



# MANUAL DE DIGITALIZACIÓN DE TOPOGRAFÍA



**MANUAL DE DIGITALIZACIÓN DE TOPOGRAFÍA PARA LA  
EMPRESA AGRODINCO SAS**

**PRESENTADO POR:**

**ANDRÉS FELIPE PULIDO FERNÁNDEZ DE CASTRO**

**Código:**

**2018115121**

**PRESENTADO A:**

**HECTOR ALEXANDER VARGAS CARDONA**

**Tutor de prácticas**

**JESUS ALBERTO MONTERO**

**Tutor empresarial**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERIA CIVIL**

**Fecha de entrega: 23/02/2022**



## TABLA DE CONTENIDO

1	Generalidades.....	6
1.1	Propósito del documento .....	6
1.2	Audiencia Objetivo.....	6
1.3	Objetivos.....	6
1.3.1	Objetivo General .....	6
1.3.2	Objetivos Específicos .....	6
1.4	Justificación.....	7
1.5	Alcance .....	8
1.6	Participantes del proceso.....	8
2	Descripción de procesos.....	9
2.1	Etapa previa al levantamiento en campo.....	9
2.1.1	Obtención de información preliminar de la finca, perímetro o área a levantar por parte del cliente.....	9
2.1.2	Identificación del sistema de coordenadas del predio o área a levantar .....	10
2.1.3	Generación de archivos DXF .....	14
2.2	Etapa durante el levantamiento el levantamiento en campo. ....	19
2.2.1	Procesamiento y ajuste de formato de coordenadas en Excel. 19	
2.2.2	Procesamiento de puntos y coordenadas en CIVIL.....	23
2.2.3	Actualización de seguimiento y base de datos .....	26
2.3	Etapa posterior a finalizado el levantamiento en campo .....	28
2.3.1	Compilación de archivos CSV en un solo archivo .....	28
2.3.2	Proceso a subir puntos en el formato Agrodinco. ....	30
2.3.3	Inserción de ortofoto al espacio modelo .....	32
2.3.4	Digitalización con Polilíneas y Polilíneas 3D .....	33
2.3.5	Creación de superficie (MDT) .....	38
2.3.6	Suavizado de MDT con digitalizaciones realizadas con polilíneas 3D.....	40
2.3.7	Convenciones de colores para el MDT .....	42



3	Conclusiones y resultados finales.....	44
4	Glosario de términos.....	45
5	Referencias .....	46



Ilustración 1: Ejemplo de información preliminar de un proyecto en Norte de Santander, Colombia. Google Earth Pro.....10

Ilustración 2: Ruta para activar la distribución por zonas UTM. Google Earth. Pro..... 11

Ilustración 3: Ejemplo de distribución de zonas UTM. Google Earth Pro.....11

Ilustración 4: Distribución de zonas para los distintos orígenes, recomendados por el IGAC. Google Earth Pro. .... 12

Ilustración 5: Ubicación del proyecto ejemplo en Norte de Santander contrastado con las zonas Magna Sirgas. Google Earth Pro. .... 13

Ilustración 6: Ruta para ingresar a la configuración del dibujo. CIVIL 3D...14

Ilustración 7: Elección del sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS / Colombia Bogotá Zone en configuración del dibujo. CIVIL 3D ..... 15

Ilustración 8: Procedimiento para insertar KMZ en CIVIL 3D. CIVIL 3D. ....16

Ilustración 9: Muestra del polígono de información Preliminar en Civil 3D .....16

Ilustración 10: Perímetro de información preliminar con grilla 30 m x 30 m sin desfase. CIVIL 3D ..... 17

Ilustración 11: Perímetro de información preliminar con grilla 30 m x 30 m con desfase. CIVIL 3D..... 17

Ilustración 12: Procedimiento para la creación de DXF con grilla. CIVIL 3D .....18

Ilustración 13: Ruta de guardado del archivo DXF. CIVIL 3D ..... 18

Ilustración 14: Procedimiento para separar los CSVs para ajuste. MS Excel. ....20

Ilustración 15: Archivo CSV separado de comas a diferentes celdas. MS Excel..... 21

Ilustración 16: Procedimiento para ajuste de CSV.MS Excel. ....22

Ilustración 17: Sugerencia de almacenamiento de archivos CSV.....22

Ilustración 18: Procedimiento para abrir la herramienta de importación de puntos. CIVIL 3D. .... 23

Ilustración 19: Importación de puntos y creación de grupo de puntos. .... 23

Ilustración 20: Puntos subidos a espacio modelo. CIVIL 3D.....24

Ilustración 21: Delimitación de área levantada .....24

Ilustración 22: Procedimiento para creación de curvas de nivel a partir de puntos. CIVIL3D.....25

Ilustración 23: Procedimiento para añadir puntos para generar curvas de nivel y superficie. CIVIL 3D..... 25

Ilustración 24: Diagrama de flujo representativo de la etapa de seguimiento al levantamiento topográfico en campo.....27

Ilustración 25: Tabla de códigos reconocidos por el formato Agrodinco...30



Ilustración 26: Procedimiento para subir puntos en formato Agrodinco. CIVIL 3D. ....30

Ilustración 27: Puntos integrados en el formato Agrodinco con sus respectivas capas. CIVIL 3D. ....31

Ilustración 28: Procedimiento para insertar ortofoto. CIVIL 3D .....32

Ilustración 29: Ortofoto insertada en espacio modelo. CIVIL 3D.....32

Ilustración 30: Digitalización de perímetro o lindero de levantamiento. CIVIL 3D. ....34

Ilustración 31: Digitalización de construcción. CIVIL 3D.....34

Ilustración 32: Diferencias entre Polilíneas y Polilíneas 3D. CIVIL 3D.....35

Ilustración 33: Dibujo de Polilíneas 3D uniendo punto a punto sin ajustar. CIVIL3D.....35

Ilustración 34: Procedimiento para dibujo con Polilíneas 3D.....36

Ilustración 35: Ajuste de Polilíneas 3D de acuerdo con la ortofoto. CIVIL 3D.....36

Ilustración 36: Imagen con todos los elementos digitalizados. CIVIL 3D...37

Ilustración 37: Procedimiento para generar MDT. CIVIL 3D.....38

Ilustración 38: Procedimiento para agregar puntos de definición para la superficie. CIVIL 3D.....39

Ilustración 39: Curvas de nivel generadas sin recortar ni suavizar. CIVIL 3D. ....39

Ilustración 40: Procedimiento para recortar curvas de nivel. CIVIL 3D..... 40

Ilustración 41: Curvas de nivel recortadas. CIVIL 3D..... 40

Ilustración 42: Procedimiento para añadir polilíneas 3D como líneas de rotura en la superficie. CIVIL 3D .....41

Ilustración 43: Comparación de superficie suavizada, de manera tridimensional y en planta. CIVIL 3D.....41

Ilustración 44: Procedimiento para encender elevaciones MDT. CIVIL 3D .....42

Ilustración 45: Elevaciones encendidas en MDT. ....42

Ilustración 46: Código de colores para MDT.....43

Ilustración 47: Procedimiento para establecer código de colores según formato Agrodinco. CIVIL 3D.....43

Ilustración 48: MDT Final. CIVIL 3D. .... 44

Ilustración 49: Tridimensionalidad del MDT..... 44

# 1 Generalidades

## 1.1 Propósito del documento

*El manual de digitalización de topografía* tiene como objetivo ser instrumento para ser usado de guía durante todo el procedimiento necesario para la generación del Modelo digital del terreno. En este documento se pretende proporcionar la metodología utilizada en la empresa AgrodincoSAS y brindar una serie de consejos y referenciar tutoriales que serán de ayuda para una correcta ejecución de la digitalización.

## 1.2 Audiencia Objetivo

Este documento se encuentra enfocado y dirigido a aquellas personas encargadas de la digitalización de la topografía en la empresa AgrodincoSAS, por lo cual se recomienda a dibujantes, aprendices y auxiliares de Ingeniería quienes, regularmente se encargan de este procedimiento.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

- ✓ Estandarizar la metodología de digitalización de topografía por medio de un manual que describa los pasos a seguir antes, durante y después del levantamiento topográfico.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar un documento técnico guía en la digitalización de la topografía según los requerimientos de la empresa.
- ✓ Recopilar funciones relevantes para el proceso de digitalización de topografía con los softwares utilizados.



## **1.4 Justificación**

El sector económico en el que se desenvuelve la empresa, la gran mayoría de proyectos que se realizan, requieren la generación de modelos digitales del terreno a partir de la topografía. Además de esto, se requiere capacitar de manera regular a personal nuevo para el apoyo en la digitalización de esta, por lo cual un documento técnico que establezca las generalidades y parámetros básicos será de gran ayuda para la agilización de este procedimiento de capacitación, además de ser una guía para verificación para auxiliares y aprendices antiguos.



## **1.5 Alcance**

*El Manual de digitalización de topografía* cubre todos los procedimientos que actualmente se realizan en la empresa durante todo el proceso de digitalización. Este incluye, la etapa de obtención de información preliminar por parte del cliente o la generación de estos, la etapa de seguimiento de los avances en las áreas levantadas en campo, el post-procesado de la información, la creación del modelo digital del terreno y finalizando con la creación del informe de topografía para entrega al cliente.

## **1.6 Participantes del proceso**

Durante el proceso de digitalización de topografía se identificaron una serie de actores del proceso.

El cliente contratante del servicio de topografía, la comisión de topógrafos que realizan los trabajos de levantamiento en campo y los dibujantes que realizan el procesamiento de la información obtenida.

## 2 Descripción de procesos

Se identificaron tres grandes grupos de procedimientos durante la digitalización de la topografía, estas se pueden dividir como las etapas: *Previa al levantamiento, durante el levantamiento y posterior al levantamiento*. En las cuales, cada una tiene una serie de acciones a realizar en función del estado actual del avance realizado por parte del equipo topográfico.

### 2.1 Etapa previa al levantamiento en campo

#### 2.1.1 Obtención de información preliminar de la finca, perímetro o área a levantar por parte del cliente

Luego de finalizado el proceso de contratación por parte de la empresa y un tercero para la realización de un levantamiento topográfico, normalmente se recibe o se genera por medio de una visita al lugar a levantar, un archivo con extensión .KMZ o .KML el cuál se abre utilizando el software *Google Earth*, en el cual se pueden observar puntos, líneas y polígonos superpuestos con las imágenes satelitales o información geográfica almacenada por Google. Durante esta etapa se acuerda con el cliente el procedimiento a realizar, si se realizará un levantamiento de área con una grilla de 'X' metros por 'X' metros, si se van a levantar secciones, replanteo de drenajes, batimetrías o similares.

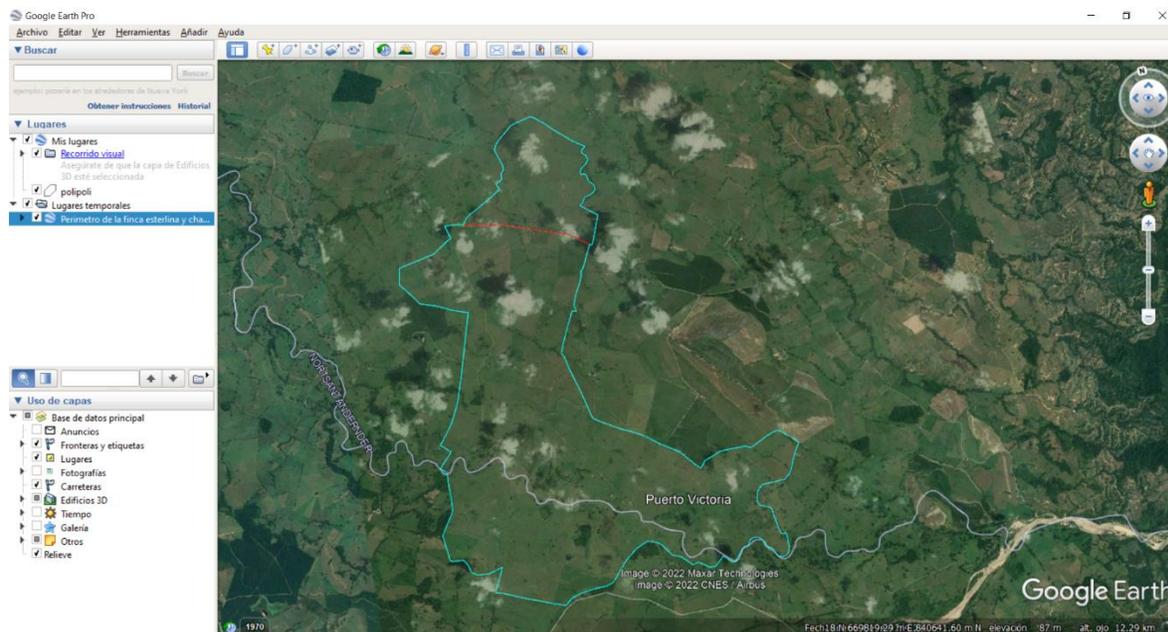


Ilustración 1: Ejemplo de información preliminar de un proyecto en Norte de Santander, Colombia. Google Earth Pro.

## 2.1.2 Identificación del sistema de coordenadas del predio o área a levantar

Una vez obtenido o generado el archivo .KMZ o KML se debe identificar el sistema de coordenadas más adecuado a utilizar para el levantamiento topográfico.

Debido a la forma irregular del planeta tierra, se adoptaron a lo largo del mundo diferentes sistemas de coordenadas para las distintas proyecciones de Mercator (UTM), que de manera local tienen una mayor precisión.

Agrodinco SAS es una empresa con proyectos a lo largo de varios países, con mayor presencia en Colombia, por lo cual es importante establecer el sistema de coordenadas para diferentes zonas.

A continuación, se presentan dos maneras de reconocer el sistema de coordenadas según el país, y los sistemas de coordenadas normalmente usados en Colombia.

### 2.1.2.1 Zonas UTM

En Google Earth, existe una opción que permite activar la distribución del planeta, en Zonas UTM, con estas se puede identificar un sistema de coordenadas específico, para la zona donde se realizará el levantamiento topográfico. Esta opción, se puede activar en la siguiente ruta:

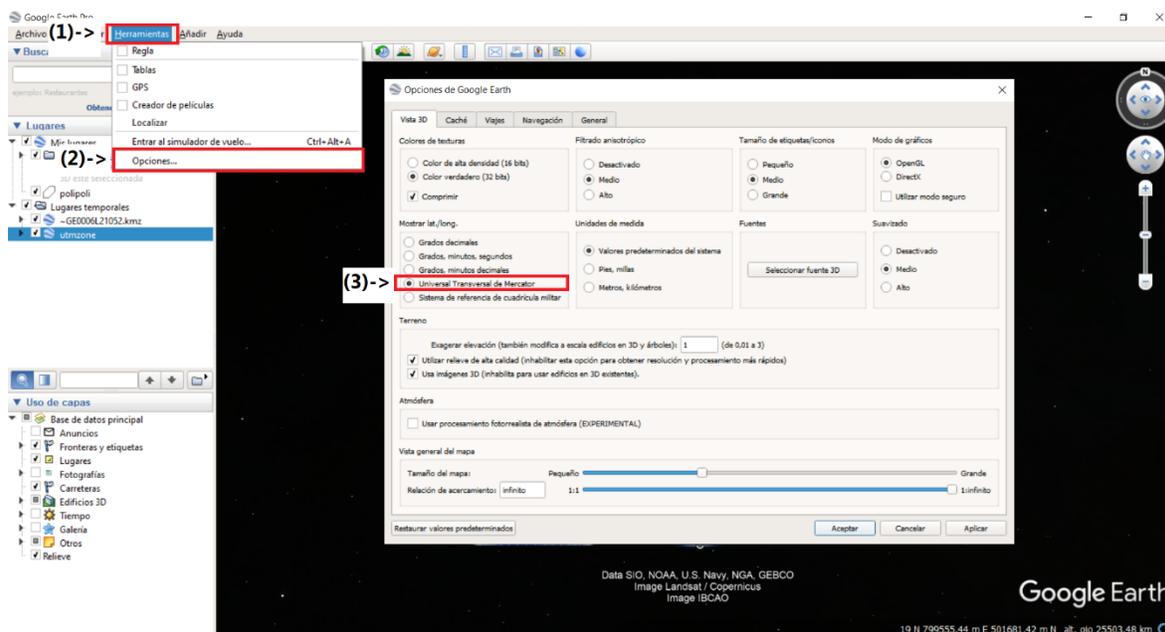


Ilustración 2: Ruta para activar la distribución por zonas UTM. Google Earth. Pro.

Posterior a eso, se puede observar la proyección de regiones UTM según la geoubicación. A partir de estos, para elegir el sistema de coordenadas, se debe interceptar la zona de los paralelos (Identificados con letras) y los meridianos (Identificados con números), según la ubicación del proyecto a realizar.

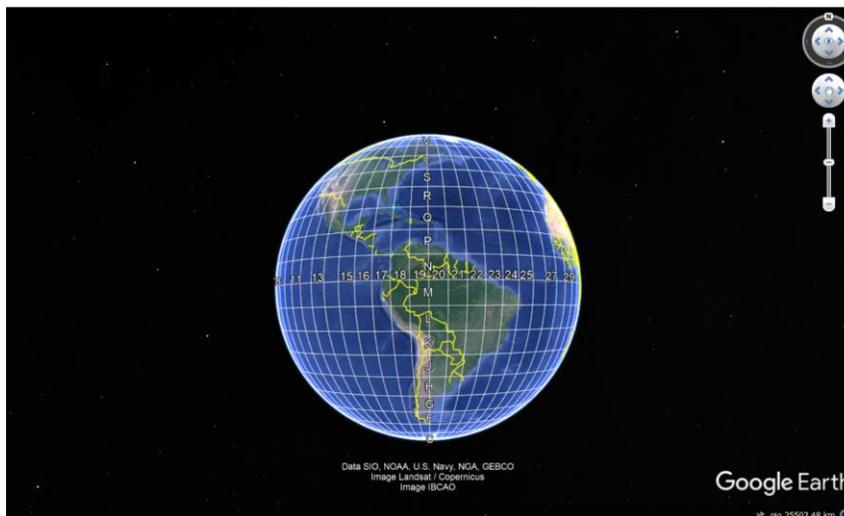


Ilustración 3: Ejemplo de distribución de zonas UTM. Google Earth Pro.

### 2.1.2.2 Sistemas de coordenadas en Colombia:

Además de los sistema de coordenadas UTM, en Colombia, el sistema más usado y aprobado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) quién es la entidad gubernamental encargada de los sistemas geodésicos nacionales de referencia, es el **Magna Sirgas -Colombia**, el cual establece para distintos orígenes una proyección más confiable que la generada por las diferentes proyecciones UTM, que además garantiza la compatibilidad de las coordenadas colombianas con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems). (IGAC, 2018)

Estas proyecciones tienen la siguiente distribución:

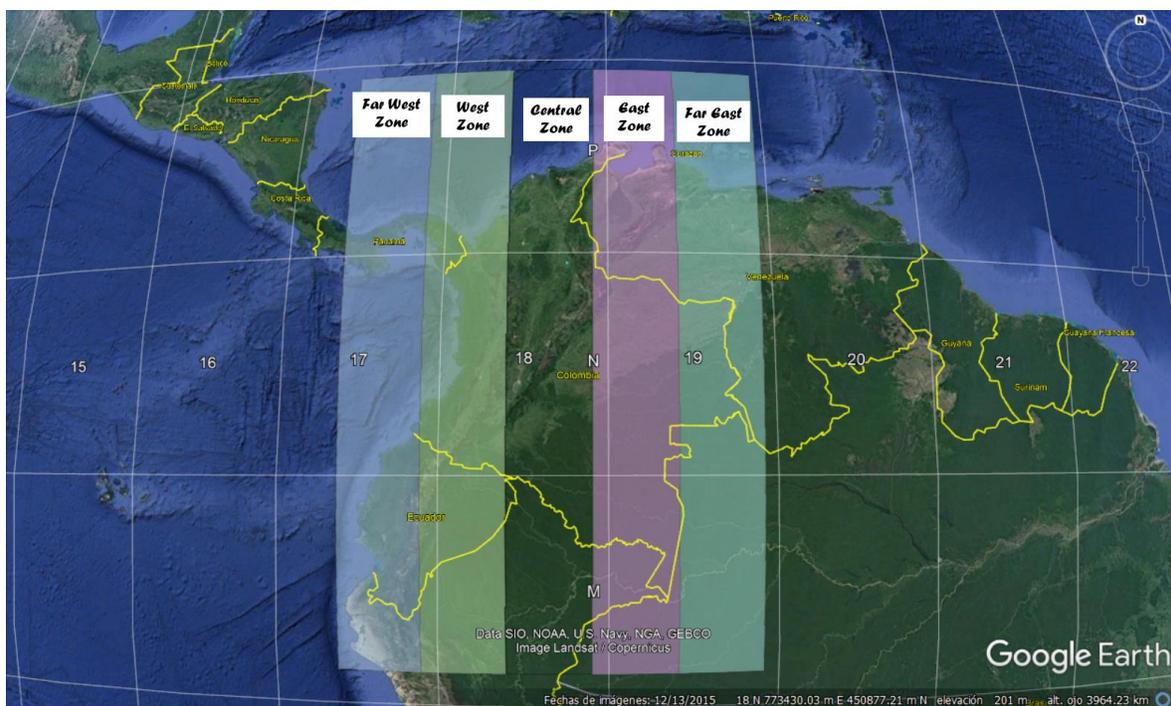


Ilustración 4: Distribución de zonas para los distintos orígenes, recomendados por el IGAC. Google Earth Pro.

Por lo cual, para la identificación del sistema de coordenadas Magna Sirgas a usar, es recomendado subir el polígono de información inicial compartido por el cliente en KMZ o KML, y contrastarlo con el archivo KMZ de distribución de zonas para los distintos orígenes en el Software Google Earth. Como se muestra en la siguiente ilustración:

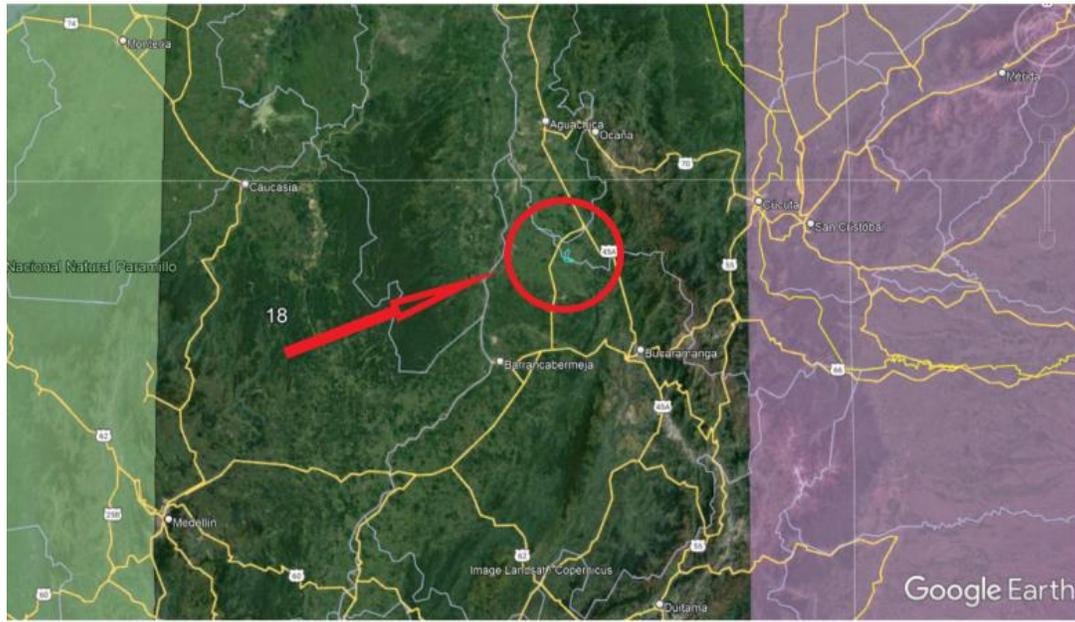


Ilustración 5: Ubicación del proyecto ejemplo en Norte de Santander contrastado con las zonas Magna Sirgas. Google Earth Pro.

Con lo cual, en la imagen se observa que el proyecto a levantar se encuentra ubicado en la zona central, por lo que el sistema de coordenadas a elegir será el Magna Sirgas, Colombia – Bogotá Zone.

### 2.1.3 Generación de archivos DXF

Posterior al proceso de selección de sistema de coordenadas, se debe realizar un archivo DXF en Civil3D georreferenciado, con el límite del proyecto y un sistema de grillas de 'X' por 'X' metros, previamente contratado con el cliente. Normalmente suelen estar en el rango de 15mx15m, 30mx30m, 40mx40m etc.

#### 2.1.3.1 Edición del sistema de coordenadas del dibujo

Es **indispensable** que lo primero a realizar, sea establecer el sistema de coordenadas en el dibujo, existen distintas maneras de hacerlo, a continuación, se muestra una de ellas:

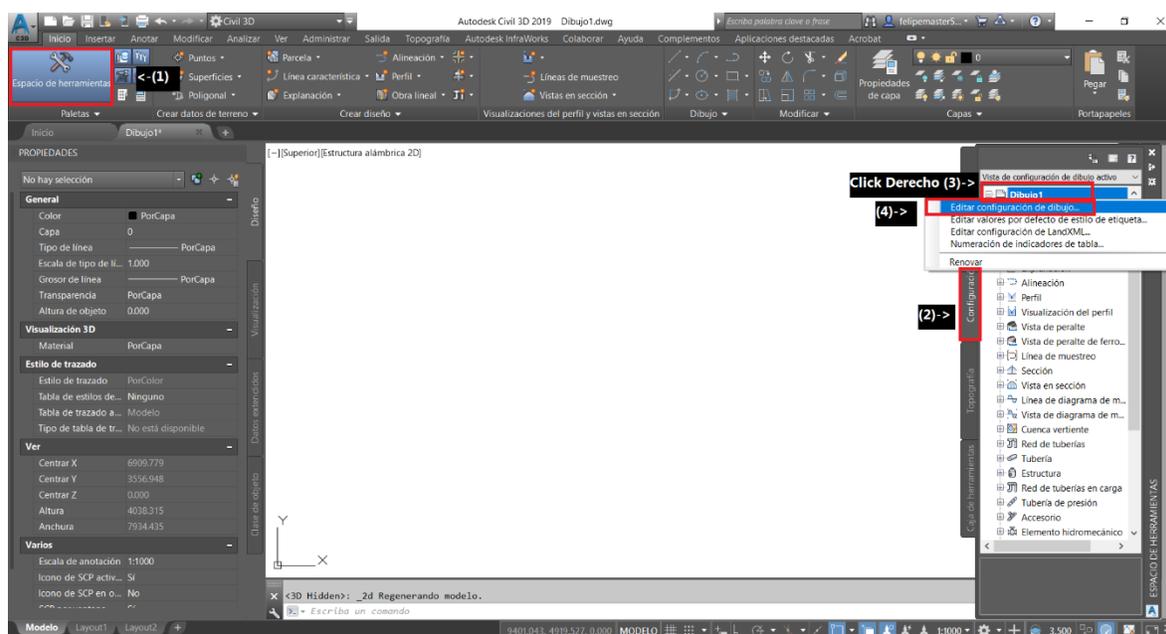


Ilustración 6: Ruta para ingresar a la configuración del dibujo. CIVIL 3D.

Una vez abierta la ventana de configuración del dibujo, se establece el sistema de coordenadas a utilizar, previamente identificado, para el ejemplo utilizado a lo largo de este manual, se identificó que el sistema de coordenadas es el Magna Sirgas Colombia, por lo cual se busca de la siguiente forma:

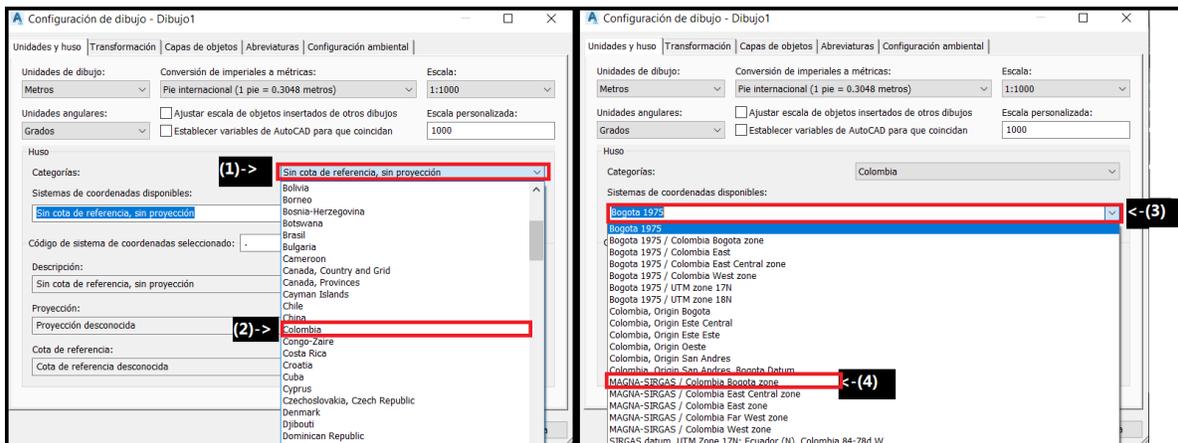


Ilustración 7: Elección del sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS / Colombia Bogotá Zone en configuración del dibujo. CIVIL 3D

### 2.1.3.2 Importación del polígono preliminar a Civil 3D

Una vez establecido el sistema de coordenadas en el dibujo, se procede a insertar el archivo KMZ de información preliminar al espacio modelo, para el dibujo de la grilla. Para insertar el dibujo en el espacio modelo, se debe usar el comando “\_Mapimport”, buscar en la ventana que se abre, el desplegable de archivo KMZ o KML como se muestra a continuación:

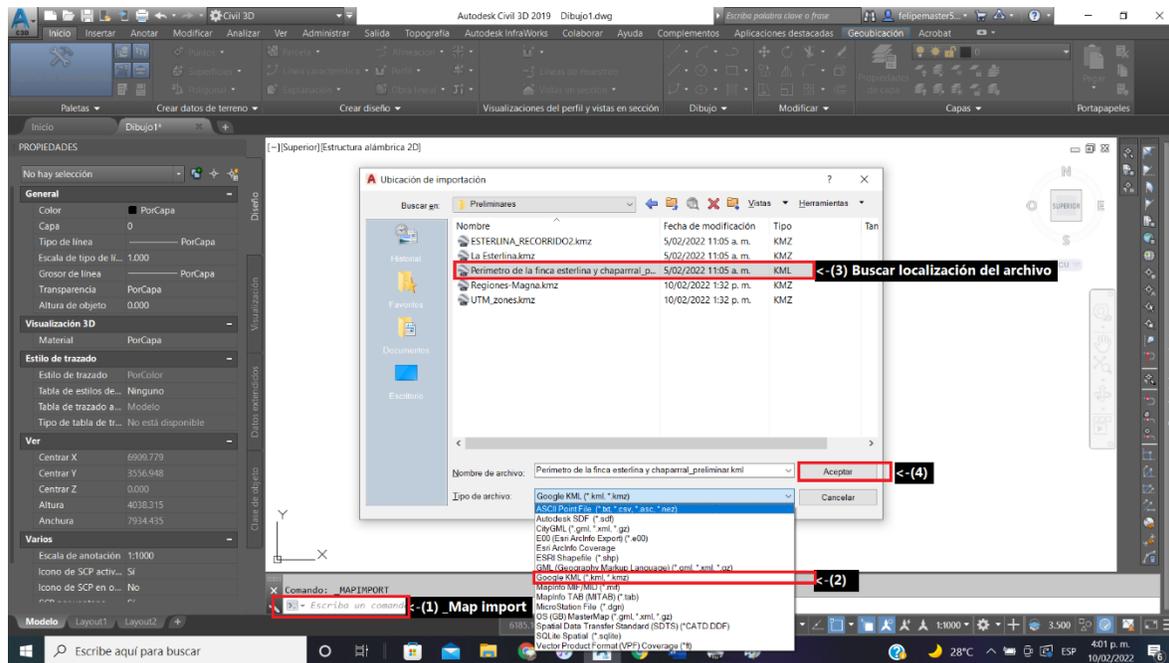


Ilustración 8: Procedimiento para insertar KMZ en CIVIL 3D. CIVIL 3D.

Es importante aclarar que el dibujo en civil está georreferenciado, por lo cual es importante no desplazar el dibujo, porque se puede generar luego problemas de compatibilidad con la información en campo usada por los equipos de topografía.

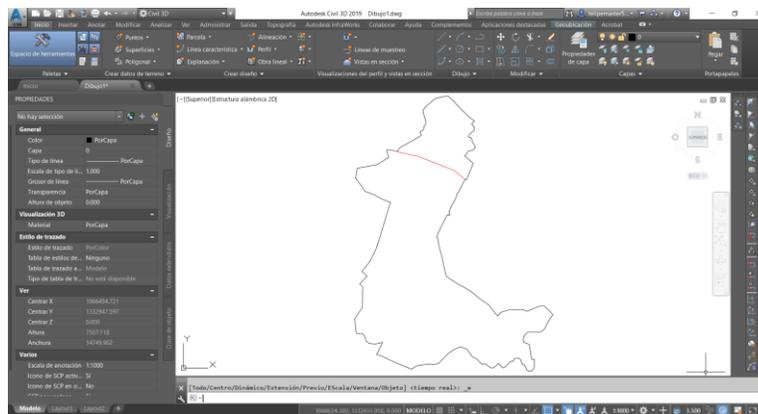


Ilustración 9: Muestra del polígono de información Preliminar en Civil 3D

### 2.1.3.3 Dibujo de grilla y creación de archivo DXF

Una vez subido el perímetro de la zona de levantamiento en CIVIL 3D, se debe dibujar una grilla cuadriculada que contenga la zona a levantar preliminar en su totalidad, esta puede ser cuadriculada o realizando un desfase al perímetro para no cargar el archivo mucho, la cuadrícula se puede hacer dibujando una línea con el modo ortogonal activado y haciendo desfases cada X metros (Dependiendo de lo contratado)

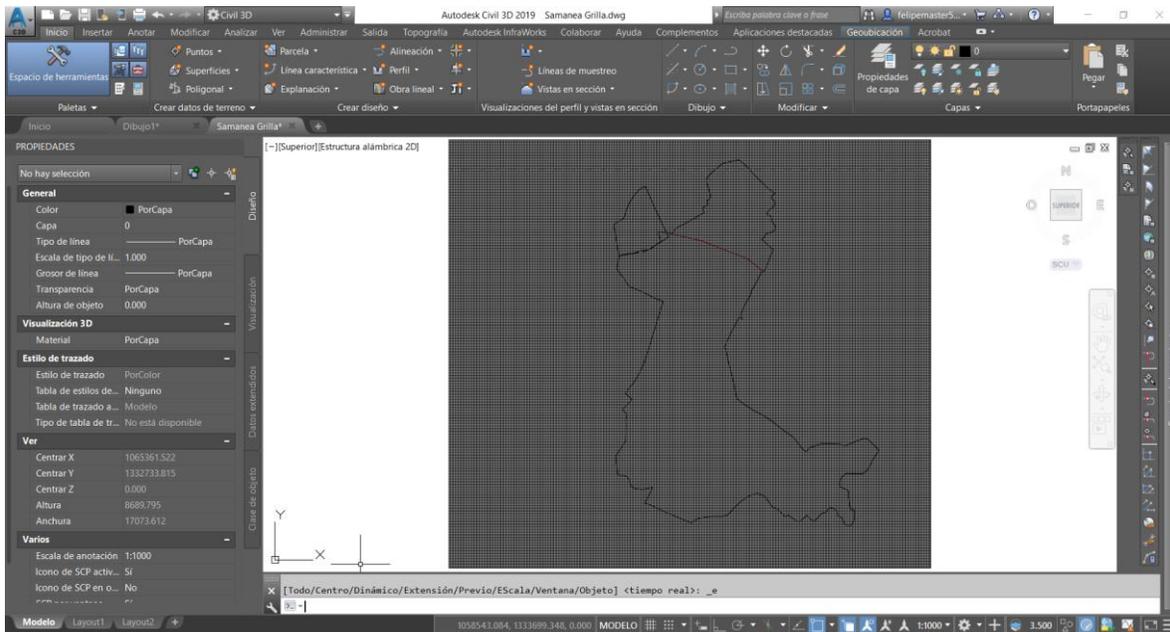


Ilustración 10: Perímetro de información preliminar con grilla 30 m x 30 m sin desfase. CIVIL 3D

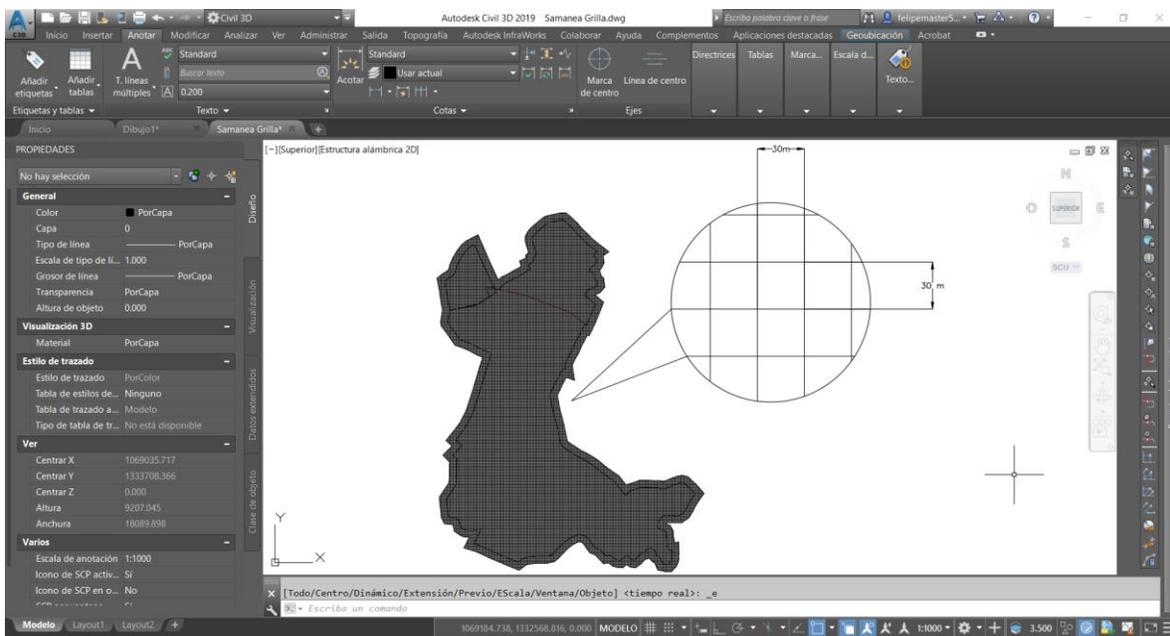


Ilustración 11: Perímetro de información preliminar con grilla 30 m x 30 m con desfase. CIVIL 3D.

Una vez la grilla en el dibujo, se debe exportar el dibujo a formato DXF, que es el archivo que reconocen los equipos de topografía. Esto se realiza de la siguiente forma:

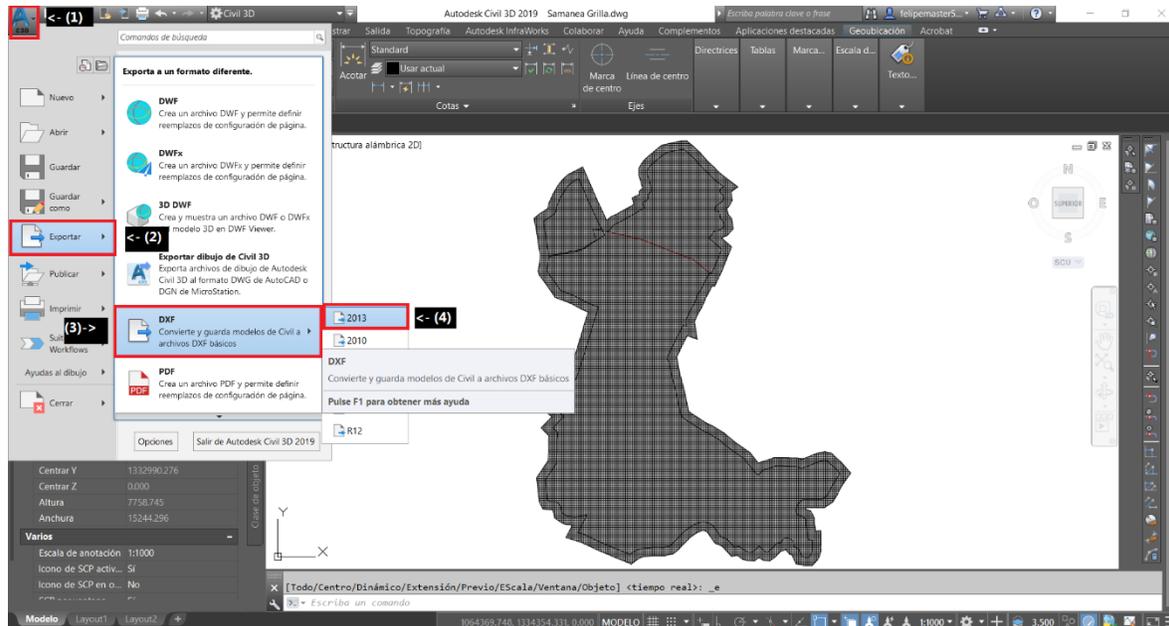


Ilustración 12: Procedimiento para la creación de DXF con grilla. CIVIL 3D

Se establece la ubicación del Archivo DXF:

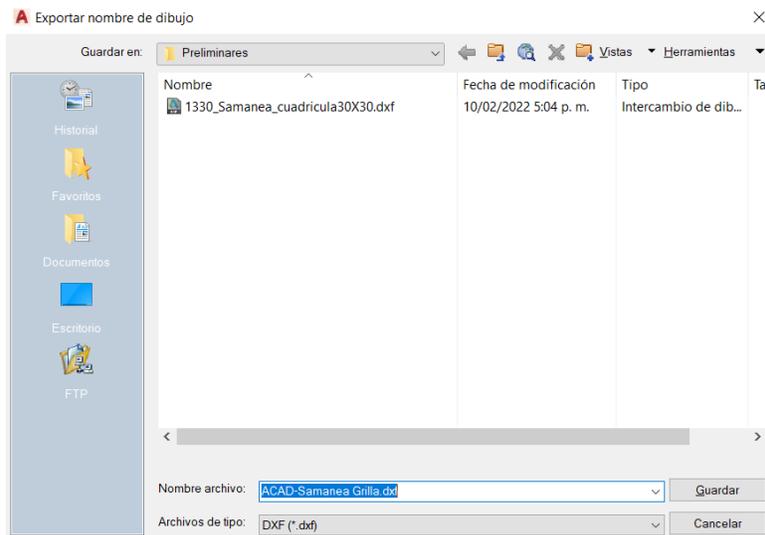


Ilustración 13: Ruta de guardado del archivo DXF. CIVIL 3D

Con este archivo generado, será enviado a la comisión de topografía para ser cargado a los dispositivos utilizados por la empresa para el levantamiento topográfico e iniciar labores de campo.

## 2.2 Etapa durante el levantamiento el levantamiento en campo.

Una vez la comisión de topografía se encuentre en el lugar a levantar, enviarán una serie de archivos en formato CSV que contienen la información del punto obtenido en campo, este se encuentra en el sistema de coordenadas establecido para el levantamiento y se recibirá de manera diaria durante las jornadas laborales contratadas con la comisión de topografía. Este proceso se realizará mientras se finalice el levantamiento.

### 2.2.1 Procesamiento y ajuste de formato de coordenadas en Excel.

Se recibirán archivos en formato CSV con nombrado de la siguiente manera:

*“DD\_MM\_AAAA\_NNA”*

Donde:

DD = Día de levantamiento

MM = Mes de levantamiento

AAAA = Año de levantamiento

NNA (Nombre, segundo Nombre, Apellido) = Iniciales del topógrafo que generó el archivo de puntos topográficos.

Esta información es importante, por lo que con esta se identifica el topógrafo que realizó el levantamiento y la fecha correspondiente, que será necesaria para el seguimiento y la actualización de base de datos en capítulos posteriores.

Estos archivos recibidos, deben ser almacenados en una carpeta llamada “Crudos”, ya que son la información inalterada enviada por el topógrafo, con la cual en caso de ser necesario una revisión posterior, contar con esta información. Los archivos inalterados, deben recibir una modificación para poder ser leídos por el software CIVILCAD3D sin problemas.

Para la transformación de los puntos, existen muchas maneras de realizar el ajuste, esta se recomienda realizar utilizando el Software de Microsoft Excel, sin embargo, no es la única manera de hacerlo.

Se abre el archivo con el software recomendado, aquí se aprecia que la información está contenida en una sola columna y sus valores están separados por comas (De ahí el formato CSV), para la transformación, se deben separar los datos de una sola columna a varias, para esto, se hace lo siguiente:

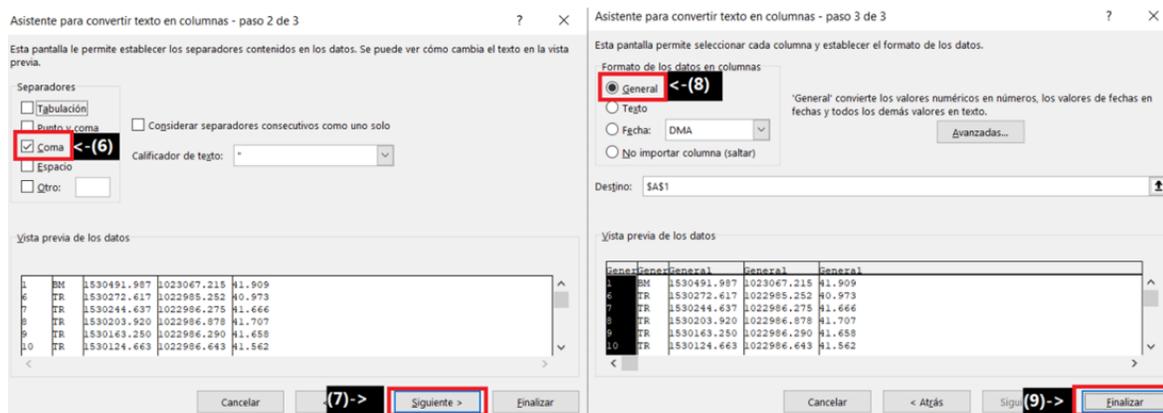
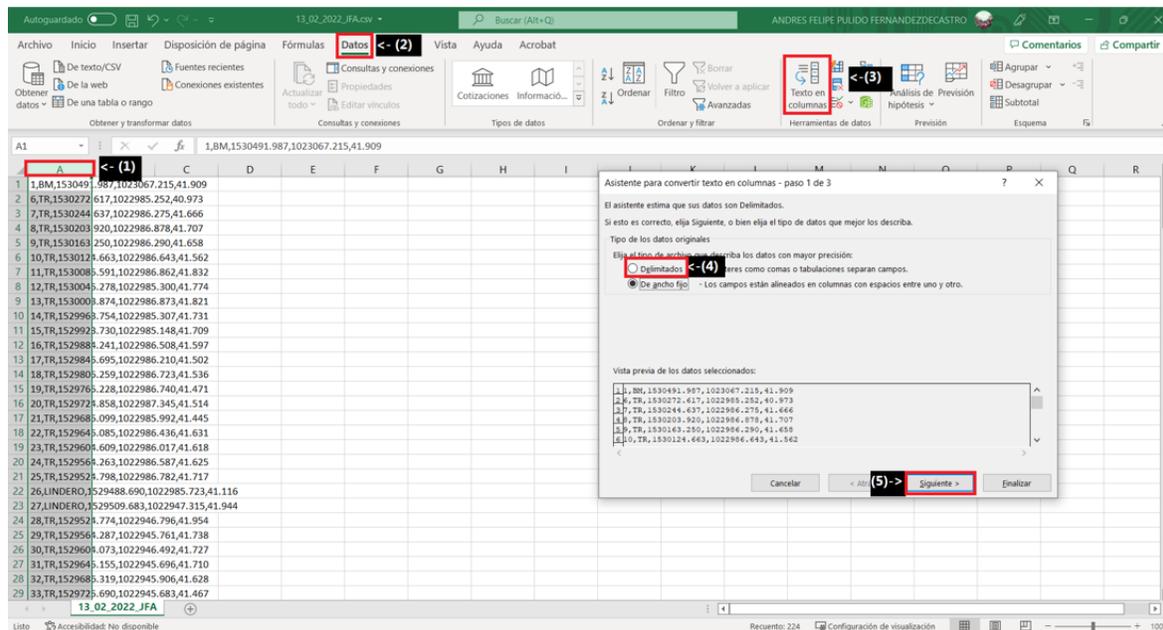


Ilustración 14: Procedimiento para separar los CSVs para ajuste. MS Excel.

Realizado el proceso anterior, se pueden ver los valores separados en varias columnas. Aquí es importante identificar qué valor significa cada uno, ya que estos varían entre archivos crudos enviados por los distintos topógrafos. Esto se puede identificar observando puntos cercanos para la identificación de la coordenada Norte y Este.

El archivo CSV debe tener como mínimo lo siguiente:

Coordenada Norte, Coordenada Este, Elevación y descripción del punto.

Número de Punto	Descripción	Norte	Este	Elevación	F	G	H	I	J
1	1 BM	1530491.99	1023067.22	41.909					
2	6 TR	1530272.62	1022985.25	40.973					
3	7 TR	1530244.64	1022986.28	41.666					
4	8 TR	1530203.92	1022986.88	41.707					
5	9 TR	1530163.25	1022986.29	41.658					
6	10 TR	1530124.66	1022986.64	41.562					
7	11 TR	1530085.59	1022986.86	41.832					
8	12 TR	1530045.28	1022985.3	41.774					
9	13 TR	1530003.87	1022986.87	41.821					
0	14 TR	1529963.75	1022985.31	41.731					
1	15 TR	1529923.73	1022985.15	41.709					
2	16 TR	1529884.24	1022986.51	41.597					
3	17 TR	1529845.7	1022986.21	41.502					
4	18 TR	1529805.26	1022986.72	41.536					
5	19 TR	1529765.23	1022986.74	41.471					
6	20 TR	1529724.86	1022987.35	41.514					

Ilustración 15: Archivo CSV separado de comas a diferentes celdas. MS Excel.

Para que el archivo sea reconocido por el CivilCAD, este debe ser organizado de la siguiente manera:

*Número de punto, Norte, Este, Elevación, Descripción (PNEZD)*

Por lo que, una vez separado por columnas se deben organizar de esta manera, y nuevamente juntar las columnas en una sola, separadas por comas. Esto se realiza utilizando el comando “CONCATENAR” de Excel, en el cual se deben juntar las casillas y realizar las separaciones con la coma.

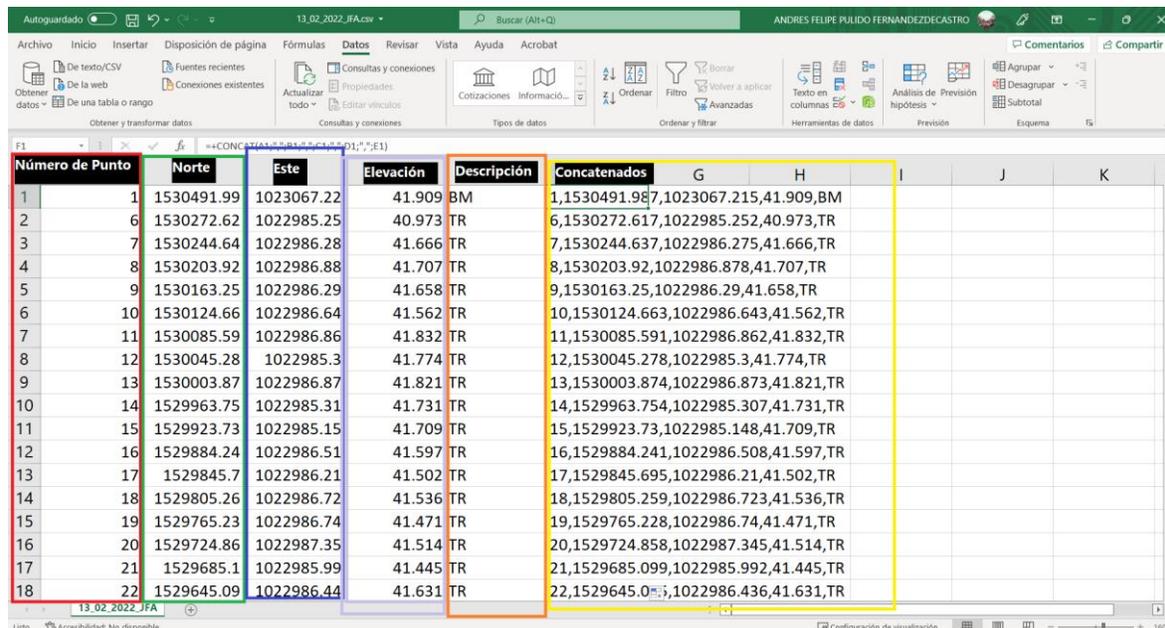


Ilustración 16: Procedimiento para ajuste de CSV.MS Excel.

Se usó el siguiente comando “=CONCAT(A1;"",B1;"",C1;"",D1;"",E1)” para la unión de los archivos una vez organizados.

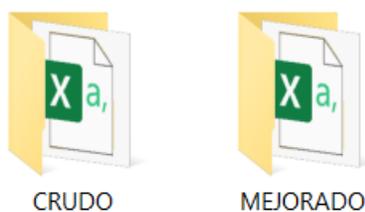


Ilustración 17: Sugerencia de almacenamiento de archivos CSV.

El archivo, se debe guardar en una carpeta separada e identificarlo con el mismo nombre que se presentó anteriormente.

## 2.2.2 Procesamiento de puntos y coordenadas en CIVIL

Una vez los archivos CSV listos para ser reconocidos por civil, se deben subir al dibujo con el sistema de coordenadas establecido previamente, se sugiere tener el polígono preliminar en el mismo dibujo para identificar el sector que está levantando el topógrafo.

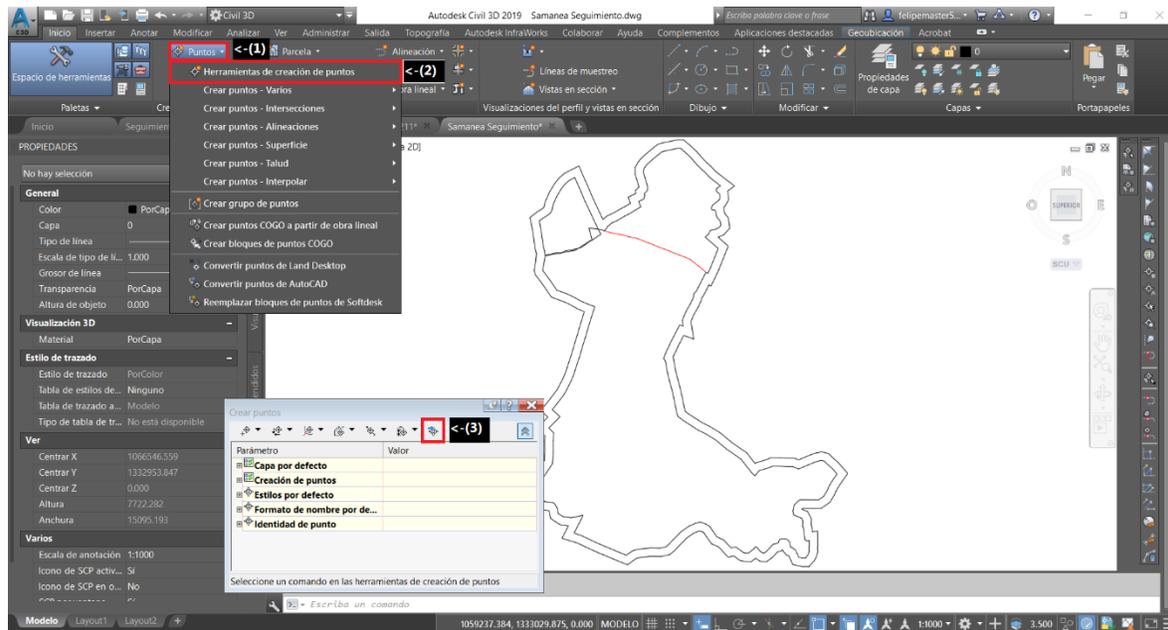


Ilustración 18: Procedimiento para abrir la herramienta de importación de puntos. CIVIL 3D.

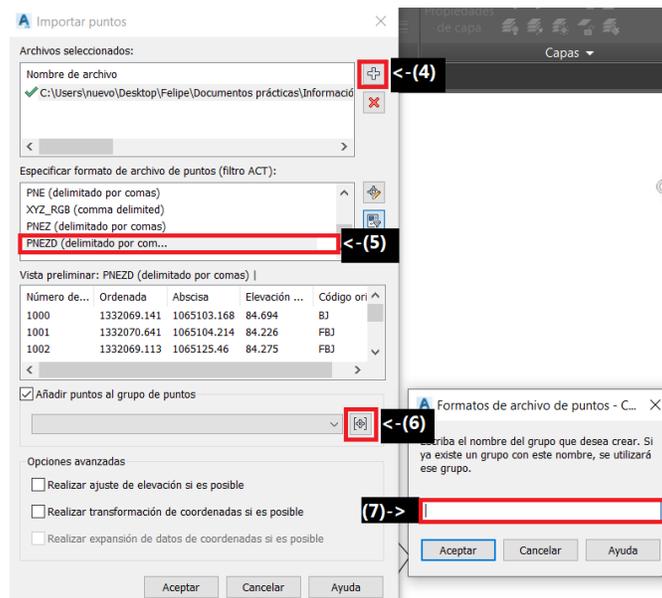


Ilustración 19: Importación de puntos y creación de grupo de puntos.

Nota paso (4): Buscar la ubicación del archivo CSV mejorado.

Nota Paso (7): Se debe nombrar el grupo de puntos igual que el CSV.

Si se realizaron los procedimientos de manera adecuada, sobre el perímetro inicial, aparecerán una serie de puntos con los códigos preestablecidos. El Civil reconoce los puntos de Terreno y les asigna un bloque de color verde

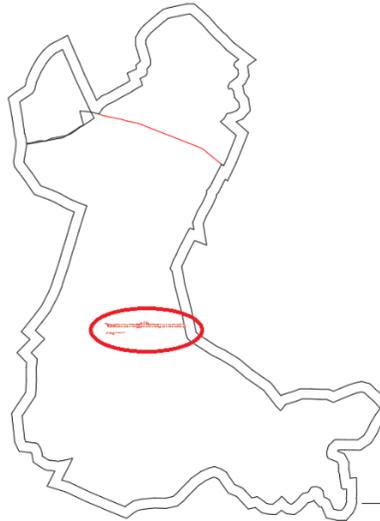


Ilustración 20: Puntos subidos a espacio modelo. CIVIL 3D

Con estos puntos subidos, se debe realizar un perímetro bordeando los puntos exteriores, con el fin de realizar el cálculo de área levantada ese día por el topógrafo. Esto se realiza yendo punto a punto dibujando una polilínea, que debe finalizar en el mismo punto que inició, para poder calcular el área.

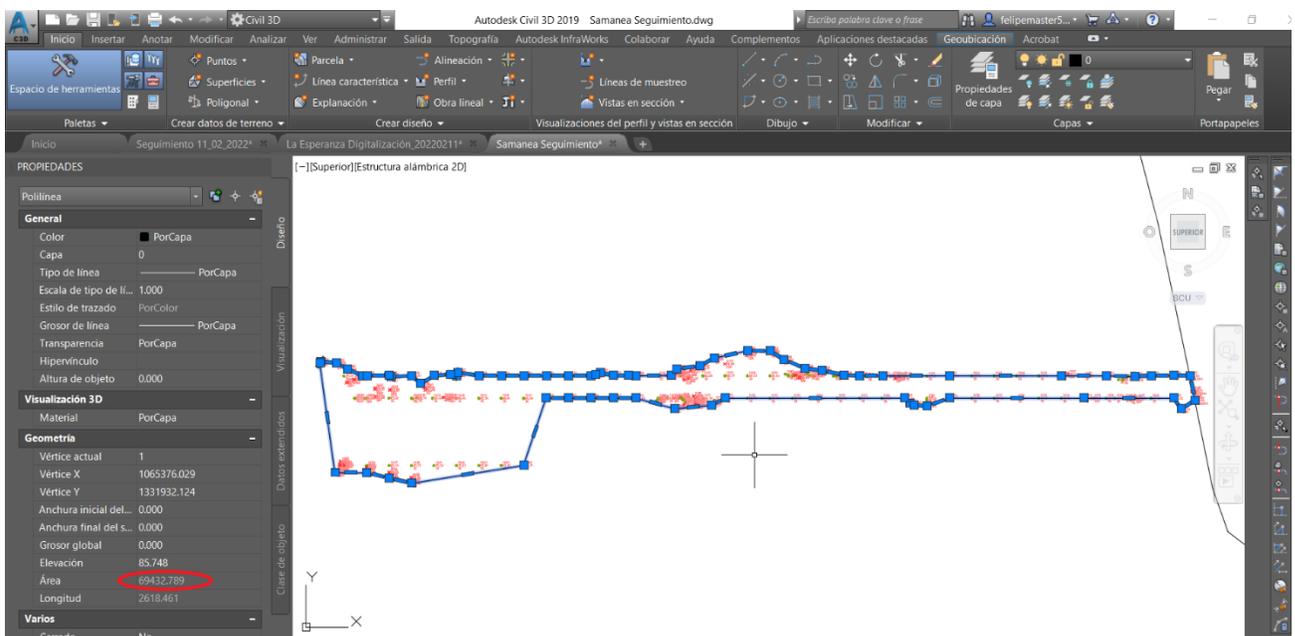


Ilustración 21: Delimitación de área levantada

Es importante almacenar el valor del área levantada ese día, ya que será necesaria para el seguimiento realizado a los topógrafos. Una vez una serie de grupo de puntos ha sido subida, debe crearse una superficie preliminar, con el fin de revisar que no existan valores de elevación errados o demasiado discordantes unos con otros.

Esto se realiza de la siguiente manera:

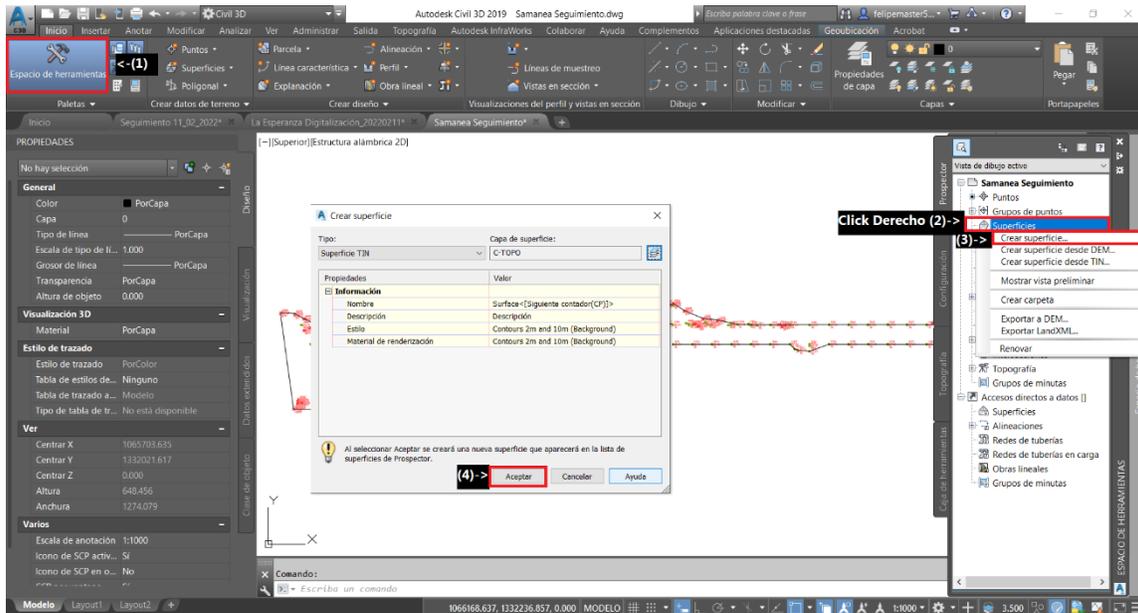


Ilustración 22: Procedimiento para creación de curvas de nivel a partir de puntos. CIVIL3D.

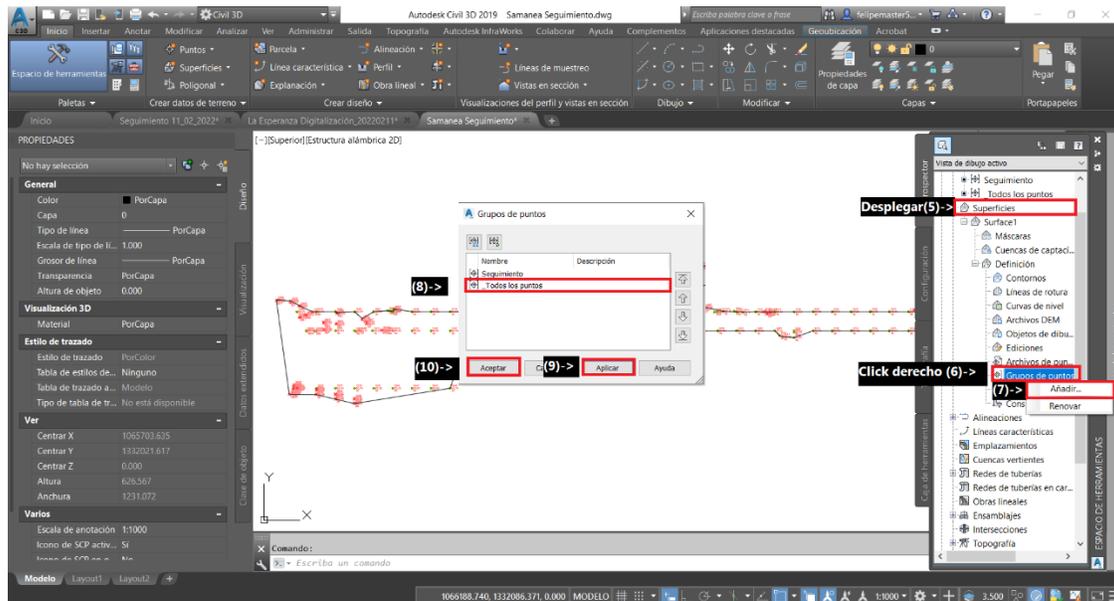


Ilustración 23: Procedimiento para añadir puntos para generar curvas de nivel y superficie. CIVIL 3D.

Si una vez generadas las curvas de nivel a partir del grupo de puntos y no se generan curvas de nivel muy pronunciadas, las elevaciones de los puntos están acordes a la realidad y no hubo problemas de procedimiento, si esto llegase a suceder, se debe consultar con la comisión de topografía presente en el área del levantamiento, la cual deberá verificar si la información es acorde a lo mostrado por la superficie generada, en caso contrario, debe realizarse nuevamente una verificación en campo del punto y levantarlo nuevamente. Con esto, se puede dar por concluidas las actividades realizadas el día anterior durante el levantamiento en campo.

### **2.2.3 Actualización de seguimiento y base de datos**

Es importante almacenar en una tabla, la información del levantamiento realizado por el topógrafo de manera diaria, y es necesario almacenar dicha información, ya que se debe llenar una base de datos de seguimiento de topografía manejada por la empresa. La información necesaria para tener en cuenta es la siguiente:

- País
- Departamento o región
- Municipio
- Fecha del levantamiento
- Código del proyecto
- Nombre del predio
- Actividad realizada
- Unidad de la actividad topográfica realizada
- Cantidad de área levantada
- Horario de labores realizada por el topógrafo

Esta información debe tomarse de manera diaria hasta el momento de finalización del levantamiento.

El procedimiento para durante esta etapa, se representó con el siguiente diagrama de flujo:

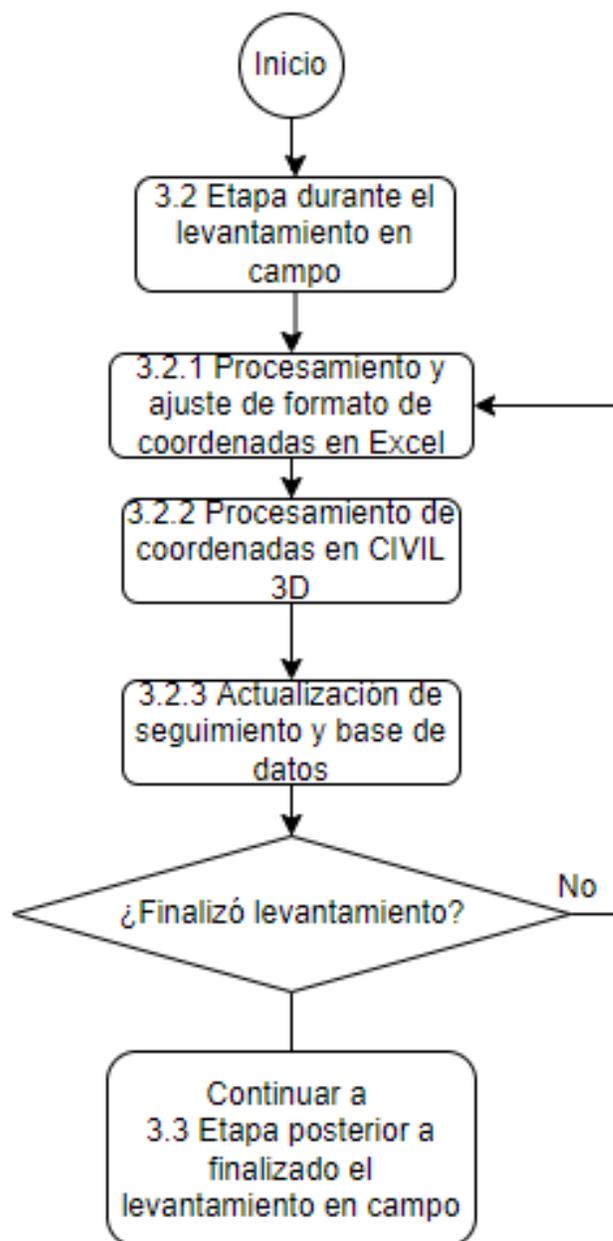


Ilustración 24: Diagrama de flujo representativo de la etapa de seguimiento al levantamiento topográfico en campo.

## 2.3 Etapa posterior a finalizado el levantamiento en campo

### 2.3.1 Compilación de archivos CSV en un solo archivo

Una vez se finalizó el levantamiento, los archivos CSV mejorados deben ser compilados en un solo archivo que contenga todas las coordenadas tomadas durante el levantamiento.

Por lo que se debe tomar todos los CSV's ajustados, copiar y pegarlos en un sólo archivo. Este se debe guardar en una carpeta que haga la connotación de CSVs compilados, debido a que estos puntos serán los que, de ser requeridos, se entregarán al cliente. Además de esto, se debe verificar que los códigos presentes en la descripción de los puntos en el archivo compilado se encuentren en la base de datos que del formato de puntos de Digitalización de topografía de Agrondico. Por lo cual, es necesario realizar un proceso de verificación en el que se comparen las descripciones de dichos CSV y se encuentren en la siguiente lista:

DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN QUE RECONOCE EL FORMATO AGRODINCO
ALC	ALCANTARILLA
ALETA-ALC	ALETA ALCANTARILLA
ANTENA	ANTENA
ARBOL	ARBOL
BAMBU	BAMBU
BATEA	BATEA
BBAJO	BBAJO
BC	BCANAL
BCA	BCANAL
BJ	BAJO
BLAGO	BLAGO
BM_01	BM_01
BM_02	BM_02
BM_03	BM_03
BM_04	BM_04
BM_05	BM_05
BM_06	BM_06
BNACEDERO	BNACEDERO
BOCATOMA	BOCATOMA
BOS	BOSQUE
BR	BRIO
BROCHE	BROCHE



BV	BVIA
CAJA-LUZ	CAJA-LUZ
CANAL-RIEGO	CANAL-RIEGO
CAÑO	CAÑO
CASA	CASA
CER	CERCO
CER-ELECTRICA	CER-ELECTRICA
CHEQ	CHEQ
CONS	CONSTRUCCION
CONTADOR	CONTADOR
CORRAL	CORRAL
DEL	DELTA
FALC	FALC
FBEBEDERO	FBEBEDERO
FBJ	FBAJO
FC	FCANAL
FCAÑO	FCAÑO
FLA	FLAGO
FNACEDERO	FNACEDERO
FPA	FPANTANO
FR	FRIO
GUADUA	GUADUA
LA	LAMINA-AGUA
LAGO	LAGO
MOJON	MOJON
NACEDERO	NACEDERO
NI	NIVEL-INUNDACION
PA	PANTANO
PAL	PALMA
PINO	PINO
PLAYA	PLAYA
PORTON	PORTON
POS	POSTE
POSTE	POSTE
POZO	POZO
POZO-SEPTICO	POZO-SEPTICO
PUENTE	PUENTE
SALINA	SALINA
TANQUE	TANQUE
TANQUE DESARENADOR	TANQUE DESARENADOR
TB	TUBO

TORRE	TORRE
TR	TERRENO
VALVULA	VALVULA
VIA	VIA

Ilustración 25: Tabla de códigos reconocidos por el formato Agrodinco.

Si algún punto no se encuentra en esta lista, se deben verificar dos situaciones probables: 1) El código en el CSV contiene un error gramatical (Véase tener como descripción TN, en vez de TR) por lo que se debe corregir antes de realizar el procedimiento siguiente de integrar estos puntos en el espacio modelo. 2) Se presentan puntos que fueron nombrados de una manera distinta al formato, por lo cuál debe ser corregido y ajustado a lo mostrado en la lista anterior. (Por ejemplo, los puntos de CHEQ se encuentren como CHECK o similares) casos en los cuales se debe realizar la debida corrección.

### 2.3.2 Proceso a subir puntos en el formato Agrodinco.

A los dibujantes, se les hará entrega de un formato DWG el cual contiene una serie de convenciones para puntos y capas creadas que son normalmente usadas para el diseño. Una vez el archivo CSV compilado tenga las descripciones y códigos ajustados, se deben subir al espacio modelo realizando un proceso similar al mostrado en el numeral **“Procesamiento de puntos y coordenadas en CIVIL”**.

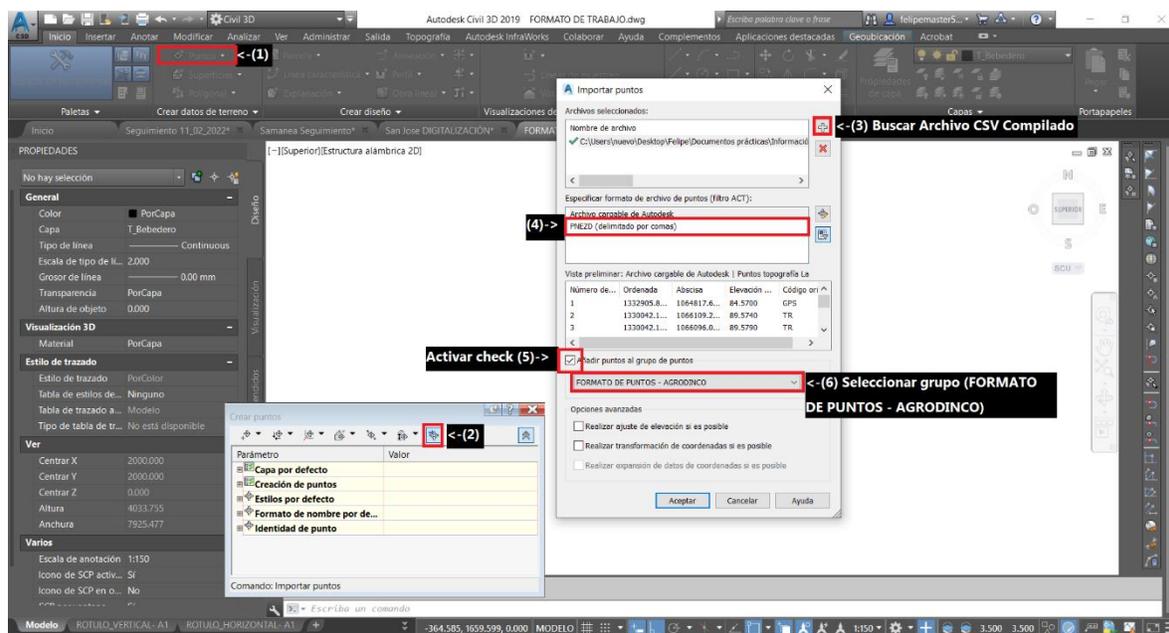


Ilustración 26: Procedimiento para subir puntos en formato Agrodinco. CIVIL 3D.

La importancia de subir los puntos al formato Agrodinco, es que cada punto queda almacenado en una capa individual según su código,

además de tener una serie de capas y colores típicos usados para el diseño.

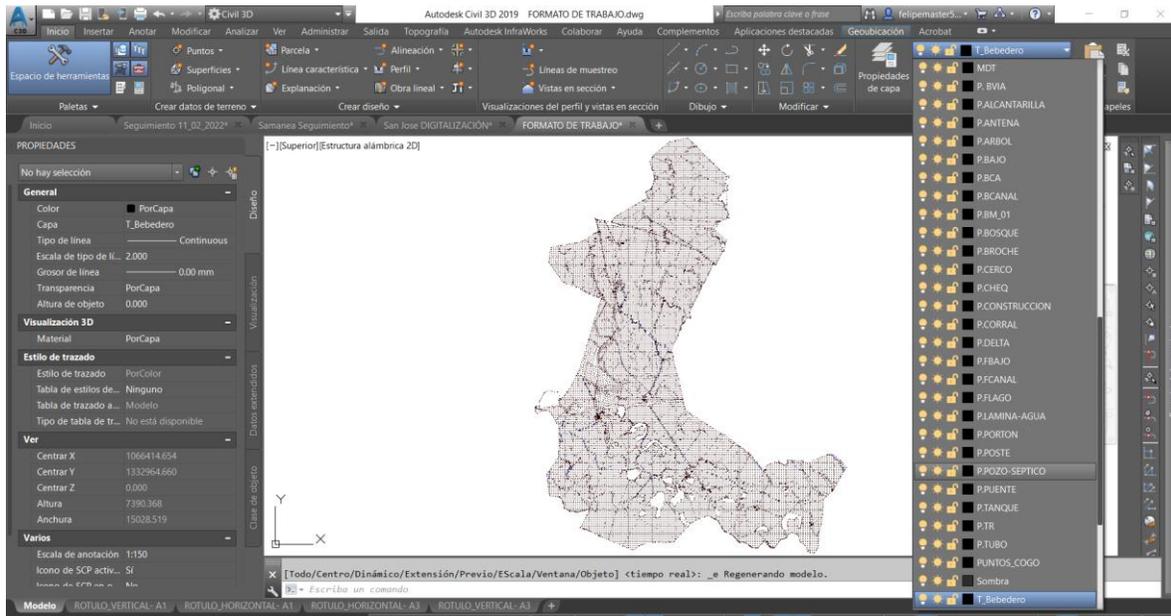


Ilustración 27: Puntos integrados en el formato Agrodinco con sus respectivas capas. CIVIL 3D.

### 2.3.3 Inserción de ortofoto al espacio modelo

Una vez compilada la información en el espacio modelo, el proceso de digitalización ajustado se realiza con ayuda de una Fotografía Orto rectificada (Ortofoto) la cuál es tomada por un equipo de fotogrametría en el terreno a levantar. Esta ortofoto, de gran resolución, permite observar el terreno en el espacio modelo y sobre él verificar de manera final la topografía además permite observar claramente el cauce de los caños, delimitación de cercas, cuerpos de agua, construcciones, etc. Para insertar la ortofoto al espacio modelo se debe realizar lo siguiente usando el comando **“MAPIINSERT”**:

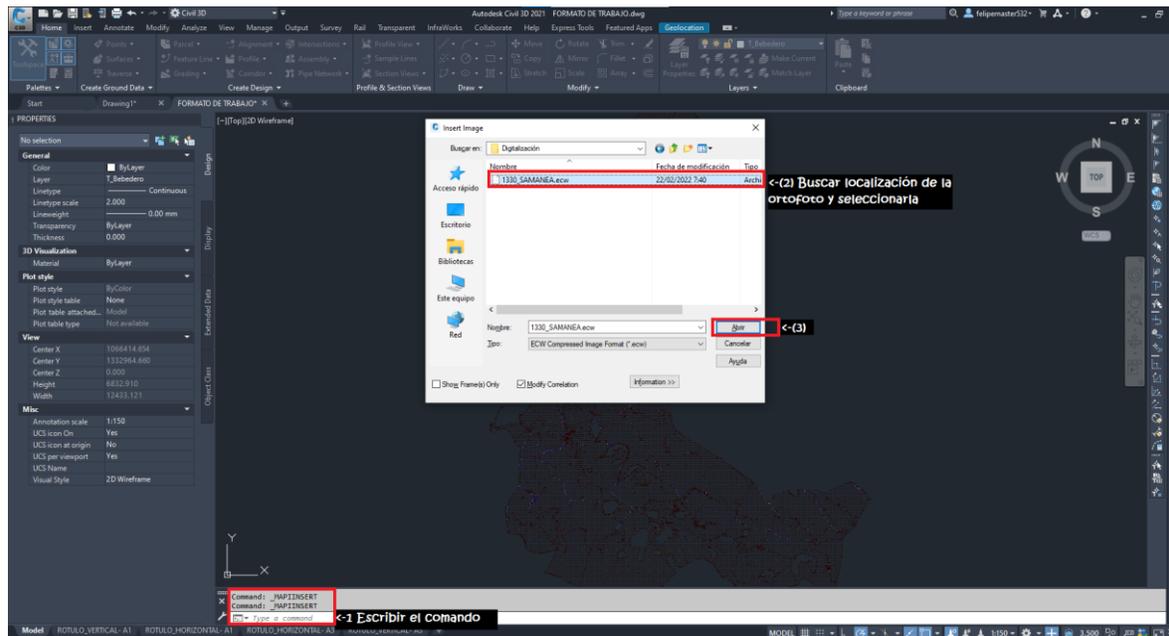


Ilustración 28: Procedimiento para insertar ortofoto. CIVIL 3D

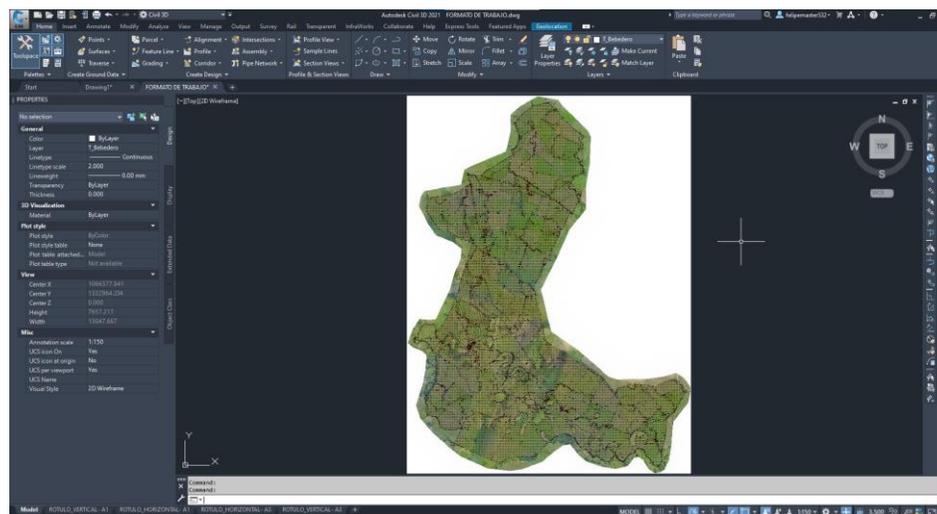


Ilustración 29: Ortofoto insertada en espacio modelo. CIVIL 3D.

### 2.3.4 Digitalización con Polilíneas y Polilíneas 3D

Los puntos de topografía, al ser levantados únicamente como puntos, requieren que la información que ellos presentan sea mostrada con sus formas ajustadas de vista en planta presentadas. Por lo cual se requiere dibujar sobre la ortofoto y apoyándose con dichos puntos.

Una vez los puntos de topografía montados en el formato de Agrodinco, el procedimiento recomendado para esta digitalización y para poder identificar de manera sencilla los puntos que deben ser digitalizados se deben apagar los puntos de terreno. Estos se encuentran en la siguiente capa:



Esto se realiza con el fin de observar de manera clara, el resto de los puntos que requieren ser digitalizados. Esto puede variar de proyecto a proyecto, pero lo normal suele ser lo siguiente, los cuales están identificados con los códigos estandarizados para Agrodinco:

Digitalizar	Código(s)	Descripción completa	Tipo de línea
Cercos internos	CER	CERCO	Polilínea
LINDERO	LINDERO	LINDERO	Polilínea
Construcciones	CASA, CASETA, CORRAL, BAÑO	CASA, CASETA, CORRAL, BAÑO	Polilínea
Vías	VIA, BVIA	VIA, BVIA	Polilínea
Caños, arroyos y ríos	FC, BC	FCANAL, BCANAL	Polilínea 3D
Bajos y depresiones	FBJ, BJ	FBAJO, BAJO	Polilínea 3D

### 2.3.4.1 Digitalizaciones con polilíneas

A continuación, se muestran una serie de digitalizaciones que se deben realizar con polilíneas, las cuales se dibujan con Polilíneas uniendo punto a punto dándole la forma que muestre la ortofoto.

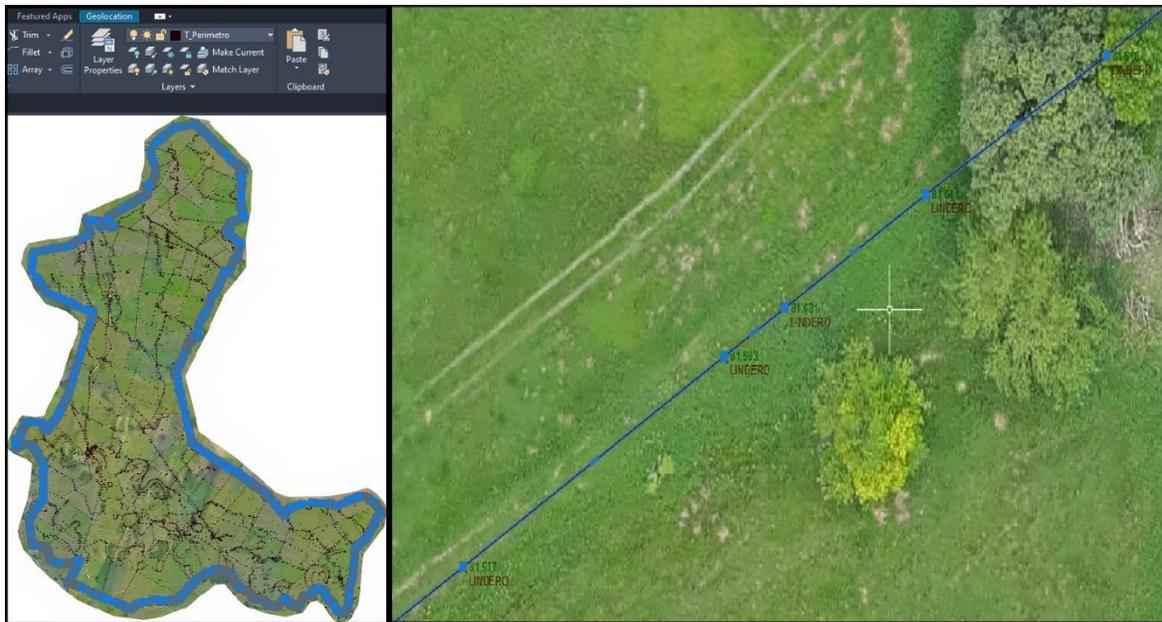


Ilustración 30: Digitalización de perímetro o lindero de levantamiento. CIVIL 3D.



Ilustración 31: Digitalización de construcción. CIVIL 3D.

### 2.3.4.2 Digitalizaciones con polilíneas 3D

Es importante notar que los arroyos, bajos deben ser digitalizados con polilíneas 3D. La diferencia entre estas dos líneas, es que las polilíneas tienen una elevación fija, durante toda su longitud, mientras que las polilíneas 3D tienen para cada vértice una elevación. Esto ayuda a dibujar elementos tridimensionales, los cuales pueden ayudar a dar mejor forma a la superficie o MDT.

A continuación, se muestran dos polilíneas, donde una está en 3D y la otra en una dimensión, en las que aparentemente en planta son iguales, pero una vez se ve desde otra perspectiva se nota que son diferentes



Ilustración 32: Diferencias entre Polilíneas y Polilíneas 3D. CIVIL 3D

Entendido esto, se deben digitalizar los arroyos, caños y bajos a partir de la ortofoto y los puntos de topografía. Para el dibujo de estos, se recomienda realizar el siguiente procedimiento:

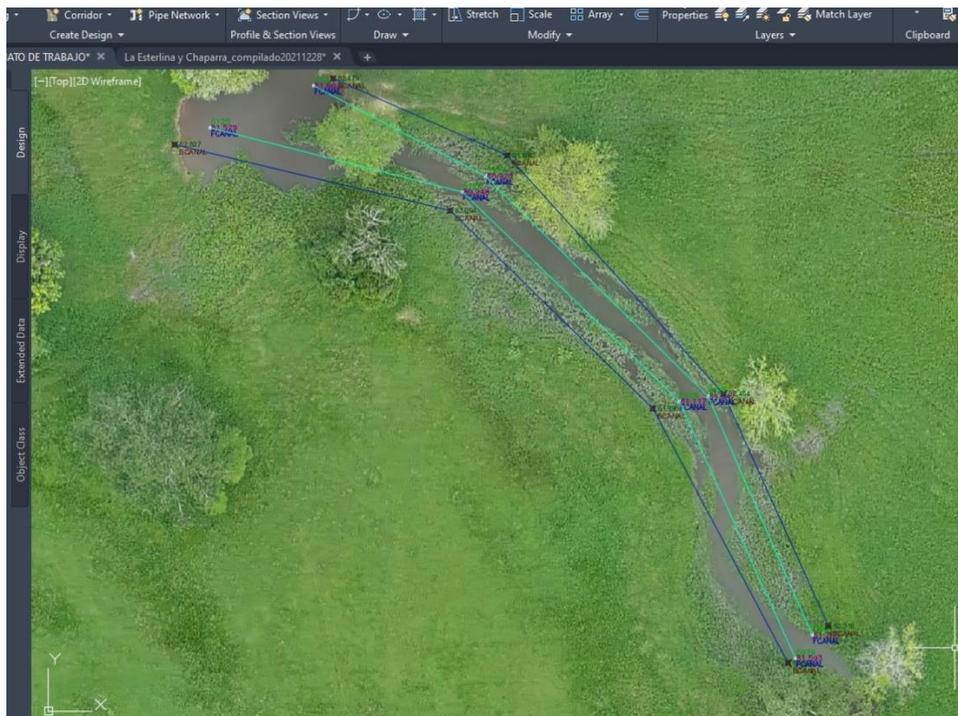


Ilustración 33: Dibujo de Polilíneas 3D uniendo punto a punto sin ajustar. CIVIL3D

Como se puede observar, estas Polilíneas 3D realizadas no se ajustan a lo que se muestra la ortofoto, por lo que es necesario ajustarla. Es importante realizar este procedimiento de esta manera, para que cada vértice de la Polilínea 3D tengan la elevación del punto al que está unido. Para esto se añaden vértices a partir de cada una de las líneas, esto se realiza seleccionando la línea a modificar e ir añadiendo vértices para darle forma a la línea, de la siguiente forma:

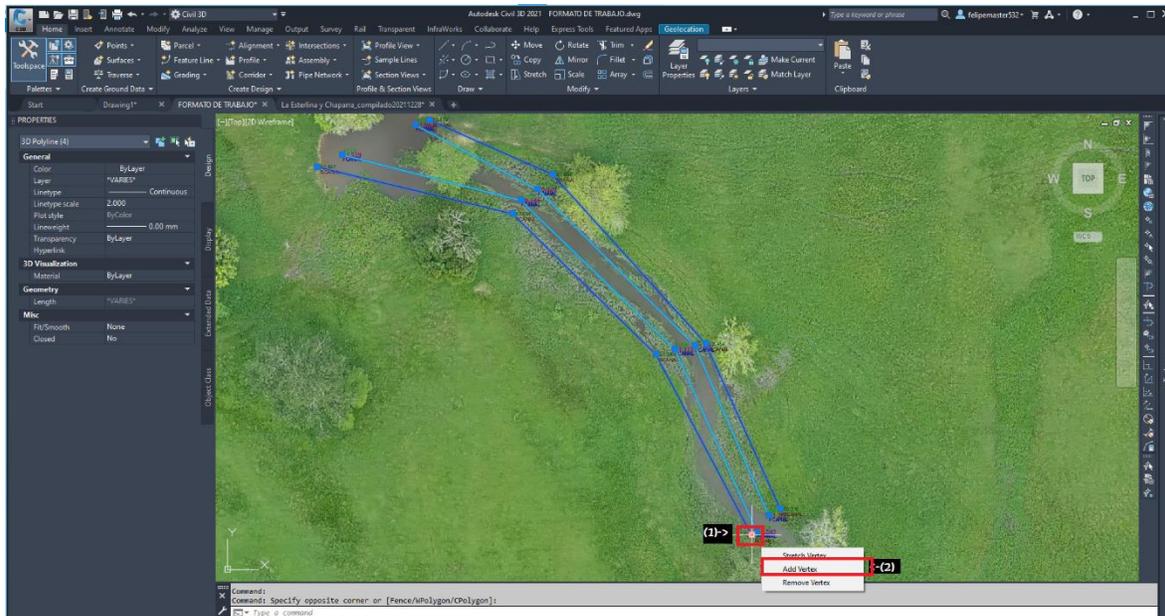


Ilustración 34: Procedimiento para dibujo con Polilíneas 3D.

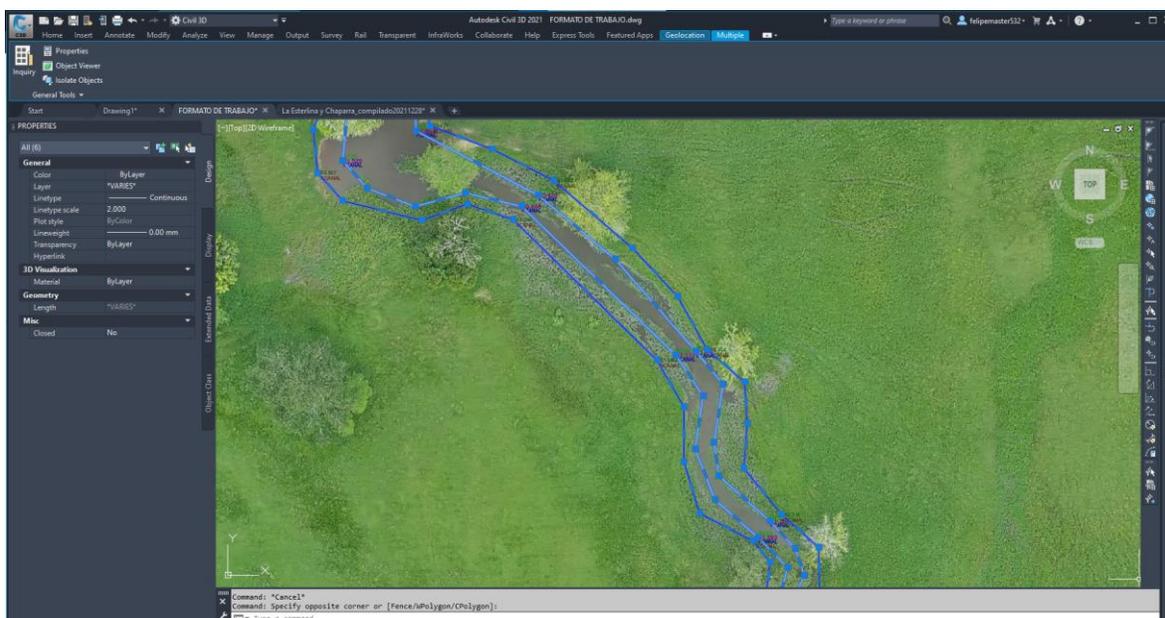


Ilustración 35: Ajuste de Polilíneas 3D de acuerdo con la ortofoto. CIVIL 3D.

Es importante realizar la digitalización de todos los arroyos, construcciones, cercos, vías y demás pertenecientes a la topografía para generar posteriormente el MDT.



*Ilustración 36: Imagen con todos los elementos digitalizados. CIVIL 3D.*

### 2.3.5 Creación de superficie (MDT)

Una vez se encuentran todos los elementos digitalizados se procede a realizar la superficie integrando todos los puntos de topografía levantada y recortando las curvas de nivel generadas al perímetro levantado, para esto se debe realizar un procedimiento similar al realizado en el seguimiento.

Para generar el MDT y guardarlo en la capa del formato Agrodinco, se debe realizar lo siguiente:

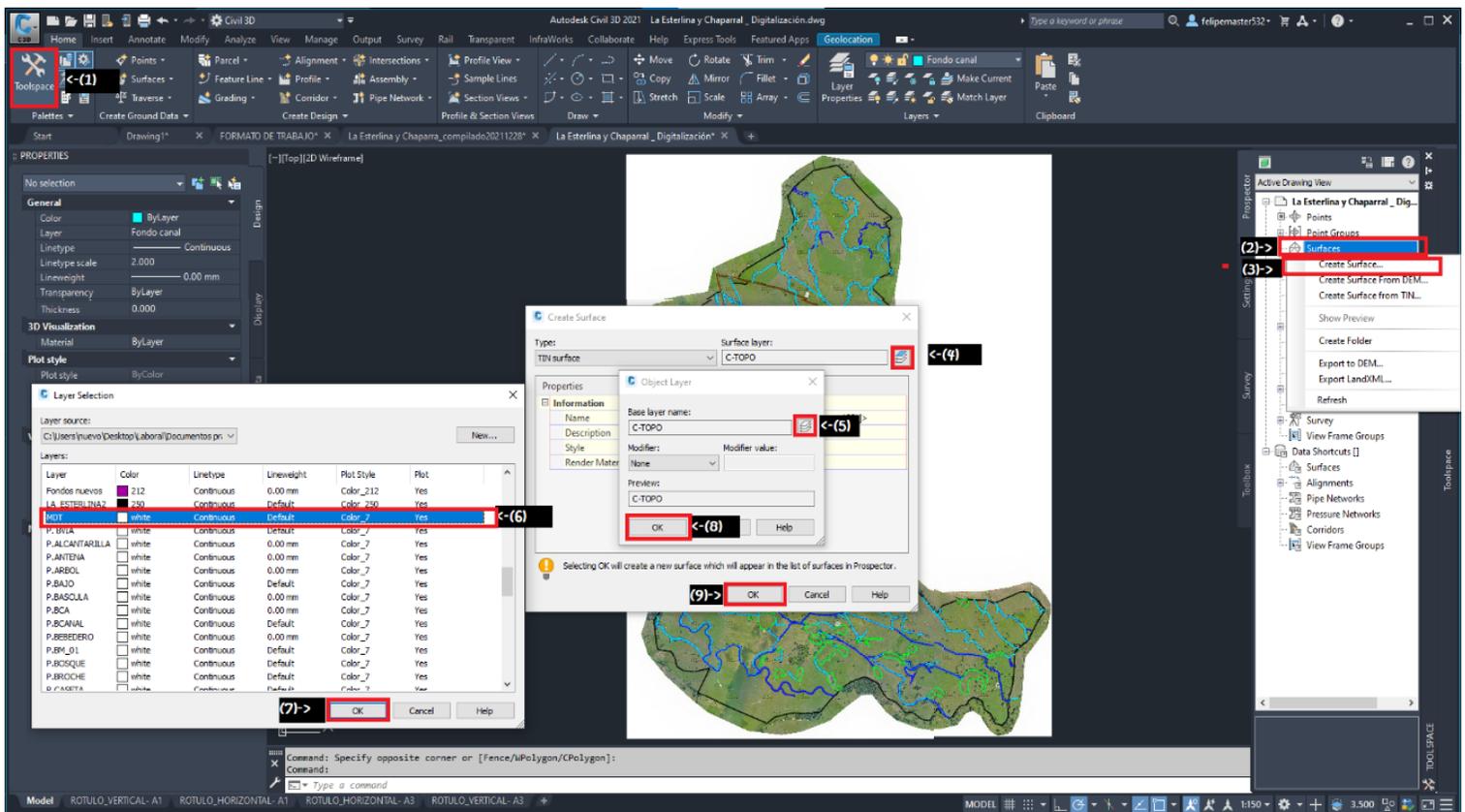


Ilustración 37: Procedimiento para generar MDT. CIVIL 3D.

Una vez creada la superficie, se deben añadir los puntos con respecto a los cuales se va a generar la superficie:

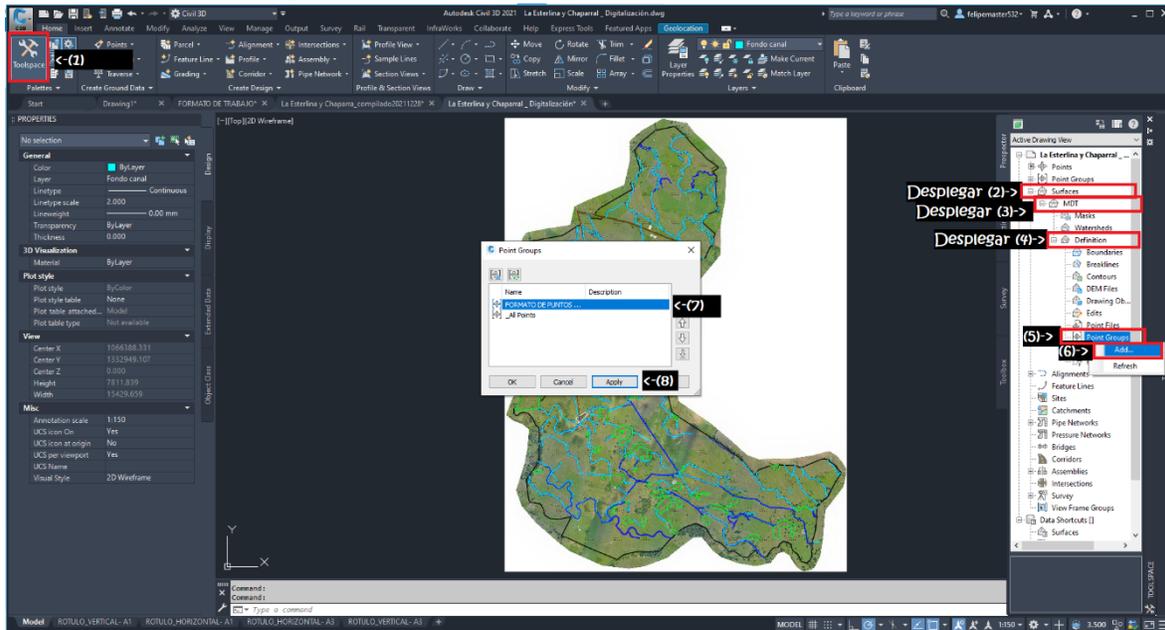


Ilustración 38: Procedimiento para agregar puntos de definición para la superficie. CIVIL 3D.

Si se realizó de manera correcta, sobre el espacio modelo aparecerán las curvas de nivel que representan la superficie, como se muestra en la siguiente imagen.

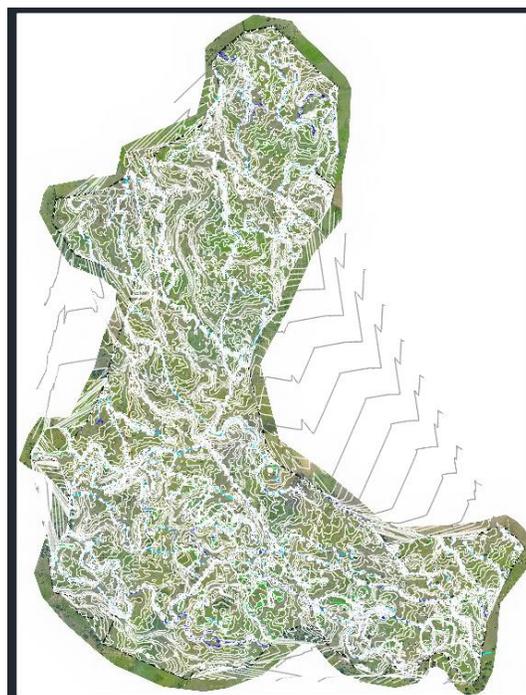


Ilustración 39: Curvas de nivel generadas sin recortar ni suavizar. CIVIL 3D.

### 2.3.6 Suavizado de MDT con digitalizaciones realizadas con polilíneas 3D

Una vez generada la superficie, se debe recortar las curvas de nivel a partir del polígono que delimita el lindero del levantamiento, para esto, se debe seleccionar dicho perímetro y añadirlo como contorno de la superficie, esto se realiza de la siguiente forma:

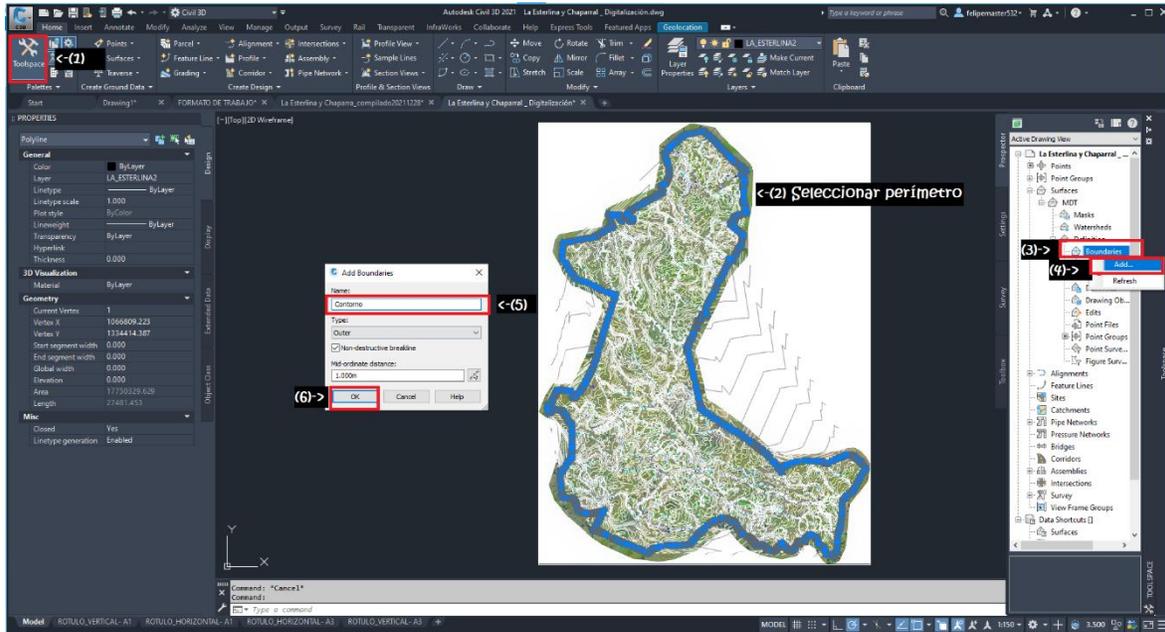


Ilustración 40: Procedimiento para recortar curvas de nivel. CIVIL 3D.

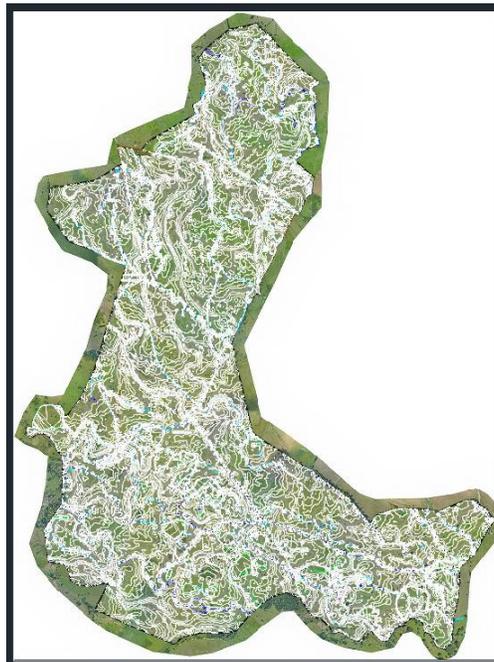


Ilustración 41: Curvas de nivel recortadas. CIVIL 3D.

Luego de recortada la superficie, es necesario integrar todos los elementos digitalizados con Polilíneas 3D, para suavizar las curvas de nivel. Ya que, al CIVIL 3D generar estas curvas a partir de interpolar los puntos levantados en campo, muestran disparidades con una forma de curvas reales, se deben integrar a las curvas dichos elementos digitalizados. Esto se logra realizándolo de la siguiente forma:

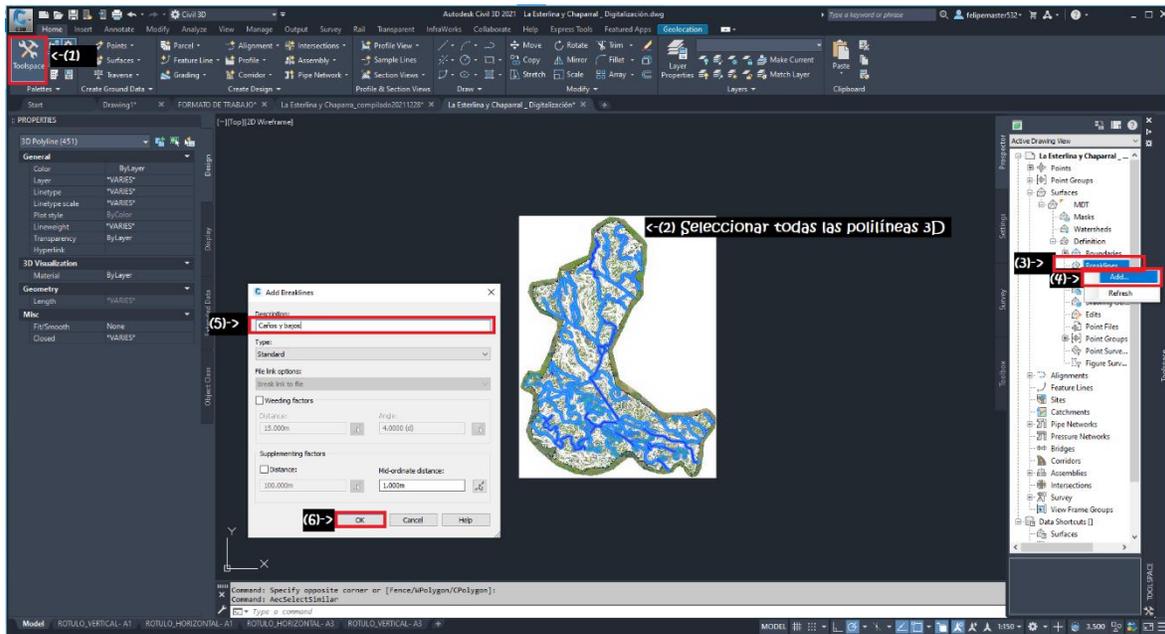


Ilustración 42: Procedimiento para añadir polilíneas 3D como líneas de rotura en la superficie. CIVIL 3D

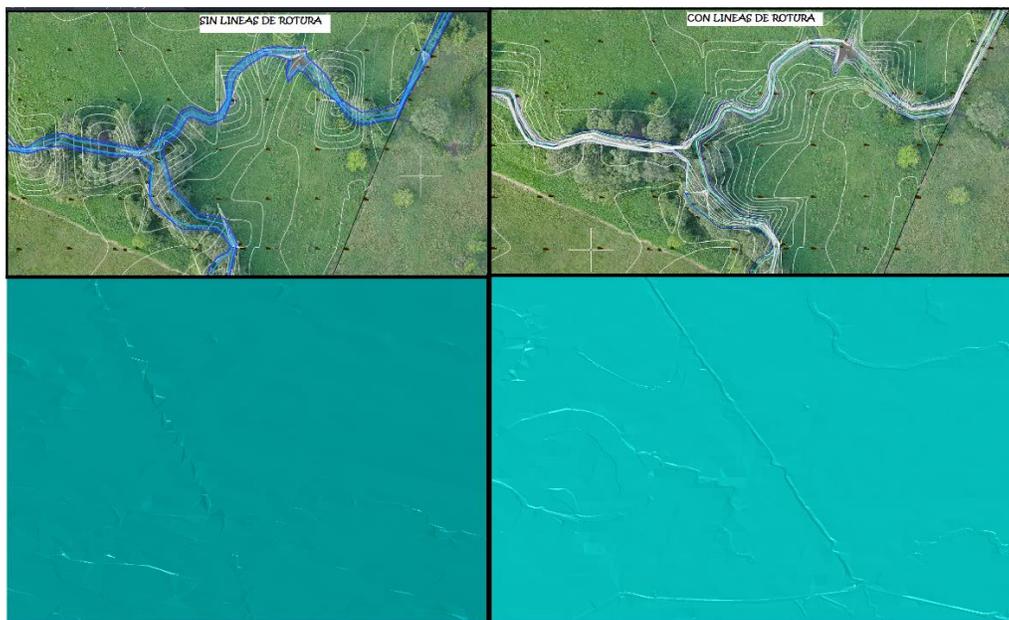


Ilustración 43: Comparación de superficie suavizada, de manera tridimensional y en planta. CIVIL 3D

### 2.3.7 Convenciones de colores para el MDT

Ahora, una vez realizado este procedimiento se deben establecer los colores para el mejor entendimiento del MDT, para esto se deben encender las elevaciones de la superficie generada y establecer los colores del formato de Agrodinco.

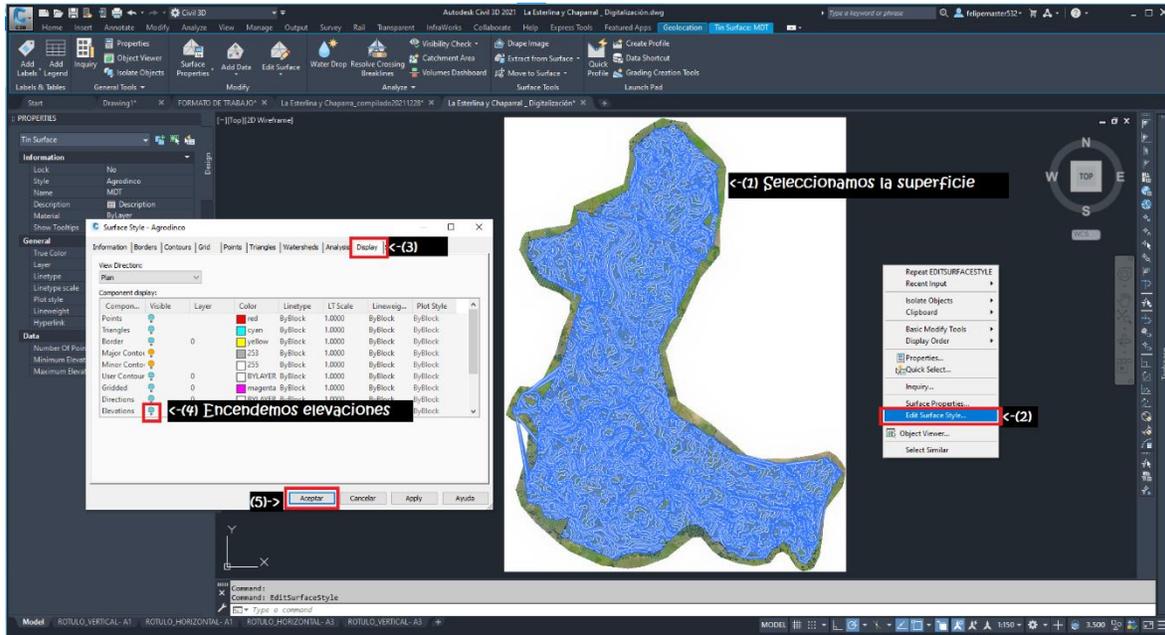


Ilustración 44: Procedimiento para encender elevaciones MDT. CIVIL 3D

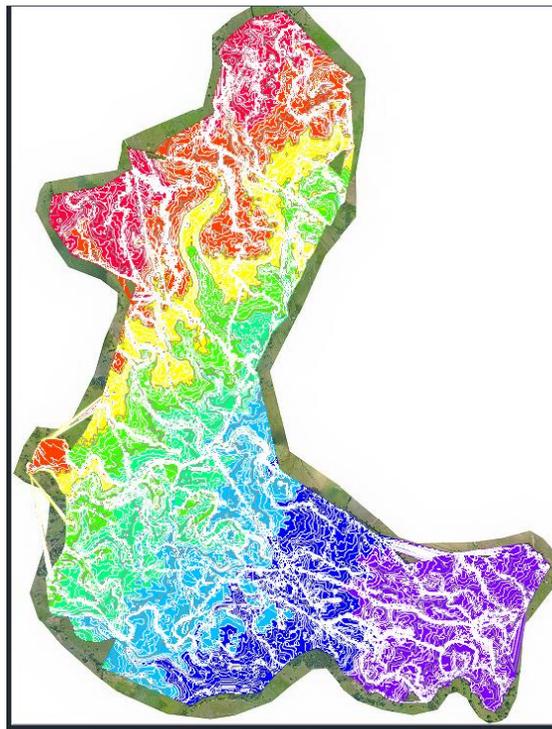


Ilustración 45: Elevaciones encendidas en MDT.

Como último paso para terminar la generación del MDT es necesario establecer el código de colores establecido para las superficies en Agrodinco, estas se pueden encontrar en la siguiente tabla:

CONVENCIONES MDT ELEVACIÓN		
Color	Color RGB	Rango
	R 127 G 159 B 255	127.159.255
	R 127 G 225 B 255	127.225.255
	R 127 G 255 B 223	127.255.223
	R 127 G 255 B 159	127.255.159
	R 191 G 255 B 127	191.255.127
	R 255 G 255 B 127	255.255.127
	R 255 G 191 B 127	255.191.127
	R 255 G 127 B 127	255.127.127

Ilustración 46: Código de colores para MDT

Para insertar estos colores, se debe realizar el siguiente procedimiento:

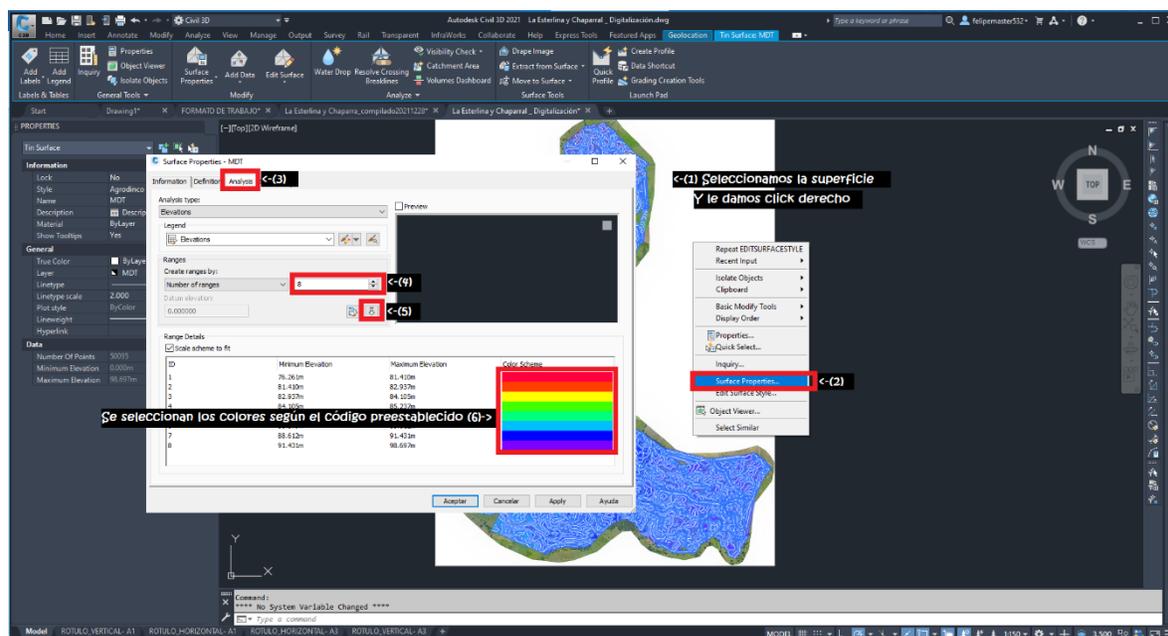


Ilustración 47: Procedimiento para establecer código de colores según formato Agrodinco. CIVIL 3D.

### 3 Conclusiones y resultados finales

Concluyendo, se puede dar por finalizado el proceso de digitalización, en el cual se presenta la superficie con los colores estandarizados de la empresa. Y también, se observa que se genera una superficie tridimensional, la cuál será utilizada para los distintos diseños requeridos por la zona en la cual se hizo el levantamiento.

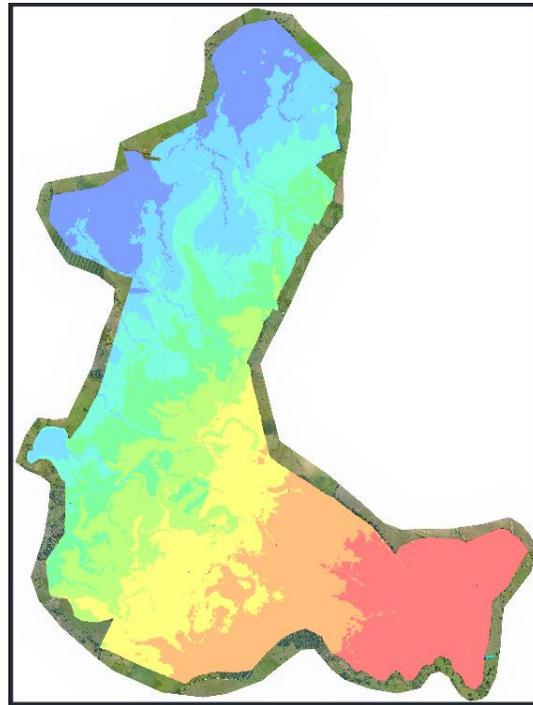


Ilustración 48: MDT Final. CIVIL 3D.



Ilustración 49: Tridimensionalidad del MDT.



## 4 Glosario de términos

- Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales. La palabra topografía tiene como raíces topos, que significa "lugar", y grafos que significa "descripción". (Topoequipos, s.f.)
- Batimetría:** Se refiere al levantamiento topográfico del relieve de superficies del terreno cubierto por el agua, sea este el fondo del mar o el fondo de los lechos de los ríos, ciénagas, humedales, lagos, embalses, etc. es decir, la cartografía de los fondos de los diferentes cuerpos de agua. (IDEAM, s.f.)
- **MDT:** Es una representación en falso 3D de la topografía (altimetría y/o batimetría) de una zona terrestre (o de un planeta telúrico) en una forma adaptada a su utilización mediante un ordenador digital (ordenador). (Felicísimo, 2010)
- **CSV:** Los archivos CSV (del inglés comma-separated values) son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas (o punto y coma en donde la coma es el separador decimal como en Chile, Perú, Argentina, España, Brasil, entre otros) y las filas por saltos de línea. (Shafranovich, 2005)
- **KML:** Es un formato de archivo que se utiliza para mostrar datos geográficos en un navegador terrestre, como Google Earth, Google Maps y Google Maps para móviles. KML utiliza una estructura basada en etiquetas con atributos y elementos anidados y está basado en el estándar XML (Google, 2014)



## 5 Referencias

Felicísimo, A. M. (2010). Modelos Digitales del Terreno. En A. M. Felicísimo, *Modelos Digitales del Terreno*.

Google. (02 de 01 de 2014). *developers google*. Obtenido de Google: [https://developers.google.com/kml/documentation/kml\\_tut?hl=es](https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut?hl=es)

IDEAM. (s.f.). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/batimetricas#:~:text=Una%20batimetr%C3%ADa%20se%20refiere%20al,los%20diferentes%20cuerpos%20de%20agua>.

IGAC. (24 de 09 de 2018). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de [igac.gov.co: https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas](https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas)

Shafranovich, Y. (Octubre de 2005). *Datatracker*. Obtenido de <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc4180#section-2>

Topoequipos. (s.f.). *Topoequipos*. Obtenido de <http://www.topoequipos.com/dem/qu-es/terminologa/que-es-topografa>