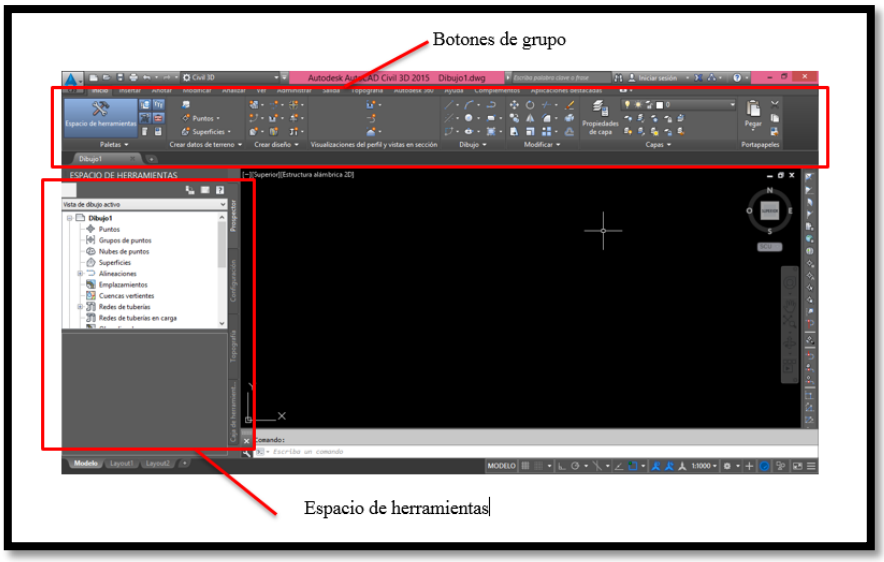


Ilustración 33 Herramientas AutoCAD Civil 3D 2015

- **Cinta de opciones**: permite realizar tareas específicas a lo largo de todo un proyecto de diseño.
- **Espacio de herramientas**: esta barra permite una mayor versatilidad en el trabajo contiene cuatro paletas con las que trabajaremos a lo largo de cualquier diseño
- **Prospector**: explorador de objetos de diseño
- **Configuración**: ubicación de estilos, etiquetas y reconfiguración de los mismos
- **Topografía**: Herramientas para topografía y figuras además también permite la elaboración de redes topográficas
- **Caja de herramientas**: reporte de replanteos topográficos, carga de módulos y extensiones del programa

Reconocida la interfaz del programa se configura las unidades en para trabajar vamos al inicio del programa  > ayudas al dibujo > unidades. (Ilustración 34)

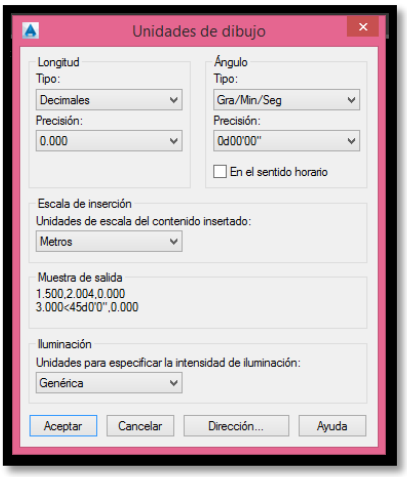


Ilustración 34 Unidades del dibujo

4.4.4. IMPORTAR DATOS

Teniendo guardado nuestro archivo descargado de la estación total se procede a usar la herramienta de topografía ***Survey Link DC 7.5.5*** (vinculo de colección de datos de levantamiento), este permite transferir datos de estaciones totales y convertir archivos de datos originales en libros de campo (.fbk). Estos últimos se utilizan para subir los puntos al área de modelo en Civil 3D y crear redes topográficas con información como puntos de armada, abscisas, puntos radiados, cálculo de poligonales.

En la cinta de opciones > crear datos de terreno, desplegamos y damos click en  vinculo de colección de datos de levantamiento. (Ilustración 35)

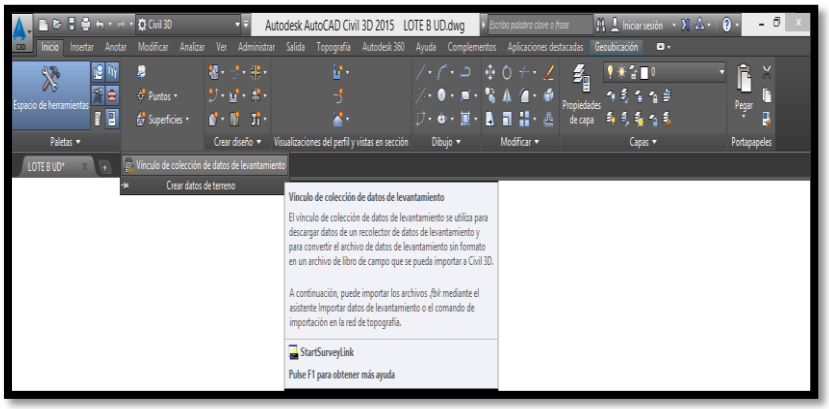


Ilustración 35 Cinta de opciones > Survey link DC 7.5.5

Para importar los archivos nos dirigimos al icono de ***abrir***, seleccionamos el archivo POLIGONAL.RW5. *(Ilustración 36)*

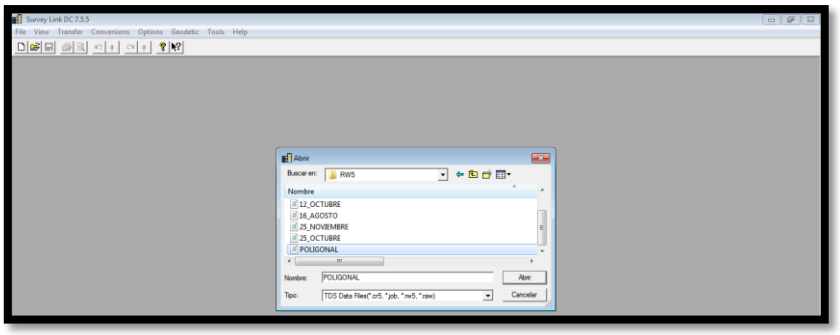


Ilustración 36 Archivo RW5 de nikon

Al abrir el archivo RW5 generado por la estación total, aparecen en la ventana de SURVEY los datos tomados en campo, *(Ilustración 37),* en donde podemos identificar las armadas realizadas, los puntos tomados, las alturas instrumentales, las alturas de prisma, etc. Y en donde también podremos modificar cualquier dato si el trabajo lo requiere.

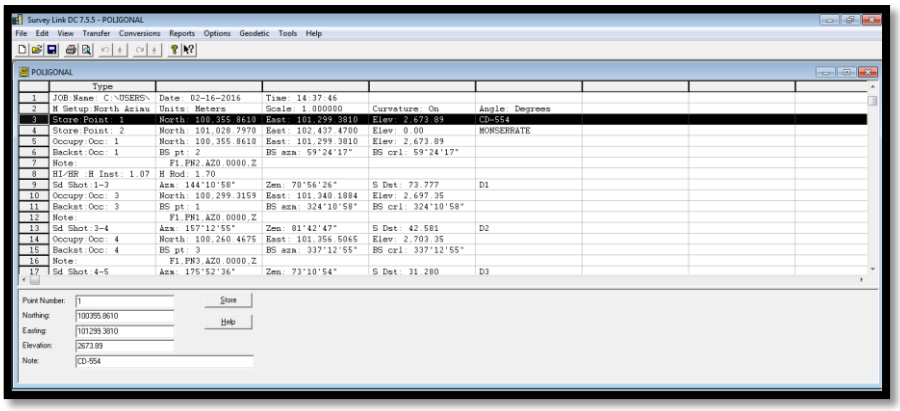


Ilustración 37 Ventana SURVEY LINK crudo estación total

Ya abierto el crudo de la poligonal en formato .rw5 se corrigen las armadas ya que el programa reconoce como ángulo hacia atrás el mismo azimut. Vamos a la casilla ***Backsight Circle*** y remplazamos el valor por cero (Ilustración 38)

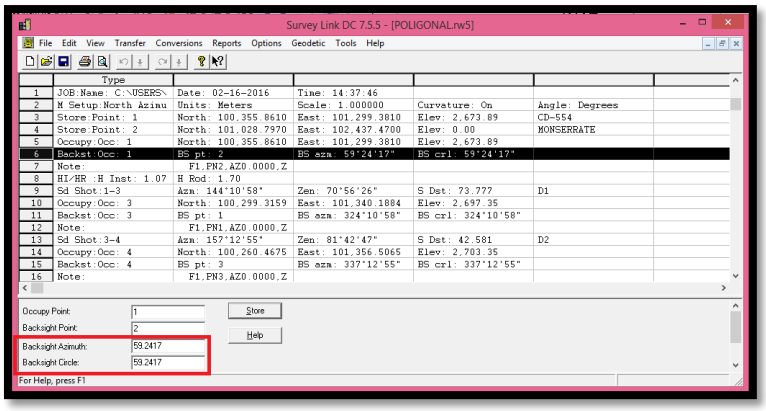


Ilustración 38 Corrección de cartera .rw5

Guardamos los cambios ya corregido al archivo para que queden registrados, se procede a efectuar una conversión del formato para que pueda ser leído por el AutoCAD Civil 3D en este caso la extensión es .fbk, para esto damos click en el botón ***Conversions > Convert file format*** (Ilustración 39).

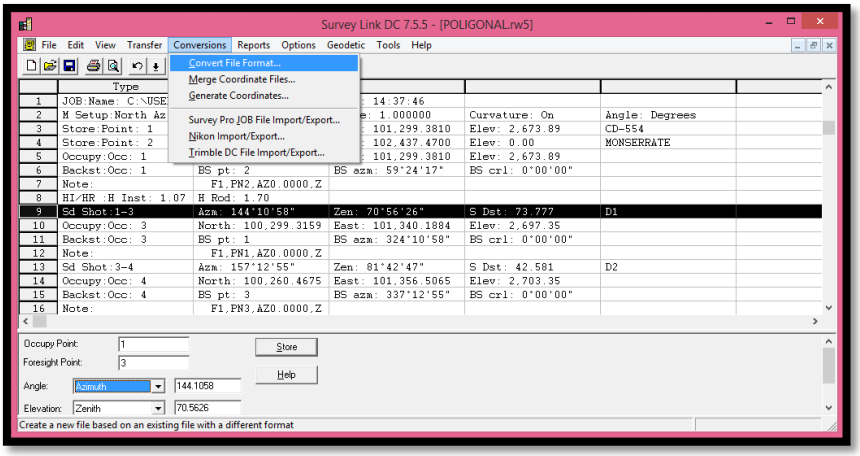


Ilustración 39 Conversions - Convert file format

Desplegándose la ventana emergente ***Convert.*** Una vez en esta ventana elegimos el archivo que vamos a convertir que para nuestro caso es POLIGONAL.rw5 esto se hace en I***nput > Input File Name > Choose File….*** Se despliega entonces la ventana emergente ***Abrir*** donde seleccionamos nuestro archivo. Seguidamente en la casilla ***Output > Output File Name > Choose File…***, desplegándose la ventana emergente ***Guardar Como,*** y damos nombre al archivo de salida. (Ilustración 40)

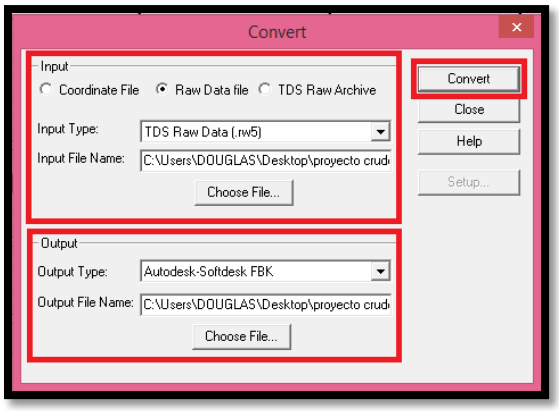


Ilustración 40 Ventana emergente Convert

Damos click en ***Convert*** y aparece una notificación informando que el proceso fue llevado con éxito, damos ***Aceptar*** (Ilustración 41)

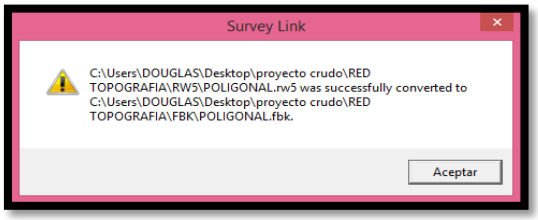


Ilustración 41Notificacion de proceso exitoso

4.4.5. CREACION BASE DE DATOS

Primero desplegamos el menú para edición topográfica, para ello vamos a *Inicio>Paletas> Espacio de Herramientas.* (Ilustración 42)

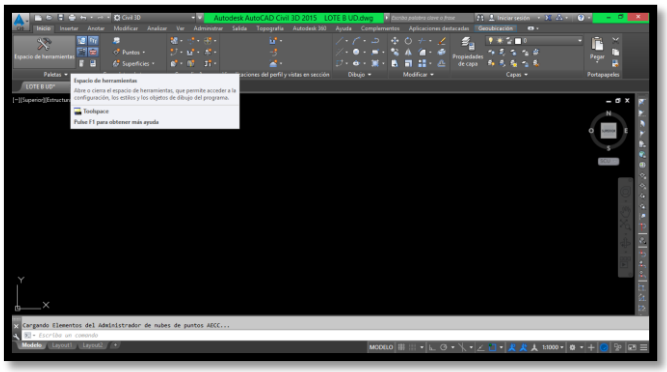


Ilustración 42 Icono TOOLSPACE edición topográfica.

Al desplegarse la nueva ventana, encontramos cuatro nuevas pestañas Prospector, Configuración, Caja de Herramientas Topografía. (Ilustración 43)

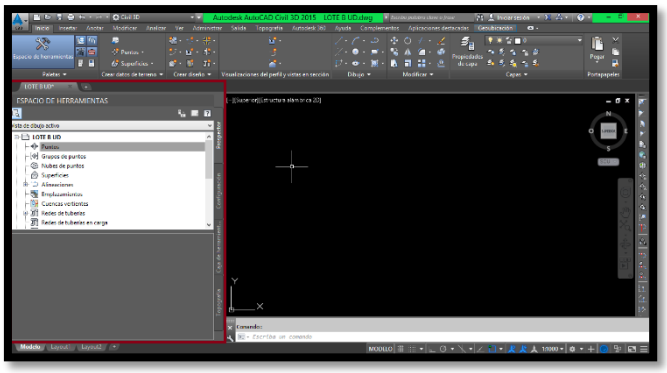


Ilustración 43 Pestañas Prospector, Settings, Survey y Toolbox.

Paso a seguir debemos realizar es la configuración de nuestro sistema de coordenadas y para ello lo realizaremos en la pestaña ***Configuración*** en la barra de comandos en el ***Espacio de Herramientas***, en donde encontramos la configuración de nuestro archivo. Damos clic derecho sobre el nombre del archivo y al desplegarse la ventana damos nuevamente clic en ***Editar Configuración del dibujo.*** (Ilustración 44)

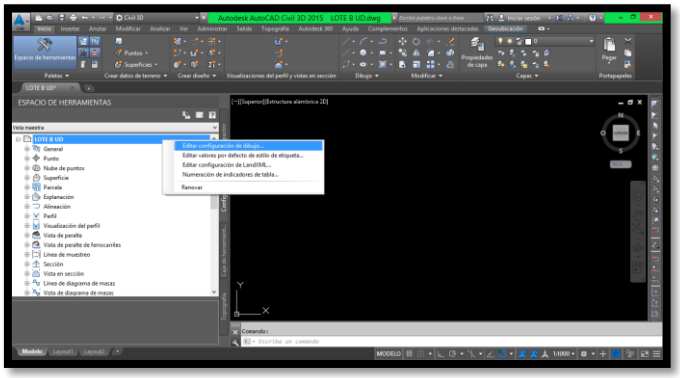


Ilustración 44 Configuración de propiedades de dibujo.

Hecho esto se desplegara la ventana emergente de ***Configuración de dibujo***, en la pestaña ***Unidades y huso*** definiremos las unidades de dibujo sistema de coordenadas proyección y cota de referencia. (Ilustración 45)

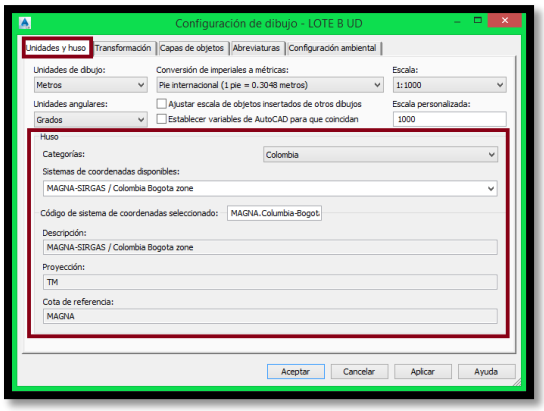


Ilustración 45 Configuración de dibujo

Para crear la base de datos, primero elegimos la carpeta contenedora. Se debe acceder la pestaña ***Topografia*** de la barra de comandos del ***Espacio de Herramientas*** y damos clic derecho en ***Bases de datos de levantamientos***, al desplegarse la ventana damos clic en ***Establecer Carpeta de trabajo*** (Ilustración 46)***,*** para darle la ubicación a nuestra Base de datos. Al abrirse la nueva ventana damos la ubicación de la Base de datos, dejando seleccionada la carpeta contenedora de nuestro proyecto, damos clic en aceptar. (Ilustración 47)

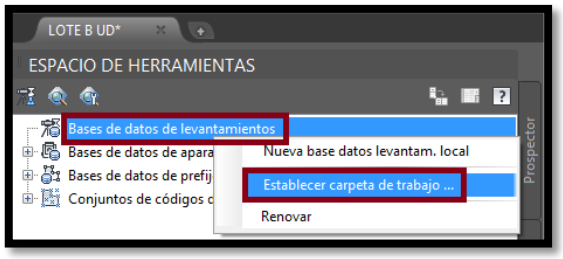


Ilustración 46 Ubicación base de datos

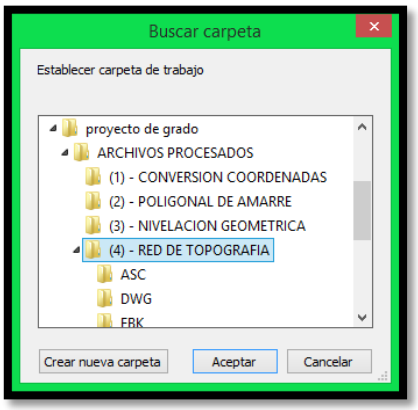


Ilustración 47 Localización carpeta contenedora proyecto

Una vez elegida la carpeta a continuación damos nombre a la Base de datos, para esto damos clic derecho en ***Bases de datos de levantamientos***, al desplegarse la ventana dimos clic en ***Nueva base de datos de levantamiento local***, (Ilustración 48), se genera una nueva ventana, en la cual debemos colocar el nombre de nuestra Base de Datos. (Ilustración 49)

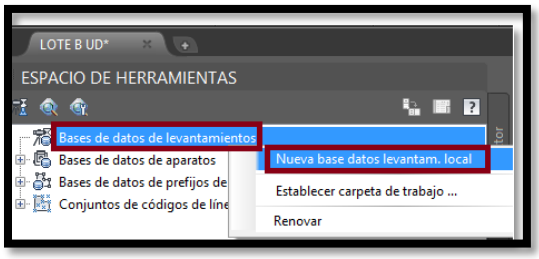


Ilustración 48 Creación base de datos

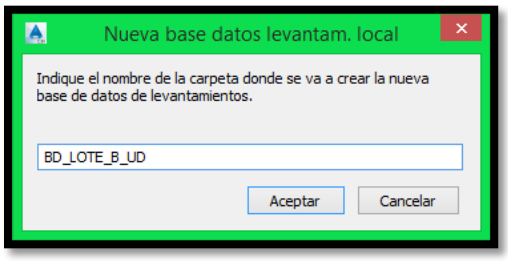


Ilustración 49 Nombre base de datos creada

Dando clic en ***Aceptar*** se despliegan las características de nuestra Base de datos donde comenzaremos a procesar nuestro archivo crudo para así, obtener la nube de puntos definitiva, ajustada y corregida. Lo primero que debemos hacer es configurar el archivo para que coincidan tanto en unidades, precisiones, sistemas de medida y lo más importante la forma de ajuste de la red, si es requerida. Para ello damos clic derecho en la Base de datos, anteriormente nombrado y al desplegarse la ventana damos clic en ***Editar configuración de bases de datos de levantamientos.*** (Ilustración 50)

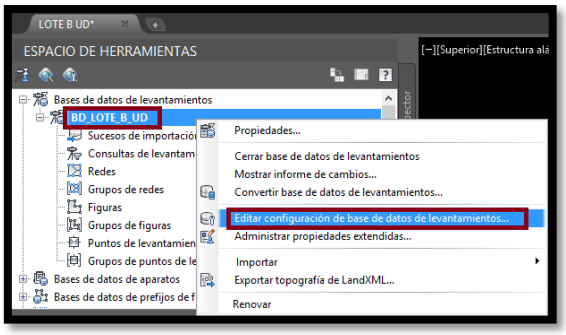


Ilustración 50 Configuración base de datos

Al desplegarse la nueva ventana ***Configuración de base de datos de levantamiento***, cambiamos todos los parámetros que en este caso vienen por defecto en el programa. Lo primero son las ***Unidades***, donde se cambió el sistema de coordenadas, dejando el mismo que se había seleccionado en pasos anteriores, esto para que todo quede en el mismo origen de coordenadas, para nuestro caso es "MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá zone, posterior cambiamos cada uno de los parámetros de las unidades, en el caso del Angulo Grados minutos y segundos, la dirección referida al Norte Azimutal, la Temperatura en Grados Celsius y Presión en Milímetros de Mercurio. (Ilustración 51)

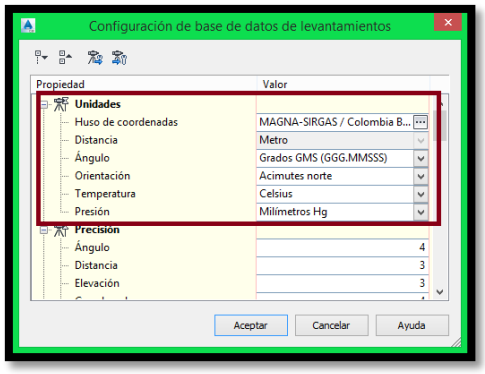


Ilustración 51 Configuración de base de datos de levantamiento

Más abajo en la misma ventana seleccionamos la opción de ***Curvatura y Refracción***, y ***Factor de Escala*** para que podamos realizar correcciones por estos parámetros. Por ultimo seleccionamos en el método de ajuste horizontal la ***Regla del tránsito***, para realizar los ajustes de la poligonal, ya que los datos crudos tomados al momento del levantamiento, por el método de ceros atrás permiten realizar este cálculo de manera más óptima. (Ilustración 52)

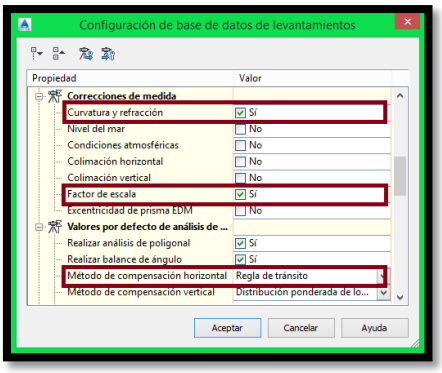


Ilustración 52 Configuración de base de datos de levantamiento

Luego procedemos a crear nuestra Red, damos clic derecho sobre ***Redes>Nuevo***. **"**La cual llamamos ***POLIGONAL"*** Damos nombre y ***Aceptar***. (Ilustración 53 y 54)

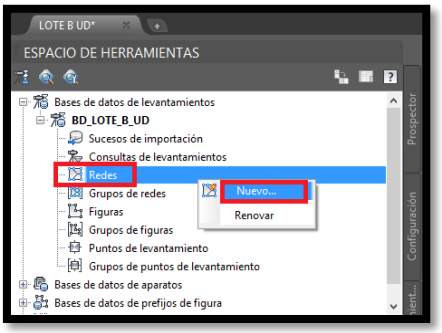


Ilustración 53 Creación red de topografía

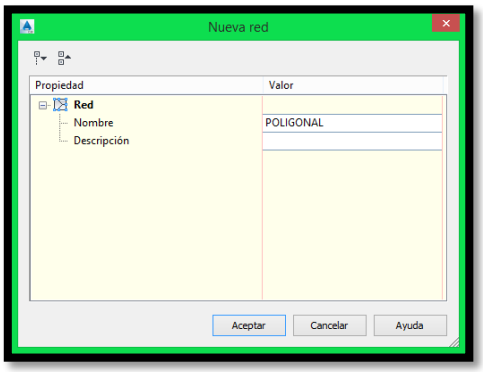


Ilustración 54 Creación red poligonal

4.4.6. IMPORTACION POLIGONAL DE AMARRE

Ahora vamos a importar nuestro "Field book" el cual ya habíamos generado previamente a partir de la conversión de nuestro *.rw5 o archivo crudo, y que se adapta al AutoCAD Civil

3D. Damos clic derecho sobre la Red ya creada en la opción ***Importar*** seleccionamos ***Importar libro de campo.*** (Ilustración 55)

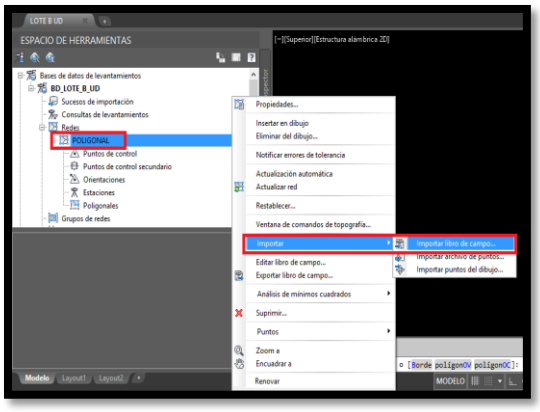


Ilustración 55 Importación libro de campo

Al abrirse la nueva ventana buscamos el archivo previamente convertido, lo seleccionamos y le damos ***Abrir*** (Ilustración 56). Se nos abre una nueva ventana la cual dejaremos por defecto y le daremos nuevamente ***Aceptar*** (Ilustración 57).

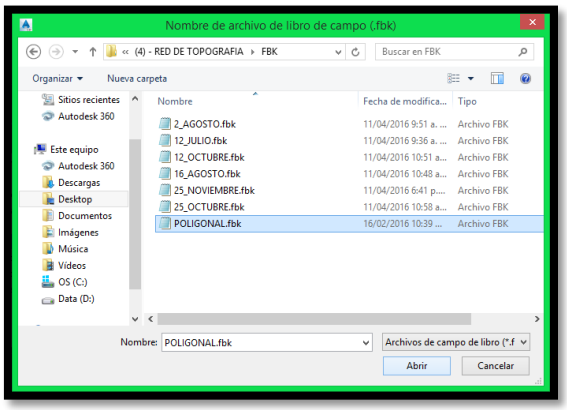


Ilustración 56 Apertura libro de campo .FBK

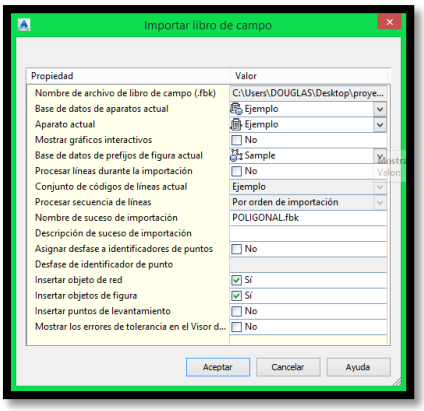


Ilustración 57 Apertura libro de campo .FBK

Se procesa la información obteniendo como resultado los puntos de la poligonal en la base de datos (Ilustración 58).

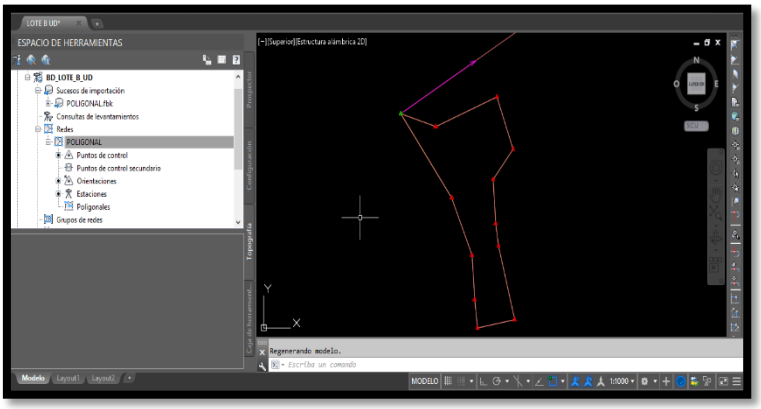


Ilustración 58 Puntos importados

4.4.7. CALCULO DE UNA POLIGONAL (REGLA DEL TRÁNSITO)

Es necesario tener en cuenta que para realizar el cálculo de una poligonal debemos tener presente que la información registrada en campo debió ser tomada de una manera particular y que se debió ejecutar el cierre de la poligonal en campo, realizando nuevamente la primera armada al concluir el circuito.

Debemos identificar las armadas que se realizaron en el levantamiento, las de los puntos de control aparecen triángulos de color verde y de los deltas y auxiliares triángulos de color rojo. El inicio de la poligonal se identifica con una línea de color fucsia, dándome la orientación entre los dos puntos de control. Las líneas de color azul indican cada uno de los "Back sigth" o ceros atrás efectuados desde las armadas. Y por último las líneas de

color rojo muestran los “Side Shot” o disparos a los puntos de detalle de terreno. Seguido en el panel de navegación de la red ***POLIGONAL*** damos clic derecho sobre la opción ***Puntos de control>Editar*** (Ilustración 59), aparecerá la ventana emergente ***Editor de puntos de control…***, procedemos a editar los dos últimos puntos visados de nuestra poligonal para que nos permitan realizar el cálculo, para ello debemos pararnos en cualquier zona del editor y dar clic derecho, damos clic en ***Nuevo*** (Ilustración 60).

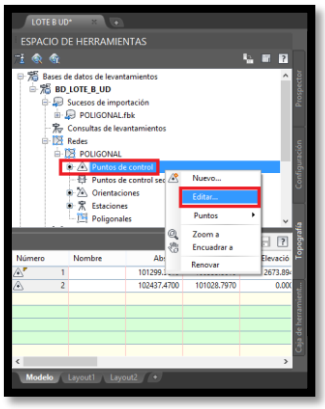


Ilustración 59 Editor puntos de control

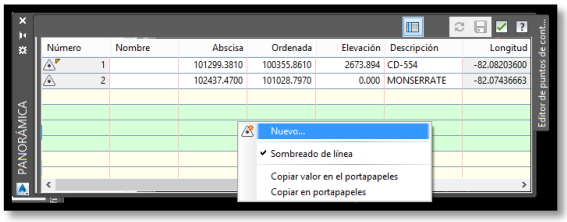


Ilustración 60 Editor puntos de control

Procedemos a introducir los datos de los punto que queremos ajustar, en este caso el **CD-554** y **CN–01**. Si observamos la coordenada actual corresponde a la visada en el levantamiento y trae consigo el error con el que se llegó al cierre y no a la real del **CD-554** (Ilustración 61).

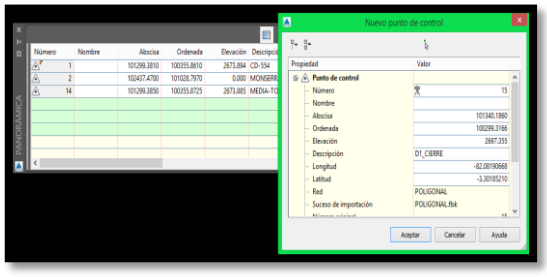


Ilustración 61 Creación puntos de control

Se reemplazó cada una de las coordenadas, incluida la cota, solamente seleccionando cada una y sobrescribiéndola. Las coordenadas deben ser las mismas del amarre, con esto el programa determinara cual es la poligonal y así podrá procesarla y ajustarla. Como se aprecia a continuación ya debe aparecer la información de los nuevos puntos de control y las coordenadas deben ser las mismas a las de los puntos de inicio que aparecen en la misma ventana. Posteriormente damos clic en el chulo de la parte superior derecha para aprobar lo que acabamos de modificar (Ilustración 62).

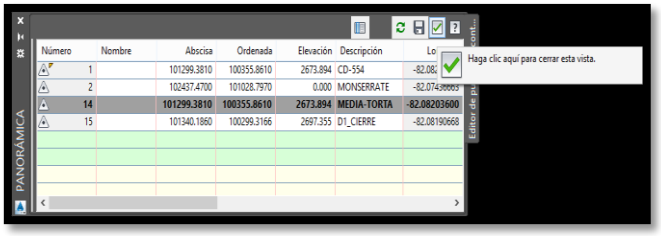


Ilustración 62 Creación puntos de control

A continuación debemos actualizar nuestra ***POLIGONAL*** para que apliquen los cambios que acabamos de realizar. Para ello en el ***Espacio de herramientas*** damos clic derecho sobre la ***POLIGONAL***, al desplegarse el submenú damos clic en ***Actualizar red*** (Ilustración 63).

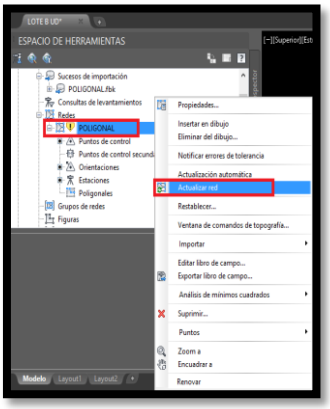


Ilustración 63 Actualización red

En el botón ***Estaciones*** damos clic derecho y al desplegarse el sub-menú damos clic en ***Editar*** (Ilustración 64).

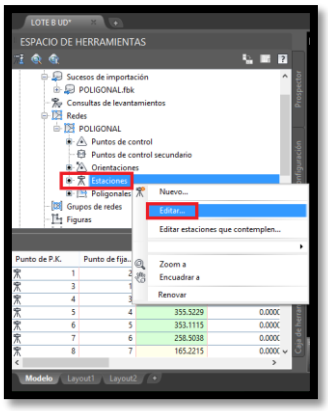


Ilustración 64 Editor de estaciones

Aparece la ventana emergente ***Editor de estaciones***, donde podemos apreciar cada una de las armadas y sus puntos visados. Ubicándonos en la armada donde queramos ver cada disparo y dando clic derecho se despliega un Sub-menú en el cual daremos clic en ***Editar observaciones*** (Ilustración 65). Automáticamente se desplegara una nueva pestaña con la información de dicha armada. Podemos identificar con líneas verdes oscuras cada uno de los puntos radiados, además en el punto donde se tomó el "Backsigth" o ceros atrás y al final de la línea se verá un prisma de color fucsia, los disparos de radiación se identificaran con líneas de color verde y el punto de la poligonal con el prisma de color verde (Ilustración 66).

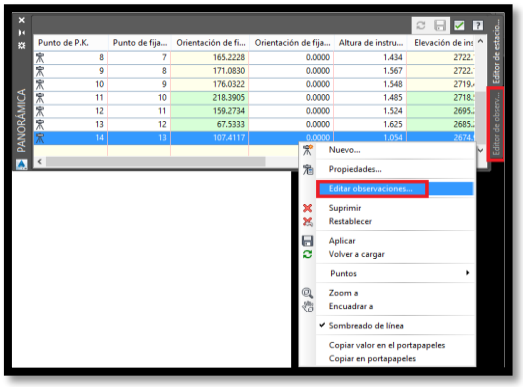


Ilustración 65 Editor de observaciones

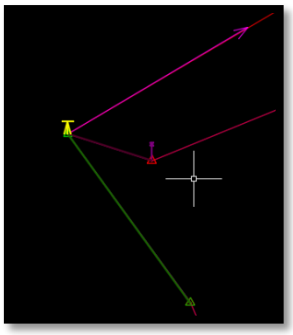


Ilustración 66 Editor de observaciones

Ahora que tenemos los puntos de control y hemos revisado las armadas procedemos a generar nuestra poligonal. Damos clic derecho sobre el botón ***Poligonales*** y al desplegarse en sub-menú damos clic en ***Nuevo*** (Ilustración 67).

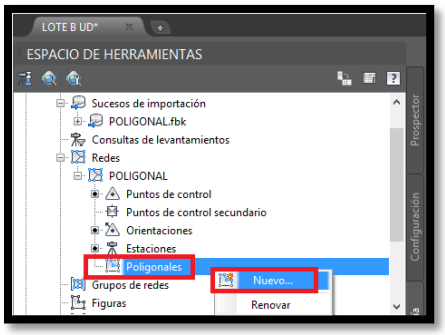


Ilustración 67 Generación poligonal

Damos un nombre a nuestra poligonal, seguido escribimos el número del punto donde comenzó la poligonal, que para este ejemplo es 1, si se realizó la poligonal adecuadamente y está bien configurada, el programa la detectara automáticamente y aparecerá la totalidad de la información como por ejemplo orientación inicial o Backsigth, cada uno de los vértices de la poligonal y la fijación final o Final Foresigth. El cual corresponde al punto de control que anteriormente editamos. Damos ***Aceptar*** y salimos (Ilustración 68).

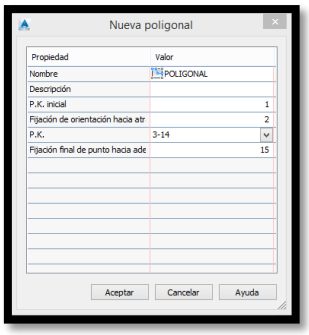


Ilustración 68 Generación poligonal

Seleccionamos nuevamente ***Poligonales***, pero esta vez al desplegarse la información en la parte inferior izquierda daremos clic derecho sobre la poligonal que acabamos de crear, en el sub-menú que aparece damos clic en ***Análisis de poligonal*** (Ilustración 69).

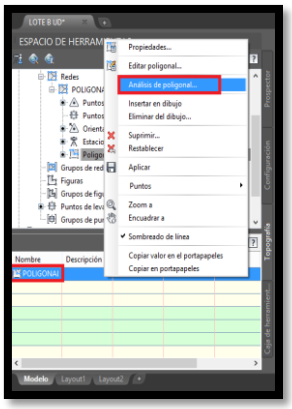


Ilustración 69 Análisis de poligonal

Se despliega la ventana ***Análisis de poligonal*** que nos permitirá realizar el cálculo y ajuste de nuestra poligonal. Es necesario que la opción ***Actualizar base de datos de levantamientos*** no este seleccionada porque realizaríamos el ajuste de la poligonal y la idea es que se revise el cálculo antes de ajustar, además de saber la precisión de la misma y si es lo esperado. Damos clic en ***Aceptar*** (Ilustración 70).

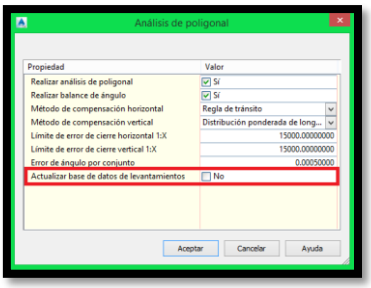


Ilustración 70 Análisis de poligonal

Una vez aceptado se generaran diferentes archivos en la carpeta que se estableció para el manejo de la red (Ilustración 71).

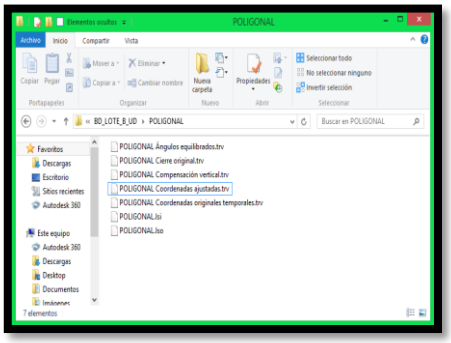
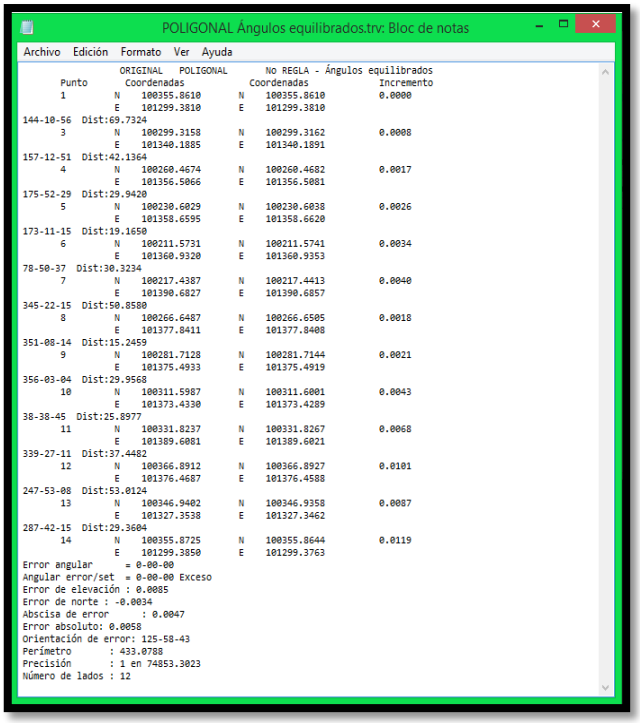
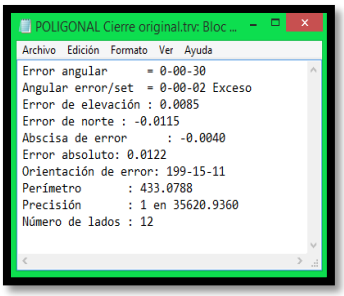


Ilustración 71 Archivos de cálculo generados

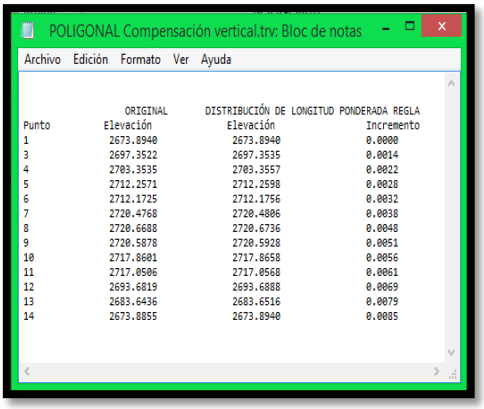
Estos archivos comprenden: Ángulos equilibrados .trv



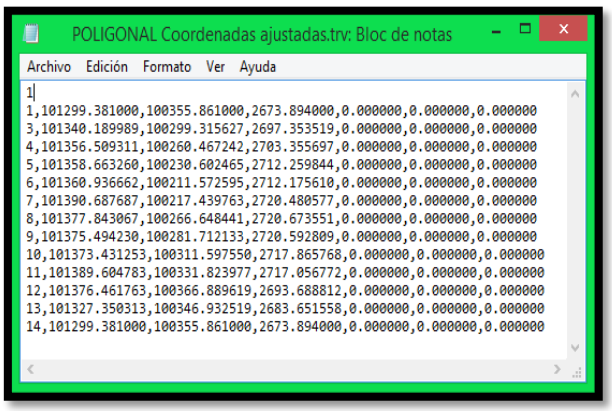
Cierre original .trv: Este nos indica la precisión de la poligonal la cual fue de 1 en 35620.936, lo que nos indica que dio muy buena precisión



Compensación vertical .trv



Coordenadas ajustadas .trv



Volvemos nuevamente a dar clic en ***Análisis de poligonal***, es necesario que la opción ***Actualizar base de datos de levantamiento*** ahora si este seleccionada puesto que conocemos la precisión y al ser buena podemos realizar el ajuste de la poligonal, damos ***Aceptar*** (Ilustración 72) y nuevamente tenemos los archivos de extensión *.trv.

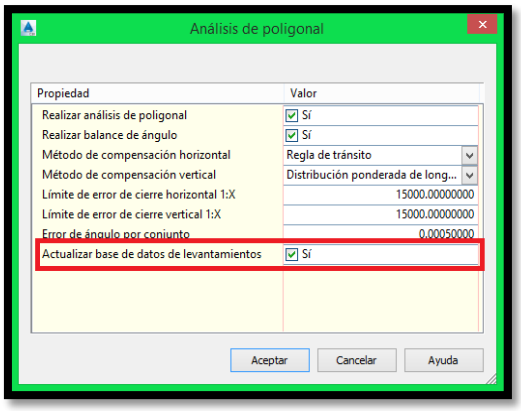


Ilustración 72 Ajuste poligonal

Para finalizar debemos ocultar la ***POLIGONAL*** en el dibujo y mostrar la nube de puntos ya ajustada. Para esto damos clic derecho nuevamente sobre nuestra ***POLIGONAL*** y nos ubicamos sobre la opción de ***Puntos***, donde se desplegara una nueva ventana y le daremos clic sobre ***Insertar en dibujo*** (Ilustración 73). Seguido damos nuevamente clic derecho sobre la ***POLIGONAL*** y daremos clic sobre la opción ***Eliminar del dibujo*** (Ilustración 74) para ocultarla y poder trabajar solamente con los puntos "de ser necesario visarla nuevamente damos clic sobre ***Insertar en dibujo***", aparece la pregunta ***¿Seguro que desea suprimir estos objetos de este dibujo?,*** a la cual damos ***SI***.

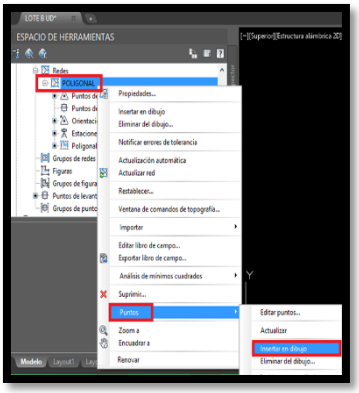


Ilustración 73 Importación puntos poligonal ajustada

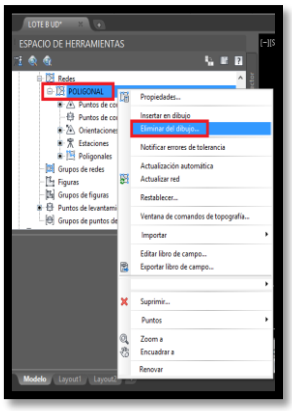


Ilustración 74 Eliminación poligonal ajustada

Debemos dejar los puntos libres o desbloqueados para poder realizar pequeños cambios en el dibujo, si fuese necesario, para ello damos clic derecho sobre la ***POLIGONAL*** e iremos a ***Puntos*** al desplegarse la nueva ventana damos clic en ***Desbloquear en dibujo*** (Ilustración 75).

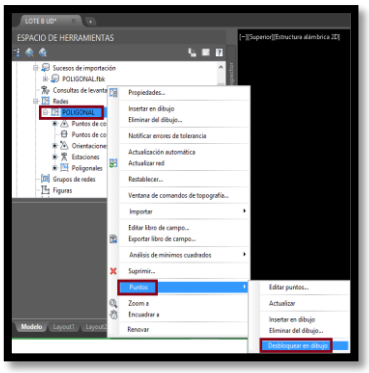


Ilustración 75 Desbloqueo puntos poligonal ajustada

4.4.8. IMPORTACIÓN DE LEVANTAMIENTO DE DETALLES

Una vez creada la red de topografía, calculada la poligonal y ajustada en el modelo, se procede a insertar los puntos de detalles y dibujar el respectivo modelo. Para esto en el ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** **>** ***Prospector*** **>** desplegamos el menú de nuestro proyecto ***LOTE B UD*** damos clic derecho en ***Puntos*** **>** ***Crear*** (Ilustración 76). Se despliega la ventana flotante ***Crear puntos,*** en esta, elegimos la opción ***Importar puntos*** (Ilustración 77).

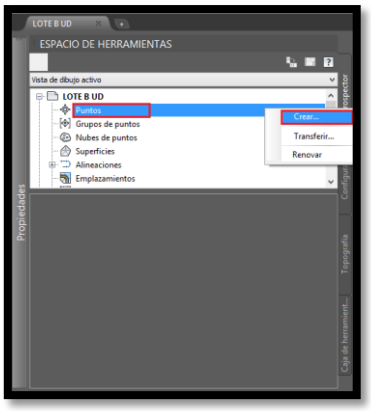


Ilustración 76 Importación puntos



Ilustración 77 Ventana flotante Crear Puntos

En la ventana emergente ***Importar puntos,*** seleccionamos sobre el icono ***Añadir archivos,*** buscamos los archivos de levantamiento en formato .ASC y añadimos cada uno de estos, verificamos que el archivo sea reconocido por el software revisando su estado, en la ventana ***Especificar formato de archivo de puntos (filtro ACT),*** seleccionamos el tipo de formato, por ultimo damos en ***Aceptar*** (Ilustración 78).

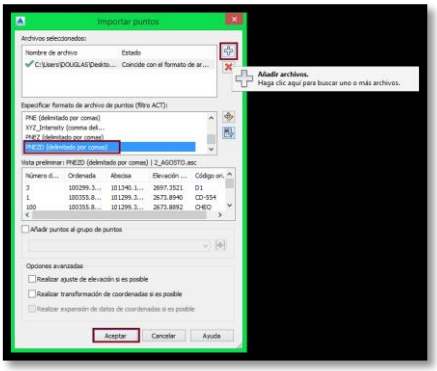


Ilustración 78 Importación archivos crudos

Vemos la nube de puntos completa del levantamiento (Ilustración 79). Para facilitar la forma en la que se interpretan los datos y su manejo en el software, se decidió clasificar los puntos por grupos según su descripción, para esto en ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** > ***Prospector*** > desplegamos el menú de nuestro proyecto ***LOTE B UD*** damos clic derecho en ***Grupos de puntos*** > ***Nuevo*** (Ilustración 80).

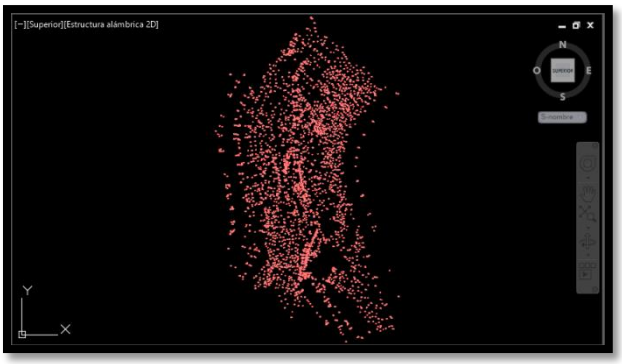


Ilustración 79 Puntos importados

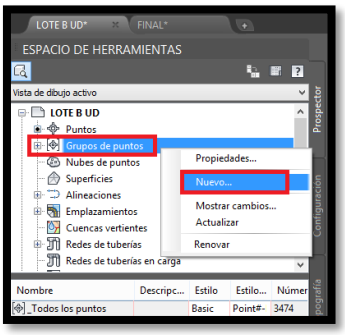


Ilustración 80 Creación grupo de puntos

Se despliega la ventana emergente ***Propiedades de grupo de puntos.*** En la pestaña ***Información*** llenamos las casillas que describen nuestro grupo de puntos ***Nombre, Descripción,*** en los ***Estilos por defecto*** podemos cargar los estilos que vienen por defecto en la plantilla métrica o dar clic en el botón que aparece al lado para cargar una copia y poderla modificar a nuestras necesidades creando el ***Estilo de punto Basic (copia).*** Lo mismo podemos hacer con ***Estilo de etiqueta de punto*** el cual dejamos el que viene precargado por defecto ***Point# Elevation-Description*** (Ilustración 81).

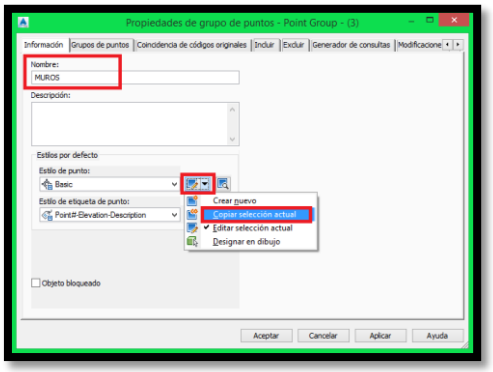


Ilustración 81 Propiedades de grupo de puntos

Dando clic en ***Copiar selección actual*** se despliega la ventana emergente ***Estilo de punto,*** en la pestaña ***Información*** podemos dar valores como ***Nombre Descripción*** además de fechas de creación y modificación. En la pestaña ***Visualización*** podemos cambiar el color de identificación del punto en el modelo a la hora de orbitarlo y en planta (Ilustración 82 y 83). Una vez creado nuestro estilo de punto damos ***Aceptar.***

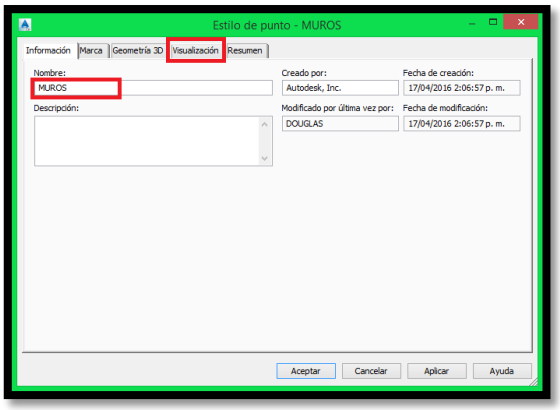


Ilustración 82 Estilo de punto

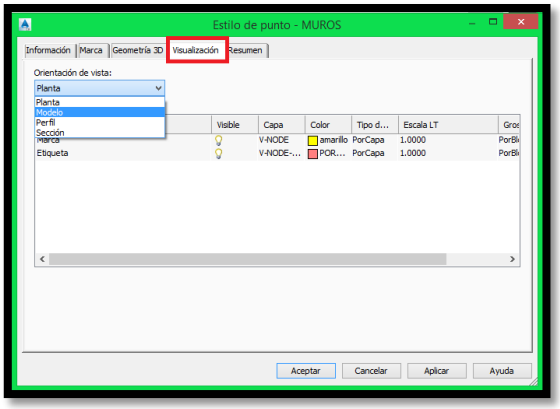


Ilustración 83 Estilo de punto

Volvemos a la ventana de ***Propiedades de grupo de puntos*** damos clic en la pestaña **incluir** (Ilustración 84) y seleccionamos la manera en que reconoce los códigos para el grupo de puntos en nuestro caso seleccionamos la casilla ***Con códigos originales que coincidan con:*** y ponemos los diferentes códigos que entraran en nuestro grupo de puntos ***MUROS*** (separados por comas para que sean procesados por el programa). Damos clic en Aplicar y Aceptar.

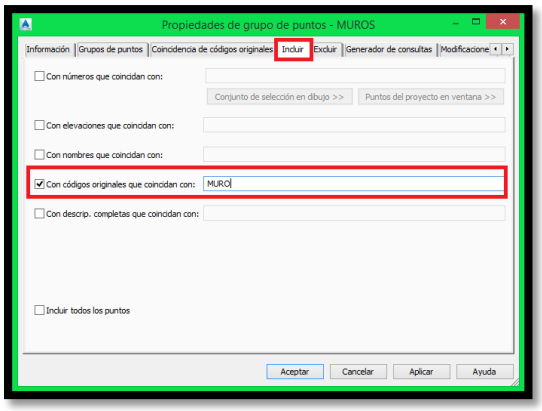


Ilustración 84 Propiedades de grupo de puntos

Obtenemos entonces nuestro grupo de puntos ***Muro*** con el boceto elaborado por el programa (Ilustración 85), el tamaño de los puntos puede ser editado con la ***Escala de anotación.***

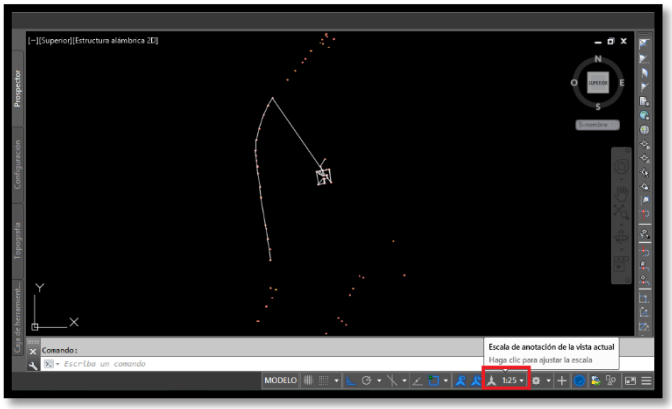


Ilustración 85 Línea de rotura creada

Para terminar el modelo es necesario unir un determinado número de puntos de un grupo, para poder realizar trabajos en específico, como delimitar cerramientos, vías, accesos etc. Para ello digitamos el comando ***3DPOL*** y procedemos a unir los puntos para formar los diferentes detalles que se encontraron en la zona de trabajo.

4.4.9. CREACIÓN DE SUPERFICIES

Una vez separados los puntos por grupos de trabajo y unidos los puntos para la elaboración de nuestro modelo (Ilustración 86), procedemos a generar la superficie de terreno con la que comparamos el volumen de material que se removió durante las obras de mejoramiento.

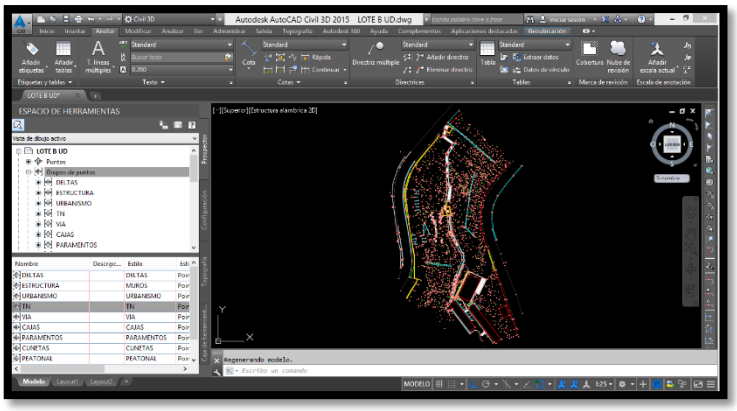


Ilustración 86 Planimetría levantamiento lote B

Para generar la superficie vamos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** > ***Prospector*** > ***Superficies.*** Ubicados aquí damos clic derecho en ***crear superficie*** (Ilustración 87).

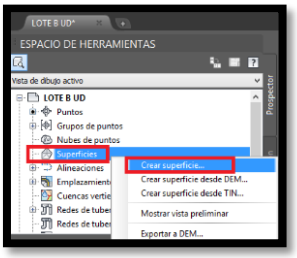


Ilustración 87 Creación superficie de terreno

Inmediato se despliega una ventana llamada crear superficie en la opción tipo se nos despliegan diferentes opciones

Superficie TIN (Triangular Irregular Network): trabaja por medio de una malla de triangulación irregular la cual genera triangulaciones entre punto y punto interpolando sus alturas teniendo en cuenta su menor distancia. **Superficie de rejilla**: genera superficies por medio de curvas de nivel o por medio de archivos DEM “imágenes con información de elevación), por lo general es más liviana que la superficie TIN. **Superficie de volumen de rejilla:** muy útil para el cálculo de volúmenes por superposición de superficies una como base y la otra como comparación. **Superficie de volumen TIN:** igual que el ítem anterior calcula volúmenes por superposición de superficies, pero a diferencia del anterior esta utiliza de Malla de triangulación irregular.

Para nuestro caso escogeremos la superficie TIN (Ilustración 88).

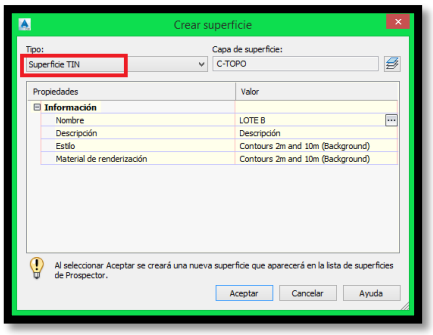


Ilustración 88 Superficie TIN

En la parte de la información se divisan diferentes valores para cambiar: nombre, descripción, estilo, material de renderización. En nuestro caso solo damos nombre y dejamos los demás valores por defecto. Para ver la superficie es necesario definirla para ello se ingresa a ***Superficies > LOTE B >Definición > Grupos de puntos >Añadir*** (Ilustración 89).

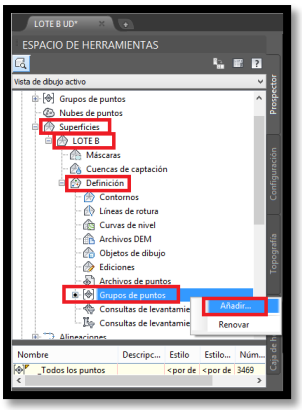


Ilustración 89 Nuevo grupo de puntos

Se despliega entonces la ventana ***Grupos de puntos***, la cual nos permite seleccionar uno o varios grupos de puntos según las necesidades para nuestro caso seleccionamos el grupo que contiene ***_Todos los puntos.*** Luego clic en ***Aplicar > Aceptar*** (Ilustración 90).

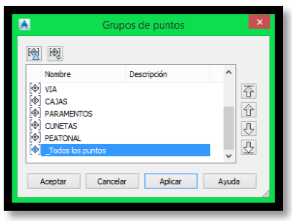
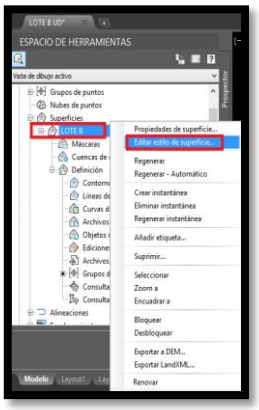


Ilustración 90 Selección grupo de puntos

Generada la superficie se hace la adecuada presentación, hay que tener en cuenta los ajustes y correcciones que sean necesarios dado que los puntos pueden formar intersecciones en la triangulación generando deformaciones en el modelo.

Para poder determinar en qué zonas encontramos estas deformaciones es necesario visualizar la triangulación sobre el modelo para esto ingresamos al ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS > Superficies LOTE B*** y damos clic derecho sobre la superficie para acceder a ***Editar estilo de superficie*** (Ilustración 91).



n

Ilustración 91 Editar superficie

Se despliega la ventana emergente de ***Estilo de superficie*** una vez en esta buscamos la pestaña ***Visualización*** en la opción ***Orientación de vista*** se trabaja con el entorno de ***Planta*** y ***Modelo,*** al seleccionar cada una de estas opciones podemos ver en la ventana ***Visualización de componente*** el entorno o ***Tipo de componente*** y si es ***Visible.*** En los dos entornos desactivamos los componentes dando clic en el icono y únicamente dejamos activado el componente ***Triángulos*** (Ilustración 92).

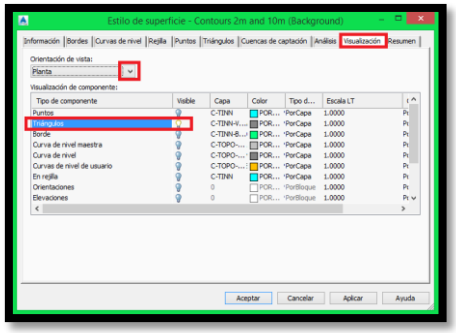


Ilustración 92 Estilo de superficie

Una vez activada la visualización de la triangulación podemos ver las deformaciones que se presentan ejemplo la ilustración donde observamos la arista que se forma entre el punto de la corona del muro y el sardinel formando un triángulo que no da la precepción de la verticalidad del muro (Ilustración 93).

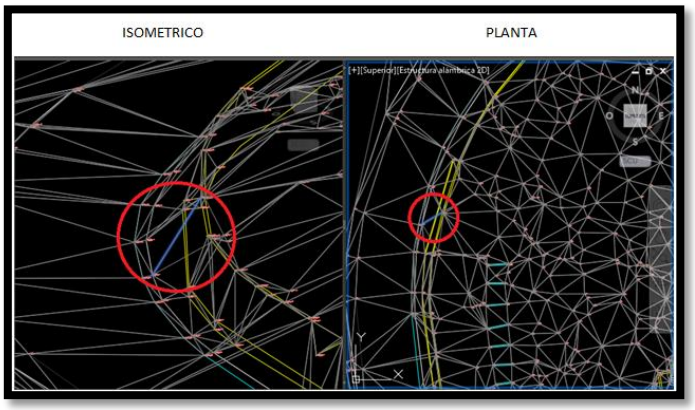


Ilustración 93 Triangulación superficie

Para conformar adecuadamente el modelo se utilizan las diferentes opciones que tiene el programa, como ***Definición, Modificar y líneas de rotura.***

Para ingresar a ***Definición*** vamos al ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS > Superficies > LOTE B,*** damos clic derecho y seleccionamos ***Propiedades de superficie*** (Ilustración 94).

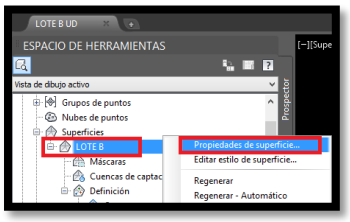


Ilustración 94 Propiedades de superficie

Se despliega la ventana emergente ***Propiedades de superficie*** buscamos la pestaña ***Definición*** en la cual encontramos las ***Opciones de definición*** con tres menús desplegables ***Generar, Operaciones con datos y Operaciones de edición*** en nuestro caso solo desplegaremos el menú ***Generar*** donde se encuentran diferentes opciones que se modifican para generar una superficie más adecuada (Ilustración 95).

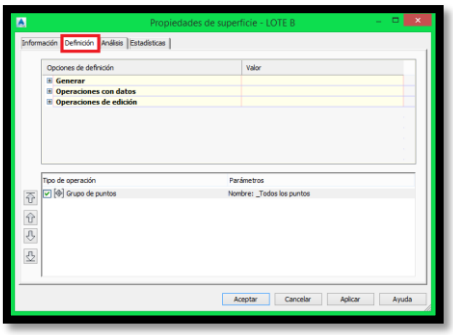


Ilustración 95 Propiedades de superficie - Definición

En el menú desplegable ***Generar*** solo definimos ***Utilizar longitud de triángulo máxima*** dando ***Sí*** y la ***Longitud de triángulo máxima*** usada es de ***12.000 metros.*** Damos clic en ***Aceptar*** (Ilustración 96). Una vez establecidos estos parámetros se genera la pregunta ***La definición de superficie se ha modificado y se debe regenerar ¿Qué desea hacer?*** A la cual responderemos dando clic en ***Regenerar la superficie*** (Ilustración 97).

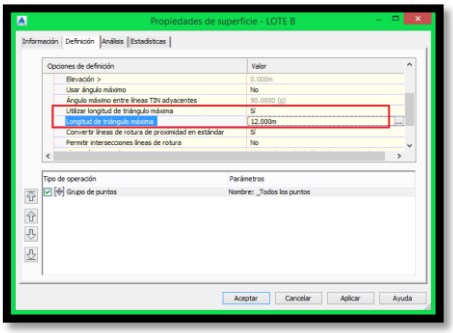


Ilustración 96 Propiedades de superficie - Definición

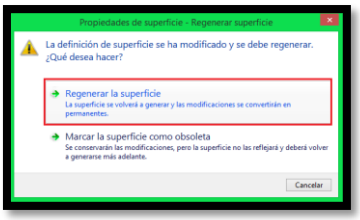


Ilustración 97 Propiedades de superficie - Definición

Se observa como la superficie se ha regenerado desapareciendo las líneas mayores a 12 metros (Ilustración 98), para mejorar la presentación de la superficie es necesario modificarla en las zonas donde haga falta para ello vamos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS > Superficies > LOTE B > Definición > Ediciones,*** damos clic derecho desplegando el menú de ediciones que nos permite manejo de líneas, manejo de puntos entre otros (Ilustración 99).

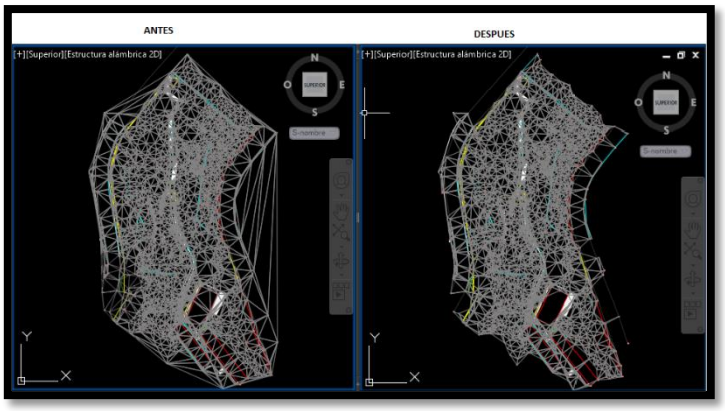


Ilustración 98 Superficie regenerada

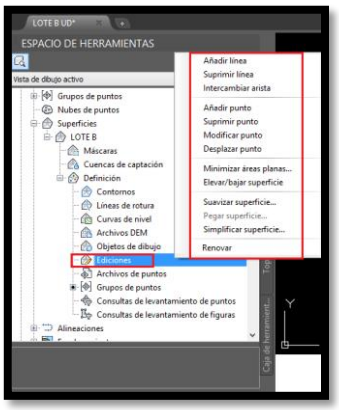


Ilustración 99 Ediciones superficie de terreno

Además usamos las ***Líneas de rotura*** las cuales resultan imprescindibles para crear un modelo de superficie preciso estas nos permite definir elementos como muros de contención, bordillos, corrientes de agua entre otros. Las líneas de rotura hacen que la triangulación de la superficie se produzca a lo largo de la línea de rotura, impidiendo el cruce de la misma. Para una superficie TIN se pueden definir diferentes tipos de ***Líneas de rotura***

Estándar: se define mediante la designación de líneas 3D, líneas características y polilíneas 3D

Proximidad: se define mediante el dibujo o designación de las coordenadas XYZ de los vértices más próximos a la entidad o los puntos que la definen.

Muro: Se define mediante líneas características de explanación, líneas 3D o polilíneas 3D, o bien precisando puntos. Una línea de rotura de muro se almacena como una estándar, aunque se define de forma diferente: se proporciona un lado de desfase para toda la línea de rotura y una diferencia de elevación para cada vértice o para la línea de rotura completa.

No destructiva: Se define mediante líneas características de explanación y objetos de AutoCAD abiertos o cerrados. Una línea de rotura no destructiva mantiene la integridad de la superficie original.

Una vez definido el modelo se obtienen unas curvas de nivel óptimas para la presentación del trabajo. Para mejorar la presentación del plano procedemos a eliminar algunos contornos para optimizar la visualización de las zonas en el plano para ello entramos en ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS >Superficies > LOTE B >Definición > Contornos*** damos clic derecho y damos ***Añadir*** (Ilustración 100)**…,** desplegando la ventana ***Añadir contornos*** en la que definimos ***Nombre y Tipo*** (Ilustración 101) y se acepta.

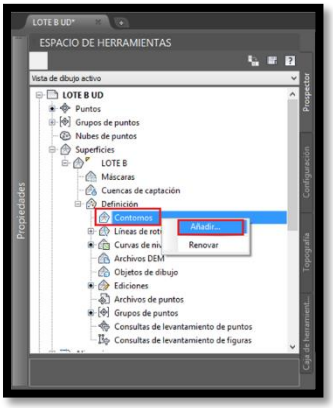


Ilustración 100 Creación contornos

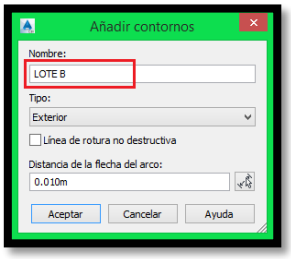


Ilustración 101 Añadir contornos

Seleccionamos el contorno creado anteriormente con poli-línea de color rojo (ilustración 102), definido de acuerdo a la necesidad de las curvas de nivel a generar, en este caso se creó un contorno sobre la estructura existente para que no se presente cruce en curvas y también como presentación para la visualización de datos. Una vez seleccionado el contorno se revisa el modelo, y se eliminan los triángulos sobrantes para poder generar las curvas de nivel requeridas.

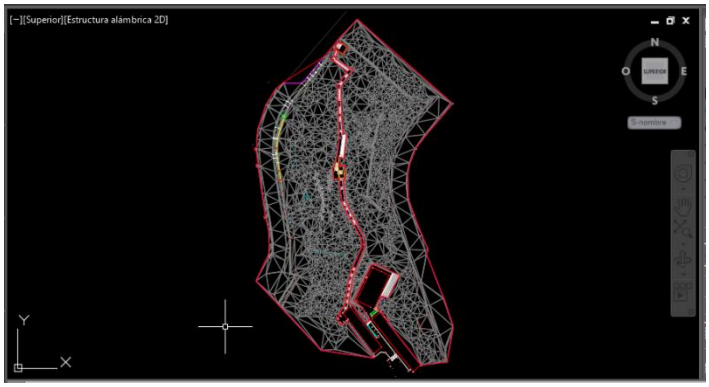


Ilustración 102 Contorno guía triangulación

Procedemos a generar las curvas de nivel requeridas, para este proyecto se estableció las curvas principales cada 5 m y las curvas secundarias cada 1 m. Nos dirigimos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS >Superficies > LOTE B > Clic derecho > Editar estilo de superficie*** (ilustración 103)**,** se despliega la ventana llamada ***Estilo de superficie,*** acá podemos modificar diferentes ítems de la superficie, nos dirigimos a la pestaña ***Visualización,*** donde prendemos los layers y modificamos el color de las curvas, también apagamos los layers de triangulación, puntos y contorno, aplicamos (ilustración 104). Este proceso se realiza sobre el modelo y la planta, revisando ***Orientación de vistas.*** Posteriormente nos dirigimos a la pestaña ***Curvas de nivel,*** en propiedades seleccionamos el menú desplegable ***Intervalos de curva de nivel,*** donde ingresamos los intervalos de curvas principales (5m) y secundarias (1m), en el menú desplegable ***Suavizado de curva de nivel*** seleccionamos verdadero en ***Suavizar curva de nivel,*** aumentamos al máximo, aplicamos y aceptamos (ilustración 105).

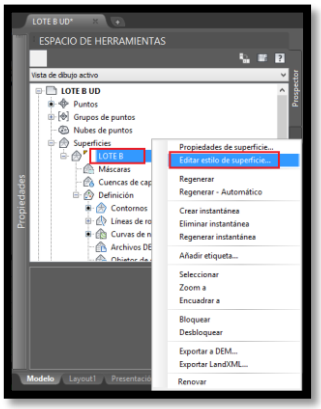


Ilustración 103 Edición estilo de superficie.

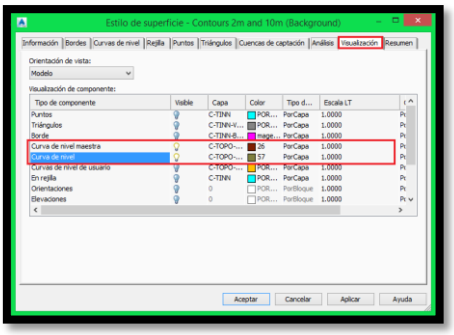


Ilustración 104 Visualización modelo.

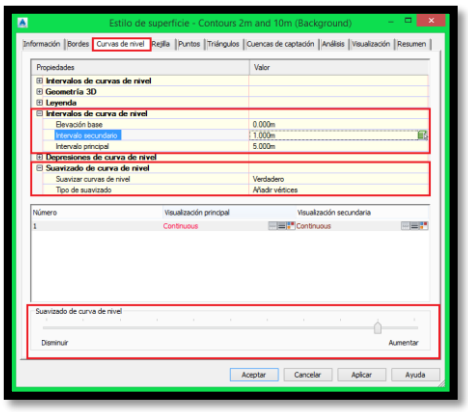


Ilustración 105 Modificación curvas de nivel.

Para etiquetar las curvas de nivel, en el grupo de botones nos vamos a ***Anotar,*** allí seleccionamos ***Añadir etiquetas > Superficie*** y en el submenú elegimos ***Curva de nivel – Múltiple en el intervalo*** (ilustración 106), elegimos las curvas a etiquetar trazando una diagonal sobre estas (ilustración 107).

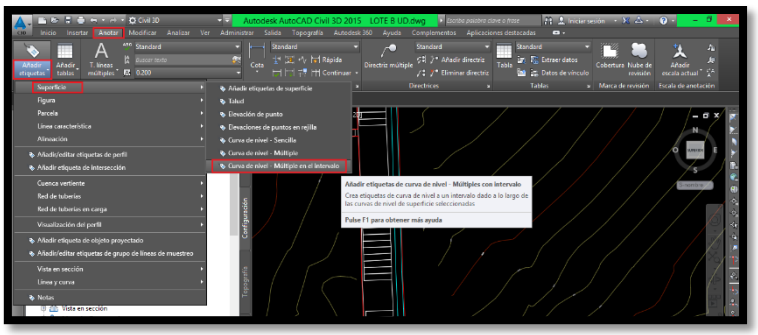


Ilustración 106 Añadir etiquetas.

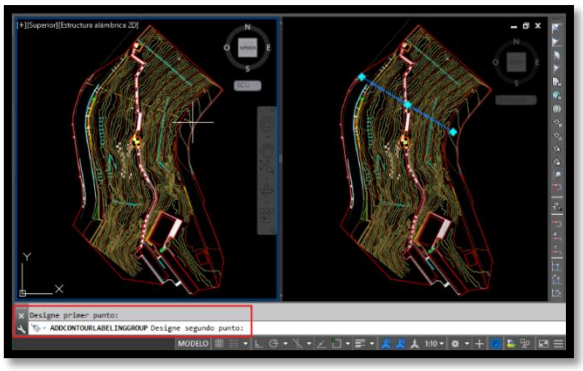


Ilustración 107Selección curvas de nivel a etiquetar.



Ilustración 108 Curvas anotadas

4.4.10. CREACIÓN DE SUPERFICIES A PARTIR DE CURVAS

Para poder calcular el volumen de material removido en la zona de estudio se hace necesaria la creación de una superficie a partir de las curvas de nivel existentes en el plano elaborado para el proyecto "*control topográfico del deslizamiento en el lote b del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*" (ilustración 109). Se chequea que la geometría, ubicación y cotas de referencia sean confiables para seguir con el proyecto.

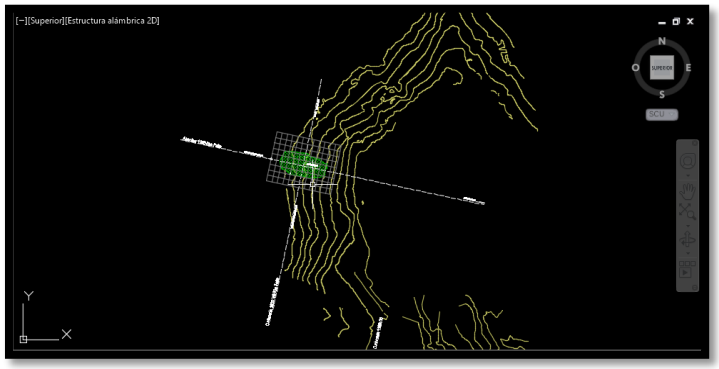


Ilustración 109 Plano elaborado para el proyecto "control topográfico del deslizamiento en el lote b del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas"

Procedemos a crear la superficie, para esto vamos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** > ***Prospector*** > ***Superficies***, damos clic derecho y elegimos ***Crear Superficie*** (Ilustración 110), desplegándose la ventana flotante ***Crear Superficie,*** en esta ventana podemos dar nombre, descripción y otros valores a nuestra superficie, damos ***Aceptar*** (Ilustración 111).

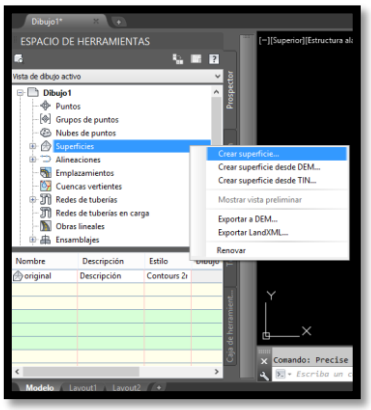


Ilustración 110 Crear superficie.

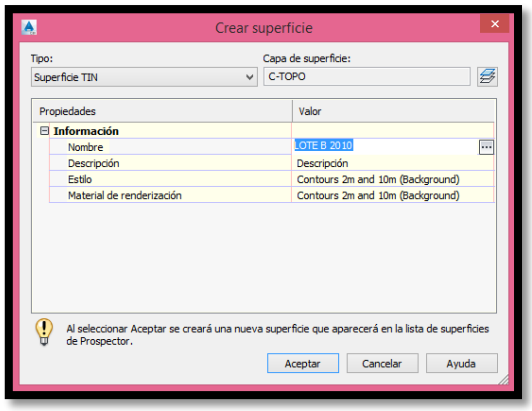


Ilustración 111 Creación y modificación superficie.

Una vez creada la superficie se define que debe guiarse a partir de curvas de nivel, para esto seleccionamos las curvas de nivel a utilizar, seguidamente vamos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** > ***Prospector*** > ***Superficies***, donde encontraremos la superficie anteriormente creada, desplegamos esta y en la lista buscaremos ***Definición*** > ***Contornos,*** damos clic derecho donde aparecerá la opción ***Añadir*** (Ilustración 112).

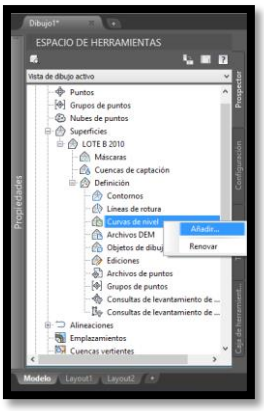


Ilustración 112 Contorno a partir de curvas de nivel.

Se despliega la ventana ***Añadir datos de curvas de nivel,*** esta permite especificar la descripción de la operación con datos de curvas de nivel, en nuestro caso dejamos los valores por defecto y damos ***Aceptar.*** (Ilustración 113).

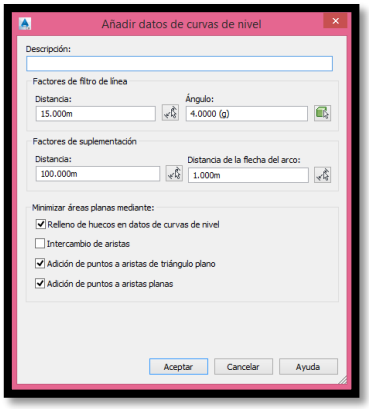


Ilustración 113 Definición superficie a partir de curvas de nivel.

Culminados los cálculos aparecerá la ventana ***Panorámica,*** donde nos mostrara los diferentes sucesos y errores que se generaron al calcular la triangulación entre las curvas. (Ilustración 114).

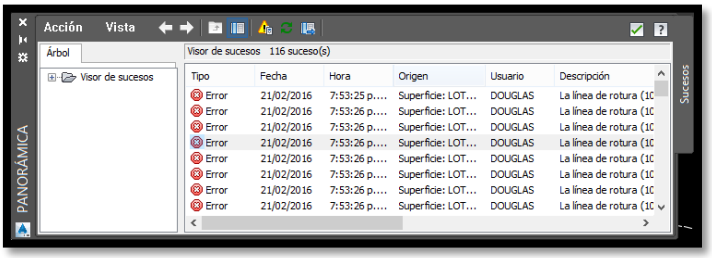


Ilustración 114 Errores generados en el cálculo.

Cerramos y tenemos lista nuestra superficie de comparación (Ilustración 115).

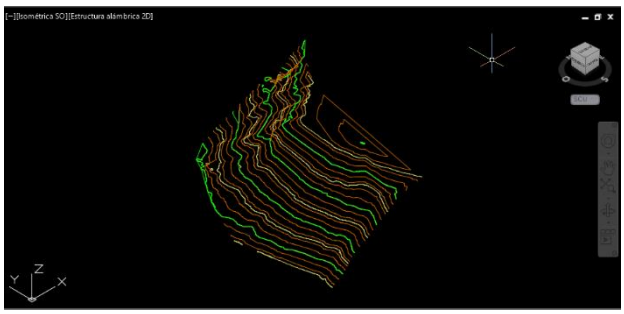


Ilustración 115 Superficie generada.

Una vez generadas las dos superficies, y tomando como guía los ejes definidos en el trabajo base, se combinan en el mismo archivo .DWG para generar las secciones de comparación y el volumen correspondiente de la zona (Ilustración 116).



Ilustración 116 Superficies combinadas.

4.4.11. ALINEAMIENTO

El alineamiento es creado por una poli-línea instalada en el lugar donde se desea generar las secciones transversales, iniciando en el punto A, y finalizando en el punto B, para definir este, nos dirigimos en botones de grupo a ***Inicio > crear diseño > Alineación > Crear alineación a partir de objetos*** (ilustración 117), seguido seleccionamos la poli-línea creada anteriormente e ingresamos el sentido del perfil digitando ® (ilustración 118), se despliega una nueva ventana en la cual colocamos el nombre del alineamiento y se elige el abscisado inicial (ilustración 119), automáticamente cambia la capa de la poli-línea seleccionada.

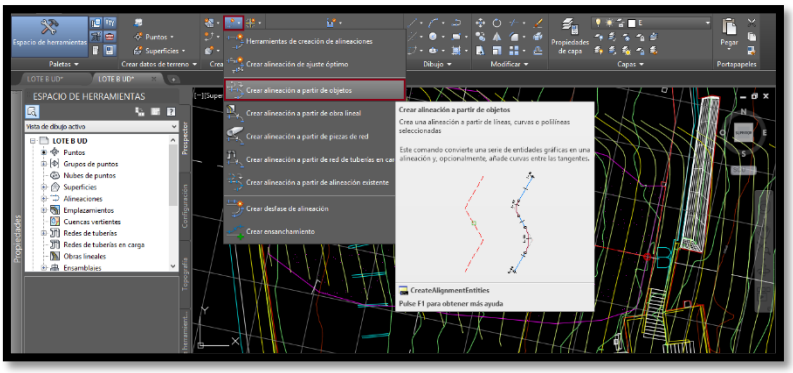


Ilustración 117 Creación de alineamiento a partir de objetos.



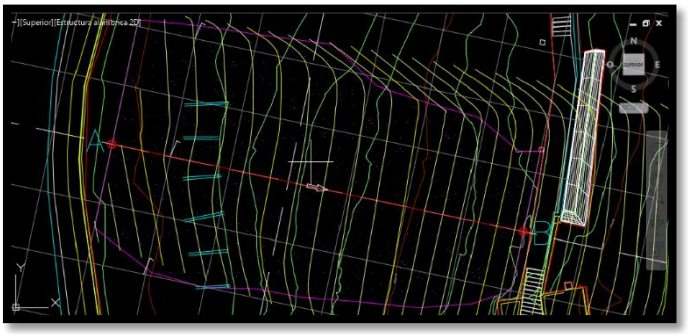
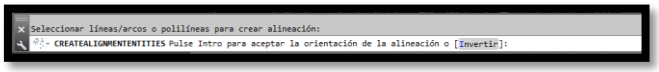


Ilustración 118 Selección elemento y dirección



.

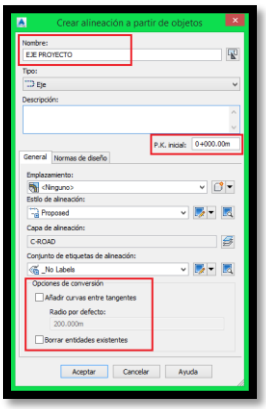


Ilustración 119 Modificación alineamiento.

Posterior procedemos a generar las líneas de muestreo como guía para la creación del perfil longitudinal y las secciones transversales, nos dirigimos en botones de grupo a ***Inicio*** >

visualizaciones del perfil y vistas en sección > líneas de muestreo  > (ilustración 120), luego de dar clic, seleccionamos el eje del proyecto.

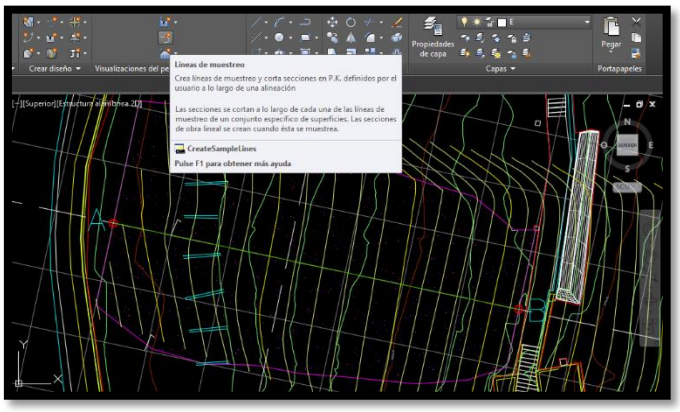


Ilustración 120 Líneas de muestreo.



Una vez seleccionado el elemento, se despliega la ventana flotante ***Crear grupos de líneas de muestreo,*** la cual dejamos por defecto y aceptamos (ilustración 121).

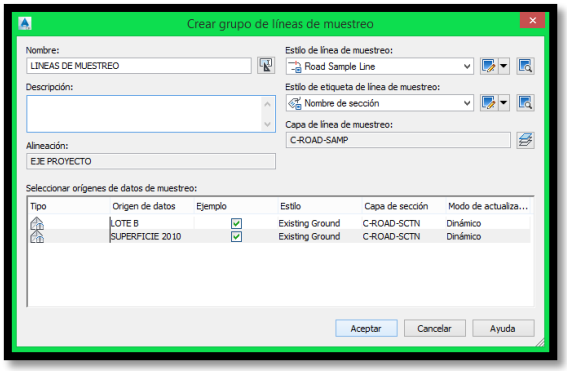


Ilustración 121 Creación grupo de líneas de muestreo.

Al aceptar, se despliega la ventana flotante ***Herramientas de línea de muestreo,*** nos dirigimos a ***Métodos de creación de líneas de muestreo*** (ilustración 122), y allí seleccionamos la opción ***Por intervalo de P.K.*** (ilustración 123).

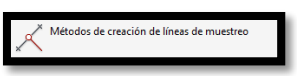


Ilustración 122 Icono método de creación de líneas de muestreo.

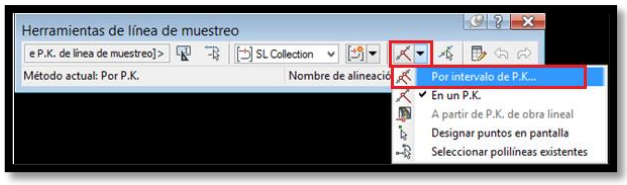


Ilustración 123 Líneas de muestreo por intervalos establecidos.

Aparece la ventana flotante ***Crear líneas de muestreo,*** en donde modificamos la longitud de la sección, y la distancia entre cada una de ellas (ilustración 124), aceptamos y damos ENTER para confirmar.

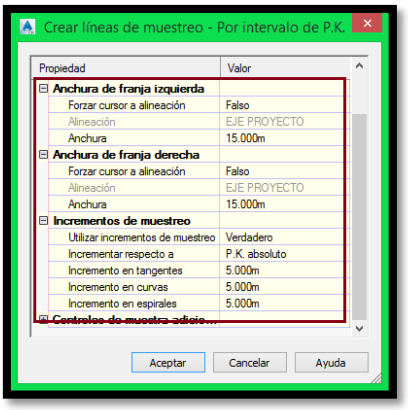


Ilustración 124 Modificación secciones transversales.

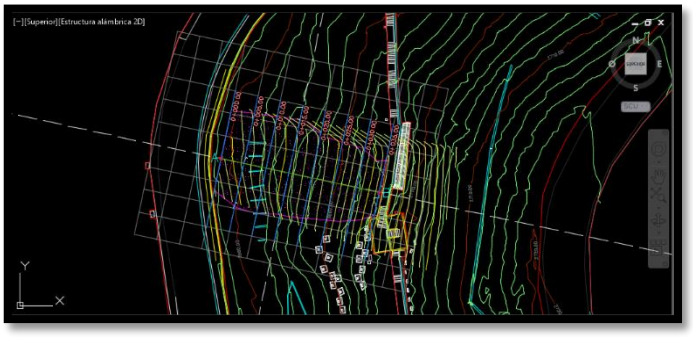


Ilustración 125 Resultado entre puntos A y B

Para crear el perfil longitudinal, en los botones de grupo, nos dirigimos a ***Inicio > Crear diseño > Perfil***  ***> Crear perfil de superficie*** (ilustración 126).

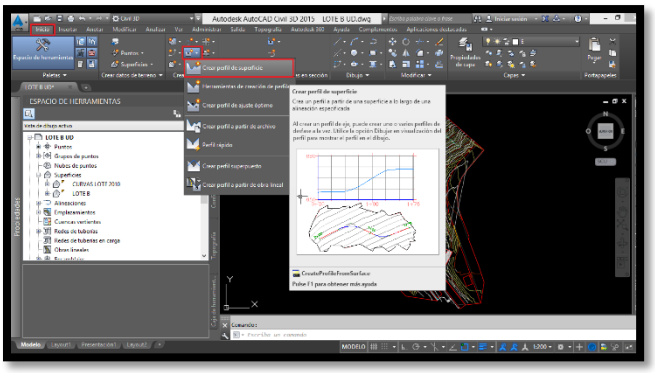


Ilustración 126 Creación perfil de superficie

Se despliega la ventana flotante ***Crear perfil a partir de superficie,*** en la cual observamos los detalles que comprenden la visualización del perfil y además añadimos las superficies que se pretenden intervenir, para este caso las dos superficies creadas, damos clic en ***Dibujar en visualización del perfil*** (ilustración 127).

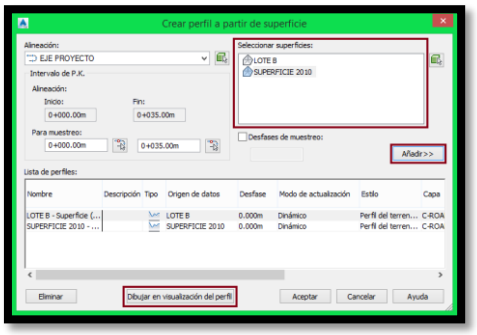


Ilustración 127 Superficies añadidas para perfil.

Se despliega la ventana flotante ***Crear visualización del perfil,*** en la opción ***General*** indicamos el nombre de EJE, el resto de los valores por defecto ya que la modificación de las grillas y las características del perfil han sido definidas anteriormente (ilustración 128), damos clic en la casilla ***Siguiente*** hasta la última ventana donde finalmente damos en ***Crear visualización del perfil,*** damos clic en el lugar de la pantalla que deseemos que quede ubicado el perfil longitudinal (ilustración 129).

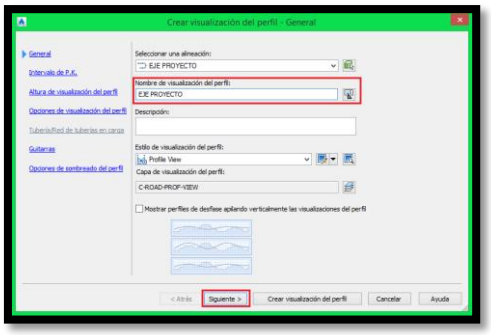


Ilustración 128 Características perfil longitudinal.

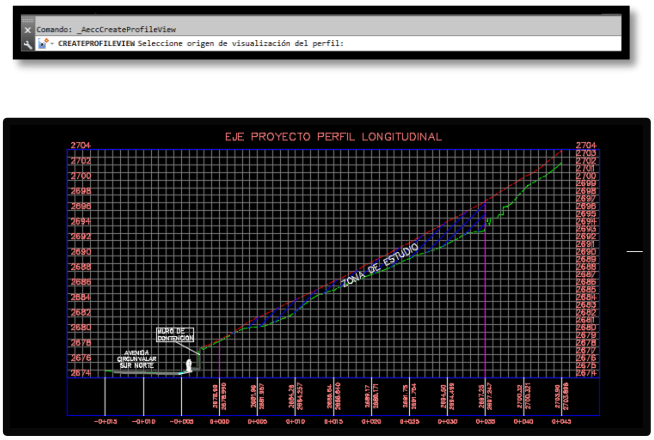


Ilustración 129 Perfil longitudinal superficies sobrepuestas.

4.4.12. SECCIONES TRANSVERSALES

Para crear las secciones transversales, en los botones de grupo, nos dirigimos a Inicio > Visualizaciones del perfil y vistas en sección > Vistas en sección  > Crear varias vistas (ilustración 130).

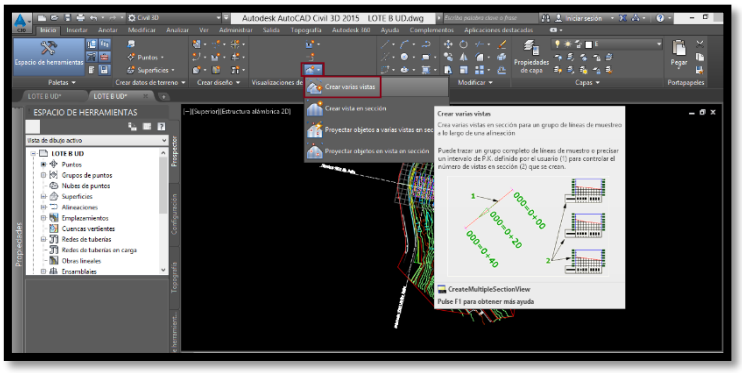


Ilustración 130 Creación secciones transversales.

Se despliega la ventana flotante ***Crear varias vistas en sección,*** dejamos todo por defecto ya que la modificación de las grillas y las características de las secciones han sido definidas anteriormente y damos clic en ***Crear vistas en sección*** (ilustración 131), damos clic en el lugar de la pantalla que deseemos que queden ubicadas las secciones trasversales (ilustración 132).

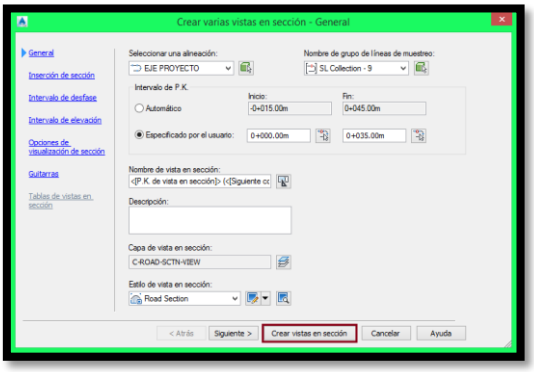


Ilustración 131 Características secciones transversales.

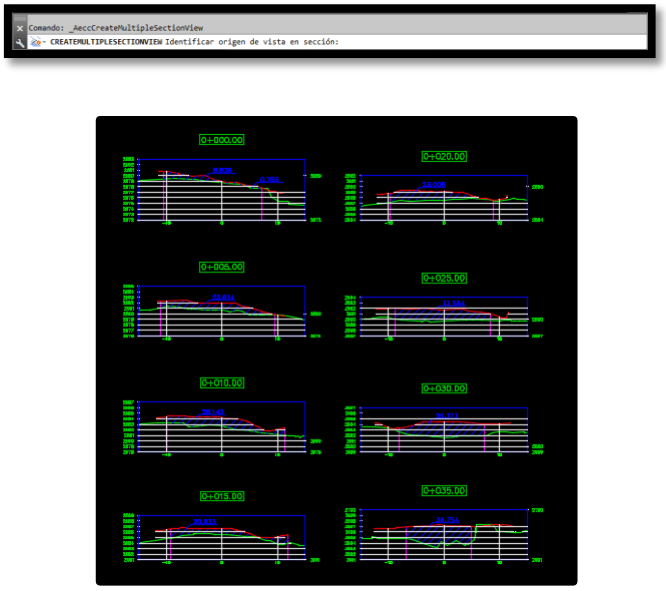


Ilustración 132 Secciones transversales.

4.4.13. CALCULO VOLUMEN AUTOCAD CIVIL 3D.

Para calcular el volumen de material removido entre las dos superficies, se debe crear una superficie de volumen TIN. En ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** nos dirigimos a ***Superficies,*** damos clic derecho y elegimos ***Crear superficie*** (ilustración 133).

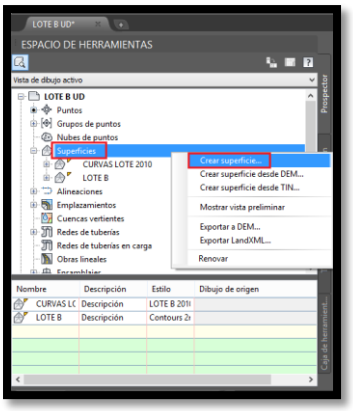


Ilustración 133 Creación superficie TIN

Se despliega la ventana flotante ***Crear superficie,*** en esta elegimos ***Superficie de volumen TIN*** en la opción ***Tipo,*** en la casilla ***Nombre*** elegimos el apropiado para el proyecto, finalmente en las opciones, ***Superficie base*** elegimos la superficie creada para el proyecto "*control topográfico del deslizamiento en el lote b del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*", y en ***Superficie de comparación*** seleccionamos la procesada en el proyecto (ilustración 134), también podemos definir algún tipo de expansión en el material si es requerido.

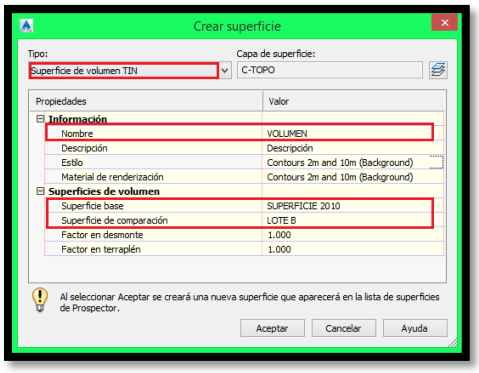


Ilustración 134 Superficies de comparación.

Una vez creada la superficie TIN, esta queda ubicada en la lista desplegable de ***Superficies*** en el ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS*** (ilustración 135). Al crear esta superficie, también se crea una triangulación y unas curvas de nivel que se localizan en toda la zona donde se crearon curvas, para esto se debe elaborar y definir un contorno en la superficie creada para el proyecto "*control topográfico del deslizamiento en el lote b del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*".

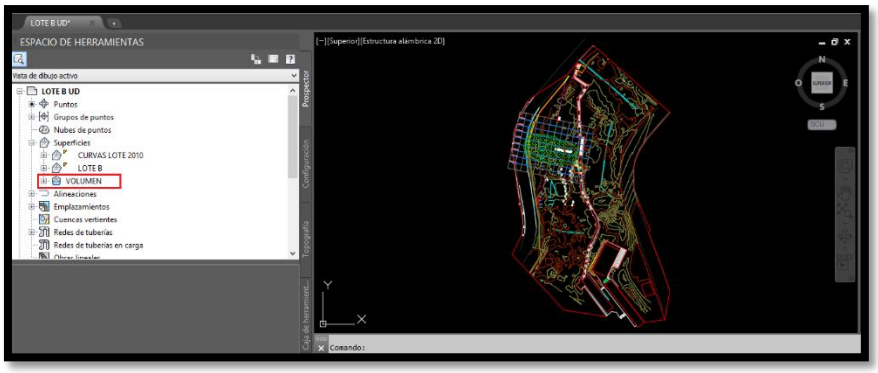


Ilustración 135 Ubicación superficie TIN

El volumen resultante entre el cruce de las dos superficies, lo podemos encontrar dando clic derecho sobre la superficie creada ***VOLUMEN,*** en donde elegimos ***Propiedades de superficie…*** (Ilustración 136), se despliega la ventana flotante ***Propiedades de superficie,*** nos ubicamos sobre la pestaña ***Estadísticas,*** desplegamos el submenú en la opción ***Volumen*** donde se visualiza el volumen de desmonte y el volumen de terraplén (ilustración 137).

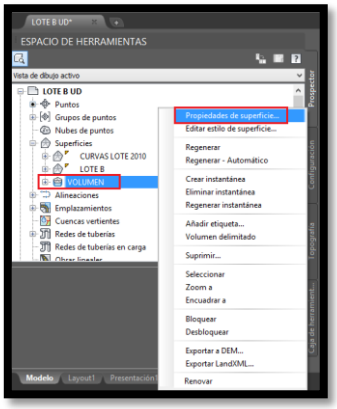


Ilustración 136 Propiedades de superficie...

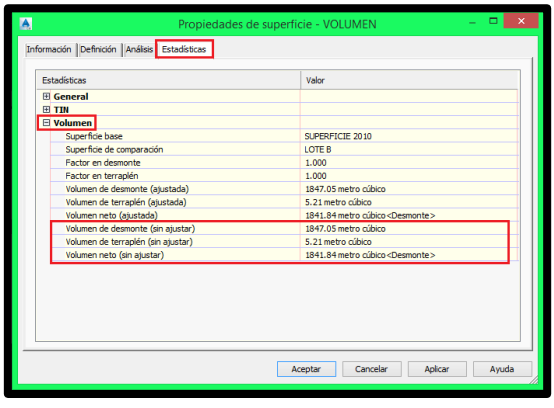


Ilustración 137 Volumen resultado entre la comparación de las superficies.

4.4.14. CREACION CONTORNO ZONA DE ESTUDIO

Nos dirigimos a ***ESPACIO DE HERRAMIENTAS > Superficies CURVAS LOTE 2010 > Definición > Contornos*** clic derecho ***Añadir*** (ilustración 138), se despliega la ventana flotante ***Añadir contornos,*** solo modificamos el nombre y damos aceptar (ilustración 139).

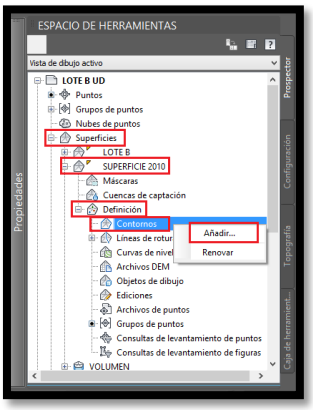


Ilustración 138 Creación contorno.

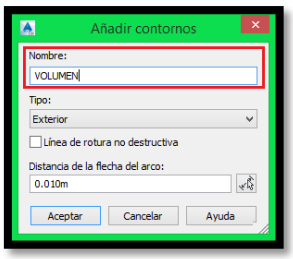


Ilustración 139 Creación contorno.

Seguido seleccionamos el contorno de la zona de estudio, vemos la reducción del tamaño de las curvas de nivel a solo el área del contorno (ilustración 152)



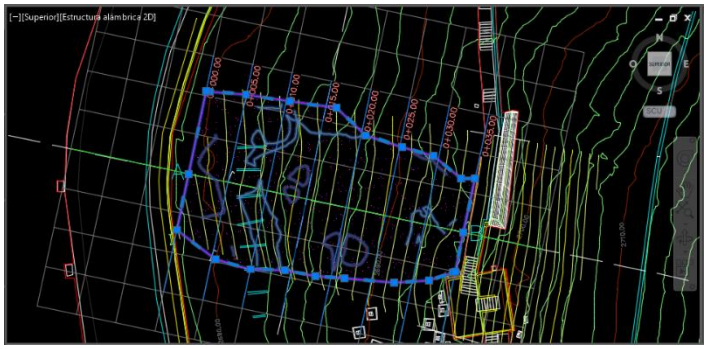


Ilustración 140 Contorno calculo volumen.

Si observamos la superficie creada anteriormente ***volumen,*** vemos que esta presenta una advertencia ya que el tamaño del área de estudio se redujo, así que volvemos a recalcularlo, damos clic derecho en la superficie ***volumen*** y elegimos ***regenerar*** (ilustración 141), vemos como desaparece la advertencia, entonces nuestro volumen ya será el de la zona de fallo, para visualizarlo vamos a ***Espacio de herramientas > superficies > volumen*** damos clic derecho en la opción ***propiedades de superficie…*** se despliega la ventana flotante ***propiedades de superficie,*** nos ubicamos sobre la pestaña ***Estadísticas,*** desplegamos el submenú en la opción ***Volumen*** donde se visualiza el volumen de desmonte y el volumen de terraplén (ilustración 142).

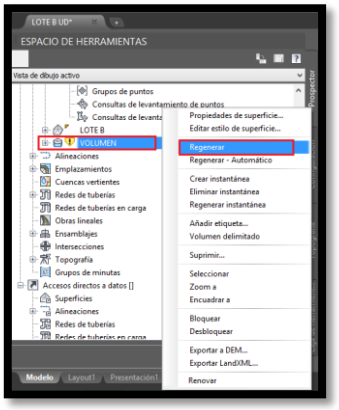


Ilustración 141 Regeneración superficie TIN

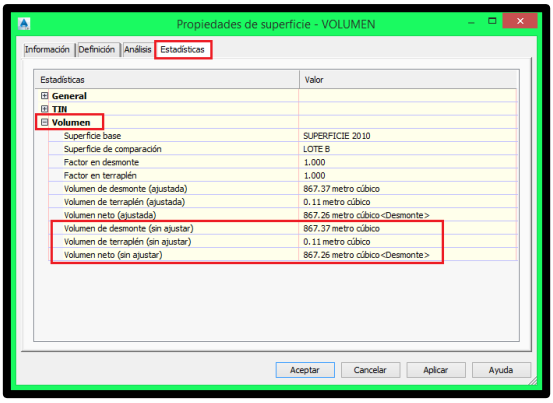


Ilustración 142 Volumen contorno zona de fallo.

Si deseamos esta información, solo tenemos que dar clic derecho en cualquier lugar de las ventanas desplegables, elegir la opción ***copiar en portapapeles*** y pegamos en el espacio de modelo (ilustración 143).



Ilustración 143 Reportes calculo volumen.

5. ANALISIS DE RESULTADOS

Con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio de este trabajo, se organizó la información de acuerdo al orden del proceso, para su análisis e interpretación. Además se realizó un seguimiento soportado por imágenes del proceso para una mejor comprensión de los resultados.

Se presentan los resultados en orden, partiendo de las prácticas realizadas en terreno y comparando los resultados obtenidos en oficina con los resultantes en el software.

5.1. INVESTIGACION Y TRABAJO EN CAMPO

Para obtener un trabajo completo y con resultados eficientes, es primordial realizar una planificación minuciosa de todos los detalles y pasos a realizar en el proceso, para este proyecto, fue de gran importancia analizar y verificar la información encontrada en el trabajo base, como los amarres utilizados y la superficie de terreno.

Los amarres utilizados en el proyecto de grado "*control topográfico del deslizamiento en el lote B del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*" en el año 2010", fueron los puntos **CN-01 y NP6-E1**, se encontraron varios documentos donde hallábamos sus coordenadas, para el año 2010, las coordenadas establecidas para estos puntos fueron:

Para el punto **CN-01 N: 100299.304 E: 101340.197 Z: 2697.383**
Para el punto **NP6-E1 (CD-554) N: 100355.861 E: 101299.381 Z: 2673.894**

Tomando como base en estas coordenadas se realizó el levantamiento del LOTE B, para obtener una superficie de comparación bajo el mismo sistema de coordenadas, también se realizó el análisis del modelo digital de terreno resultado del proyecto anteriormente mencionado, revisando las coordenadas, los niveles de terreno y la ubicación de los amarres para prevenir percances.

Ya definidos y revisados los amarres y analizado la zona a intervenir, se procedió a planificar el trabajo de campo, como lo fue la creación de la poligonal de amarre, la nivelación geométrica de los deltas materializados y el levantamiento de los detalles y puntos de nivel.

Debido al costo que genera la realización de un levantamiento topográfico, por sus diferentes ítems (equipos, transporte, personal, alimentación, etc.), fue de gran importancia organizar la metodología de trabajo a realizar, se concluyó que por cuestión de eficiencia en el trabajo, era necesario ubicar la poligonal de amarre como actividad inicial, para establecer sus vértices desde el inicio y lograr su ajuste, antes de realizar el levantamiento de detalles, y no perder

las armadas en estos, una vez ajustada esta, se procedería como segunda actividad a nivelar geométricamente sus vértices por el método de nivelación simple. Ya definidos y verificados los vértices de armada y puntos de amarre se procedería a realizar el levantamiento de detalles.

El levantamiento fue ejecutado con respecto a la planificación realizada, fue de gran ayuda materializar los puntos de amarre desde el inicio, y ajustar las medidas de la poligonal, ya que de la precisión resultado dependería que la zona de estudio quedara localizada bajo el mismo sistema, con la nivelación geométrica, se ajustó el error que generaron las medidas con estación total, siendo el nivel automático el equipo indicado para lograr una precisión en las alturas.

La localización estratégica de los deltas de armada, fue primordial para el levantamiento de los detalles por método de radiación. Es de gran ayuda, al momento de realizar un levantamiento topográfico, contar con las herramientas necesarias para la ejecución de este, ya que al momento de ejecutar el trabajo, nos podemos encontrar con diferentes imprevistos, como la topografía de la zona, la localización espacial, el clima, los cuales podrían generar demoras en la ejecución.

5.2. POLIGONAL DE AMARRE

La poligonal de amarre fue levantada por el método de ceros atrás, llevando un reporte de los ángulos visados en físico y guardando los datos en un trabajo guía en la estación total, así lograr una comparación de los resultados en el ajuste de esta, por el método del tránsito, realizado con las formulas, con el obtenido de procesar los datos en el software AutoCAD civil 3D.

Con base en estos datos resultantes, se realizó el ajuste de la poligonal por el método del tránsito en Excel, en la cual la precisión fue de 1 en 56867.24, al realizar este procedimiento en el software AutoCAD civil 3D, por el mismo método, nos dio como resultado una precisión de 1 en 35620.93, al obtener estos resultados, tomando como guía los requerimientos establecidos en los parámetros del proyecto, vemos que el trabajo cumple con estos, ya que el error de cierre lineal establecido fue de 1 en 20000.

Vemos que una vez verificada la precisión, podemos dar continuación a las actividades propuestas, ahora, encontramos una diferencia considerable en los resultados de los ajustes, esto se debe a la forma en que fueron procesados los datos, ya que el programa sigue una secuencia en función del usuario. La forma de cálculo es adecuada, si la información

registrada en campo se realiza de forma particular, sin perder el orden de la secuencia planificada, y realizando la armada final sobre el primer vértice, para cerrar la figura.

Al realizar el proceso manual, se puede verificar cada uno de los datos a medida del proceso y también se puede tener una idea clara del orden en que se realizó el trabajo. Concluimos que los dos procesos son válidos, dependiendo del objetivo establecido en el trabajo se puede escoger la forma que más se adapte a la necesidad de los resultados. A continuación mostramos las coordenadas resultantes en los dos procesos (ilustraciones 144 y 145), en las cuales vemos diferencias entre los 0.000m y 0.005m en las coordenadas resultantes.

COORDENADAS DELTAS POLIGONAL AMARRE AJUSTADOS			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
SAZ-MONSERRATE	101028.797	102437.470	0.000
CD-554	100355.861	101299.381	2673.894
D-1	100299.315	101340.190	2697.353
D-2	100260.466	101356.509	2703.354
D-3	100230.601	101358.663	2712.259
D-4	100211.570	101360.936	2712.173
D-5	100217.436	101390.688	2720.482
D-6	100266.646	101377.845	2720.670
D-7	100281.710	101375.496	2720.588
D-8	100311.596	101373.434	2717.863
D-9	100331.822	101389.609	2717.052
D-10	100366.889	101376.466	2693.684
D-11	100346.932	101327.354	2683.649

Ilustración 144 Método manual del tránsito.

COORDENADAS DELTAS POLIGONAL AMARRE AJUSTADOS SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D		
PUNTO	NORTE	ESTE
CD-554	100355.861	101299.381
D-1	100299.316	101340.191
D-2	100260.468	101356.510
D-3	100230.603	101358.664
D-4	100211.574	101360.938
D-5	100217.441	101390.689
D-6	100266.650	101377.844
D-7	100281.714	101375.495
D-8	100311.599	101373.431
D-9	100331.826	101389.605
D-10	100366.892	101376.461
D-11	100346.933	101327.350

Ilustración 145 Método del tránsito AutoCAD civil 3D.

5.3. NIVELACION GEOMETRICA

Para lograr una mayor precisión al momento de calcular las áreas en las secciones transversales, fue necesario realizar una nivelación geométrica a lo largo de los vértices de la poligonal, tomando como referencia la altura del punto NP6-E1, y cerrando en este mismo. Con respecto a la longitud se realiza el ajuste correspondiente del error de cierre.

Una vez se realizó el levantamiento de la poligonal, con los datos obtenidos, encontramos un error entre las alturas del punto de amarre de 0.010m, este resultado es ajustado por el método de nivelación trigonométrica en el software AutoCAD civil 3D, como método de comparación se tomó la decisión de realizar una nivelación geométrica, al realizar está a lo largo de los vértices de la poligonal encontramos un error de 0.008m, los métodos utilizados son efectivos dependiendo la técnica con que se realice la actividad, siempre y cuando se tomen los debidos cuidados, con los equipos bien posicionados y verificando las medidas de armada, con esto evitamos aumentar los errores generados por el usuario. A continuación se muestran los resultados de los dos ajustes (ilustraciones 146), identificando las pequeñas diferencias en los resultados.

COTAS AJUSTADAS EN LA NIVELACION GEOMETRICA	
PUNTO	COTA
CD-554	2673.894
D-1	2697.353
D-2	2703.354
D-3	2712.259
D-4	2712.173
D-5	2720.482
D-6	2720.670
D-7	2720.588
D-8	2717.863
D-9	2717.052
D-10	2693.684
D-11	2683.649

COTAS AJUSTADAS EN AUTOCAD CIVIL 3D	
PUNTO	COTA
CD-554	2673.894
D-1	2697.354
D-2	2703.356
D-3	2712.260
D-4	2712.176
D-5	2720.481
D-6	2720.674
D-7	2720.593
D-8	2717.866
D-9	2717.057
D-10	2693.689
D-11	2683.652

Ilustración 146 Comparación cálculo de nivelación

5.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Como la mayoría de los software para procesar datos captados por estación total, el software Transit presenta una plataforma de usuario con diferentes opciones, las cuales son utilizadas para la organización de los datos antes de exportarlos a AutoCAD civil 3D. Una vez se organizaron los datos crudos, fue necesario procesarlos mediante el subprograma DATA SURVEY COLLECCTION LINK, con el fin de revisar los datos generados en el levantamiento, y lograr exportarlos en formato .FBK. Solo en este formato el AutoCAD civil 3D, reconoce el archivo para crear la base de datos, en la cual se realizaron todos los cálculos requeridos. De gran utilidad en la ejecución de proyectos.

Finalmente al haber procesado la información en AutoCAD civil 3D, vemos la gran versatilidad que tiene para llevar el orden en proyectos de ingeniería que sean rigurosos, debido a que facilita el manejo de la información por medio de las bases de datos, se debe llevar una buena interpretación del proceso que se desea realizar, ya que este maneja múltiples módulos que permiten realizar diferentes tipos de proyectos.

Para este trabajo, se realizó la creación de la superficie levantada, y la creación de la superficie a partir de las curvas de nivel del plano resultante en el trabajo de grado "*control topográfico del deslizamiento en el lote B del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas*" en el año 2010, AutoCAD civil 3D permite procesar las dos superficies en un mismo proyecto, generando este, las secciones típicas para el cálculo del volumen de la zona de estudio.

5.5. SECCIONES TRANSVERSALES

Las áreas generadas por las secciones resultantes del proceso realizado, fueron revisadas construyendo un polígono entre estas, para determinar el área y calcular el volumen de material removido (ilustraciones 147).

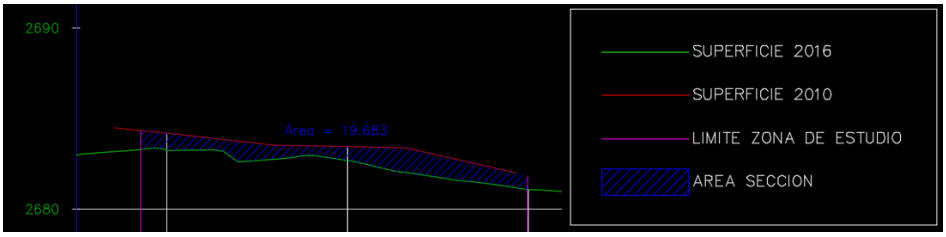


Ilustración 147 Áreas entre secciones abscisa k0+010

5.6. CALCULO VOLUMEN

Al momento de generar la superficie extraída de las curvas de nivel encontradas en el archivo .DWG del trabajo base, se generó como resultado una superficie más extensa a la del área de estudio, esto nos dio como resultado un volumen de la zona en general (ilustraciones 148).

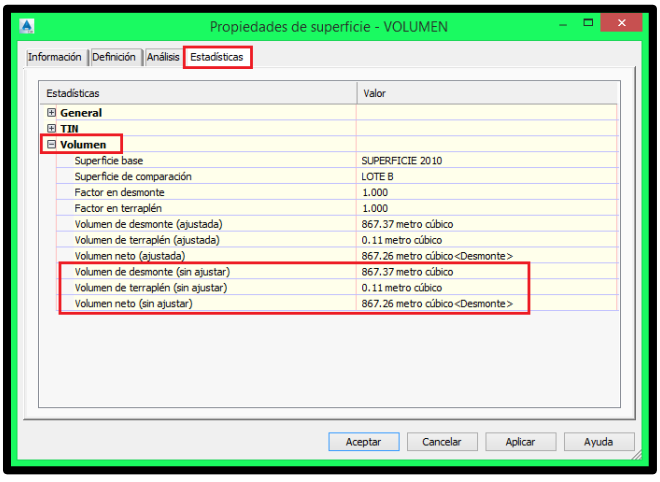


Ilustración 148 Volumen general entre superficies

Debido a la ubicación del área de estudio dentro de la superficie obtenida, se vio la necesidad de definir el mismo contorno utilizado en el trabajo base, para lograr el dato certero (ilustraciones 149).

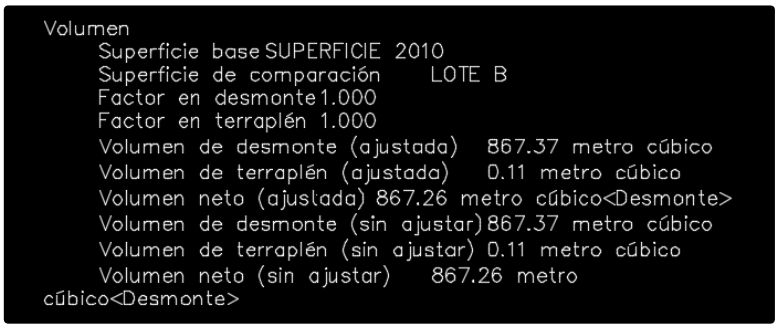


Ilustración 149 Volumen total

Se decidió como método de comparación verificar las áreas de las secciones transversales resultantes, y generar un cálculo manual del material removido. Para generar los polígonos que definen el área de la sección, se verifico la distancia entre el eje y el límite del contorno, para así encontrar los límites de los polígonos. El cálculo del volumen se realizó por el método de verificación de áreas medidas promediadas por la longitud (ilustraciones 150).

VOLUMENE DE MATERIAL RETIRADO					
ABSCISA	DISANCIA	AREA	AREA PROM	VOLUMEN	VOLUMEN ACUM
K0+000	0	9.604			
K0+005	5	22.614	16.109	80.545	
K0+010	5	29.142	25.878	129.390	209.935
K0+015	5	20.633	24.888	124.438	334.373
K0+020	5	23.008	21.821	109.103	443.475
K0+025	5	33.584	28.296	141.480	584.955
K0+030	5	35.373	34.479	172.393	757.348
K0+035	5	36.754	36.064	180.318	937.665

Ilustración 150 Volumen total áreas medidas promediadas

Analizando estos resultados, encontramos una diferencia de 70.405 m^3 entre estos. Esto se debe a la forma en que el software triangula los puntos captados, identificando los cambios de nivel entre abscisas, haciendo del resultado obtenido un dato más preciso, ya que al realizar el proceso manualmente, se puede omitir información que alteraría el resultado.

La cuantificación de este volumen ayuda a planear el traslado del material, la distribución, la optimización de tiempos al momento de extraerlo, el control del material, etc. La manera en que las superficies de terreno son trianguladas en el software hace de este una forma muy eficaz a la hora de obtener volúmenes permitiendo modificaciones y diseños con anterioridad, para una pre-visualización más óptima del trabajo. Este también nos permite insertar algún valor para controlar los factores de expansión del material.

6. CONCLUSIONES

- Se consultó y analizo la información encontrada, esto es de gran importancia al momento de ejecutar un proyecto de este tipo, ya que de la buena planeación dependen los buenos resultados.
- De acuerdo a la metodología realizada en la ejecución de actividades de campo, junto con la revisión periódica de los datos resultantes, nos llevó a obtener una información certera y puntual, esto nos ayuda a ahorrar tiempos a la hora de realizar cualquier tipo de análisis.
- La eficiencia del software AutoCAD CIVIL 3D nos permite la elaboración de MDT de gran precisión y extraer información como secciones transversales y volúmenes, haciéndolo una herramienta de trabajo excelente, permitiéndonos el ahorro de tiempo y la mejor planeación a la hora de ejecutar un proyecto. Este además permite el uso de otras herramientas como diseños de vías, puentes, control previo de excavaciones, etc.
- El conocimiento del valor total del movimiento de tierras, es de gran utilidad para lograr el control del material, para disminuir costos al momento de ejecutar proyectos y lograr una buena disposición de este.
- Profundizar en las diferentes herramientas que proporciona el software, nos permite realizar un trabajo de mayor calidad.

7. RECOMENDACIONES

- Se debe hacer un correcto análisis para lograr una buena interpretación en la información base ya que pueden presentarse irregularidades.
- Se aconseja una planificación detallada del trabajo en campo y un correcto manejo de carteras.
- Para facilitar la forma en la que se interpretan los datos en el software, se debe organizar el trabajo desde el momento en el que se trabaja en campo.
- Al momento de diseñar y calcular en el software AutoCAD Civil 3D, se debe de tener el conocimiento suficiente sobre el trabajo a realizar y el cálculo de volúmenes.
- Aunque el software AutoCAD Civil 3D es muy completo y efectivo, se recomienda adquirir conocimientos en otros programas de cálculo de volúmenes, para realizar comparaciones.
- Con el paso del tiempo la tecnología avanza sin detenerse, razón por la cual el profesional que utiliza los programas de diseño y calculo debe de obtener el adiestramiento de estos.
- El comprender cada uno de los procedimientos para determinar volúmenes de un proyecto, permite una buena planificación y ejecución cuyos beneficios se obtienen gracias al apoyo de software como AutoCAD civil 3D.

8. GLOSARIO

CUANTIFICACION: Es el proceso de convertir un objeto a un grupo de valores discretos, como por ejemplo un numero entero. Dependiendo del campo de estudio, puede el término tomar diferentes definiciones

VOLUMEN: Es una magnitud escalar, que define la extensión de un cuerpo en relación a sus tres dimensiones (alto, largo y ancho), en una región del espacio.

ALTIMETRIA: Parte de la Topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

PLANIMETRÍA: Parte de la Topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno prescindiendo de su relieve.

MODELO DIGITAL DE TERRENO: un MDT es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continúa, representación en 3D de la topografía de una zona terrestre adapta a su utilización mediante un ordenador digital.

9. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, S. L. (03 de 12 de 2011). Laderas de La avenida Circunbalar iran a "Cirugia". *El Tiempo*, pág. Seccion Bogota.

Andrino, W. E. (2010). *PROPUESTA DE CALCULO DE VOLUMENES DE TRABAJO PARA CONTROL DE OBRA EN CARRETERAS POR MEDIO DE AutoDesk land Desktop.* Guatemala: Univeridad De San Carlos De Guatemala.

AutoCAD Civil 3D. (s.f.). *Creacion de Superficies* . Obtenido de Autodesk: http://docs.autodesk.com/CIV3D/2013/ESP/index.html?url=filesCUG/GUID-C26F9546-BD41-4DE2-BF50-DA262A91C4E3.htm,topicNumber=CUGd30e124617

felicìsimo, A. M. (1994). *Modelos Digitles de Terreno.* Oviedo, España: Etsimo.Uniovi.

Gil, A. C. (2015). *DESCARGA Y MANEJO DE MODELOS DIGITALES DEL TERRENO (MDT). APLICACION CON AUTOCAD CILVIL 3D 2015.* Alicante, España: Univeridad Miguel Hernadez De Elche .

Hudiel, S. N. (2014). *POLIGONALES.* Bogotà.

Instituto de Desarrollo Urbano IDU . (2013). IDU ENTREGA OBRAS DE RECUPERACION DE DO TALUDES DEL CENTRO DE LA CIUDAD. *Mail Notis IDU*.

Instituto De Desarrollo Urbano IDU. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental, Estudio y Diseños Troncal Calle 26.* Obtenido de IDU: http://webidu.idu.gov.co:9090/jspui/bitstream/123456789/31884/6/60013412-02.pdf

Instituto Politecnico Nacional. (2012). *Banco de Reactivos para Planimetria Aplicada.* Mexico.

Jardin Botanico Jose Celestino Mutis. (26 de 02 de 2014). *Restaurcion De Los Cerros Orientales*. Obtenido de You Tube: https://www.youtube.com/watch?v=dGWnFnaDyH0

Morales, M. I. (2013). *CALCULO DE VOLUMENES EN ACTIVIDADES MINERAS.* Armenia: Univeridad Del Quindio.

Portal, V. F. (2015). *AutoCAD CIVIL 3D- 2016 version 1.02 Nivel Basico.* Cajamarca: AURA, Consultoria y Asesoria.

Salazar, G. P. (1973). *Estatitagrafia y Facies del grupo Guadalupe* . Bogotà: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Serafino, L. A. (20 de 05 de 2008). *Calculo de volumenes.* Obtenido de Universidad Nacional de San Juan: ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/Topografia%20Aplicada/2%20-%20Vol%FAmen.pdf

UD Francisc Jose de Caldas. (2012). Determinacion de los movimienos generados por el deslizamiento del lote B de la Universidad Ditrital Francisco Jose de Caldas. *UD y la Geomatica* , 68-75.

Villate, A. T.-E. (1968). *Topografia.* Bogotà: Norma.

10. ANEXOS

Ilustración 1"Zona de Fallo" fuente: Revista UD y la Geomatica 9
Ilustración 2 “canal disipador” fuente Street View - Google Maps 11
Ilustración 3“Elaboración muro de contención” fuente Street View - Google Maps 11
Ilustración 4“muro de contención” fuente Street View - Google Maps 11
Ilustración 5” sistemas de drenajes” fuente Street View - Google Maps 11
Ilustración 6 Expresiones Matemáticas 16
Ilustración 7El Prismatoide 17
Ilustración 8Secciones Transversales 17
Ilustración 9 Subdivisión del perfil 18
Ilustración 10Área por coordenadas 18
Ilustración 11Comparacion de prismatoide 19
Ilustración 12 Rejilla en intervalos uniformes 20
Ilustración 13 Armada inicial CD-554 media torta 27
Ilustración 14 Placa CD-554 media torta + SAZ-Monserrate iglesia 28
Ilustración 15 Vértice sobre la poligonal 28
Ilustración 16 Levantamiento de detalles sobre vértice poligonal 28
Ilustración 17 Levantamiento de detalles terreno natural 29
Ilustración 18 Ángulos observados POLIGONAL DE AMARRE 29
Ilustración 19 Compensación error de cierre angular 30
Ilustración 20 Ángulos ajustados y Azimuts 31
Ilustración 21 Compensación error de cierre lineal 32
Ilustración 22 Calculo proyecciones y coordenadas deltas POLIGONAL AJUSTADA 32
Ilustración 23 Nivelación geométrica POLIGONAL DE AMARRE 33
Ilustración 24 Error máximo de cierre nivelación geométrica POLIGONAL DE AMARRE 34
Ilustración 25 Nivelación geométrica ajustada POLIGONAL DE AMARRE. 34
Ilustración 26 Panel Tools - Comm Settings TRANSIT 35
Ilustración 27 Puerto conexión estación y configuración baudios panel COMM SETTINGS 35
Ilustración 28 Panel transfer - data recorder to pc TRANSIT 36
Ilustración 29 Ventana Transfer from Data Recorder to Pc TRANSIT 36
Ilustración 30 Ventana de datos TRANSIT 36
Ilustración 31 Exportación archivo para proceso AutoCAD Civil 3D TRANSIT 37
Ilustración 32 Formato de salida y carpeta de destino ARCHIVO AUTOCAD CIVIL 3D 37
Ilustración 33 Herramientas AutoCAD Civil 3D 2015 38
Ilustración 34 Unidades del dibujo 39
Ilustración 35 Cinta de opciones > Survey link DC 7.5.5 39
Ilustración 36 Archivo RW5 de nikon 40
Ilustración 37 Ventana SURVEY LINK crudo estación total 40
Ilustración 38 Corrección de cartera .rw5 41
Ilustración 39 Conversions - Convert file format 41
Ilustración 40 Ventana emergente Convert 42
Ilustración 41 Notificacion de proceso exitoso 42
Ilustración 42 Icono TOOLSPACE edición topográfica. 42
Ilustración 43 Pestañas Prospector, Settings, Survey y Toolbox. 43
Ilustración 44 Configuración de propiedades de dibujo. 43

Ilustración 45 Configuración de dibujo 44
Ilustración 46 Ubicación base de datos 44
Ilustración 47 Localización carpeta contenedora proyecto 44
Ilustración 48 Creación base de datos 45
Ilustración 49 Nombre base de datos creada 45
Ilustración 50 Configuración base de datos 46
Ilustración 51 Configuración de base de datos de levantamiento 46
Ilustración 52 Configuración de base de datos de levantamiento 47
Ilustración 53 Creación red de topografía 47
Ilustración 54 Creación red poligonal 47
Ilustración 55 Importación libro de campo 48
Ilustración 56 Apertura libro de campo .FBK 48
Ilustración 57 Apertura libro de campo .FBK 49
Ilustración 58 Puntos importados 49
Ilustración 59 Editor puntos de control 50
Ilustración 60 Editor puntos de control 50
Ilustración 61 Creación puntos de control 50
Ilustración 62 Creación puntos de control 51
Ilustración 63 Actualización red 51
Ilustración 64 Editor de estaciones 52
Ilustración 65 Editor de observaciones 52
Ilustración 66 Editor de observaciones 53
Ilustración 67 Generación poligonal 53
Ilustración 68 Generación poligonal 54
Ilustración 69 Análisis de poligonal 54
Ilustración 70 Análisis de poligonal 55
Ilustración 71 Archivos de cálculo generados 55
Ilustración 72 Ajuste poligonal 57
Ilustración 73 Importación puntos poligonal ajustada 57
Ilustración 74 Eliminación poligonal ajustada 58
Ilustración 75 Desbloqueo puntos poligonal ajustada 58
Ilustración 76 Importación puntos 59
Ilustración 77 Ventana flotante Crear Puntos 59
Ilustración 78 Importación archivos crudos 59
Ilustración 79 Puntos importados 60
Ilustración 80 Creación grupo de puntos 60
Ilustración 81 Propiedades de grupo de puntos 60
Ilustración 82 Estilo de punto 61
Ilustración 83 Estilo de punto 61
Ilustración 84 Propiedades de grupo de puntos 62
Ilustración 85 Línea de rotura creada 62
Ilustración 86 Planimetría levantamiento lote B 63
Ilustración 87 Creación superficie de terreno 63
Ilustración 88 Superficie TIN 64
Ilustración 89 Nuevo grupo de puntos 64
Ilustración 90 Selección grupo de puntos 64

Ilustración 91 Editar superficie 65
Ilustración 92 Estilo de superficie 65
Ilustración 93 Triangulación superficie 66
Ilustración 94 Propiedades de superficie 66
Ilustración 95 Propiedades de superficie - Definición 67
Ilustración 96 Propiedades de superficie - Definición 67
Ilustración 97 Propiedades de superficie - Definición 67
Ilustración 98 Superficie regenerada 68
Ilustración 99 Ediciones superficie de terreno 68
Ilustración 100 Creación contornos 69
Ilustración 101 Añadir contornos 69
Ilustración 102 Contorno guía triangulación 70
Ilustración 103 Edición estilo de superficie. 70
Ilustración 104 Visualización modelo. 71
Ilustración 105 Modificación curvas de nivel. 71
Ilustración 106 Añadir etiquetas. 71
Ilustración 107Selección curvas de nivel a etiquetar. 72
Ilustración 108 Curvas anotadas 72
Ilustración 109 Plano elaborado para el proyecto “control topográfico del deslizamiento en el lote b del predio Universidad Distrital Francisco José de Caldas” 72
Ilustración 110 Crear superficie. 73
Ilustración 111 Creación y modificación superficie. 73
Ilustración 112 Contorno a partir de curvas de nivel. 74
Ilustración 113 Definición superficie a partir de curvas de nivel. 74
Ilustración 114 Errores generados en el cálculo. 74
Ilustración 115 Superficie generada. 75
Ilustración 116 Superficies combinadas. 75
Ilustración 117 Creación de alineamiento a partir de objetos. 76
Ilustración 118 Selección elemento y dirección 76
Ilustración 119 Modificación alineamiento. 76
Ilustración 120 Líneas de muestreo. 77
Ilustración 121 Creación grupo de líneas de muestreo. 77
Ilustración 122 Icono método de creación de líneas de muestreo. 77
Ilustración 123 Líneas de muestreo por intervalos establecidos. 78
Ilustración 124 Modificación secciones transversales. 78
Ilustración 125 Resultado entre puntos A y B 78
Ilustración 126 Creación perfil de superficie 79
Ilustración 127 Superficies añadidas para perfil. 79
Ilustración 128 Características perfil longitudinal. 80
Ilustración 129 Perfil longitudinal superficies sobrepuestas. 80
Ilustración 130 Creación secciones transversales. 80
Ilustración 131 Características secciones transversales. 81
Ilustración 132 Secciones transversales. 81
Ilustración 133 Creación superficie TIN 82
Ilustración 134 Superficies de comparación. 82
Ilustración 135 Ubicación superficie TIN 83

Ilustración 136 Propiedades de superficie... 83
Ilustración 137 Volumen resultado entre la comparación de las superficies. 83
Ilustración 138 Creación contorno. 84
Ilustración 139 Creación contorno. 84
Ilustración 140 Contorno calculo volumen. 85
Ilustración 141 Regeneración superficie TIN 85
Ilustración 142 Volumen contorno zona de fallo. 86
Ilustración 143 Reportes calculo volumen. 86
Ilustración 144 Método manual del tránsito. 89
Ilustración 145 Método del tránsito AutoCAD civil 3D. 89
Ilustración 146 Comparación cálculo de nivelación 90
Ilustración 147 Áreas entre secciones abscisa k0+010 91
Ilustración 148 Volumen general entre superficies 91
Ilustración 149 Volumen total 92
Ilustración 150 Volumen total áreas medidas promediadas 92
Ilustración 151 Zona de estudio 101
Ilustración 152 Zona de estudio 102
Ilustración 153 Zona de estudio 102
Ilustración 154 Zona de estudio 102
Ilustración 155 Zona de estudio 103
Ilustración 156 Zona de estudio 104
Ilustración 157 Zona de estudio 104
Ilustración 158 Zona de estudio 105
Ilustración 159 Zona de estudio 105
Ilustración 160 Zona de estudio 106
Ilustración 161 Zona de estudio 106



Ilustración 151 Zona de estudio



Ilustración 152 Zona de estudio



Ilustración 153 Zona de estudio



Ilustración 154 Zona de estudio



Ilustración 155 Zona de estudio

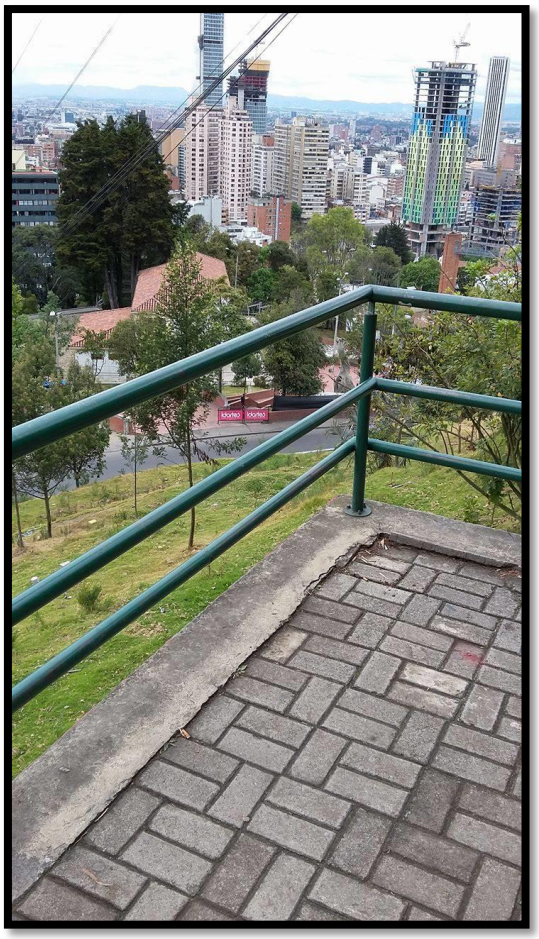


Ilustración 156 Zona de estudio



Ilustración 157 Zona de estudio



Ilustración 158 Zona de estudio

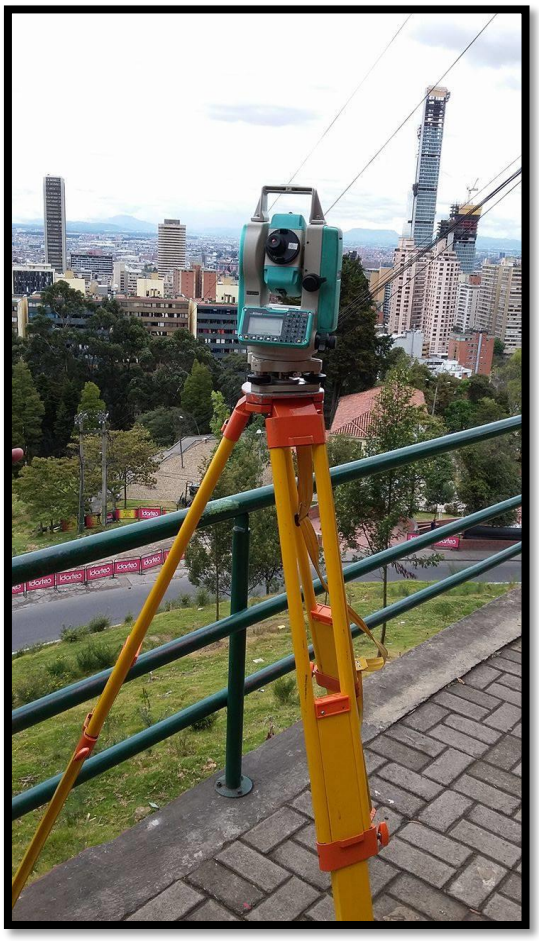


Ilustración 159 Zona de estudio



Ilustración 160 Zona de estudio

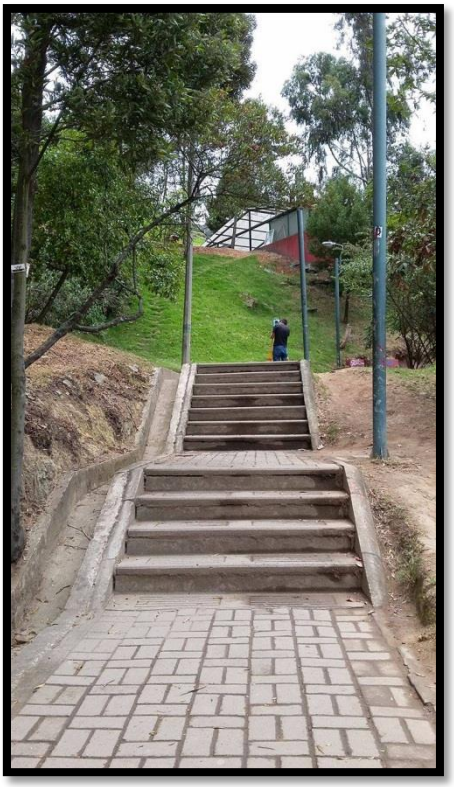


Ilustración 161 Zona de estudio