

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**CONSTRUCCIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE2 SECTOR SUR  
MINERA SHAHUINDO – PAN AMERICAN SILVER**

**TESIS:**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. CESAR OCTAVIO SARA VIA CLAVO**

**ASESOR:**

**ING. GUIDO ROBERT MARÍN CUBAS**

**TRUJILLO – PERÚ  
2021**

“CONSTRUCCIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE2 SECTOR SUR”

MINERA SHAHUINDO – PAN AMERICAN SILVER

Por Bach. Cesar Octavio Saravia Clavo.

**JURADO EVALUADOR**

Presidente

Ing. ....

Secretario

Ing. ....

Vocal

Ing. ....

## DEDICATORIA

### **A Dios,**

Por darme el día a día,

Y por ser la luz que me guio ha

lograr mi tan ansiada

meta.

### **A mi esposa incondicional e hijos,**

Por su amor y su apoyo constante sin

esperar nunca nada a cambio y por

darme fuerzas para salir adelante

como profesional.

### **A mis padres y hermanos,**

Por su amor, comprensión y por

enseñarme que el progreso es

fruto del constante esfuerzo diario.

### **A mis Queridos Maestros,**

Quienes guiaron y enriquecieron mis

conocimientos motivándome a seguir

adelante a lo largo de mi preparación.

## AGRADECIMIENTO

Primero a Dios por brindarme la vida y sabiduría para crecer profesionalmente y ser una persona grata para la familia y la sociedad.

Agradecer en forma especial a mi esposa Mariela e hijos Jeffrey y Jherad por comprenderme durante las diferentes etapas de mis estudios, por motivarme cada día mientras realizaba mis investigaciones y estar presentes incondicionalmente en cada momento de mi vida.

A la **Universidad Privada de Trujillo**, profesores y personal administrativo por su apoyo en el desarrollo de las diferentes actividades de estudios en mi trayecto de formación profesional.

A mi asesor Ing. Guido Robert Marín Cubas por guiarme con sabiduría y paciencia dándome las pautas precisas para el desarrollo de la tesis.

## RESUMEN

De conformidad con lo dispuesto en el reglamento de grados y títulos de la carrera Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO, pongo a vuestra disposición el presente Proyecto Titulado: **CONSTRUCCIÓN DEL PAD DE LIXIVIACIÓN FASE2 SECTOR SUR – MINERA SHAHUINDO**, con la finalidad de **obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil**.

El proceso constructivo se ha realizado de acuerdo a lo señalado en los planos de diseño y las especificaciones técnicas, por lo tanto, se procedió con el corte y retiro de material orgánico que fue destinado al depósito respectivo (DMO) y el material contaminado a los botaderos autorizados (DME). Los afloramientos rocosos y el material suelto fueron eliminados al DME 1 de Desmonte.

En este trabajo se han utilizado instrumentos electrónicos y computarizados para el control de diseño, siendo esto lo que marca la diferencia de los Ingenieros Civiles de la Universidad Privada de Trujillo en el desarrollo de la topografía y de la construcción.

**ABSTRACT**

In accordance with the provisions of the regulations of degrees and titles of the Civil Engineering Professional career of the UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO, I put at your disposal this Project entitled: CONSTRUCTION OF THE LEACHING PAD PHASE2 SOUTH SECTOR - MINERA SHAHUINDO, in order to obtain the Professional Title of Civil Engineer.

The construction process has been carried out in accordance with what is indicated in the design plans and technical specifications, therefore, we proceeded with the cutting and removal of organic material that was destined for the respective deposit (DMO) and the contaminated material to the authorized landfills (DME). Rocky outcrops and loose material were removed at Desmonte DME 1.

In this work, electronic and computerized instruments have been used for design control, this being what makes the difference of the Civil Engineers of the Private University of Trujillo in the development of topography and construction.



---

## INDICE GENERAL

<b>Dedicatoria</b>	2
<b>Agradecimiento</b>	3
<b>Resumen</b>	4
<b>Abstract</b>	5
<b>Introducción</b>	10

## CAPITULO I.

<b>1. Marco Metodológico</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Realidad problemática</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Antecedentes</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Justificación del proyecto</b>	<b>12</b>
1.3.1. Justificación económica	12
1.3.2. Justificación técnica	12
1.3.3. Justificación social	12
<b>1.4. Formulación del problema</b>	<b>12</b>
1.4.1. Problema General	12
1.4.2. Problemas Especificos	13
<b>1.5. Objetivos</b>	<b>13</b>
1.5.1. Objetivo General	13
1.5.2. Objetivos Específicos	13
<b>1.6. Hipótesis</b>	<b>14</b>
1.6.1. Hipótesis General	14
1.6.2. Hipótesis Especifica	14



---

<b>1.7. Identificación de variables</b>	<b>14</b>
1.7.1. Variable Independiente	14
1.7.2. Variable Dependiente	15

## **CAPITULO II.**

### **2. Aspectos generales**

<b>2.1. Características locales</b>	<b>15</b>
2.1.1. Generalidades	15
2.1.2. Ubicación Geográfica y Política	15
2.1.3. Accesibilidad	17
2.1.4. Climatología	18
2.1.5. Topografía y Tipo de Suelo	18
<b>2.2. Aspectos Socio Económicos</b>	<b>18</b>
2.2.1. Recursos humanos	18
2.2.2. Recursos de equipos	18
2.2.3. Recursos financieros	18
<b>2.3. Conceptos y definiciones de topografía</b>	<b>18</b>
<b>2.4. Definiciones de términos</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Herramientas topográficas</b>	<b>19</b>

## **CAPITULO III.**

<b>3. Cronograma de ejecución</b>	<b>26</b>
<b>3.1. Estadística del proyecto</b>	<b>26</b>
<b>3.2. Descripción de la construcción</b>	<b>27</b>
3.2.1. Movimiento de tierras	28
3.2.2. Remoción de topsoil	28





---

3.2.3.	Remoción de material inadecuado	28
3.2.4.	Nivelación del Pad de lixiviación	29
3.2.5.	Excavación	30
3.2.6.	Sistema de subdrenaje	30
3.2.7.	Relleno estructural	32
3.2.8.	Preparación de la subrasante	33
3.2.9.	Revestimiento con suelo de baja permeabilidad	34
3.2.10.	Excavación y relleno de zanjas de anclaje	35
3.2.11.	Revestimiento con geo sintéticos	36
3.2.12.	Instalación de geomembrana	37
3.2.13.	Construcción del sistema de colección de solución	40
3.2.14.	Sobre revestimiento	41
<b>3.3.</b>	<b>Materiales, fabricantes y certificados de calidad</b>	<b>42</b>
3.3.1.	Sistema de subdrenaje	42
3.3.1.1.	Grava de drenaje	42
3.3.1.2.	Tubería para construcción de subdrenes	43
3.3.1.3.	Geotextil	44
3.3.2.	Relleno Estructural	45
3.3.3.	Revestimiento con suelo de baja permeabilidad	45
3.3.4.	Excavación y relleno de zanjas de anclaje	46
3.3.5.	Sistema de revestimiento	46
3.3.5.1.	Instalación de geomembrana	47
3.3.6.	Construcción del sistema de colección de solución	49
3.3.7.	Sobre revestimiento	50

---



---

**CAPITULO IV.**

<b>4. Procesamiento de la información en Gabinete</b>	<b>51</b>
<b>4.1. Descarga de datos de campo</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Procesamiento de la Información</b>	<b>57</b>
<b>4.3. Generación de Solidos</b>	<b>61</b>
4.3.1. Archivos utilizados	61
4.3.2. Procedimientos de importación	61
4.3.3. Generación de la superficie	64
4.3.4. Manejo de solidos	66
4.3.5. Ploteo de planos	72

**CAPITULO V**

<b>5. Conclusiones</b>	<b>85</b>
------------------------	-----------

**CAPITULO VI**

<b>6. Recomendaciones</b>	<b>86</b>
---------------------------	-----------

**CAPITULO VI**

<b>7. Referencias Bibliográficas</b>	<b>87</b>
--------------------------------------	-----------

**Anexos**



---

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación ha sido formulado y desarrollado con el propósito de satisfacer y contribuir a las necesidades de la unidad Minera **SHAHUINDO SAC**.

Cumpliendo con los requisitos para culminar mis prácticas finales, sometemos a vuestra consideración el trabajo Titulado: “**CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACIÓN -FASE 2**”  
**SECTOR SUR – MINERA SHAHUINDO SAC**.

El Proyecto tiene como objetivo la “**Aplicación de la Topografía en el Diseño de Construcción de Pad de Lixiviación**” aplicando las diferentes técnicas de la topografía minera para campo y gabinete, emitiendo planos final y volúmenes de material.

Que trae como consecuencia la aplicación teórico - práctico con respecto a los conocimientos adquiridos técnicos profesionales en topografía.

Por tanto este proyecto técnico trata de llevar a todos los lectores un estímulo a la investigación técnica, dentro del amplísimo campo de la topografía y la minería.

El presente informe, es el resultado de mi mejor esfuerzo, donde se ha plasmado el conocimiento y experiencia adquirida a lo largo de nuestra formación profesional, complementado con la orientación y apoyo de aquellas personas que nos asesoraron y aconsejaron durante el desarrollo del presente Trabajo de Habilitación.

A pesar de nuestro entusiasmo y esfuerzo por alcanzar los objetivos propuestos, soy consciente de que el presente trabajo pudiera tener algunas imperfecciones, sin embargo, pensamos que este trabajo servirá de ayuda e inspiración para futuros proyectos, invocamos su comprensión para saber dispensar cualquier error involuntario en el cual pudiéramos haber incurrido.



---

## CAPÍTULO I

### 1. Marco Metodológico

#### 1.1. Realidad Problemática

La zona de estudio corresponde a la unidad minera SHAHUINDO SAC. La cual se localiza en el caserío de Shahuindo, Distrito de Cachachi, Provincia de Cajabamba, en la Región Cajamarca, Perú.

El problema se presentó en el almacenamiento, tratamiento y transporte del mineral en la compañía minera, para lo cual se construyó una estructura de lixiviación de material mineralizado que forma parte del proceso de recuperación del mineral, el cual incluye un sistema de sub drenaje.

El Proyecto tiene como objetivo la **“APLICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA EN EL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DE PAD DE LIXIVIACIÓN SECTOR SUR”** aplicando las diferentes técnicas de la topografía y la Ingeniería civil.

Finalmente cabe resaltar y resulta de vital importancia el manejo correcto de todos los equipos de topografía y Gabinete, para el desarrollo de las operaciones mineras, y también el conocimiento de las reglas de Seguridad e Higiene Minera. Que se ha tratado de plasmar la esencia de ellas en el presente Proyecto.

#### 1.2. Antecedentes

El presente proyecto nace como resultado de una necesidad de ampliar el área para la apilación del material mineralizado obtenido del Tajo y que a la fecha la primera Fase del Pad no es capaz de abastecer a futuro con la cantidad de mineral a contener.

Se procederá a aplicar las diferentes técnicas de topografía tanto en campo como en



---

gabinete para lograr un óptimo movimiento de material en la Construcción del Pad  
Fase 2 Sector Sur.

### **1.3. Justificación Del Proyecto**

#### **1.3.1. Justificación Económica**

Al proponer el diseño del Pad se pretende mantener el nivel de producción ya que sin este bajaría la productividad en las labores de la compañía minera SHAHUINDO SAC.

#### **1.3.2. Justificación Técnica**

El presente proyecto propone una mejora en el tratamiento del mineral y su posterior productividad dentro de las labores ya explotadas en la unidad operativa SHAHUINDO SAC. Haciendo uso de los métodos, técnicas, material, equipo y mano de obra calificada en el diseño del mismo.

#### **1.3.3. Justificación social**

Mediante el diseño del Pad, se pretende reducir el riesgo que generan las labores mineras de almacenamiento al aire libre en el cual el impacto ambiental sería negativo, brindando mayor seguridad para todos los trabajadores, así como para toda la población aledañas a la mina.

Mediante la construcción del Pad de Lixiviación se genera más puestos de Trabajo.

### **1.4. Formulación Del Problema**

#### **1.4.1. Problema General:**

¿De qué manera se podrá resolver el déficit de área para almacenamiento de material mineralizado y realizar el proceso de lixiviación para la obtención del mineral?

#### **1.4.2. Problemas Específicos**



---

**A. Problema específico 1**

¿Qué pasos necesarios deben seguirse para dar solución a la falta de área para almacenamiento de material mineralizado?

**B. Problema específico 2**

¿De qué manera se podrá incrementar el volumen de material a acumular en esta ampliación de pad de lixiviación?

**C. Problema específico 3**

¿De qué manera se ejecutará el proyecto, sin restringir o limitar el almacenamiento de material mineralizado en la Fase 01?

**1.5. Objetivos**

**1.5.1. Objetivo General**

Proponer y diseñar el Pad de Lixiviación para el depósito y extracción del mineral proveniente de los tajos en la mejora de las labores de producción de la minera SHAHUINDO SAC.

**1.5.2. Objetivos Específicos**

**A. Objetivo específico 1**

Evaluar la ubicación y estado del área en desarrollo así como de los planos existentes.

**B. Objetivo específico 2**

Coordinar y realizar el diseño del Pad de Lixiviación con el Área de Proyectos y Obras Civiles, en coordinación con su Laboratorio de Mecánica de Suelos, para el control de calidad de la construcción del Pad de Lixiviación.

**C. Objetivo específico 3**

---

Aplicar las técnicas y métodos de topografía, adquiridas durante nuestra etapa de formación académica en la Universidad Privada de Trujillo.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Diseñar el Pad permitirá un mejor almacenamiento y tratamiento del mineral extraído de los tajos y así alcanzar un nivel de productividad adecuada.

### **1.6.2. Hipótesis Específica**

#### **A. Hipótesis específica 1**

La incorporación del proceso en el plan estratégico de la Unidad Minera y el monto del mismo influyen en la aprobación del presupuesto por el CEO Pan American Silver.

#### **B. Hipótesis específica 2**

Los estudios de la línea base y el adecuado diseño de ampliación del Pad influyen en la viabilidad del proyecto.

#### **C. Hipótesis específica 3**

La elección de la alternativa más apropiada y el monto del proyecto influyen en la ejecución del Proyecto.

## **1.7. Identificación De Variables**

### **1.7.1. Variable Independiente**

“Ampliación del Pad de Lixiviación”

### **1.7.2. Variable Dependiente**



“Óptimo aprovechamiento del área a construir para almacenamiento de material mineralizado”

## CAPITULO II

### 2. Aspectos Generales

#### 2.1. Características Locales

##### 2.1.1. Generalidades

###### Ubicación geográfica:

Departamento : Cajamarca.

Provincia : Cajabamba.

Distrito : Cachachi

Caserío : Shahuindo

##### 2.1.2. Ubicación Geográfica y Política

El proyecto se desarrollará en el CASERIO SHAHUINDO, DISTRITO DE CACHACHI - CAJABAMBA - CAJAMARCA”

##### CARACTERISTICAS GEOGRÁFICAS DEL CASERIO SHAHUINDO

Localidad	Coordenadas UTM		Rango Altitudinal	
	ESTE (m)	NORTE (m)	m.s.n.m.*	Region**
SHAHUINDO	809778.334	9157521.426	2614.00	Sierra

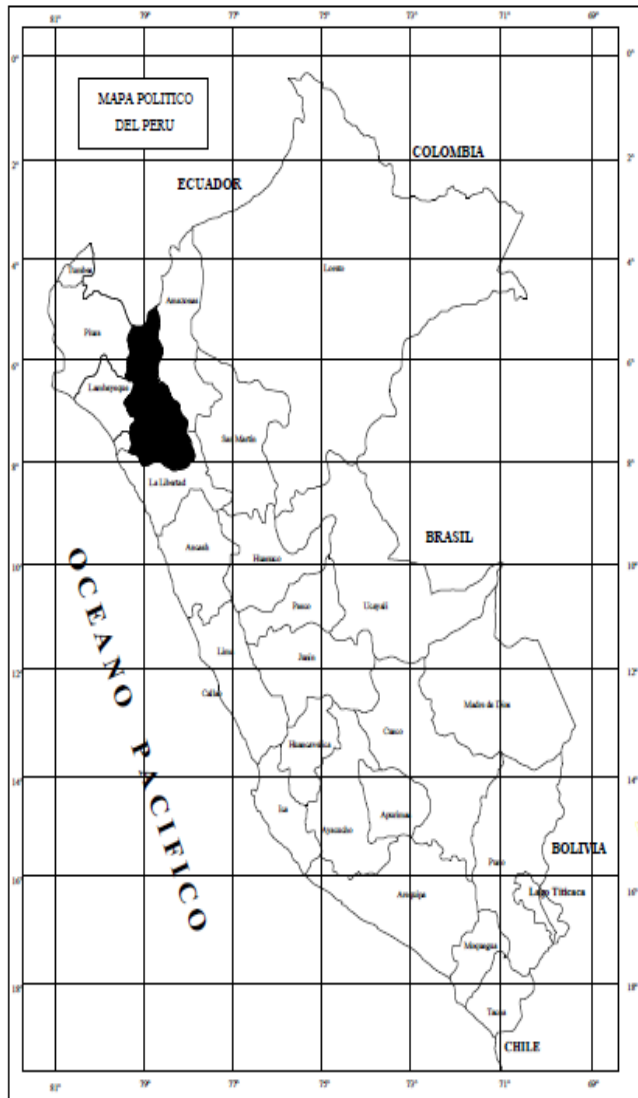
Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

\* Metros sobre el nivel del mar.

\*\* Sierra, costa o selva.



GRAFICO N° 1:



LOCALIZACION DEPARTAMENTAL

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA  
 PROVINCIA : CAJABAMBA  
 DISTRITO : CACHACHI

GRAFICO N° 2:



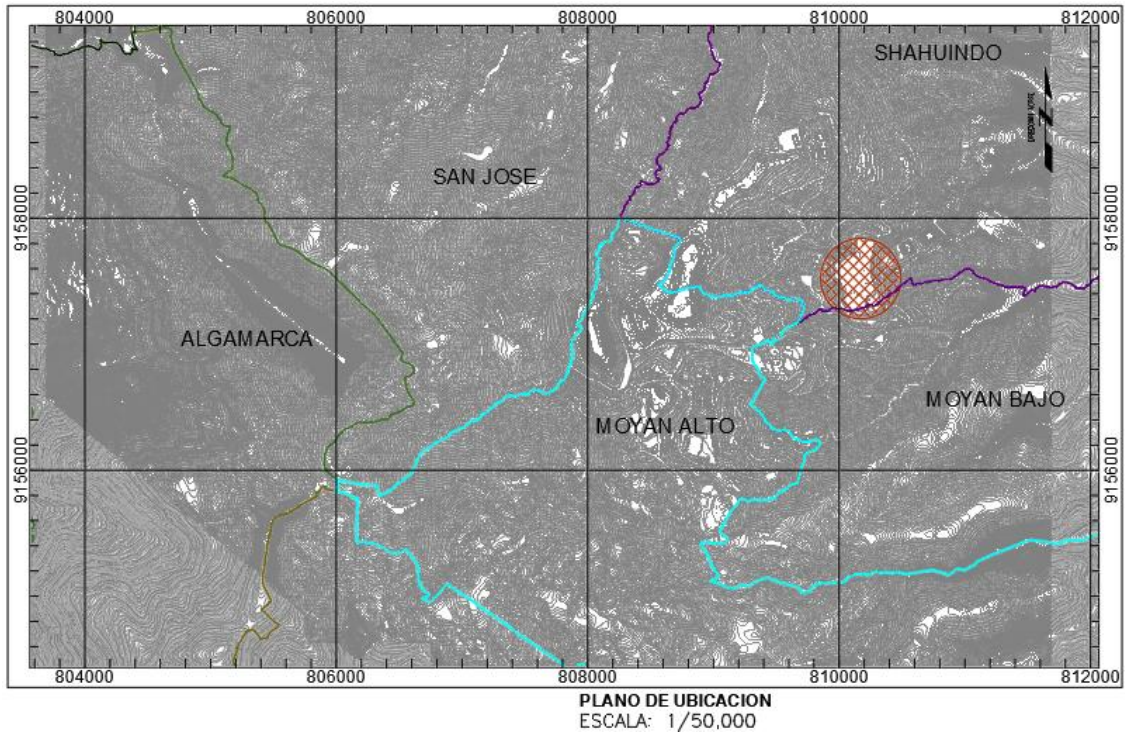
LOCALIZACION PROVINCIAL

GRAFICO N° 3:



LOCALIZACION DISTRITAL

**GRAFICO N° 4: Ubicación del ámbito del Proyecto en el Distrito de  
Cachachi.**



**2.1.3. Accesibilidad**

El traslado del personal lo brinda la Unidad Minera para la cual facilita movilidad para transporte con buses y camionetas, la cual se realiza desde la ciudad de origen hasta el proyecto y viceversa.

Al ingreso a los caseríos el acceso es mediante trocha carrózale con un tiempo estimado de 60 minutos desde la carretera principal hasta la Unidad Minera.

**CUADRO N° 2**  
Ruta de acceso al Caserío Shahuindo

De	A	Distancia (Km)	Tipo de via	Tiempo (Hrs)
Lima	Cajamarca	861	Carretera asfaltada	15.00
Cajamarca	Cajabamba	127	Carretera asfaltada	3.00
Cajabamba	Shahuindo	25	Trocha Carrozable	1.00

---

#### **2.1.4. Climatología**

El caserío de Shahuindo tiene un clima seco y cálido, con una temperatura que varía entre los 7°C y 23°C.

Con caída de lluvias intensas en los meses de diciembre a marzo.

#### **2.1.5. Topografía y tipo de suelo**

Presenta un terreno accidentado con zonas rocosas y arcillosas, se observan pendientes muy empinadas cerca al cerro Algamarca (Anticlinal).

### **2.2. Aspectos Socio Económicos**

#### **2.2.1. Recursos Humanos**

Este proyecto se realizará con personas profesionales que desempeñan su labor de trabajo dedicados a la minería, personal técnico para trabajos de campo y gabinete y el personal de zona que asistirá en campo.

#### **2.2.2. Recursos de Equipos**

El topógrafo utilizará equipos y herramientas de última generación para trabajos de campo y gabinete optimizando la labor y la información a procesar.

#### **2.2.3. Recursos Financieros**

Estos recursos serán financiados por la empresa minera SHAHUINDO SAC, ya que dicho proyecto se beneficiará con una mejor producción y también mejorará la seguridad en el área de trabajo.

### **2.3. Conceptos y definiciones de Topografía**

**2.3.1. Topografía:** La topografía es una ciencia o arte que tiene por objeto la ejecución de todas las mediciones lineales y angulares necesarias, así como las mediciones altimétricas y planimetrías para la elaboración de planos y mapas. La cual se realiza por medio de los cálculos matemáticos.

La topografía es el punto de partida y sirve como eje principal en la mayoría de los trabajos de ingeniería, pues la elaboración y la ejecución de un proyecto se realizan luego de haber tomado, calculado y representado los datos

Topográficos.

**2.3.2. Levantamiento Topográfico:** Es aquel en el cual se realizan mediciones y cálculos sin tomar en cuenta la curvatura de la tierra. por lo general se opera en pequeñas extensiones.

**2.3.3. Levantamiento Geodésico:** Es aquel en el cual se toma en cuenta la curvatura terrestre y su influencia en las mediciones y cálculos, se aplica en grandes dimensiones.

## **2.4. Definiciones de Términos**

**2.4.1. PAD:** Estructura donde se va depositando el mineral extraído de los tajos para ser Lixiviado.

**2.4.2. Lixiviación:** Solución que se obtienen al disolver los metales.

**2.4.3. Solución Cianurada:** Es la solución que contiene solo la combinación de agua con el cianuro.

**2.4.4. Solución Rica:** Es la solución que contiene el oro disuelto, es decir en estado líquido.

**2.4.5. Top Soil:** Capa de tierra orgánica que permite el crecimiento de la vegetación en la superficie terrestre.

**2.4.6. Soil Liner:** Suelo de baja permeabilidad.

## **2.5. Herramientas Topográficas**

**2.5.1. Teodolito:** Instrumento mecánico y/o electrónico que sirve para medir ángulos, ya sea horizontal o vertical. con esta información y aplicando formulas

topográficas podemos medir distancias que sería imposible medir con una cinta métrica.



- 2.5.2. Nivel de Ingeniero:** Instrumento que genera un plano horizontal se usa para la nivelación con precisión también para colocar gradiente en interior mina.



- 2.5.3. Mira o Estadía:** Regla graduada de 4m. Plegable y es usado para la medición de distancias taquimétricas y nivelar entre dos puntos.



**2.5.4. Estación Total:** Teodolito electrónico muy sofisticado que incorpora un distanciómetro o rayos láser o infrarrojos y una microcomputadora incorporada. Este equipo permite la medida de ángulos y distancias, datos que procesa y compensa automáticamente hasta obtener coordenadas en pocos segundos de cada punto levantado en el campo. Su precisión llega hasta un segundo sexagesimal.



**2.5.5. GPS:** El sistema de posicionamiento global mediante satélites, supone uno de los más importantes avances tecnológicos de las últimas décadas. Diseñado para la estimación precisa de posición, velocidad y tiempo. Los Gps Satelitales tienen una precisión milimétrica y su uso mejora la productividad en la mina.



**2.5.6. Parámetros Atmosféricos en la medición topográfica:** Las condiciones atmosféricas reinantes que afectan directamente a la medición de las distancias. La corrección atmosférica se determina a partir de la altura sobre el nivel del mar, de la temperatura del aire y la presión atmosférica.

**2.5.7. Drone DJI Inspire:** Vuelo para la toma de fotos que servirán para procesar mediante software Datamine Pixpro y entregar la superficie en puntos, curvas de nivel según necesidad.



**2.5.8. Cinta De Acero:** Instrumento flexible de medición de distancias, cuyas longitudes varían de 30 a 50 metros, usada frecuentemente con los teodolitos mecánicos para medir las distancias entre el equipo y el punto topográficos. Sirve también para detallar las labores en forma convencional.



---

**2.5.9. Cordel O Cuerda:** Instrumento que nos permite alinear la poligonal y suspender la brújula y el clinómetro en un levantamiento inclinado o vertical.



**2.5.10. Eclímetro:** Constante en un semicírculo de aluminio graduado en grados y minutos, de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  a la derecha y de  $0^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  ala izquierda, el cual permite medir los ángulos de inclinación de las pendientes o talues. Su presión es hasta 10 minutos sexagesimales.



**2.5.11. Estacas:** Accesorio de campo, el cual tiene la finalidad de dejar materializado los puntos topográficos, gradientes y puntos de dirección. Estos pueden ser de madera o de metal.

**2.5.12. Pintura:** Elemento indispensable en el trabajo de campo, porque nos permite dejar indicado el nombre del punto topográfico, marcar la dirección de la alineación y la gradiente.



**2.5.13. Prisma:** Accesorio fundamental para la medición de distancias con equipos electrónicos que usan rayos infrarrojos.



**2.5.14. Mini Prisma:** Instrumento más pequeño que le prisma, se usa generalmente en los levantamientos topográficos en interior mina con la finalidad de cambio de estación es muy práctico usarlo en secciones pequeñas.



**2.5.15. Bastones:** Accesorio de aluminio graduado con un nivel esférico (ojo de pollo), que sirve de apoyo al prisma, la altura mínima del bastón es de 1.30 cm. y la máxima es de 2.15 cm.

---

**2.5.16. Trípode:** Estructura de madera o aluminio que consta de tres patas y que sirve como apoyo o soporte a la Estación total, nivel de ingeniero, etc.



**2.5.17. Cuaderno de Cálculos:** Sirve para hacer las anotaciones de las medidas tomadas en el campo y tiene una gran importancia en la topografía.

**2.5.18. Planos y Escalas:** De vital importancia, por la precisión necesaria para los trabajos topográficos. la precisión es relativa, dependiendo de la escala por ejemplo, si se toma una escala de 1/5000, cualquier medida menos a un metro resulta imperceptible, en cambio si la escala es de 1/500 en el plano. Además de mostrar las características del terreno indicando sus desniveles y componentes que se ubican dentro de la zona a impactar que pueden ser casa, ríos, lagos, sitios arqueológicos y otros.

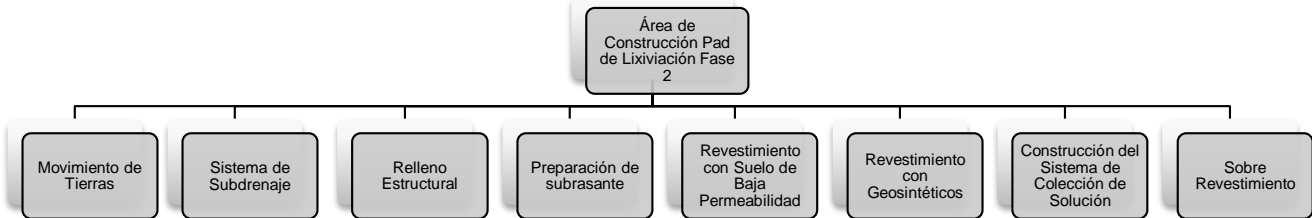
CAPITULO III

3. Cronograma de Ejecución

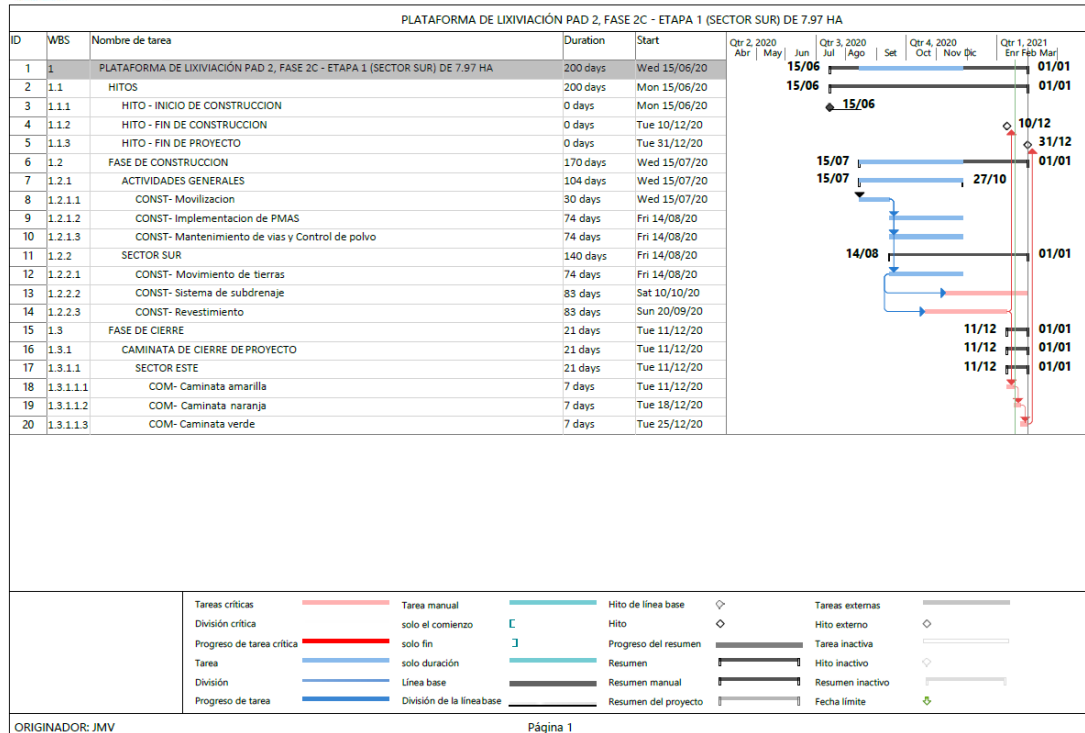
3.1 Estadística del Proyecto

El proyecto incluye diversos frentes de trabajo, comprendido en el alcance del servicio de construcción como son: Movimiento de tierras, sistema de sub drenajes, relleno estructural, suelo de baja permeabilidad, sistema de revestimiento, sistema de tuberías de colección y colocación del sobre revestimiento, ver Gráfico 1.1:

Proceso Constructivo de PAD Fase 2 Sector Sur



Cantidades aproximada de Movimientos de Tierras y Geo sintéticos





**PRESUPUESTO DEL PROYECTO  
PLATAFORMA DE LIXIVIACIÓN PAD 2, FASE 2C - ETAPA 1 (SECTOR SUR) DE 7.97 HA**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO US\$	PRESUPUESTO CONTRATO US\$
1.00	<b>Partidas Generales</b>				
1.1	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	53,137.39	53,137.39
1.2	Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo	mes	5.00	41,660.60	208,303.00
1.3	Caminos de Acceso para Construcción, mantenimiento de vías y seguridad vial	glb	1.00	42,458.54	42,458.54
1.4	Plan Manejo de Aguas (PMA) Y Control de Polvo	mes	5.00	47,076.35	235,381.75
1.5	Descarga y transporte interno de Materiales	mes	5.00	21,566.71	107,833.55
2.00	<b>Movimiento de tierras</b>				
2.1	Corte y eliminación de material orgánico, D=3 km	m³	8,784.52	3.30	28,988.91
2.2	Corte simple y eliminación de material inadecuado, D=3.4 km	m³	65,057.01	4.14	269,336.02
2.3	Corte de material común, D=1.0 km	m³	175,580.35	2.67	468,799.53
2.4	Corte en roca ripeable y transporte a zona de relleno controlado, D=1.0 km	m³	171,842.64	3.91	671,904.72
2.5	Corte en roca con voladura selección y acopio en área de chancado, D=1.6 km	m³	19,740.00	4.26	84,092.40
2.6	Compactación de relleno controlado con material propio (Tipo I y Tipo II), en capas de 500 mm	m³	187,410.00	2.45	459,154.50
3.00	<b>Sistema de Subdrenaje</b>				
3.1	Subdrenaje con tubería HDPE 450mm, incluye excavación, Cama apoyo, Grava, Geotextil y Tubería.	m	127.00	151.51	19,241.77
3.2	Subdrenaje con tubería HDPE 100mm, incluye excavación, Cama apoyo, Grava, Geotextil y Tubería.	m	750.00	93.52	70,140.00
4.00	<b>Revestimiento Baja Permeabilidad y Geosintético</b>				
4.1	Compactación de suelo de baja permeabilidad en capas de 0.30m	m³	11,818.15	16.80	198,544.92
4.2	Excavación y relleno de en zanjas de anclaje	m	300.00	14.03	4,209.00
4.3	Instalación de geomembrana SST LLDPE de 2,0 mm	m²	78,555.00	5.96	468,187.80
4.4	Instalación de GCL, incluye preparación de fundación	m²	53,998.00	8.57	462,762.86
4.5	Instalación de geotextil no tejido de 540 g/m² para protección	m²	50,202.00	4.73	237,455.46
4.6	Instalación de geocompuesto	m²	6,953.23	6.02	41,858.44
5.00	<b>Sistema de Colección</b>				
5.1	Instalación de tubería de HDPE de pared doble no perforada de 450 mm	m		36.20	0.00
5.2	Instalación de tubería de HDPE de pared doble perforada de 450 mm	m		36.20	0.00
5.3	Instalación de tubería de HDPE de pared doble perforada de 300 mm	m		30.10	0.00
5.4	Instalación de tubería de HDPE de pared doble perforada de 100 mm	m		18.10	0.00
6.00	<b>Sobrerrevestimiento</b>				
6.1	Procesamiento de material de sobrerrevestimiento.	m³		9.15	0.00
6.2	Transporte y colocación de material de sobrerrevestimiento	m³		2.99	0.00
7.00	<b>Manejo de drenaje superficial</b>				
7.1	<b>Canal Perimetral</b>				
7.1.1	Excavación localizada y eliminación de material excedente, D=3.5 km	m³	1,292.30	53.19	68,737.44
7.1.2	Relleno para estructuras	m³	340.55	40.43	13,768.44
7.1.3	Solado de concreto f'c=100 kg/cm²	m²	196.82	23.90	4,704.00
7.1.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm²	kg	7,155.17	1.70	12,163.79
7.1.5	Encofrado y desencofrado	m³	636.81	29.13	18,550.28
7.1.6	Concreto f'c=280 kg/cm²	m³	114.83	328.40	37,710.17
7.1.7	Juntas de dilatación, incluye material elastomérico y waterstop	m	290.40	13.86	4,024.94
7.2	<b>Alcantarilla</b>				
7.2.1	Instalación de tubería corrugada no perforada de 600 mm	m	91.29	82.02	7,487.61
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>4,298,937.23</b>
<b>GASTOS GENERALES + UTILIDAD</b>					<b>1,189,681.16</b>
<b>TOTAL MONTO DE CONSTRUCCION</b>					<b>5,488,618.39</b>
<b>COSTOS DE PROPIETARIO</b>					<b>1,422,583.46</b>
<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>					<b>6,911,201.85</b>

### 3.2 Descripción de la Construcción

La construcción del Pad de Lixiviación se ha realizado en función a las condiciones topográficas existentes en la zona, a continuación, se detallan las principales actividades.

#### 3.2.1 Movimiento de Tierras

Previo al relleno con material estructural, su conformación y aprobación, se ha realizado la limpieza y escarificación del terreno, la cual se llevó a cabo dentro de los límites del área de construcción, como se delimita en los planos. La limpieza se extendió un máximo de 5m y un mínimo de 3m fuera de los límites de construcción o como lo indique SHAHUINDO SAC, dicha limpieza consistió en cortar la maleza al nivel del terreno, removiendo dicho material, junto con madera, basura, raíces de árbol, y cualquier otra vegetación con raíces en exceso de 25 mm de diámetro, y otros materiales perjudiciales.

Luego se procedió a realizar el levantamiento topográfico para de esta manera calcular del volumen de material removido, al compararlo con la topografía Inicial

### **3.2.2 Remoción de Topsoil**

El Topsoil es definido como un medio, el cual permite el crecimiento de vegetación. Este material no debe tener características químicas o físicas, las cuales lo excluirían de su uso.

Este material fue removido de manera que minimice la contaminación de otros estratos de suelo, se tomaron medidas para asegurar que la remoción del Topsoil no resulte en erosión o sedimentación excesiva. Todo el trabajo de remoción de Topsoil se realizó según los límites indicados en los planos del diseño, luego se procedió a realizar el levantamiento topográfico para de esta manera calcular del volumen de topsoil removido, al compararlo con la topografía Inicial

### **3.2.3 Remoción de Material Inadecuado**

Se consideró un material inadecuado aquel que se encuentra por debajo de la capa de topsoil y que presentaba cualquiera de las siguientes características: alto

contenido de materia orgánica, estar saturado, demasiado seco, congelado, que contenga hielo o nieve, con granulometría pobremente graduada y poco compactada, o que tenga otras características que puedan resultar en asentamiento no deseable u otro movimiento del relleno, o dentro del relleno o que no cumpla con los requerimientos de las especificaciones del diseñador o como lo determine ANDDES.

Una vez de eliminado todo este material inadecuado se llegara a un terreno estable el cual se conocerá como terreno de fundación, en el cual se podrá realizar las capas de relleno para nivelación del PAD. Para calcular el volumen de este material inadecuado removido, se toma la superficie de topsoil removido y se compara con la superficie de fundación.

#### **3.2.4 Nivelación del Pad de Lixiviación**

Para lograr una nivelación adecuada del Pad, fue necesario colocar plantillas de Grading en la zona en construcción colocando los niveles de relleno para llegar a este Grading. Debido a que han existido zonas de sobre excavación se ha procedido a marcar los rellenos para llegar a la nivelación requerida antes de colocar el material de baja permeabilidad (Soil Liner).

En las zonas de las quebradas, se ha localizado material de turba, suelos residuales y suelos morrénicos, los cuales han sido eliminados hasta conseguir una fundación consistente y competente.

Para calcular el Volumen de material de relleno colocado en la nivelación a Grading del PAD, se tomó como superficie base al terreno de Fundación el cual fue aprobado y levantado anteriormente y se comparó con la superficie de

---

Grading o Nivelación PAD, obteniendo de esta manera la cantidad de metros cúbicos utilizados.

### **3.2.5 Excavación**

Se realizaron las excavaciones hasta las marcas y niveles mostrados en los planos.

Se niveló toda excavación para asegurar que se mantenga una gradiente para que provea un drenaje adecuado en todo momento.

En las excavaciones donde se tenía que colocar el Relleno Estructural en taludes mayores que 2.75H:1V, se excavaron banquetas horizontales en el talud para permitir que el relleno sea colocado en capas horizontales. STRACON S.A generó bancos y se acuñó el material de terraplén dentro del material existente con una profundidad mínima de 600 mm de espesor.

STRACON S.A se aseguró que la nivelación final de la superficie dentro del Pad de Lixiviación mantenga un drenaje positivo.

### **3.2.6 Sistema de Sub-drenaje**

Teniendo como finalidad, la de coleccionar y conducir las aguas subterráneas que fluye por debajo del Pad, se instaló una red de tuberías perforadas de polietileno de pared doble con grava de drenaje envueltos en geotextil no tejido de 270 gr/m. En los sub-drenes principales se ha colocado tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 300 mm de diámetro y en los sub- drenes secundarios se ha colocado tuberías perforadas de HDPE de pared doble de 200 y 100 mm de diámetro. Estas tuberías se instalaron inmediatamente después de la remoción de materiales inadecuados dentro de zanjas excavadas en la superficie de fundación

competente y conforme a la nivelación propuesta. Estas zanjas fueran en profundidad y ancho mayores a los establecidos en los detalles del diseño debido al uso de equipos de excavación con cucharones de mayor dimensión y por las dificultades de acceso en los taludes por equipos más livianos.

Se procedió con el trazo de las líneas de subdrenaje, según el diseño y realizando nuevos trazos que no estaban en el diseño pero por el lugar que presentaba ojos de agua, llevándolos con una pendiente mínima de 2 %.

Una vez realizado la excavación del subdren , se procedió con el levantamiento topográfico de este, llegando a levantar la zanja , la tubería colocada y el nivel de la piedra de relleno encima de la tubería(para protección), con esta data se procede en gabinete a generar los protocolos de sub drenaje, la cual se presentarlas cantidades metros lineales.







**Vista de excavación y limpieza de zanjas para sub drenaje en el talud este de Fase 2**

### **3.2.7 Relleno Estructural**

Para la construcción del relleno estructural, se ha utilizado materiales de las canteras Astrid, indicadas en los planos de diseño y que han sido previamente aprobados por el control de calidad. Los rellenos estructurales consistían en material de suelo y rocas que cumplían con los requerimientos descritos en las especificaciones técnicas.

El relleno fue nivelado antes de compactar, mediante el uso de un buldócer o motoniveladora, para obtener una superficie libre de depresiones.

El relleno fue colocado en capas sueltas de 300 mm como máximo cada capa se realizó el levantamiento para poder llevar el control tanto de nivel como de volumen de material colocado el cual nos sirve para los reportes semanales, compactadas a 95% de la densidad máxima del Ensayo Próctor Estándar y a

+/- 2% del contenido de humedad óptima (ASTM D698). ANDDES supervisó la colocación y el acondicionamiento en la humedad correcta, se cumplió con los requerimientos de densidad y se utilizaron los métodos de construcción apropiados, se verifico el espesor de las capas con la realización de calicatas.



## Colocación de Relleno Estructural-Pad Fase 2

### 3.2.8 Preparación de la Subrasante

STRACON S.A Y ANDDES inspeccionaron y aprobaron la subrasante expuesta antes de que cualquier relleno o Revestimiento de Suelo de Baja Permeabilidad fuera colocado. ANDDES confirmó que la superficie de la subrasante sea suave y libre de escombros, hitos, rocas, raíces, ramas, vegetación, lodo, hielo o material congelado.

---

Antes de colocar los materiales de relleno, STRACON S.A, realizó la escarificación de todo material in- situ hasta una profundidad de 150 mm, se acondicionó la humedad y se re compactó la subrasante. El esfuerzo de compactación debió ser el adecuado para obtener un mínimo de 95% de la densidad máxima obtenida en el Ensayo Próctor Estándar (ASTM D698) para el material de relleno en particular.

El acondicionamiento de humedad, fue el adecuado para alcanzar una humedad y densidad uniforme. En áreas de roca, STRACON S.A, preparó la subrasante mediante la remoción de fragmentos de roca sueltos hasta encontrar material de cimentación competente y que fuera aprobado por ANDDES.

### **3.2.9 Revestimiento con Suelo de Baja Permeabilidad**

El Revestimiento de Suelo de Baja Permeabilidad fue colocado dentro de los límites de las obra tal como se muestra en los planos y se inició sólo después de completarse toda o una porción aprobada de la excavación y colocación del Relleno Estructural dentro de los límites de las obra.

De acuerdo a las estudios en campo y según las investigaciones geotécnicas, se ha determinado que la ubicación de la Fase 2 del Pad de Lixiviación se encuentra sobre una zona de material de arcilla en estado firme y rígido, por tal motivo la capa de suelo de baja permeabilidad se construyó en la mayor parte del Pad con el material propio del lugar, para tal efecto fue necesario remover la superficie a una profundidad de 300mm, además de ello se trasladó suelo de baja permeabilidad de una pequeña cantera en la Fase 2B, se conformó y compacto para luego de ser aprobada como capa de suelo de baja permeabilidad, en algunas zonas del Pad el material de suelo de baja

permeabilidad utilizado en la construcción tuvo su procedencia del mismo corte del Pad que fue acopiada a sugerencia de Anddes en las zonas adyacentes para su posterior utilización. El material de baja permeabilidad se ha colocado en una capa de 300mm, la cual fue compactada por lo menos a un 95 por ciento de la densidad máxima seca, más tres (+3%) o menos dos (-2%) por ciento del contenido óptimo de humedad (ASTM D698).



**Refine y compactado de la capa del suelo de baja permeabilidad, en talud oeste del Pad Fase 2**

ANDDES observó la preparación del suelo de baja permeabilidad, así como su conformación, según especificaciones técnicas. La compactación del suelo de baja permeabilidad fue realizada usando un rodillo de tambor liso de 10tn.

**3.2.10 Excavación y Relleno de Zanjas de Anclaje**

Se excavaron las zanjas de anclaje en las marcas, niveles y anchos mostrados en los planos, antes de la colocación del geosintético.

Esquinas ligeramente redondeadas deberán ser provistas en el anclaje cuando la geomembrana se acerque al anclaje para evitar hendiduras profundas en la geomembrana. La zanja de anclaje fue rellenada y compactada; en el relleno de la zanja de anclaje se colocó capas sueltas de 200 a 300 mm de espesor y se compactó con planchas compactadoras.

La geomembrana fue extendida en la zanja de anclaje, mostrados en los planos. La geomembrana fue cosida a lo largo de toda la longitud de la zanja de anclaje hasta la finalización de la lámina de geomembrana.



**Se observa la zanja de anclaje y la berma perimetral**

### **3.2.11 Revestimiento con Geosintéticos**

STRACON S.A, ha sido el responsable de la colocación del material geosintéticos requerido, incluyendo la instalación de geomembrana sobre los taludes empinados. Los trabajos de CQA de ANDDES incluyeron lo siguiente:

revisión de las certificaciones de los materiales; observación de despliegue y costuras; procedimientos de control de calidad; observación de parches, reparaciones y sus pruebas; y las pruebas de resistencia de costura periódicas de campo, todo esto en conformidad con las especificaciones técnicas.



### **Despliegue del Primer paño de Geomembrana en el Pad Fase 2B**

#### **3.2.12 Instalación de Geomembrana**

Antes del despliegue de los paneles, se observó y verificó que la superficie estuviera libre de objetos agudos punzantes y protuberancias que pudiera dañar a la geomembrana. La aprobación para el despliegue de geomembrana la emite la Supervisión de Construcción Pad y Anddes. Cada panel desplegado fue identificado con numeración correlativa, con registro del

número del rollo, la secuencia del despliegue, la hora y la fecha. La distribución y orientación de los paneles estuvo a cargo de la empresa involucrada en la instalación con la aprobación del supervisor de CQA. La instalación de la geomembrana comenzó el 15 Febrero del 2020, continuando con dichos trabajos hasta la fecha.

Para el revestimiento del Pad de Lixiviación se utilizaron geomembrana de polietileno de baja densidad (LLDPE), texturada por un solo lado (SST) y con 2.0 mm (80 mil) de espesor. Se instaló el lado texturado en contacto con el suelo de baja permeabilidad, mientras que el lado liso está expuesto para estar en contacto con las tuberías de colección y material de sobre revestimiento.

Durante la instalación de la geomembrana se tomó en consideración los factores climáticos y temperatura durante el proceso de instalación y de costura de las uniones de fusión y extrusión con 20 cm de traslape entre los paneles instalados. Del mismo modo en forma continua se procedió con la elaboración del plano *as built* de los paneles instalados mostrando la numeración de los paneles, así como la ubicación de las muestras destructivas obtenidas para ensayos de resistencia de las costuras.





Vista del despliegue de cuatro paneles de Geomembrana en el Talud sur del Pad  
Fase 2



Vista panorámica Pad Fase 2 sector sur (vista desde el mirador norte)



Tecnología de Materiales encargado de la instalación del geosintéticos realizó el control de calidad (QC), bajo la supervisión de ANDDES y STRACON S.A.

Este trabajo consistió en lo siguiente:

- Pruebas no destructivas (pruebas de aire, pruebas de vacío y/o pruebas de chispa).
- Prueba de inicio de costura.
- Programa de despliegue constante;
- Programa de parches; y
- Pruebas destructivas de costuras de fusión y extrusión.

### **3.2.13 Construcción del Sistema de Colección de Solución**

El sistema de colección de la solución consistió en una red de tuberías laterales conectadas a tuberías principales de 450 mm las que colectarán la solución de lixiviación. La solución es colectada en la plataforma del Pad y a través del canal de colección llevan las tuberías de 100 mm o 200 mm hasta la poza de colección de solución.

Las tuberías laterales fueron instaladas en las áreas donde la pendiente del terreno fue menor de 2.5:1 (H:V) y se colocaron de modo que permitan drenar hacia las tuberías principales a intervalos regulares como se determina en los planos. Las tuberías laterales y las tuberías colectoras principales fueron tuberías perforadas cuyos diámetros estaban indicados en los planos. La red de tuberías fue colocada sobre la geomembrana y cubierta con material de sobre revestimiento procesado y de acuerdo a las especificaciones técnicas. Las tuberías principales y la grava se instalaron sobre geotextil para evitar posibles daños a la geomembrana. Luego se les colocó alrededor grava de drenaje, manteniendo los espesores descritos en los planos.

### 3.2.14 Sobre Revestimiento

En este proyecto el sobre revestimiento se utiliza como capa de drenaje. Los materiales de sobre revestimiento u "over liner" tienen la finalidad de proteger el sistema de revestimiento de geomembrana y de los posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral en la Fase 2 del Pad de Lixiviación.

El material de sobre revestimiento se colocó sobre la geomembrana del Pad de Lixiviación y las tuberías colectoras de solución como se indica en los planos.

Antes de colocar Material de Sobre- Revestimiento, se verificó mediante una inspección visual que los geo sintéticos colocados estén libres de huecos, rajaduras, pliegues u objetos extraños, además se inspeccionó la presencia de pliegues en la geomembrana antes de la colocación del Material de Sobre- Revestimiento.

Los pliegues mayores a 400 mm fueron eliminados y reparados por el instalador, de ser pedido por el ANDDES y STRACON S.A.

Se colocó el material de Sobre - Revestimiento en una capa suelta simple para obtener un espesor mínimo de 500 mm como se indicaba en los planos. Sólo se utilizó para colocar el material de Sobre- Revestimiento un buldózer que ejerce una presión de contacto que no exceda 65 kPa (0.65kg/cm<sup>2</sup>).



## Colocación de Sobre Revestimiento en el Pad Fase 2

### 3.3 Materiales, Fabricantes y Certificados de Calidad

#### 3.3.1 Sistema de Subdrenaje

##### 3.3.1.1 Grava de Drenaje

Material procesado de libre drenaje aprobado por el Supervisor, colocado para requerimientos de drenaje donde se indica en los planos. La Grava de Drenaje es usada para la instalación del sistema de subdren, esta grava consiste en roca procesada, inerte y enteramente proveniente de fuentes no minerales ni tampoco de desecho alguno. Por lo cual se cumplió con la siguiente especificación:

### Características del Material de Grava de Drenaje

U.S. Standard Sieve Size Tamaño de Malla Estándar	Percent Passing by Dry Weight Porcentaje en Peso Seco que Pasa la Malla
38 mm (1.5-inch / pulgadas)	100
25 mm (1-inch / pulgadas)	20 - 100
13 mm (1/2-inch / pulgadas)	0 - 85
Nº 4 (4.8 mm)	0 - 40
Nº 40 (0.45 mm)	0 - 15
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 5
Plasticity Index / Índice de Plasticidad:	Non-plastic / No plástico
Permeability / Permeabilidad (ASTM D2434):	$> 3.5 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$
Average Minimum Point Load Index / Índice de Carga Puntual Corregido Promedio Mínimo (ASTM D5731)	$> 2.7 \text{ N/mm}^2$

#### 3.3.1.2 Tubería para Construcción de Subdrenes:

La tubería para la construcción de Subdrenes Primarios consiste en:

Tubería de HDPE de Pared Doble – Es una tubería perforada, corrugada de polietileno de alta densidad con un interior completamente liso fabricado por “Advanced Drainage Systems Inc.” (ADS), o uno equivalente aprobado por supervisión.

La tubería está fabricada en base a compuestos de polietileno que cumplan o superen los requerimientos de Clase con Célula

324420C (min.) por ASTM D3350. La rigidez mínima en paralelo al eje de la tubería deberá ser como sigue:

Diameter / Diámetro	Pipe Stiffness / Rigidez de Tubería
100 mm (4-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
200 mm (8-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
300 mm (12-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
450 mm (18-inch/pulgadas)	275 kPa (40 psi)

El tamaño nominal para la tubería y los accesorios está basado en su diámetro interior nominal. La tubería y los accesorios están libres de inclusiones externas y defectos visibles. Los extremos de la tubería fueron cortados en forma exacta y limpia, de tal manera para no afectar los

empalmes. Los empalmes son acoplamientos partidos y corrugados para encajar las corrugaciones de las tuberías y, asimismo, se enganchan en un mínimo de cuatro (4) corrugaciones, dos (2) a cada lado del empalme de la tubería.

Tubería sólida de HDPE – La tubería de polietileno de alta densidad consiste en Driscoplex™ 1700 fabricado por CP Chem, o su equivalente aprobado, con dimensiones estándar (SDR) tal como se indica en los planos. La resina, tubería y accesorios cumplen con los siguientes estándares industriales:

Tubería Estándar, ASTM F-714; Accesorios Estándar, ASTM D3261;

Clasificación de Célula, ASTM 3350, PE345434C or PE345444C.

### 3.3.1.3 Geotextil

Material de doscientos setenta gramos por metro cuadrado (270g/m<sup>2</sup>) de No Tejido Punzonado.

- El geotextil está compuesto de fibras de poliéster o polipropileno.
- Los rollos estarán libres de agujeros, contaminación y materiales externos.
- El geotextil suministrado para el proyecto debió de reunir o exceder los siguientes mínimos mostrados en la tabla.

**Minimum Average Roll Values for Geotextile Material  
Valores Mínimos Promedio del Rollo de Material de Geotextil**

Property Propiedad	ASTM Test Method Método de Ensayo Según Norma ASTM	Specification Especificación
Weight/Peso (g/m <sup>2</sup> ) - min.	ASTM D3376	270
Tensile Strength / Resistencia a la tension (N)	ASTM D4632	950
Puncture Resistance / Resistencia al Punzonamiento (N) - min.	ASTM D4833	440
Permeability / Permeabilidad (cm/s)	ASTM D4491	0.3
UV Resistance / Resistencia UV (% retention at 500 hours / % retenido cada 500 horas)	ASTM D4355	70
Apparent Opening Size (AOS)/ Tamaño Aparente de la Abertura (TAA) (mm) (U.S. Sieve / Malla)	ASTM D4751	0.15 Nº 100

### 3.3.2 Relleno Estructural

Materiales obtenidos in-situ tales como suelos coluviales o aluviales o materiales importados que sean aprobados por supervisión, con su uso indicado en los planos, así como pequeños rellenos auxiliares que no están específicamente indicados en los planos. El relleno estructural también fue extraído de excavaciones locales dentro de los límites del Pad de Lixiviación o alguna otra fuente de cantera. El relleno estructural tiene tamaño máximo de partícula de 200 mm o el 67% de la altura de capa aprobada. Cualquier material mayor al permisible se procedió triturarlo o retirado. El relleno estructural utilizado cumplió con las especificaciones siguientes:

#### Características del Material de Relleno Estructural

U.S. Standard Sieve Size Tamaño de Malla Estándar	Percent Passing by Dry Weight Porcentaje en Peso Seco que Pasa la Malla
200 mm (8-inch / pulgadas)	100
75 mm (3-inch / pulgadas)	70 – 100
13 mm (1/2-inch / pulgadas)	35 – 85
Nº 4 (4.8 mm)	25 - 70
Nº 40 (0.45 mm)	5 – 50
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 40
Plasticity Index / Índice de Plasticidad:	30 maximum / máximo

### 3.3.3 Revestimiento con Suelo de Baja Permeabilidad

Materiales procesados de suelos coluviales o morrénicos de áreas locales de corte adecuadas para usarse como Revestimientos de Suelo.

Este material está sujeto a la aprobación de supervisión y se cumplió con las especificaciones siguientes:

### Características del Revestimiento de Suelo de Baja Permeabilidad

U.S. Standard Sieve Size Tamaño de Malla Estándar	Percent Passing by Dry Weight Porcentaje en Peso Seco que Pasa la Malla
50 mm (2-inch / pulgadas)	100
25 mm (1-inch / pulgadas)	75 – 100
Nº 40 (0.45 mm)	40 – 90
Nº 200 (0.075 mm)	30 - 80
Plasticity Index / Índice de Plasticidad (IP):	10 < IP < 22
Liquid Limit / Limite Líquido	50 maximum / máximo
Hydraulic Conductivity:	5x10 <sup>-6</sup> cm/s máximo
Conductividad Hidráulica:	5x10 <sup>-6</sup> cm/s máximo

#### 3.3.4 Excavación y Relleno de Zanjas de Anclaje

El Relleno de la Zanja de anclaje son materiales de préstamo locales excavados de la zanja de anclaje, colocados y compactados de acuerdo con una especificación de método, como lo apruebe la supervisión y como se muestra en los planos. El Relleno de Zanjas de anclaje tiene un tamaño máximo de partícula de 300 mm y un espesor de capa no mayor a 0.6 m.

#### 3.3.5 Sistema de Revestimiento

##### 3.3.5.1 Instalación de Geomembrana

La geomembrana es de polietileno. Ninguna inclusión de polímero reciclado es aceptable.

Propiedades de la Resina de la Geomembrana.

HDPE Geomembrane Resin Properties  
Propiedades de la Resina de la Geomembrana de HDPE

Property Propiedad	Test Method Método de Ensayo	Requirements Requerimientos
Base Resin / Resina Base		
Specific Gravity Gravedad Específica (g/cm <sup>3</sup> )	ASTM D1505	0.935-0.941
Melt Index / Índice de Mezcla	ASTM D1238, Condition E / Condición E	≤1.0g/10min

La hoja de geomembrana está compuesta de un mínimo de noventa y seis (96) por ciento de polietileno puro. La porción restante está hecha de materiales necesarios para el adecuado performance del revestimiento (tales como carbón negro, antioxidantes, etc.). Los rollos de geomembrana deberán reunir las siguientes especificaciones:

- Contener un máximo de dos (2) por ciento en peso de aditivos, rellenos o extensores (no incluyendo carbón negro).
- Contener entre el dos (2) y el tres (3) por ciento de carbón negro para la resistencia a la luz ultravioleta.
- La superficie de la geomembrana no deberá tener estriaduras, rugosidad (excepto la textura como se especifica), perforaciones o burbujas y deberá estar libre de agujeros, ampollas, materia prima no dispersa o cualquiera otra contaminación por causa ajena.

Los rollos de la geomembrana deberán tener las siguientes propiedades:

**Typical 2.0 mm LLDPE Single-Sided Textured (SST) Geomembrane Properties**  
**Propiedades Típicas de la Geomembrana Texturada por una Sola Cara (SST) de**  
**LLDPE de 2.0 mm**

Property Propiedad	Test Method Método de Ensayo	SST 2.0mm LLDPE <sup>1</sup> LLDPE <sup>1</sup> SST de 2.0mm
Thickness / Espesor (mm) <sup>2</sup>	ASTM D5994	1.9(min)/2.0(min)
Compound Density / Densidad Compuesta (g/ml)	ASTM D1505	0.939(max)
Carbon Black Dispersion / Dispersión de Carbón Negro	ASTM D5596	(See Note 3 / Ver Nota 3)
Carbon Black Content / Contenido de Carbón Negro (%)	ASTM D1603	2-3
Asperity Height / Altura de Aspereza	GRI GM12	(See Note 9 / Ver Nota 9)
<b>Tensile Properties<sup>4</sup> / Propiedades de Tensión</b>		
<b>(min. ave.)<sup>10</sup></b>		
Strength at Break / Resistencia a la Rotura (N/mm)	ASTM D6693, Type/Tipo IV	39
Elongation at Break / Estiramiento a la Rotura (%)	ASTM D6693, Type/Tipo IV	500
Puncture Resistance / Resistencia al Punzonamiento (N)	ASTM D4833	556
Tear Resistance / Resistencia al Desgarro (N)	ASTM D1004	210
Oxidation Induction Time / Tiempo de Inducción a Oxidación (minutes / minutos)	ASTM D3895	>100
<b>Field Seam Properties<sup>5</sup> / Propiedades de la Costura de Campo</b>		
Peel Shear Strength <sup>6</sup> / Resistencia al Corte de Pelado (kN/m)-min	ASTM D6392	21
Shear Strength / Resistencia al Corte (kN/m)-min (fusión and extrusión / fusión y extrusión)	GRI-GM19	17.5,FTB <sup>6,7,8</sup>



La resistencia de la costura se refiere tanto a la de fusión, como a la de extrusión para LLDPE y las soldaduras de LLDPE.

Si la resistencia al corte de la corteza excede la fuerza de la tensión final de la lámina, pero la muestra falla RDL, la prueba será considerada como aprobada.

Resistencia al Desgarro de Láminas (RDL) está definida como la falla de una de las láminas por desgarro, en lugar de separarse de otras láminas en el área de soldadura (lámina antes de soldadura).

**Typical 1.5 mm HDPE Smooth Geomembrane Properties**  
**Propiedades Típicas de la Geomembrana Lisa de HDPE de 1.5 mm**

Property Propiedad	Test Method Método de Prueba	Smooth 1.5mm HDPE <sup>1</sup> HDPE <sup>1</sup> Liso de 1.5mm
Thickness / Espesor (mm) <sup>2</sup>	ASTM D5199	1.35(min)/1.5(min)
Compound Density / Densidad Compuesta (g/ml)	ASTM D1505	0.940(min)
Carbon Black Dispersion / Dispersión de Carbón Negro	ASTM D5596	(See Note 3 / Ver Nota 3)
Carbon Black Content / Contenido del Carbón Negro (%)	ASTM D1603	2-3
<b>Tensile Properties<sup>4</sup> / Propiedades de Tensión (min.ave.)</b>		
Ultimate Tensile Strength / Resistencia a la Tensión Final (N/mm)	ASTM D6693, Type/Tipo IV	40 (min)
Ultimate Elongation / Elongación Final (%)	ASTM D6693, Type/Tipo IV	700 (min)
Elongation at Yield / Elongación de fluencia (%)	ASTM D6693, Type/Tipo IV	12 (min)
Strength at Yield / Resistencia a la Fluencia (N/mm)	ASTM D5397	23 (min.)
Puncture Resistance / Resistencia al Punzonamiento (N)	ASTM D4833	550 (min ave.)
Tear Resistance / Resistencia al Desgarro (N)	ASTM D1004	186 (min ave.)
Oxidation Induction Time / Tiempo de Inducción a Oxidación (minutes / minutos)	ASTM D3895	>100
<b>Field Seam Properties<sup>5</sup> / Propiedades de la Costura de Campo</b>		
Peel Shear Strength <sup>6</sup> / Resistencia al Corte de corteza (kN/m)-min	ASTM D6392 ó GRI-GM19	16
Shear Strength / Resistencia al Corte (kN/m)-min (fusión and extrusión / fusión y extrusión)	ASTM D6392 ó GRI-GM19	21,FTB <sup>6,7,8</sup>

Los valores promedio de la Dirección de la Máquina (DM) y Dirección Transversal de la Máquina (DTM) deben estar en base a los cinco especímenes de prueba en cada dirección.

La resistencia de la costura se refiere tanto a la de fusión, como a la de extrusión para HDPE y las soldaduras de HDPE.

Si la resistencia al corte de la corteza excede la fuerza de la tensión final de la lámina, pero la muestra falla RDL, la prueba será considerada como aprobada.

Resistencia al Desgarro de la Lámina (RDL) está definida como la falla de una de las láminas por desgarro, en lugar de separarse de otras láminas en el área de interfase de soldadura (lámina antes de soldadura).

Se muestra tabla de rollos de Geomembrana instalados en el Pad Fase 2B, cada uno de ellos cuenta con su respectivo Certificado de Calidad.

### 3.3.6 Construcción del Sistema de Colección de Solución

Las Tuberías de Colección de Solución destinadas a la construcción del Sistema de Colección de Solución consisten en:

Tubería de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) de Pared Doble

Es una tubería perforada, corrugada, de polietileno de alta densidad con un interior completamente liso fabricado por “Advanced Drainage Systems Inc.” (ADS). La tubería está fabricada en base a compuestos de polietileno que cumplen o superen los requerimientos de la Clase de Célula 324420C (min.) por ASTM D3350. La rigidez mínima en paralelo al eje de la tubería es como sigue:

Diameter / Diámetro	Pipe Stiffness / Rigidez de Tubería
100 mm (4-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
200 mm (8-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
300 mm (12-inch/pulgadas)	340 kPa (50 psi)
450 mm (18-inch/pulgadas)	275 kPa (40 psi)
600 mm (24-inch/pulgadas)	235 kPa (34 psi)

El tamaño nominal para la tubería y los accesorios están basados en su diámetro interior nominal. Los extremos de la tubería fueron cortados en forma exacta y limpia, de tal manera de no afectar los empalmes.

Los empalmes son acoplamientos partidos y corrugados para encajar las corrugaciones de las tuberías y asimismo, deberán enganchar un mínimo de cuatro (4) corrugaciones, dos (2) a cada lado del empalme de la tubería cumpliendo con las recomendaciones del fabricante.

Tubería sólida de HDPE – La tubería de polietileno de alta densidad consiste en Driscoplex™ 1700 fabricado por CP Chem, con dimensiones estándar (SDR) 21 para tuberías de 50 mm, SDR 17 para tuberías de 300 mm y SDR 21 para tuberías de 450 mm, o como se indica en los planos.

La resina, tubería y accesorios cumplen con los siguientes estándares industriales: Tubería Estándar, ASTM F-714; Accesorios Estándar, ASTM D3261; Clasificación de Célula, ASTM 3350, PE345434C o PE345444C.

### 3.3.7 Sobre Revestimiento

Material procesado de libre drenaje aprobado por el supervisor para su colocación sobre las tuberías colectoras de solución. El Material de Sobre-Revestimiento cumplió en conformidad con las siguientes especificaciones:  
Características de Material de Sobre Revestimiento

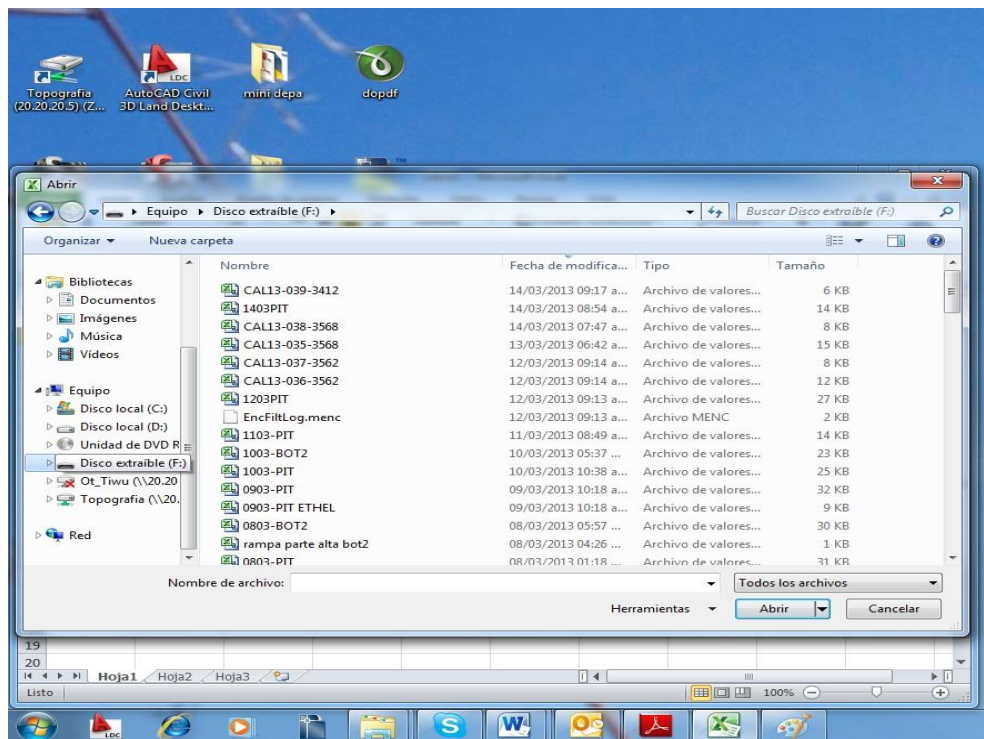
U.S. Standard Sieve Size Tamaño de Malla Estándar	Percent Passing by Dry Weight Porcentaje en Peso Seco que Pasa la Malla
63 mm (2.5-inch / pulgadas)	100
38 mm (1.5-inch / pulgadas)	85 - 100
25 mm (1-inch / pulgadas)	70 - 95
12 mm (1/2-inch / pulgadas)	20 - 80
Nº 4 (4.75 mm)	15 - 45
Nº 40 (0.45 mm)	5 - 20
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 5
Plasticity Index / Índice de Plasticidad:	Non-plastic / No plástico
Permeability / Permeabilidad (ASTM D2434):	$>3.5 \times 10^{-1}$ cm/s

## CAPITULO IV

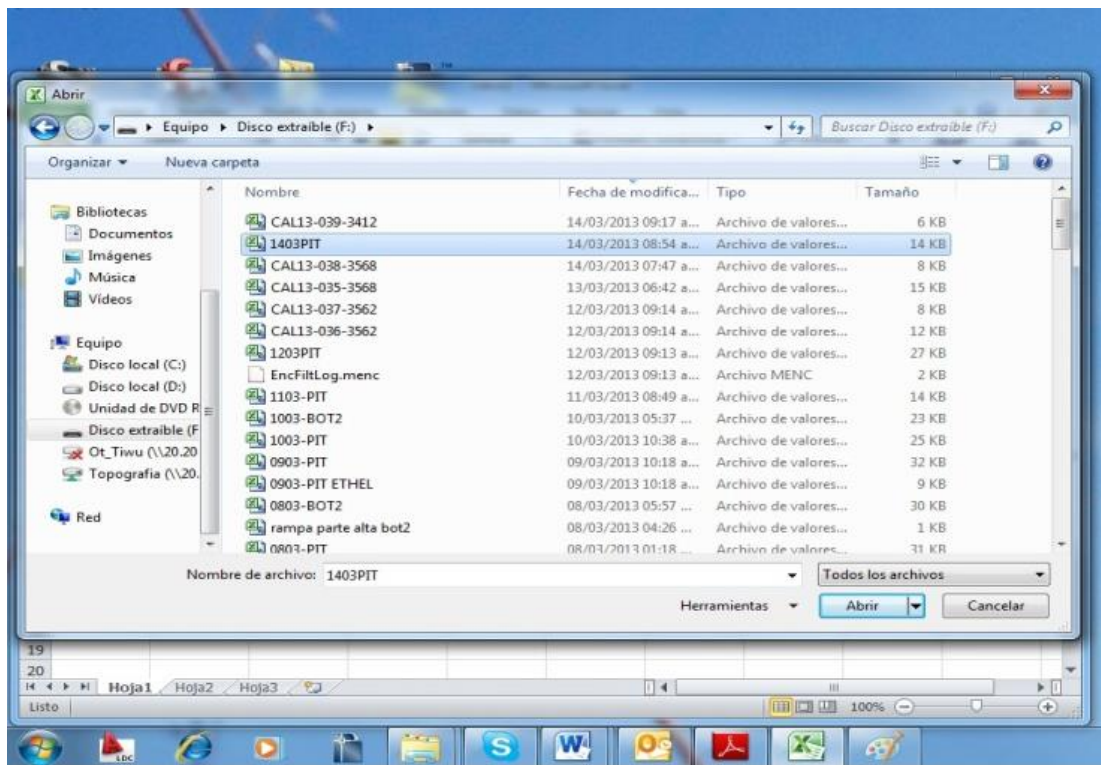
### 4. Procesamiento de la información en gabinete

#### 4.1. Descarga de datos de campo

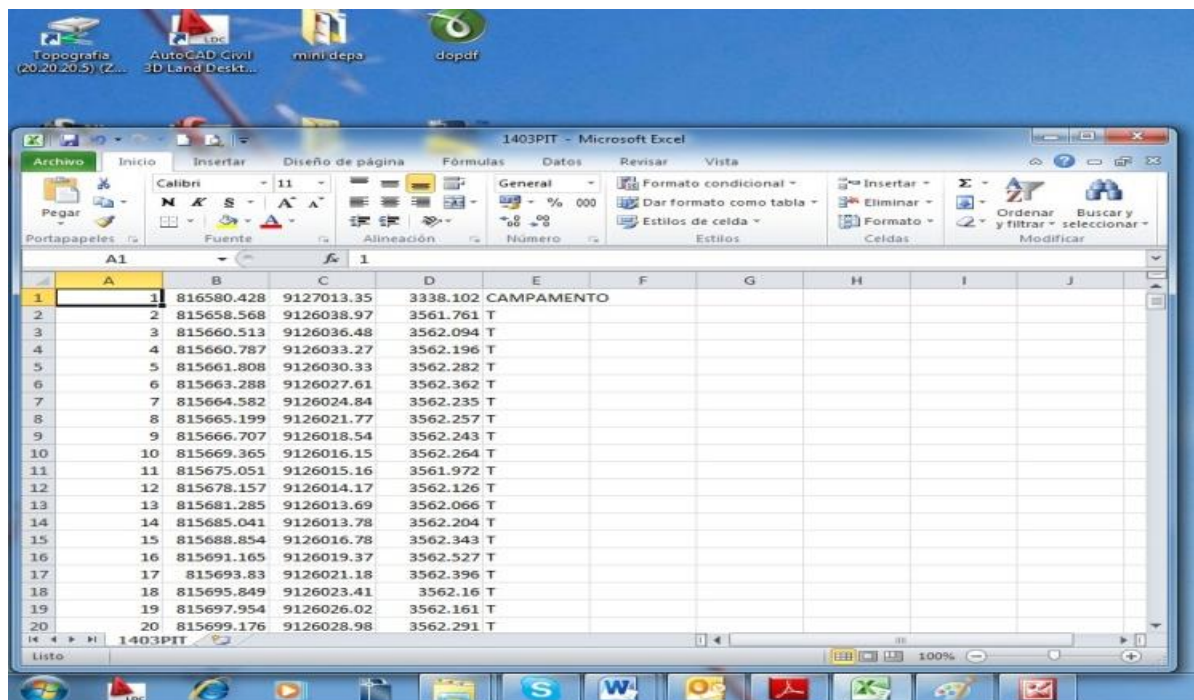
La información del levantamiento recolectado en campo se descarga en formato .CSV para su respectivo procesamiento en gabinete



Una vez abierta la ventana Abrir seleccionamos el dispositivo del cual vamos a descargar la información recolectada en campo (CSV)

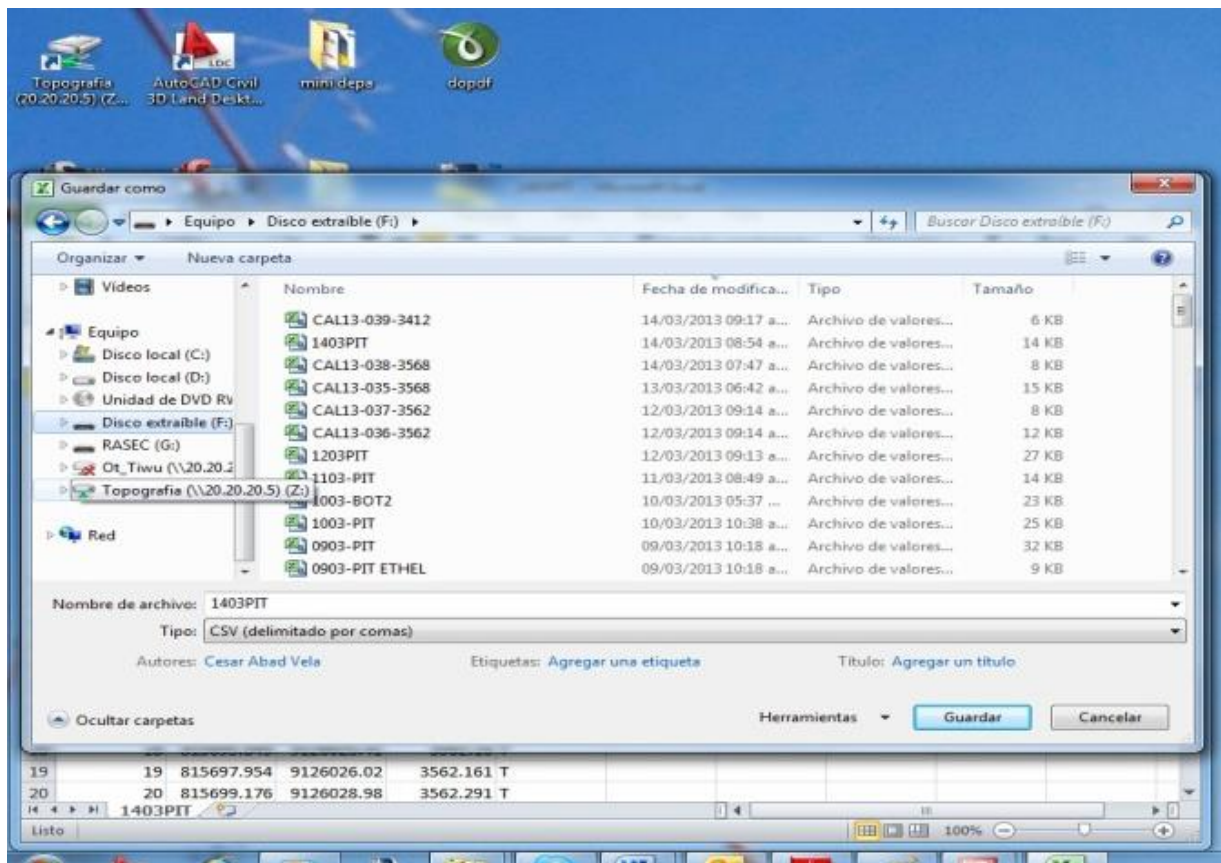


Seleccionamos el levantamiento con la fecha del día y procedemos a Abrir

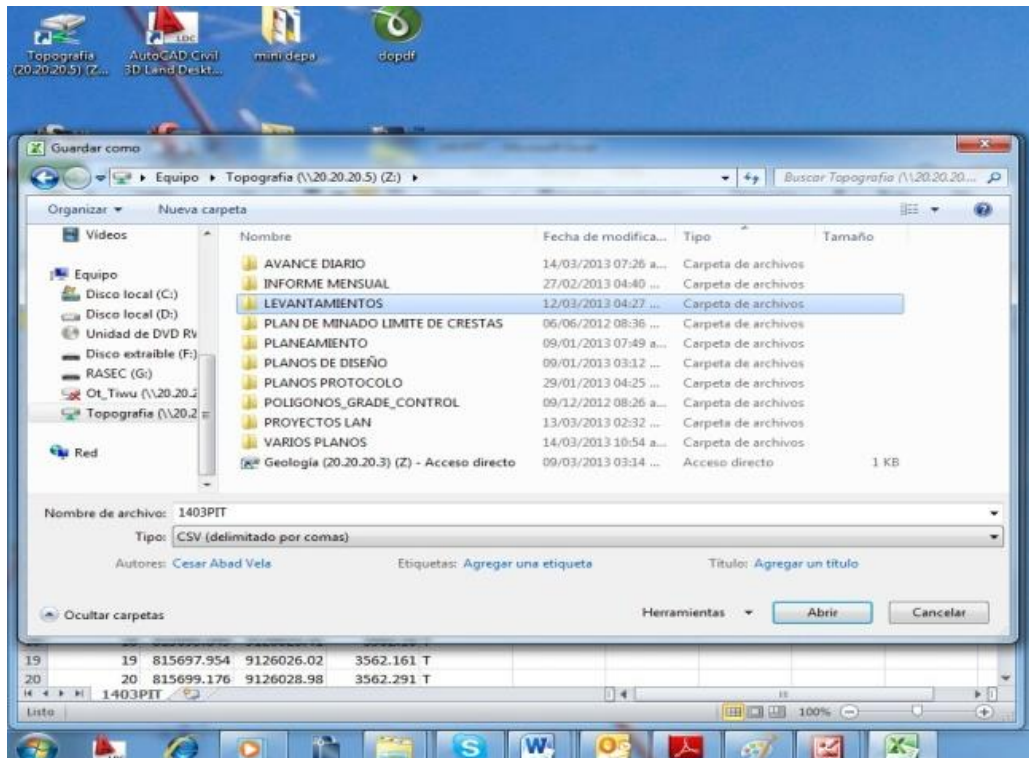


Una vez abierto el archivo en Microsoft Excel procedemos ordenar este archivo de tal forma que no genere ningún inconveniente al momento de importar este levantamiento con las columnas siguiendo el sgte orden: punto, este, norte, elevación y descripción.

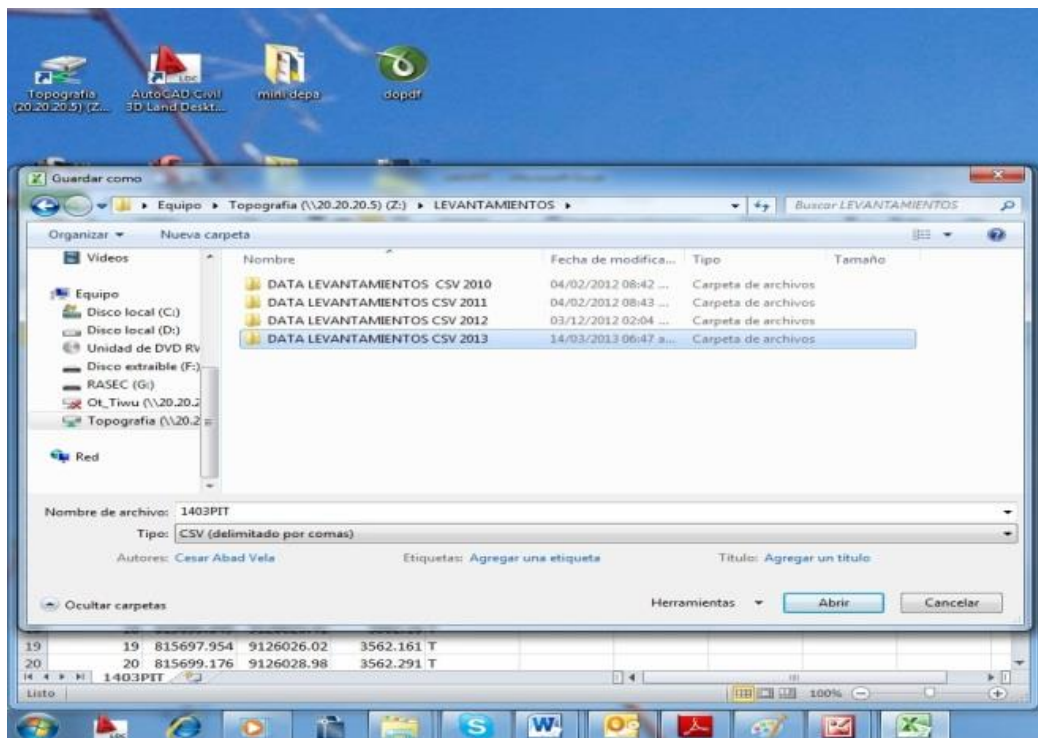
Luego de tener la información ya ordenada nos vamos a la pestaña abrir y procedemos a guardar esta información



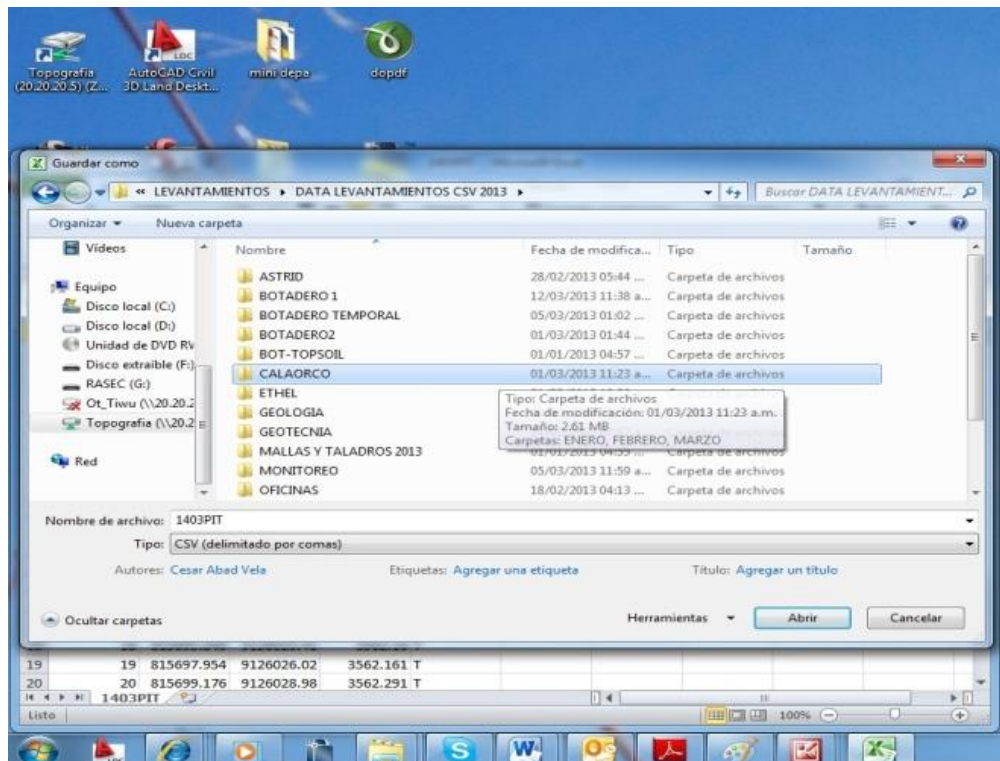
Nos vamos nuevamente al disco de TOPOGRAFIA en el cual guardamos toda la información



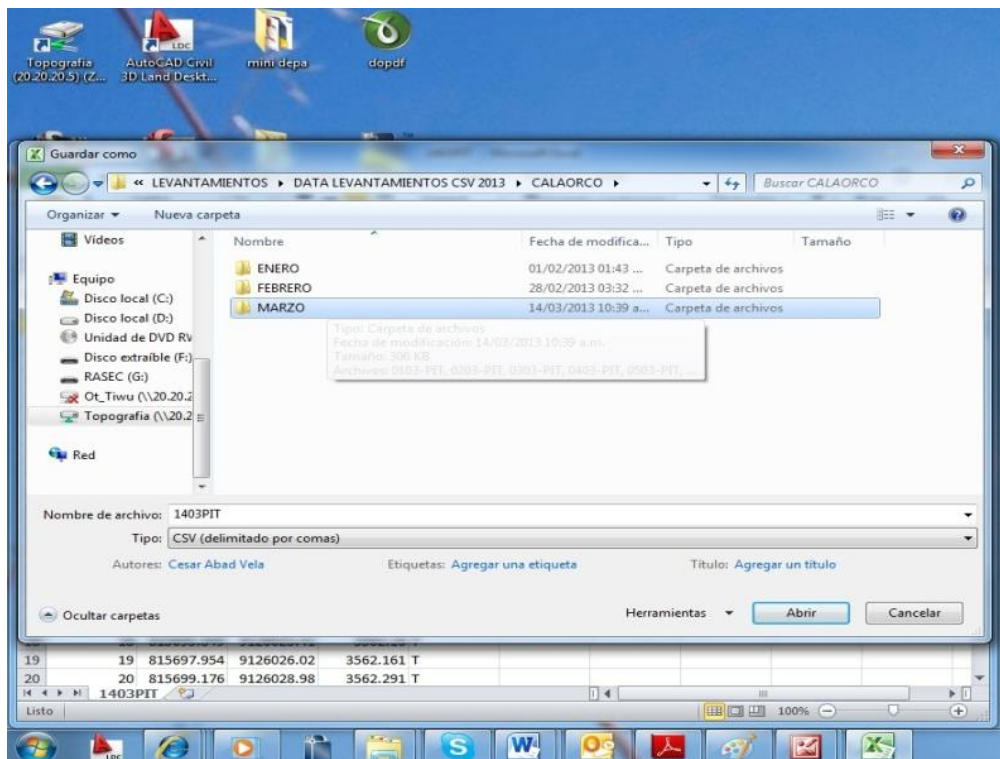
Ingresamos a la carpeta LEVANTAMIENTO



Ingresamos a la carpeta DATA LEVANTAMIENTOS CSV 2020

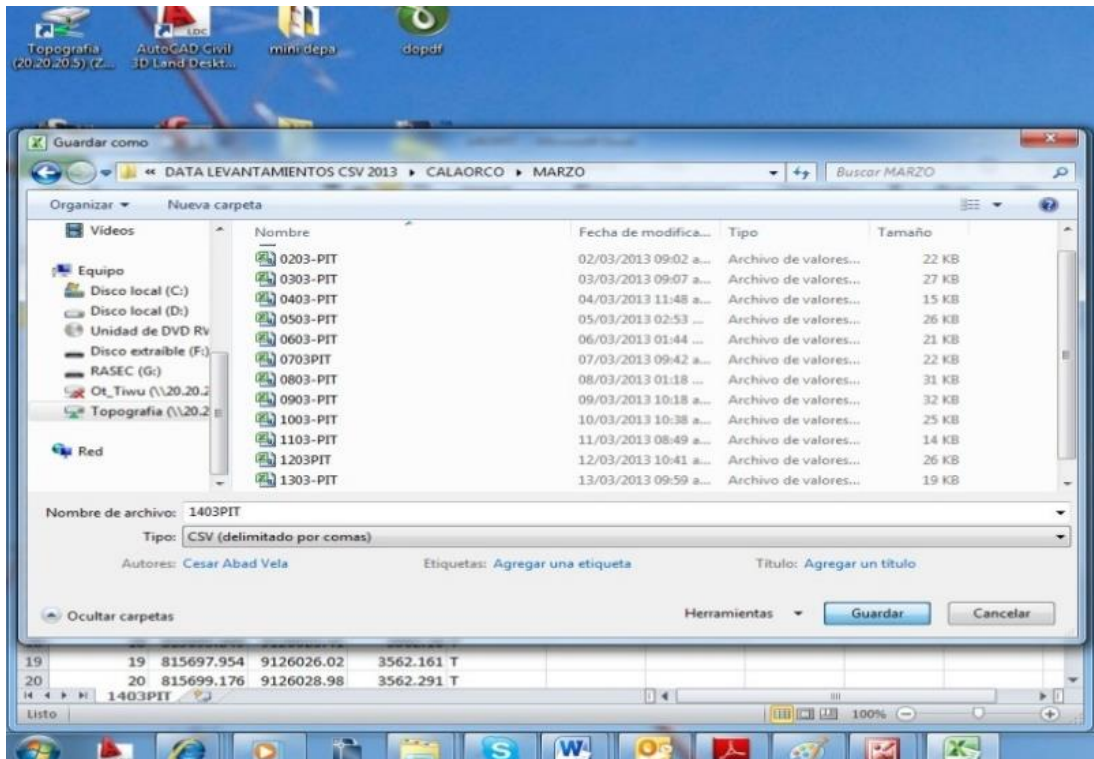


Ingresamos a la carpeta según la zona en que se realizó en levantamiento (Pad F2)





Ingresamos a la carpeta según el mes en q nos encontramos (MARZO)



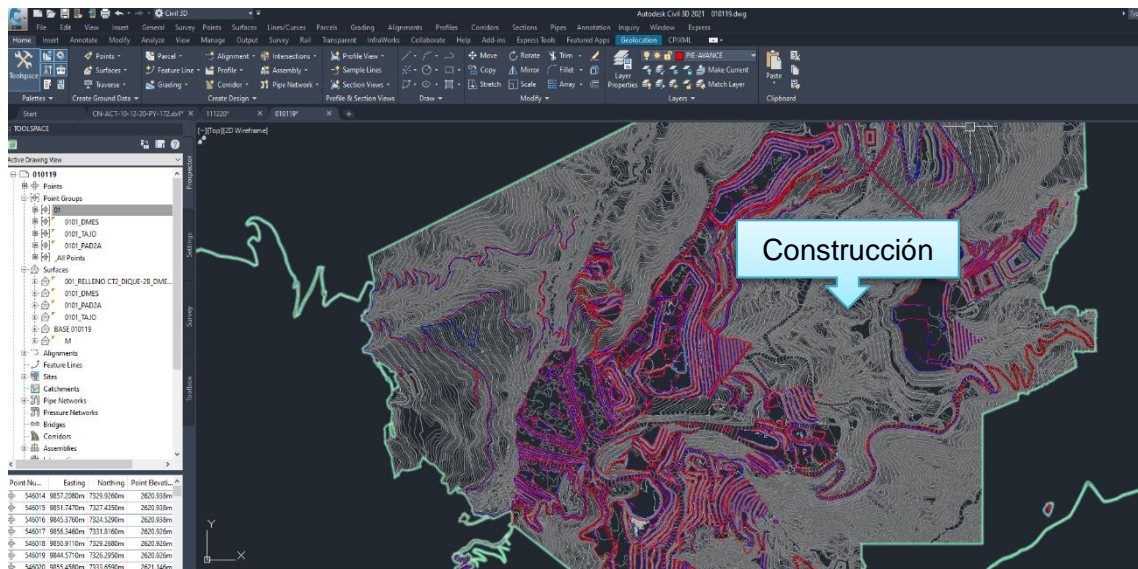
Colocamos el nombre del archivo a bajar con la fecha del día y una descripción de la zona levantada, el tipo de archivo tiene q ser guardado en formato .CSV.

La información levantada presentara el siguiente sintaxis:

- T : Toe (Pie de un Talud o Derrame)
- C : Cresta (Hombro del talud o cabecera)
- R : Relleno (parte interna o externa de la plataforma)
- TN : Terreno natural (zona que aún no es impactada)
- SL : Soil Liner (Material de baja permeabilidad)
- Geo : Geomembrana (Paños Instalados)
- GeoP : Parches (Parches en la geomembrana)
- OL : Over Liner (Sobrevestimiento de la geomembrana)

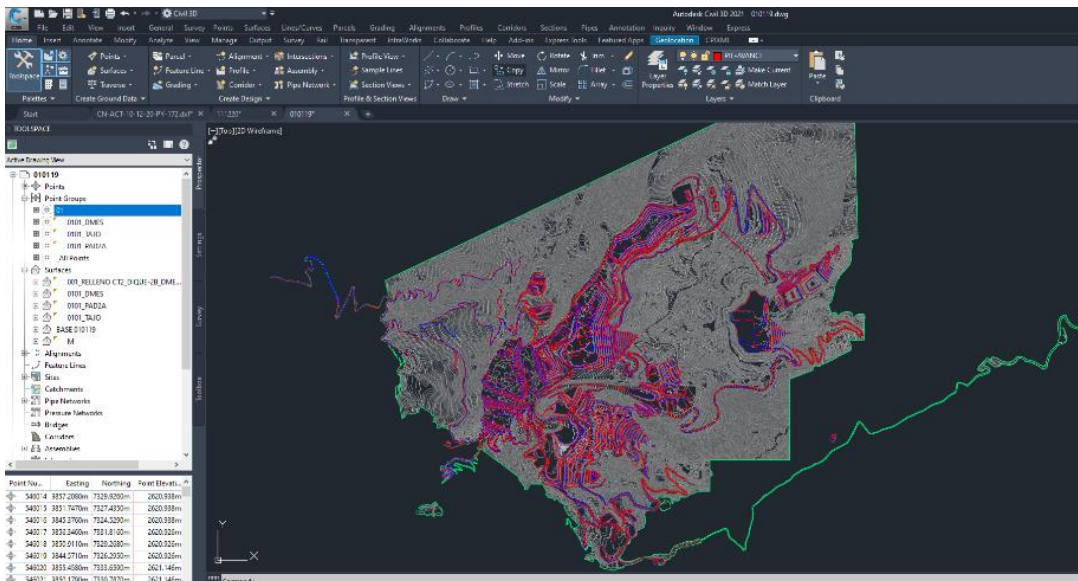
## 4.2. Procesamiento de la información

Abrimos este software Civil 3D para el procesamiento en gabinete de la actualización topografía diaria.

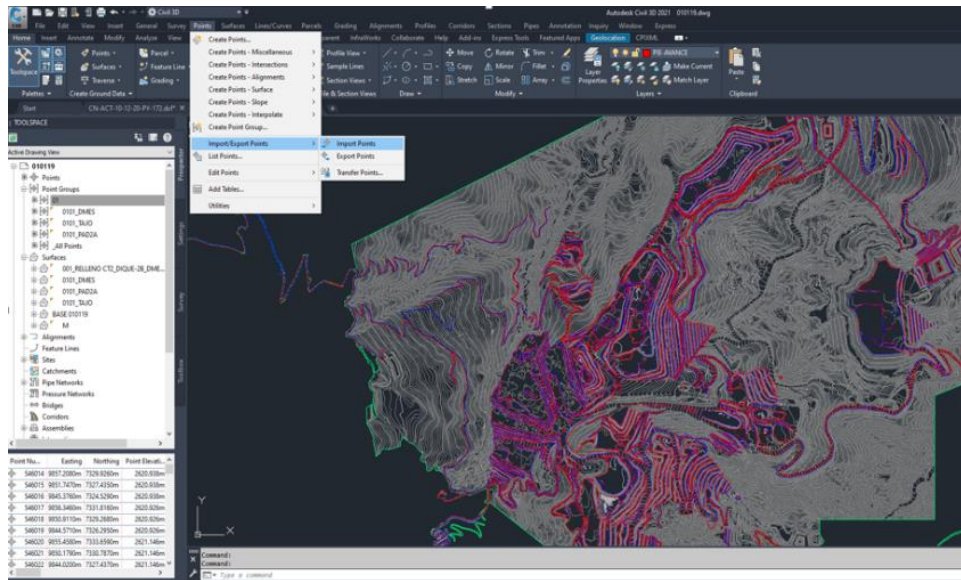


Seleccionamos el archivo que contiene la superficie a actualizar

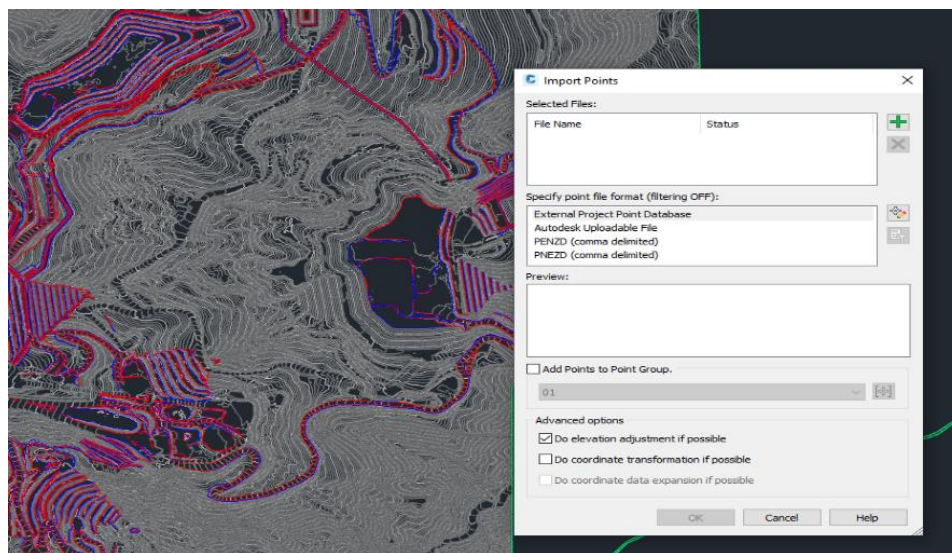
Con la ventana de Civil 3D abierta procederemos a importar los puntos del levantamiento



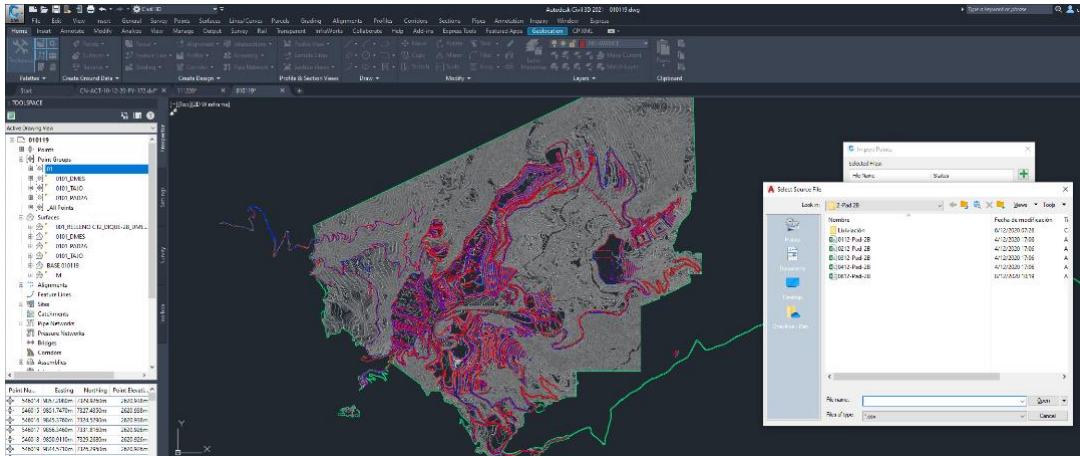
Seleccionamos points – import/export points – Imports points



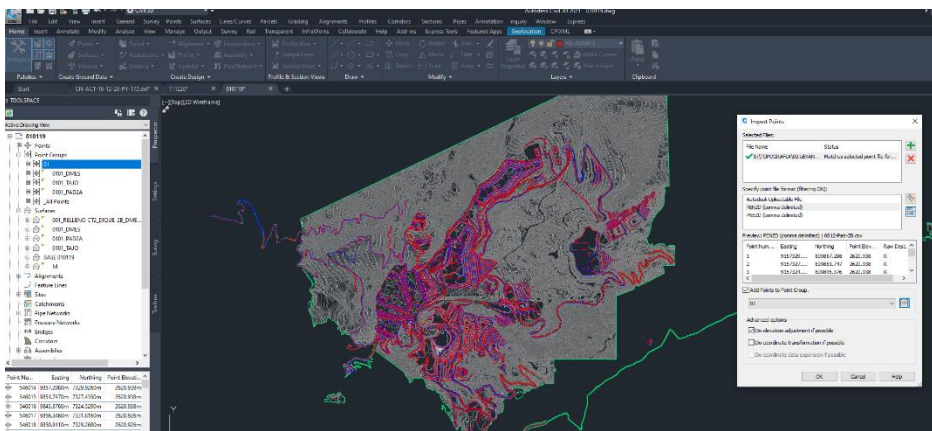
Seleccionaremos la cruz verde para agregar los puntos del levantamiento



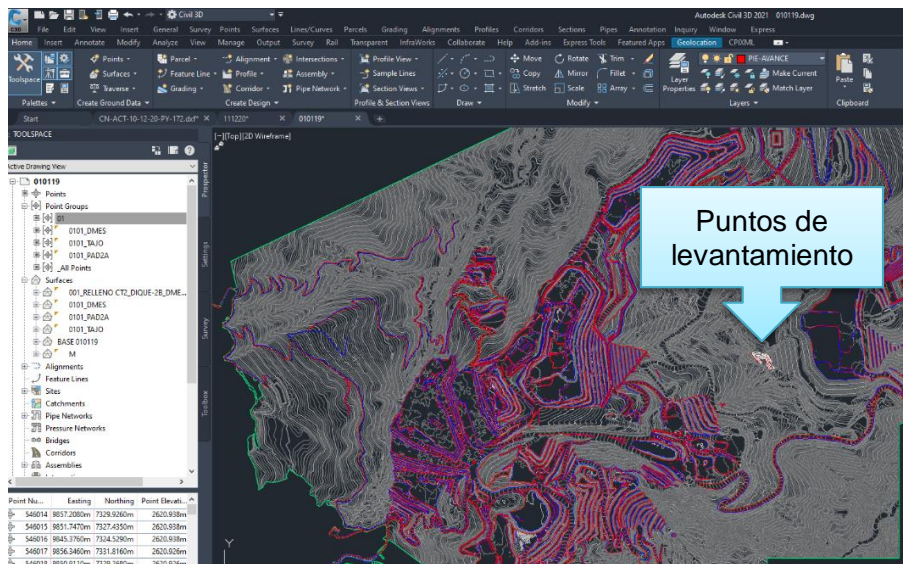
Seleccionamos el archivo superficial o (archivo .CSV) levantamiento del día entrando a la carpeta en donde se encuentran, seleccionamos el archivo y damos Open.



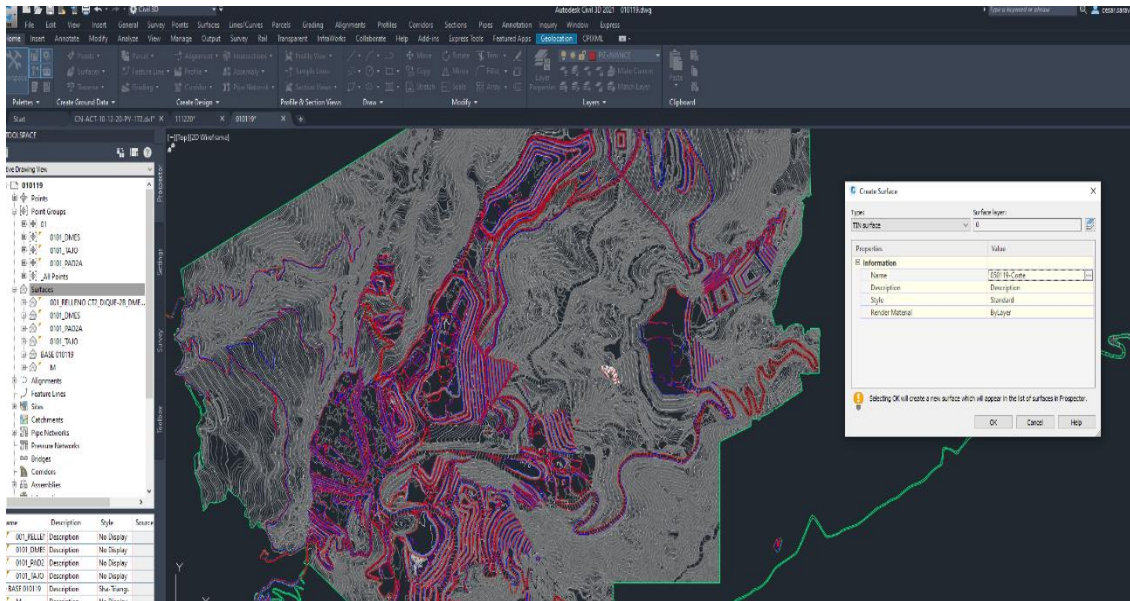
Seleccionamos el formato PENZD y damos OK.



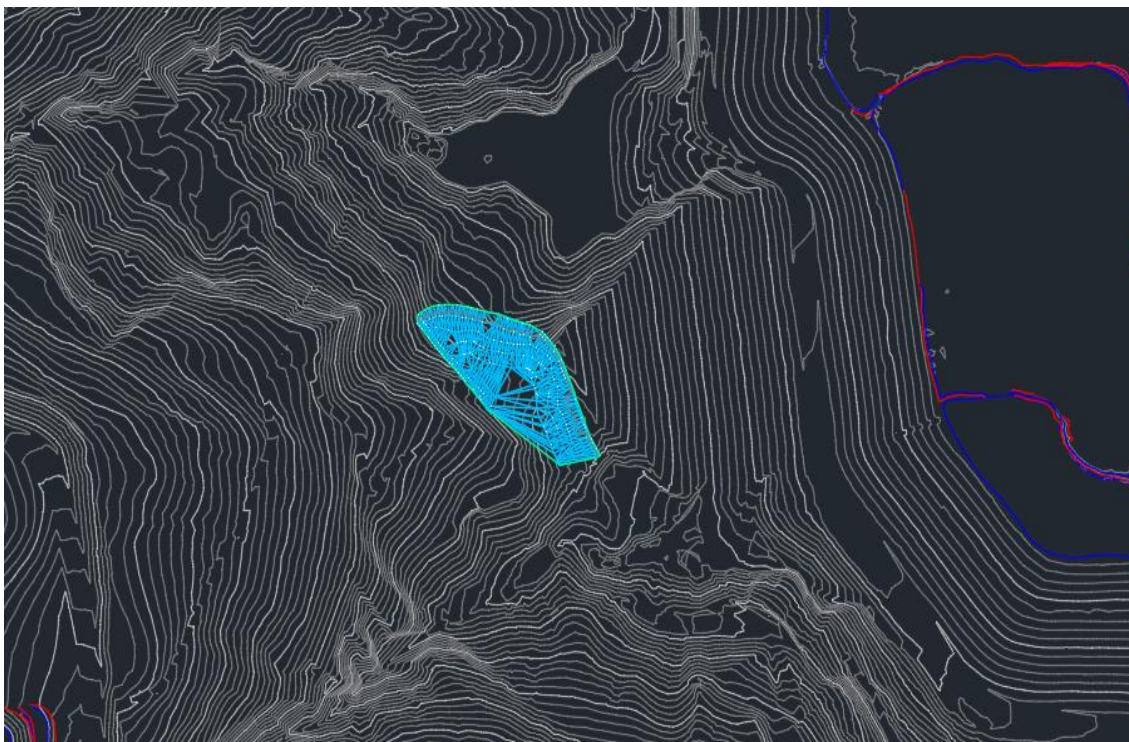
Aparecerán los puntos topográficos del levantamiento.



Creamos la superficie menor con la actualización del día y damos OK





Se creará la superficie y se procederá a editar para pegar en la Superficie principal



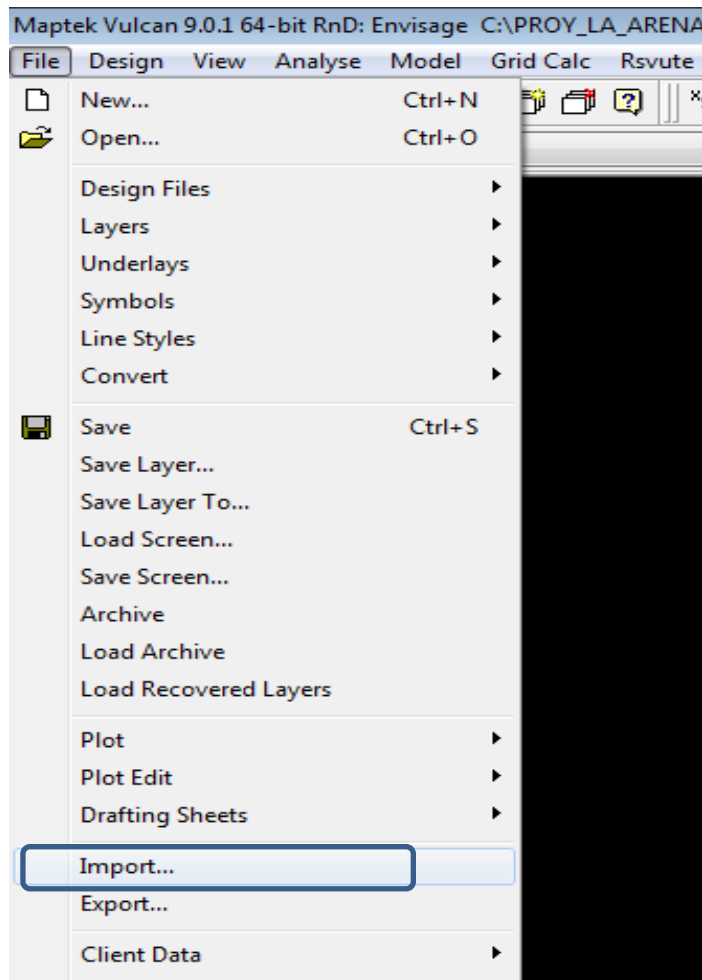
### 4.3. Generación de solidos

#### 4.3.1. Archivos utilizados:

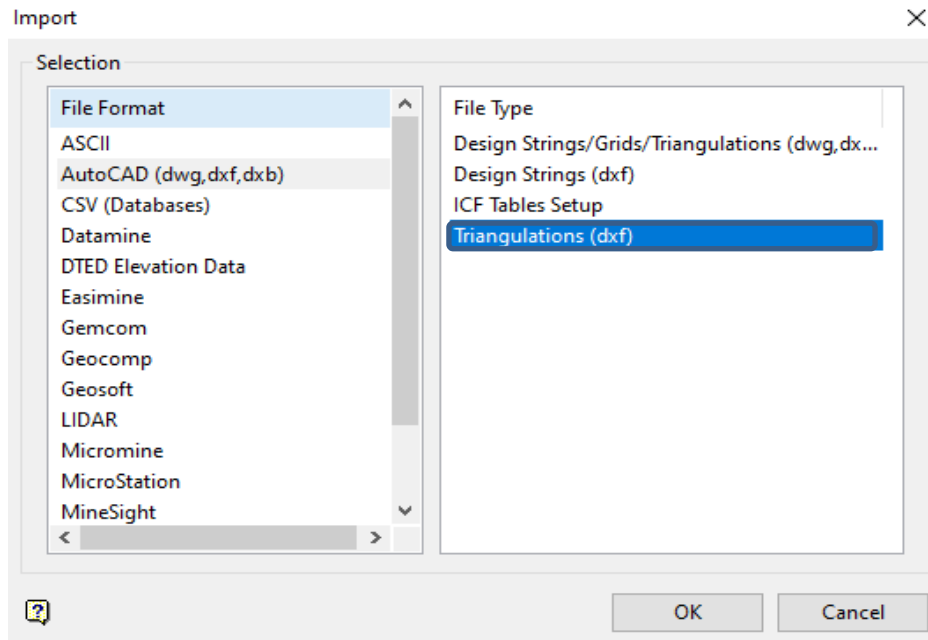
-  TIN ACT\_ 01-11-19
-  TIN ACT\_ 27-11-19

#### 4.3.2. Procedimientos de Importación

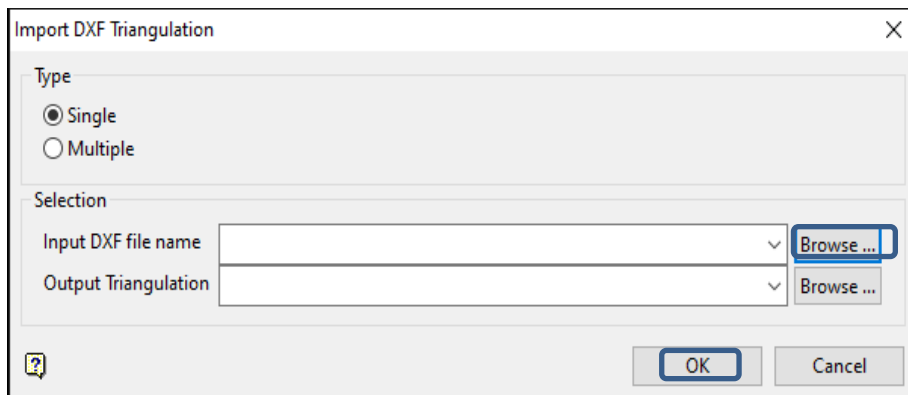
Para importar seleccionamos FILE - Import.



Al hacer clic en importar aparece el siguiente cuadro donde se selecciona AutoCAD ( dwg ,dxf, dxb), / triangulations (dxf)

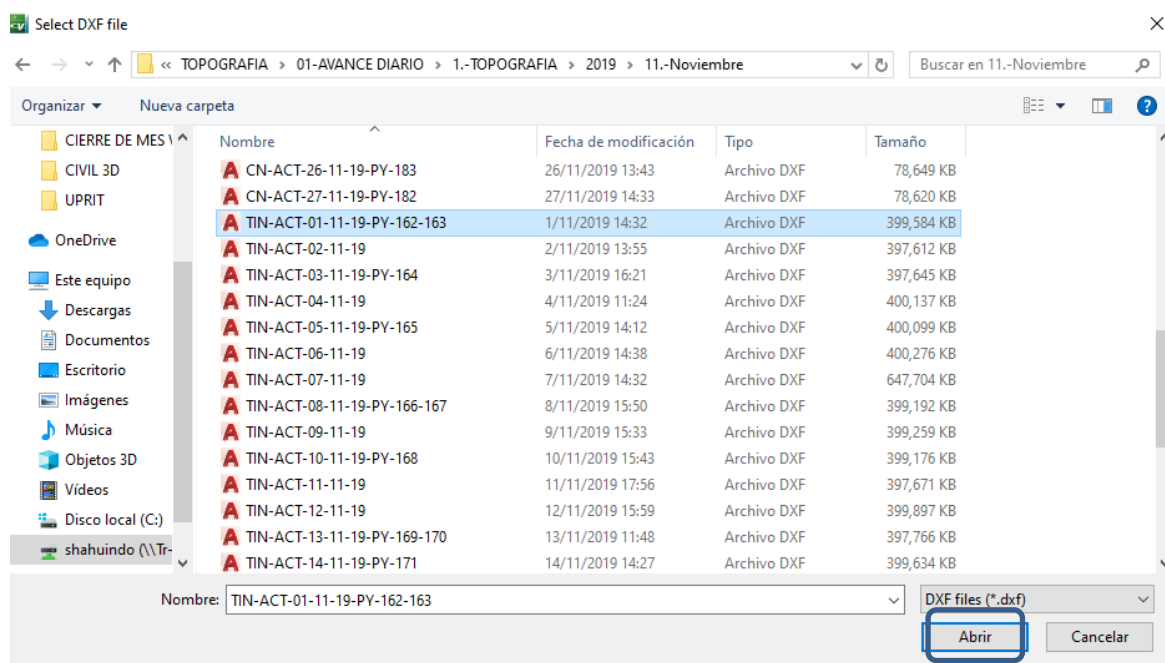


Al seleccionar ok muestra la siguiente pantalla en la cual se busca la ruta de los archivos a utilizar

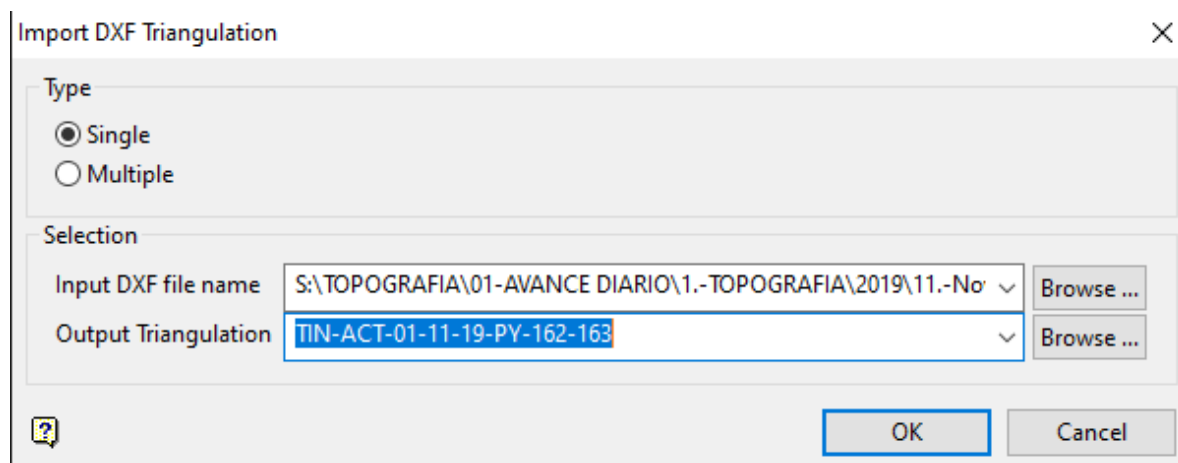


Al presionar OK abre la pantalla donde aparecen los archivos del mes seleccionando y con la fecha q muestra de color azul se pasa a la selección de archivos.

Se selecciona el archivo de la superficie a trabajar en el cierre de mes.



Al presionar abrir abre la pantalla donde aparecen los archivos del mes seleccionando y con la fecha q muestra de color azul se pasas a la selección de archivos

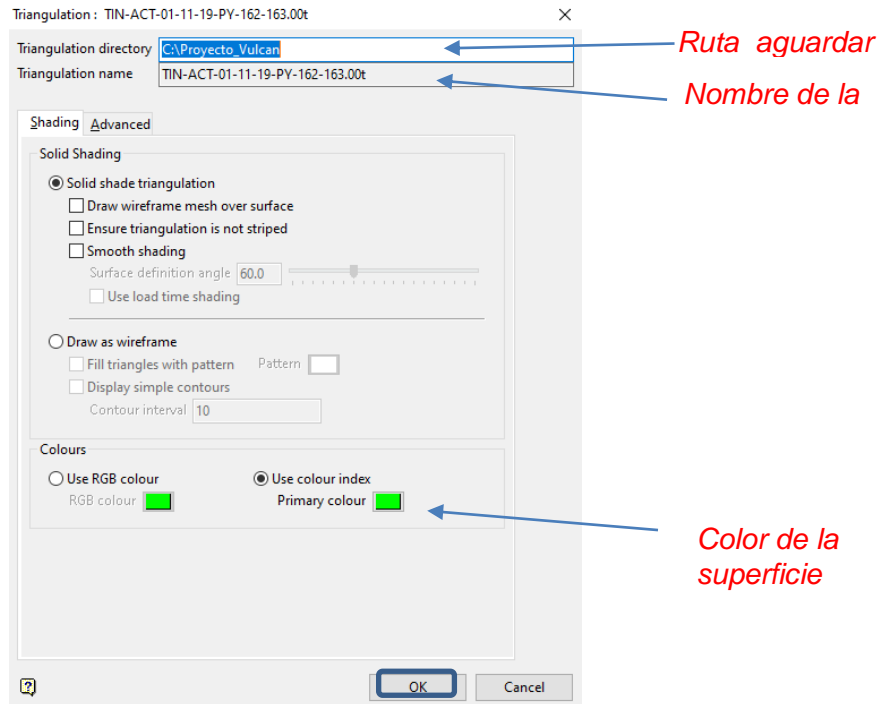


Al presionar OK inicia la importación de la superficie.

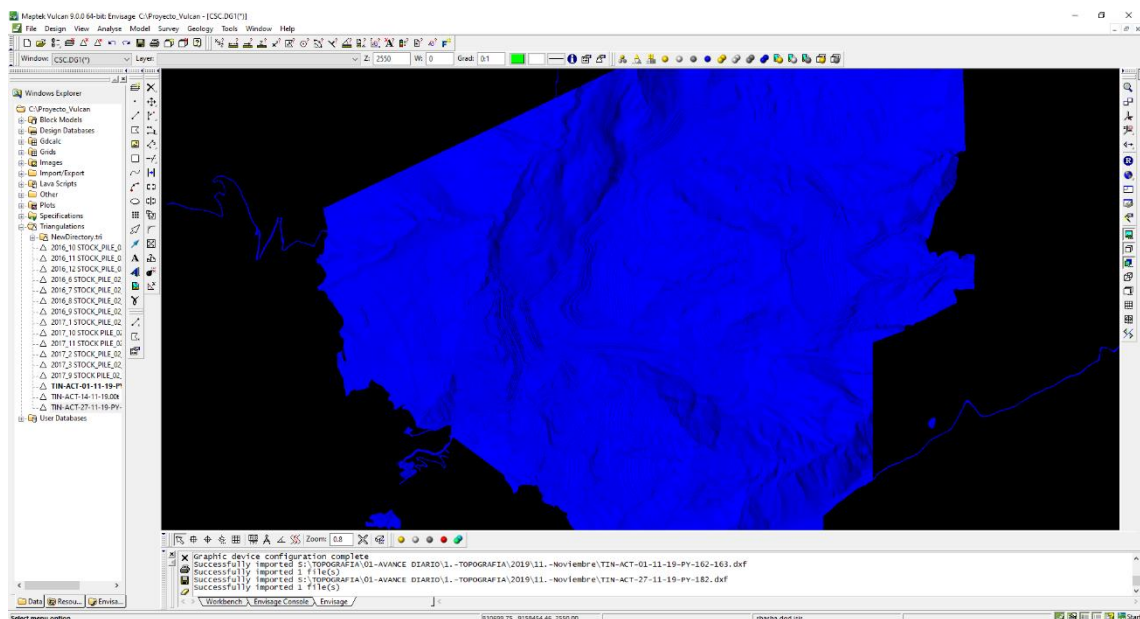


### 4.3.3. Procedimientos de Importación

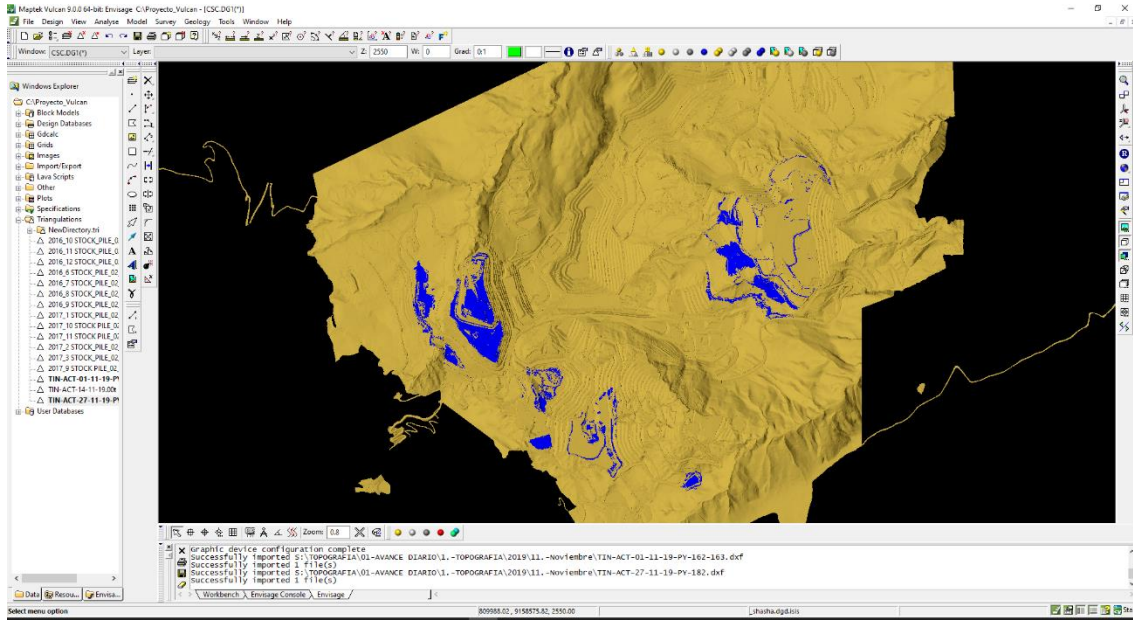
Se visualiza la siguiente ventana en la cual podremos dar nombre, color y ubicación del archivo.



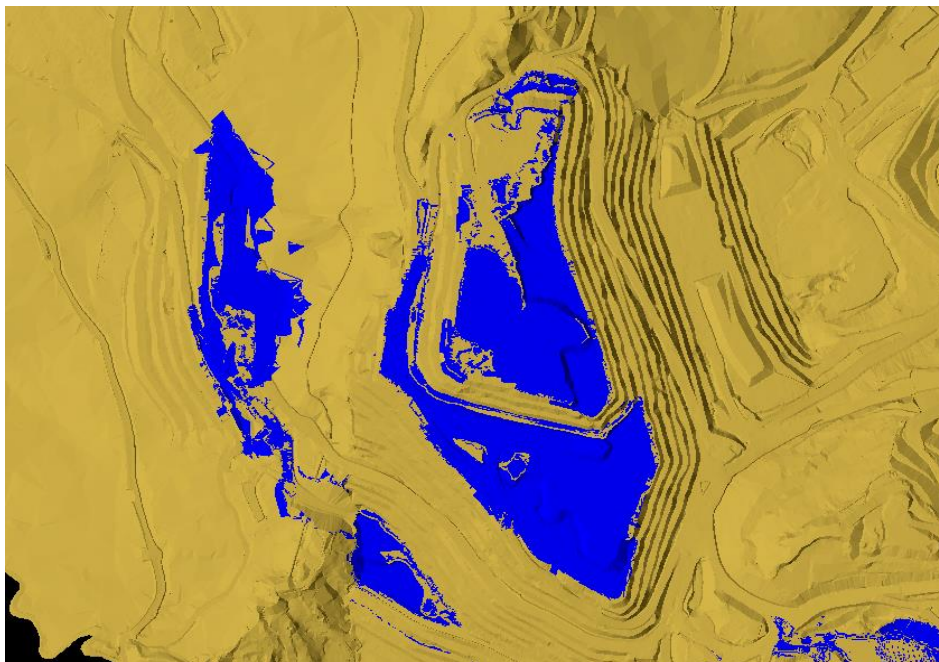
La topografía inicial de cierre se visualiza en la siguiente ventana.



El mismo procedimiento se realiza para ingresar la superficie final del cierre, la cual servirá para comparar y obtener el sólido.

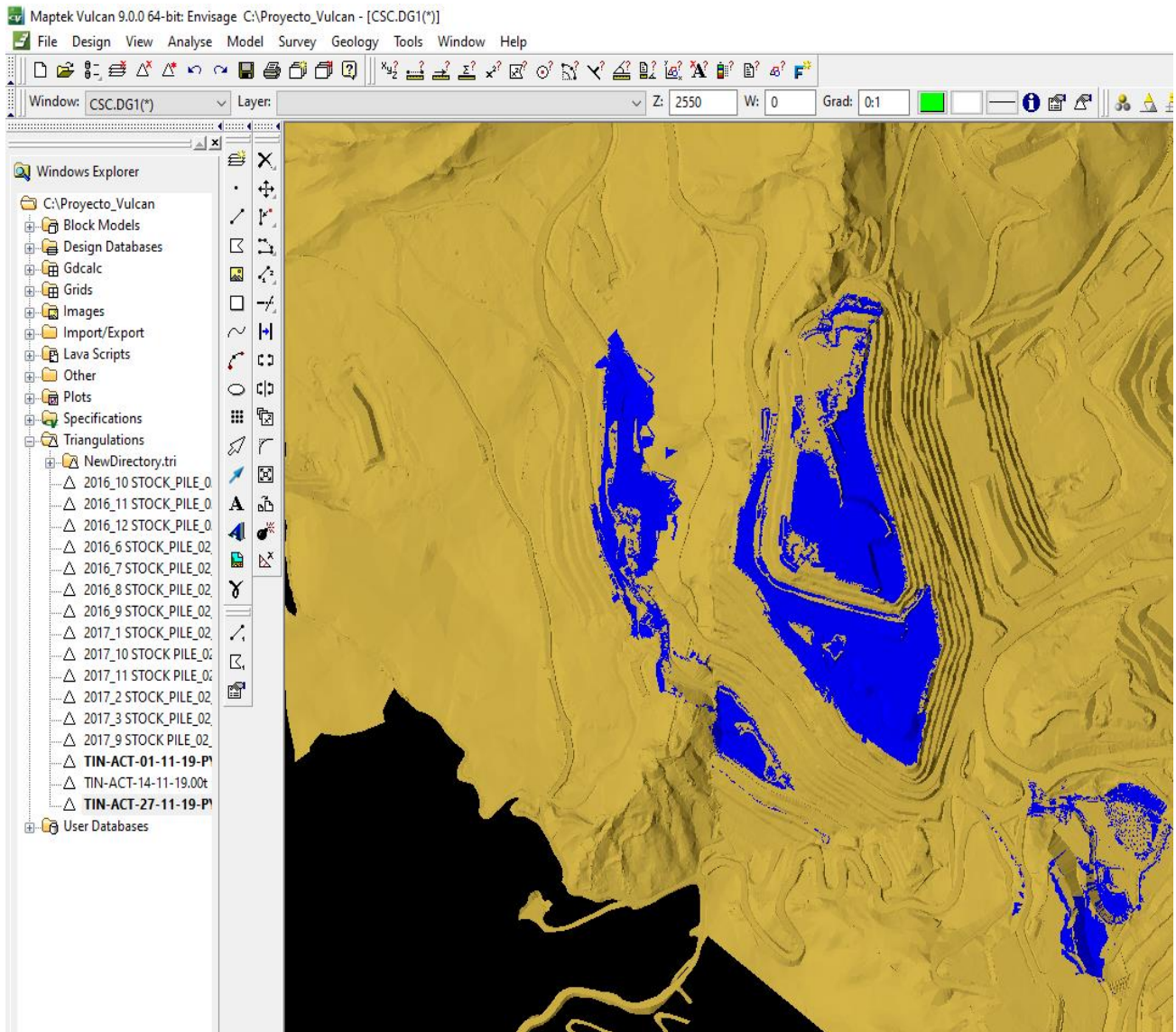


Con la intersección de las dos superficies se puede identificar la zona de minado del mes (color azul en la imagen).



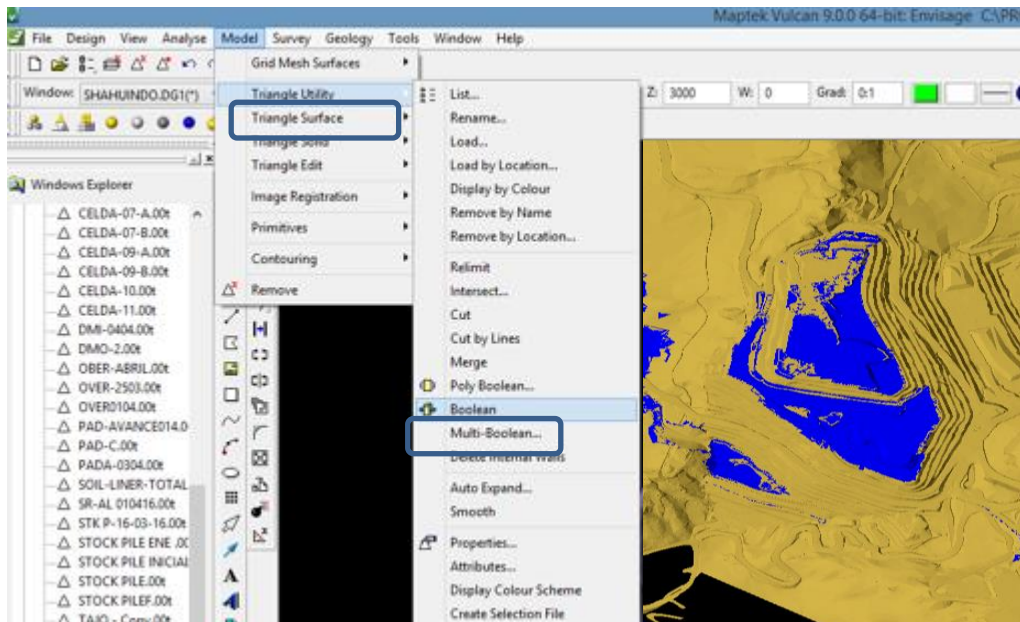
#### 4.3.4. Manejo de solidos

Para visualizar las superficies se procede activar desde las triangulaciones la superficie del día TIN ACT\_ 01-11-19 (color azul) y TIN ACT\_ 27-11-19 (color amarillo).

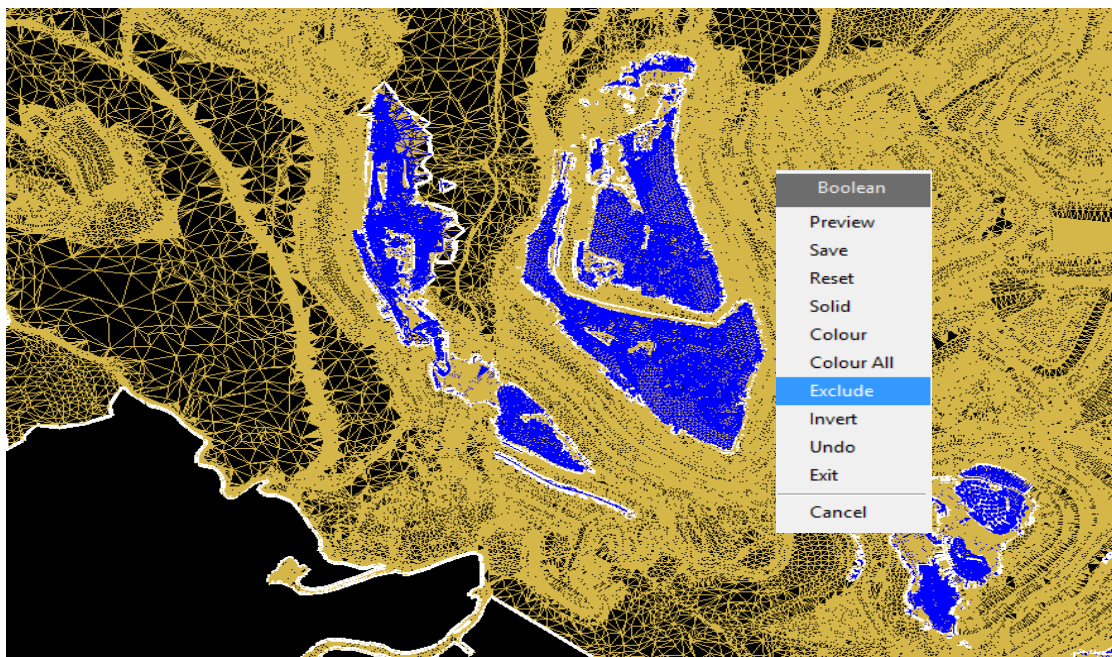


Al ser visualizadas las dos superficies procedemos a hacer el sólido.

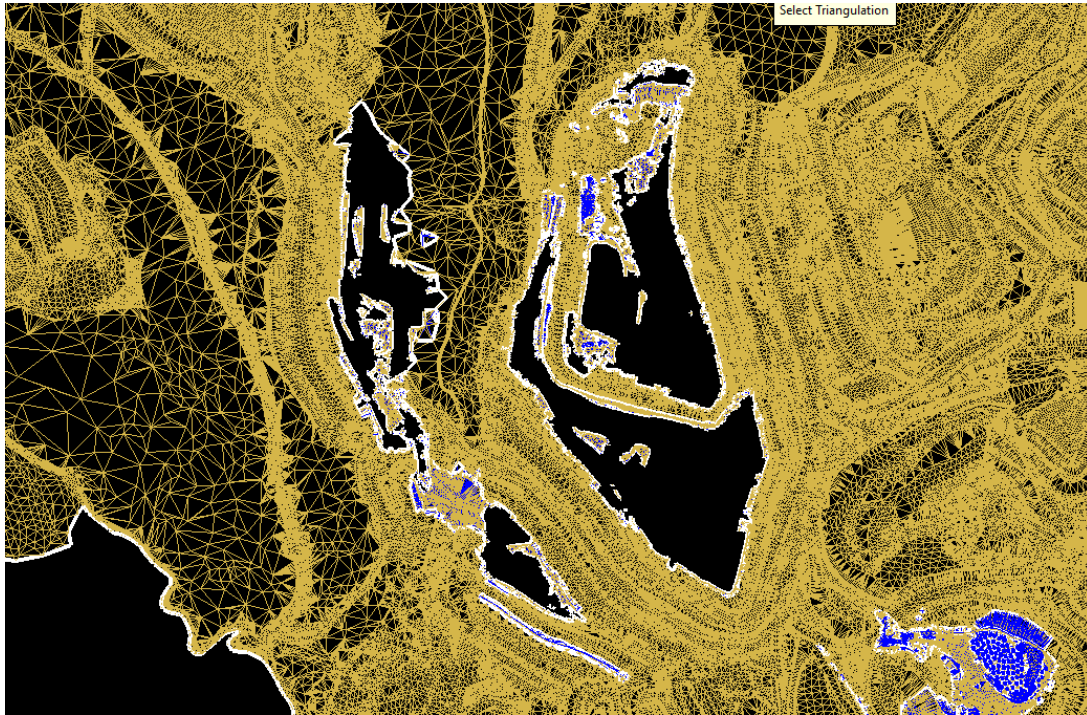
Como se ve en la pantalla resaltado model, triangle utility y boolean



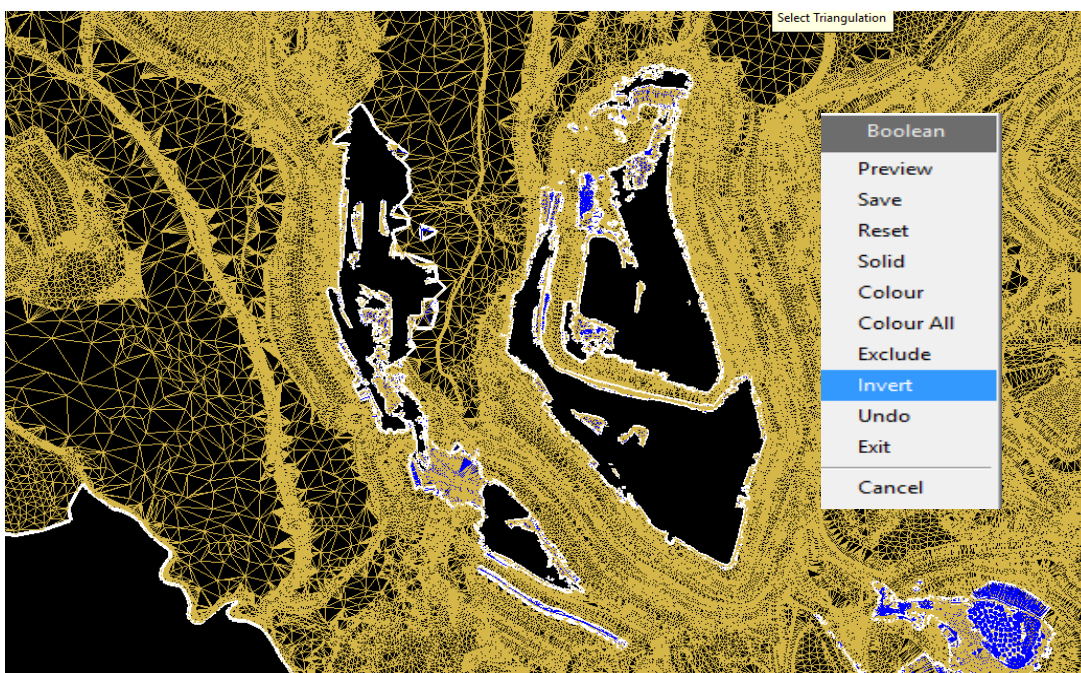
Al elegir BOOLEAN nos pide seleccionar las dos triangulaciones y nos mostrara la intersección de estas. Al hacer clic en exclude nos pide seleccionar el área donde se necesita crear el sólido (área de color marrón).



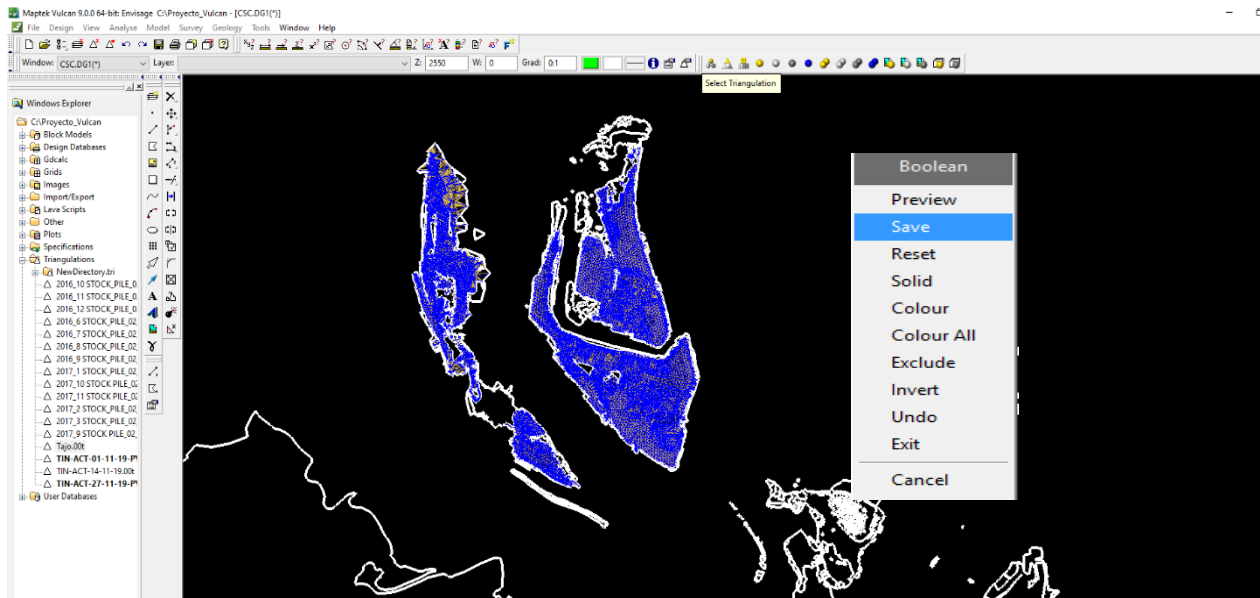
Al seleccionar las triangulaciones que están dentro de los bordes blancos las superficies quedan de esta manera.



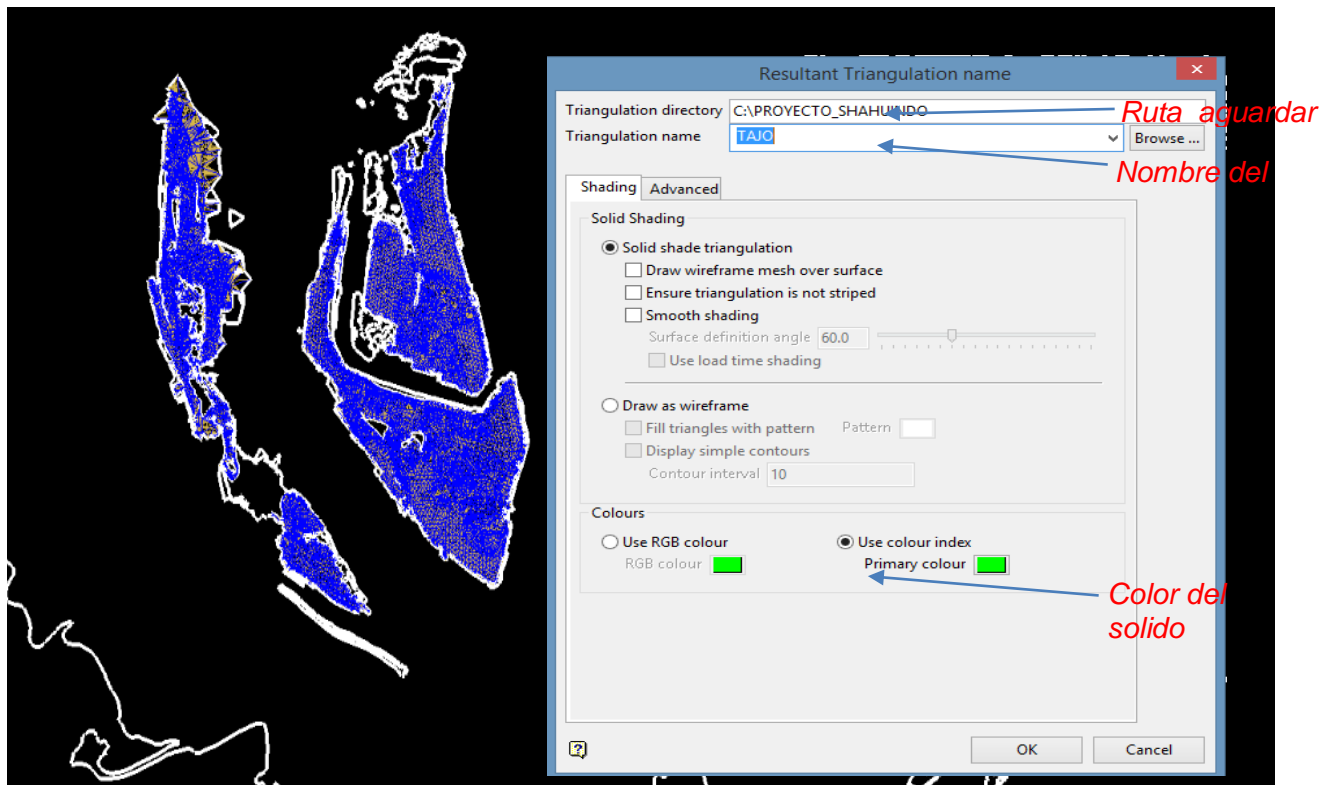
Al culminar de excluir todo lo necesario se da un anti clic y nos muestra esta siguiente pantalla de la cual se elige **Invert**.



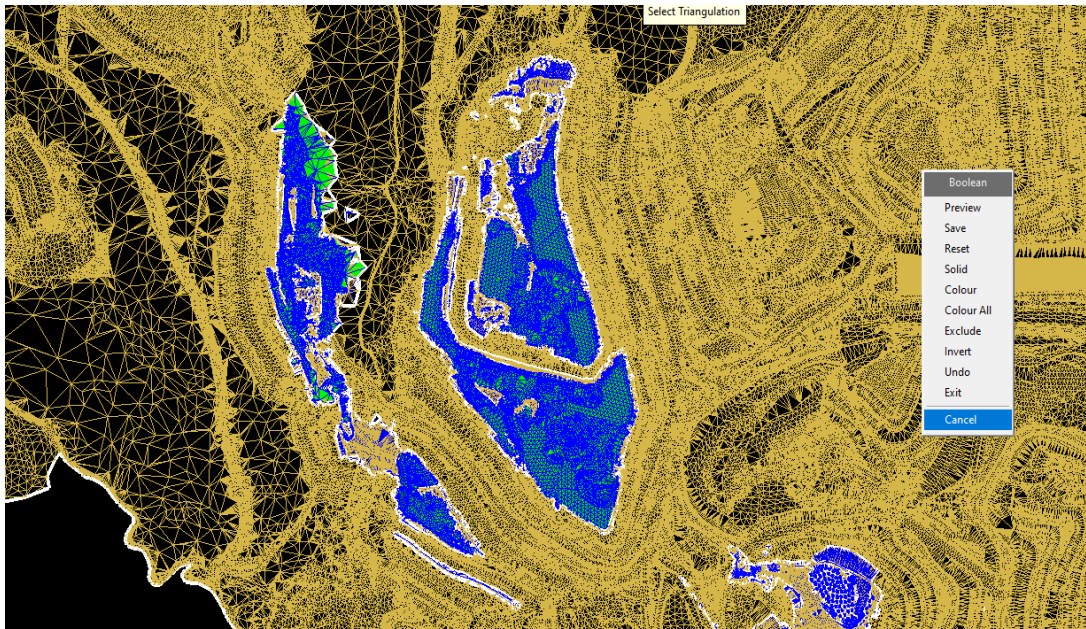
Al hacer clic en **Invert** nos muestra esta siguiente pantalla q nos serviría para guardar.



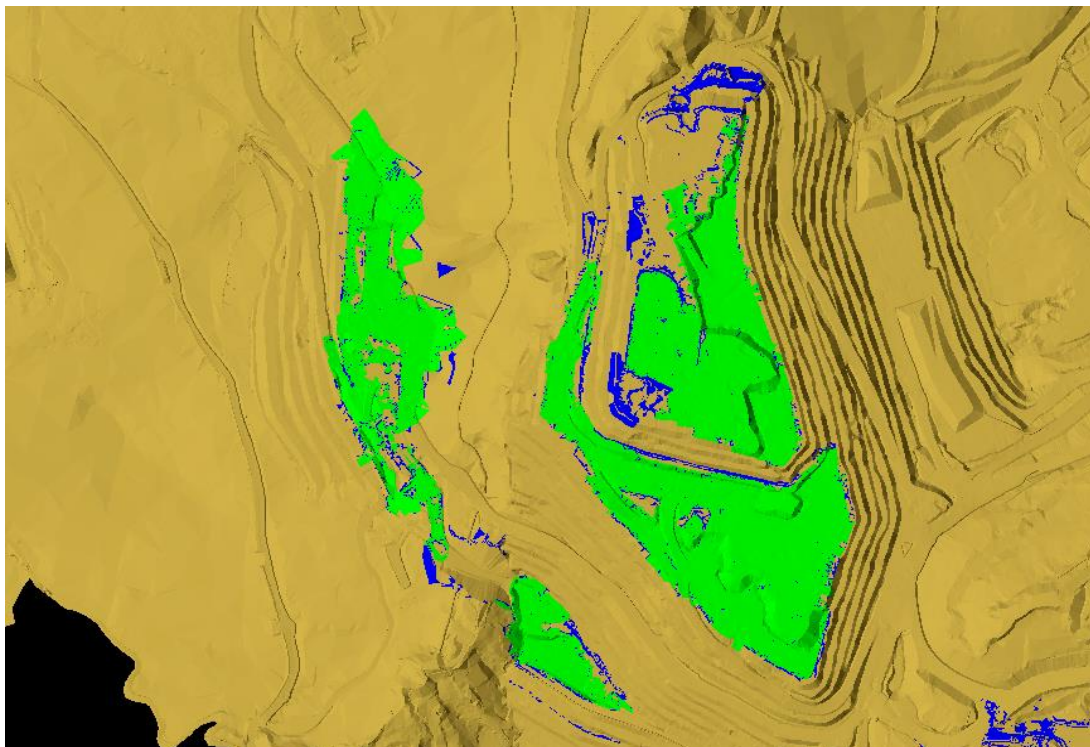
Al hacer clic en **Save** nos aparece esta otra ventana donde se busca la ruta, se da un nombre y el Color del sólido.



Una vez terminando de llenar esta ventana se presiona ok y aparece esta ventana donde muestra un color verde dentro de la triangulación marrón q indica q ya está creado el solido.

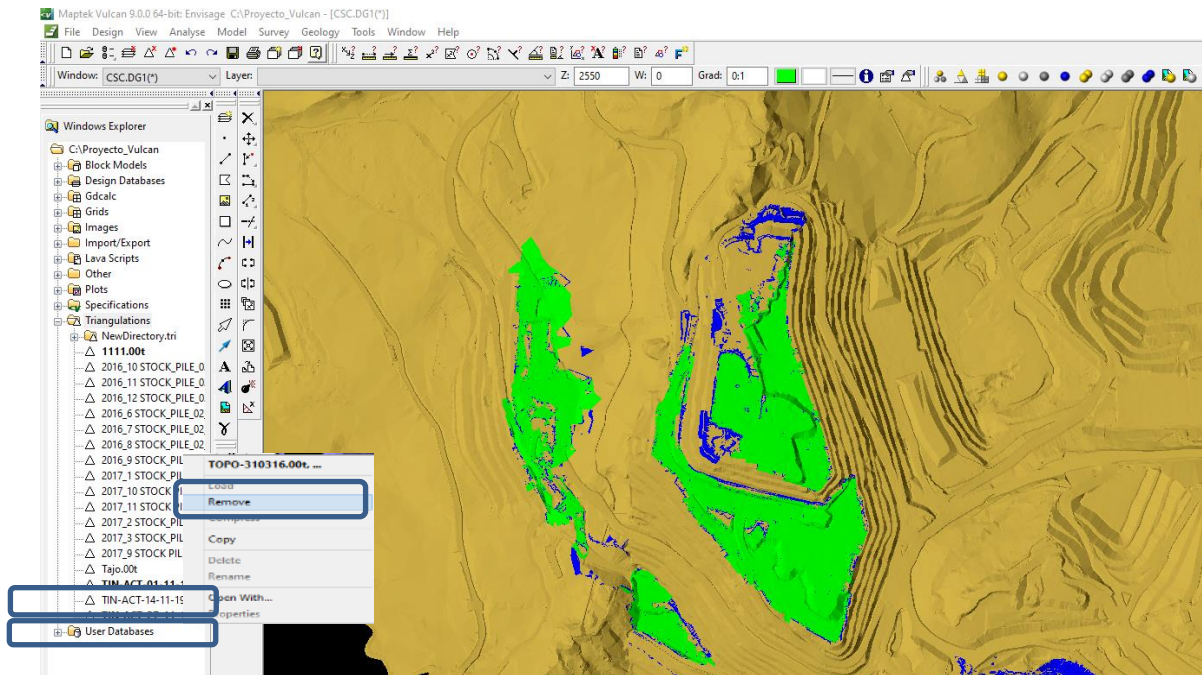


Luego se aplica cancel para salir de la aplicación y nos queda las dos superficies y el sólido ya creado.

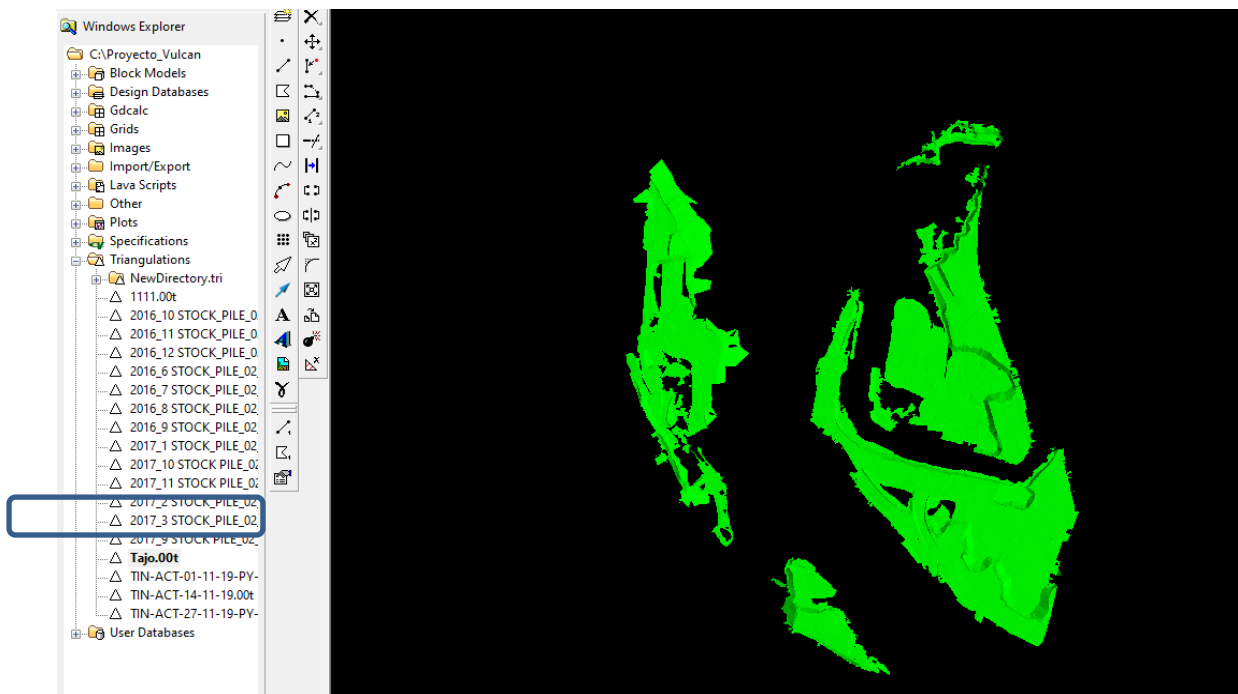


Para quedarnos con el sólido se remueve las dos superficies.

Para remover se selecciona las 2 superficies (ctrl y clic se pica de una en las superficies) y luego clic derecho y aparece esta ventana de la cual se preciona **remove**.



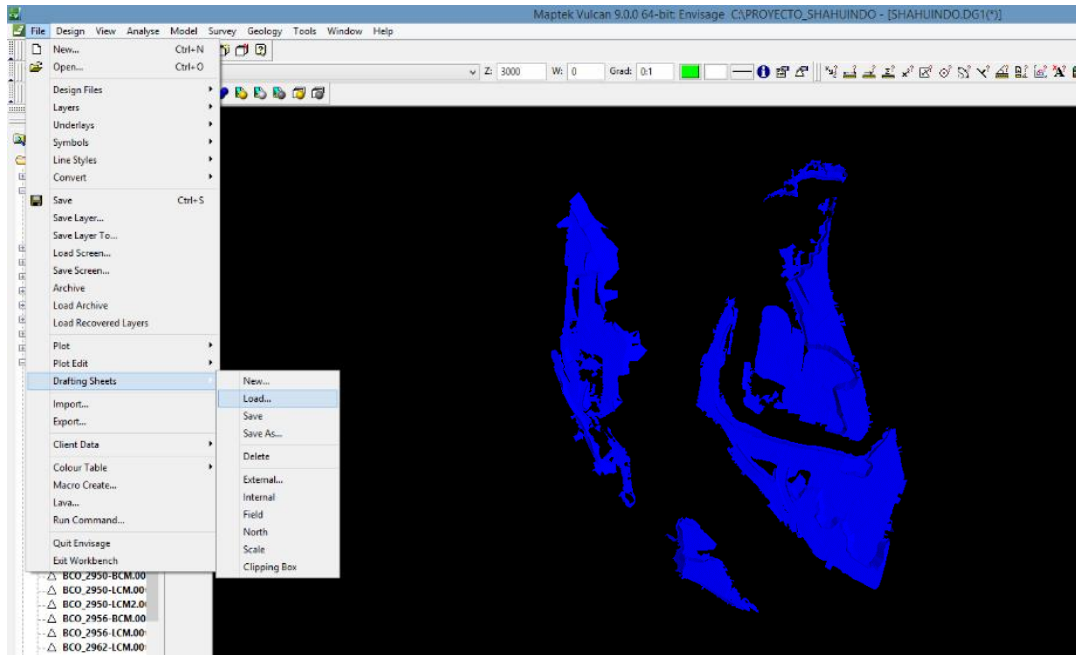
Al remover queda solo el sólido final (material del tajo minado en el mes).



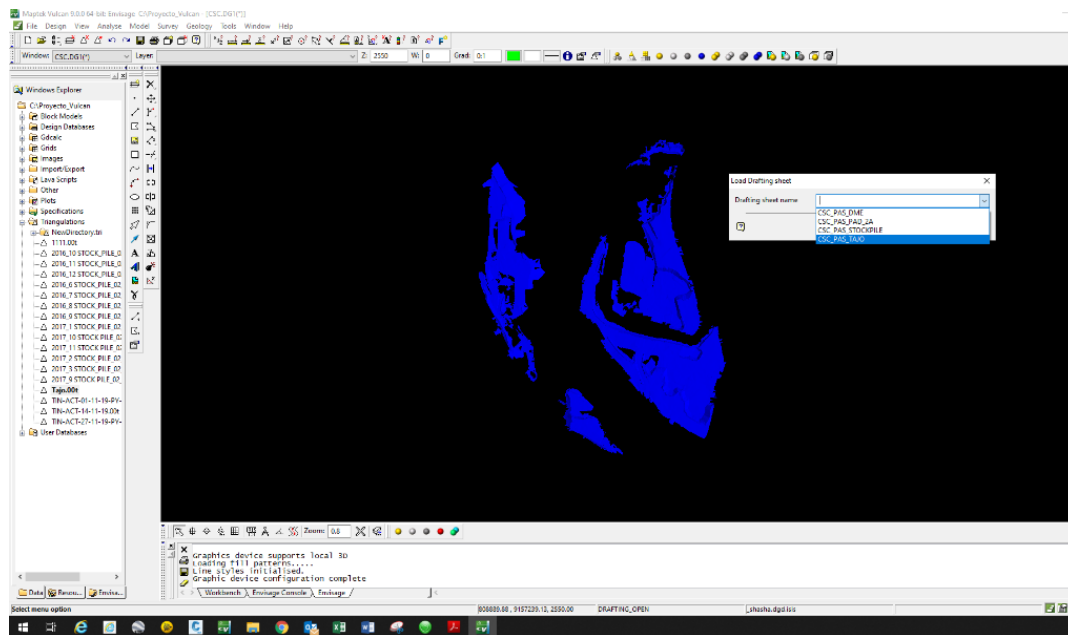


### 4.3.5. Ploteo de Planos

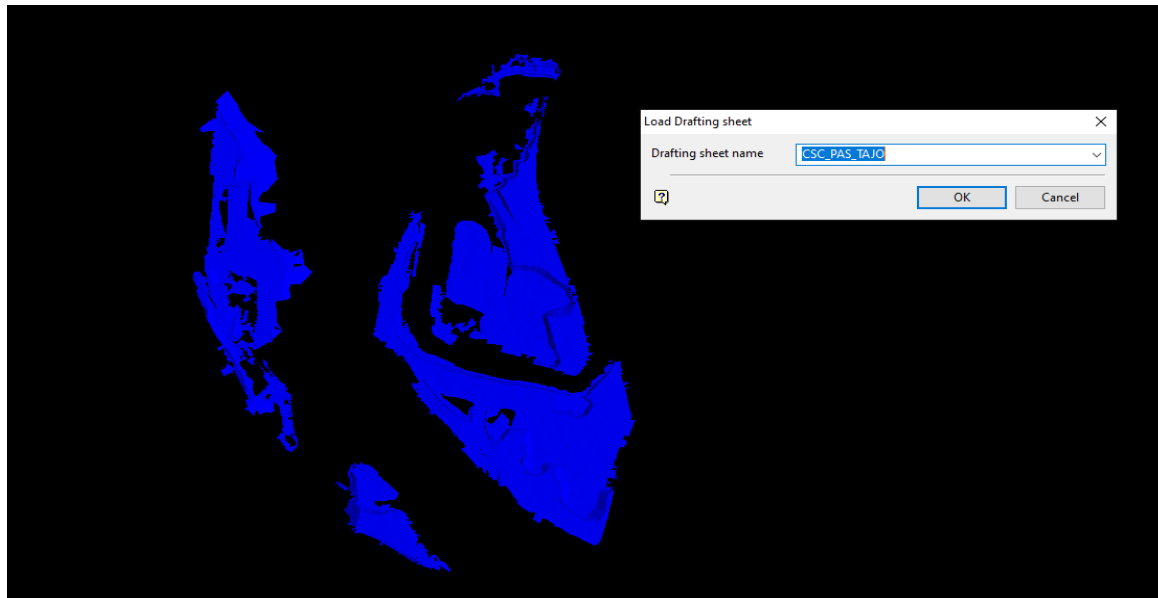
Seleccionamos FILE – Draftings sheets - load



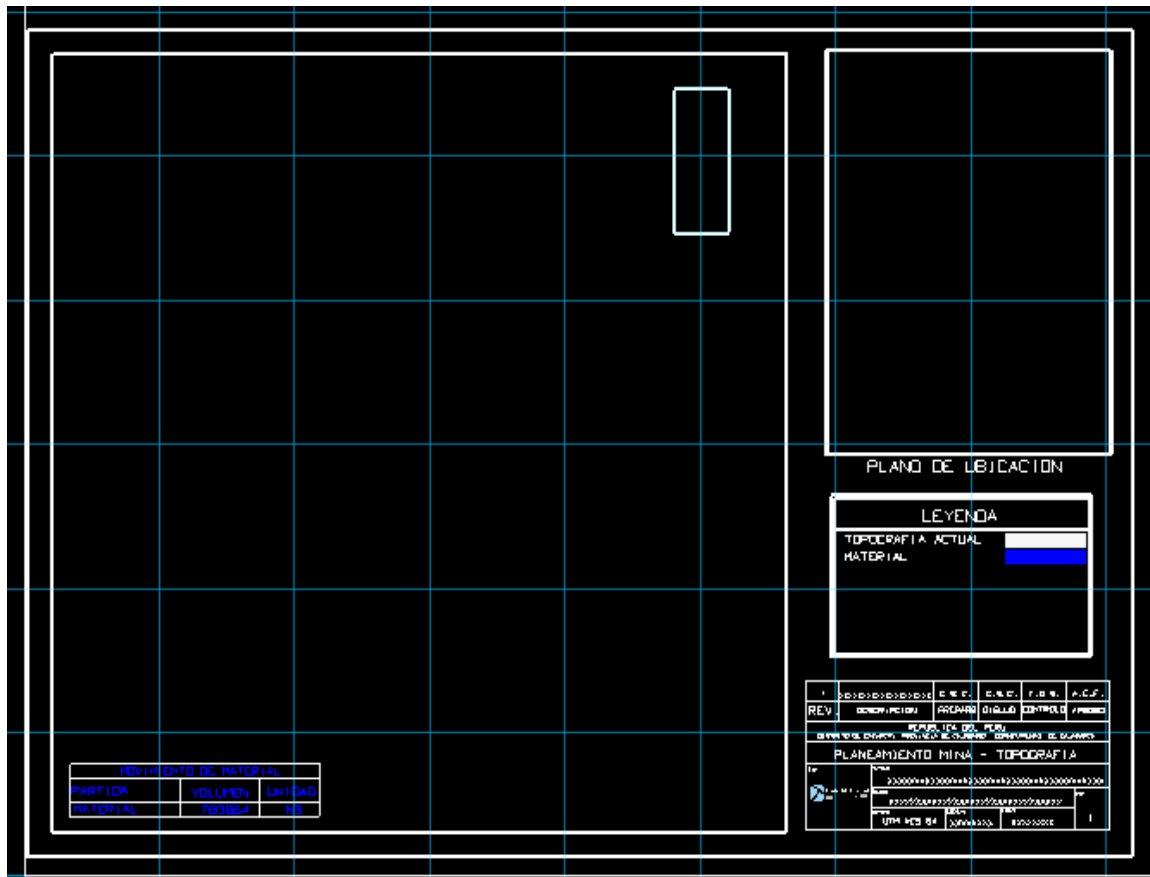
Seleccionaremos la plantilla (Tajo) para proceder a configurar el Ploteo.



Luego presionamos OK en esta pantalla.

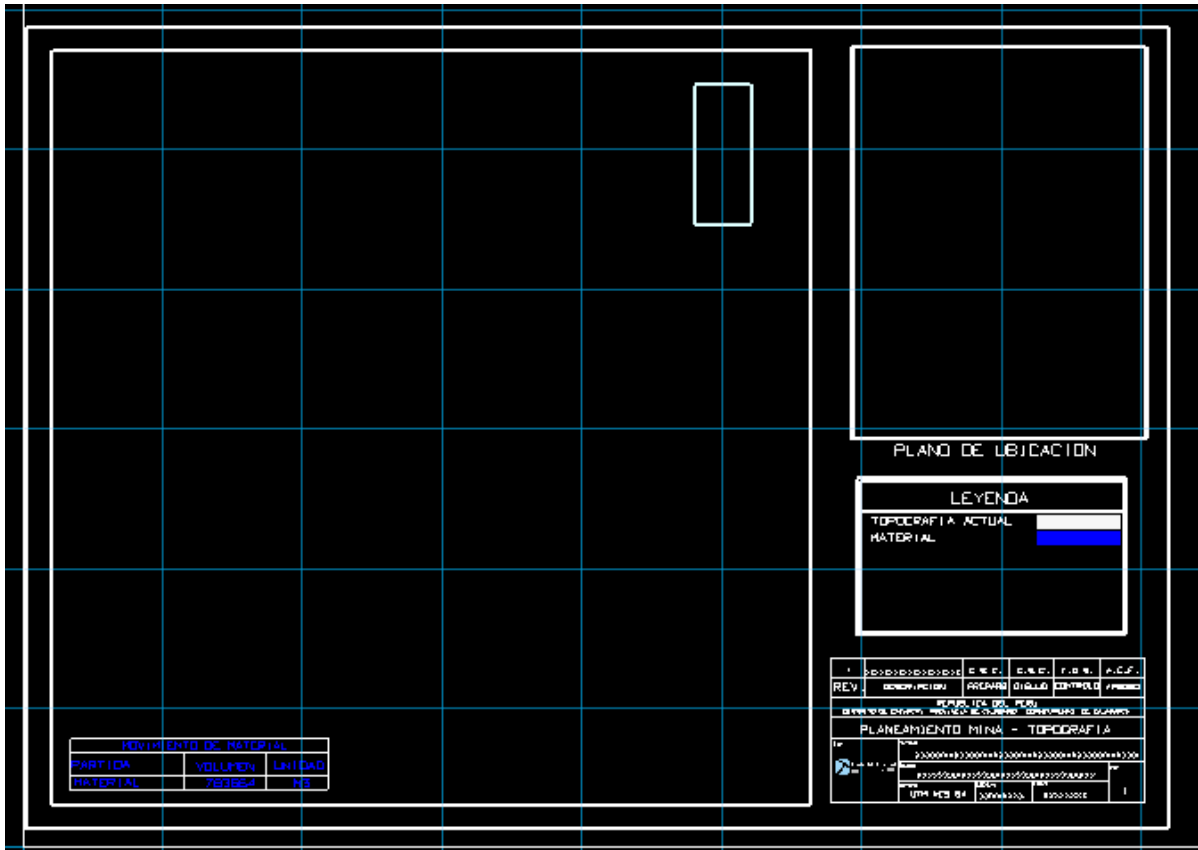


Quedando la siguiente ventana que se ve a continuación para configurar datos.

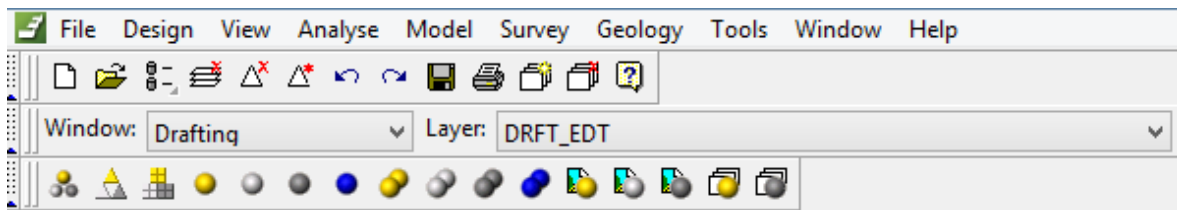


De esta manera quedaría configurada la plantilla de ploteo con el ingreso de datos en el cajetín que indica el volumen de material minado en metros cúbicos.

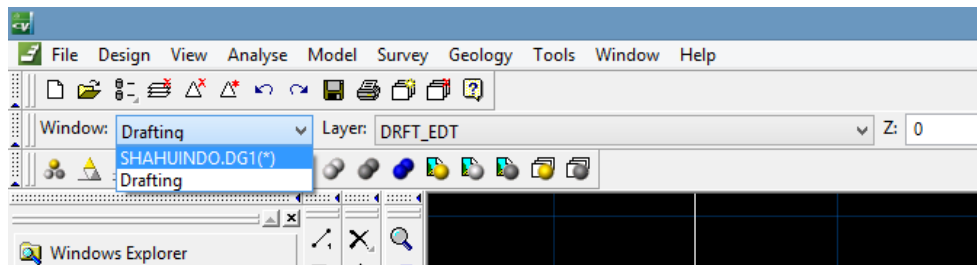
Aquí solo se ingresan datos en el Cajetín que van con texto color azul.



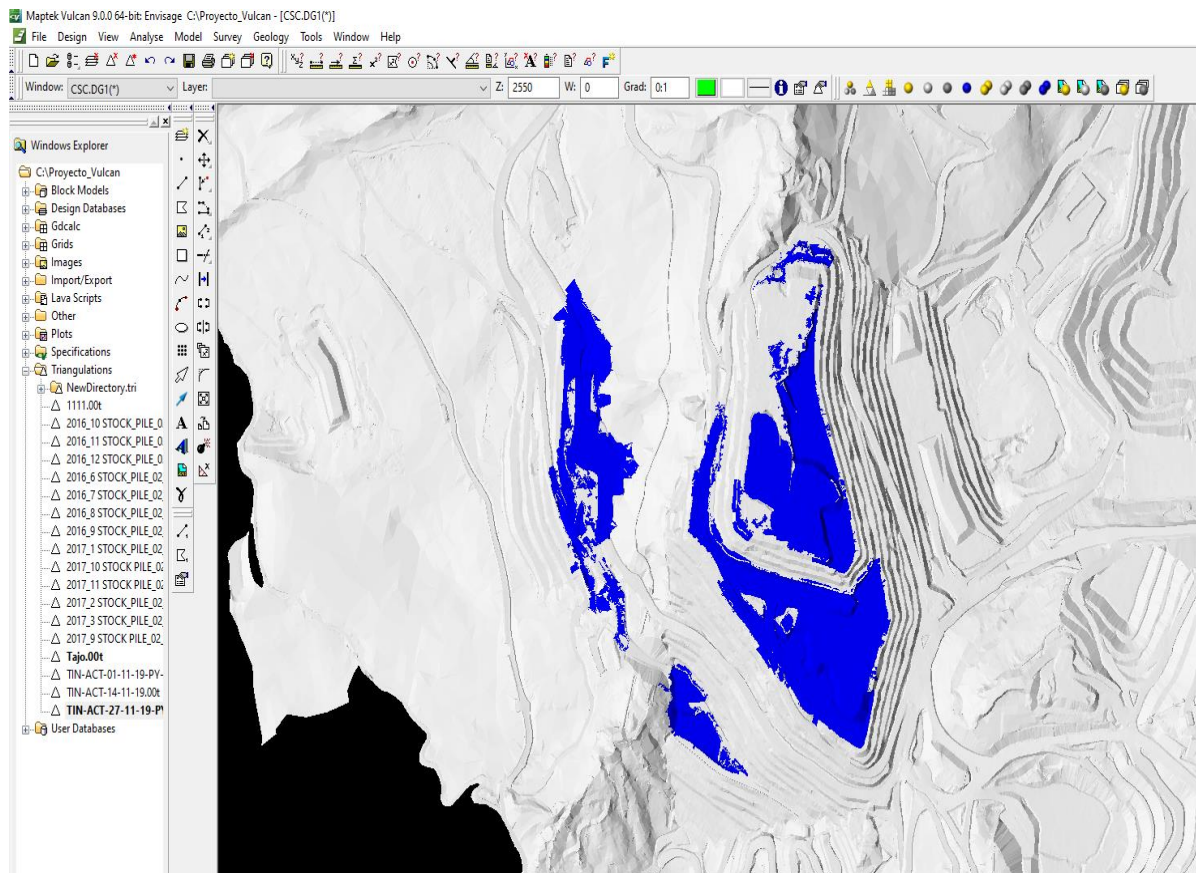
Una vez ingresado los datos se procede a GUARDAR.



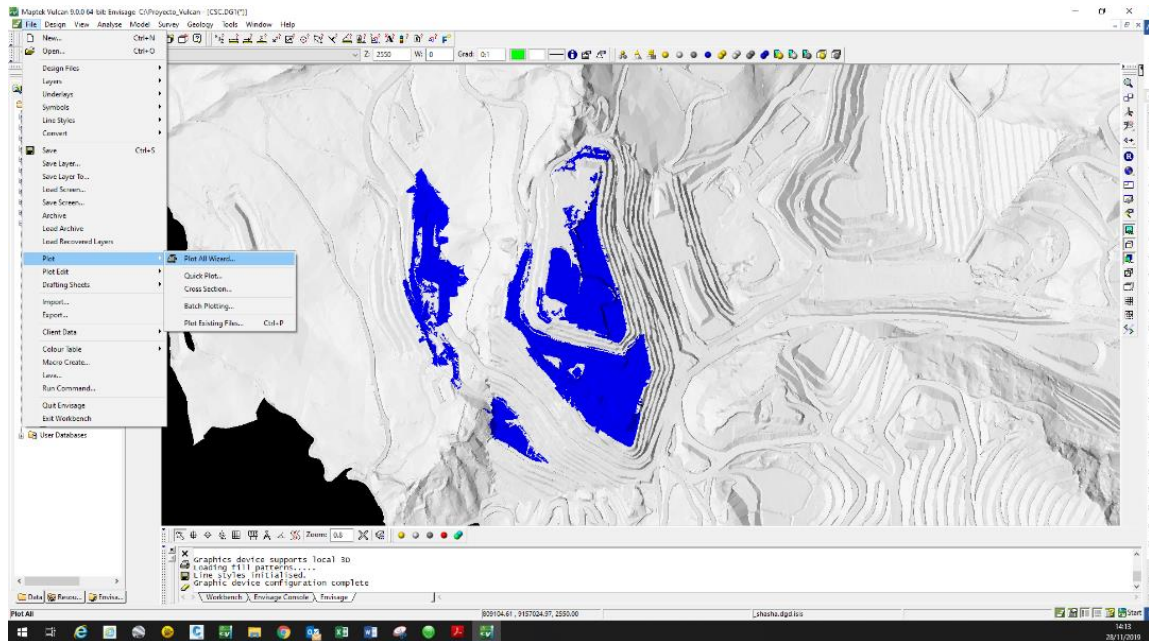
Seleccionamos SHAHUINDO en menú Windows para cambiar de pantalla a los sólidos.



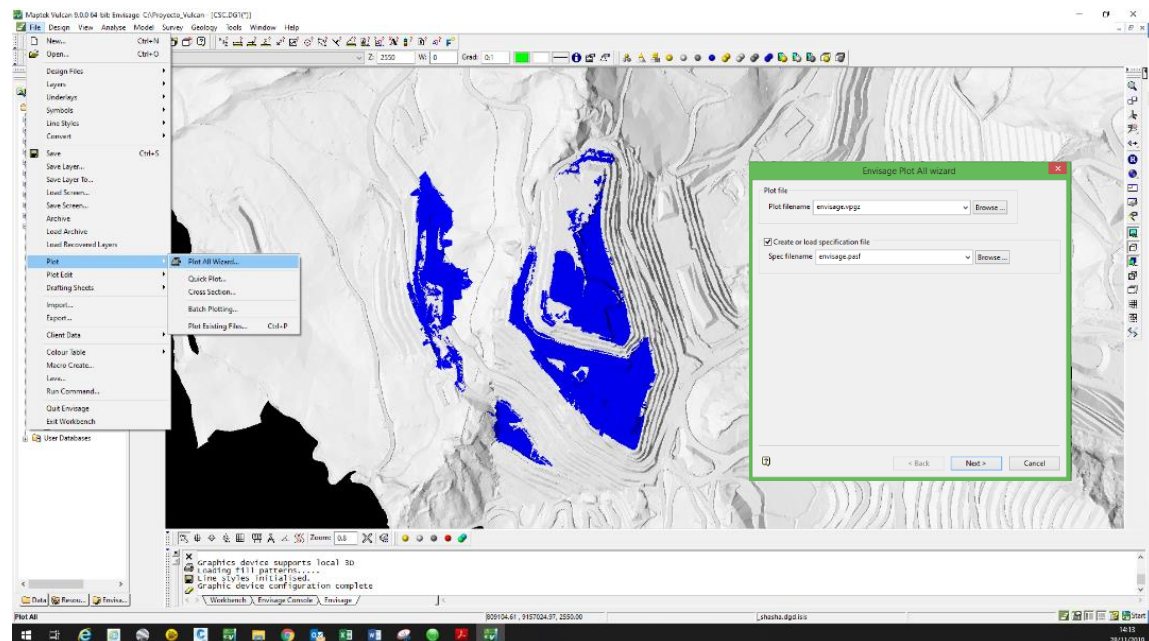
Activamos la topografía general para el ploteo.



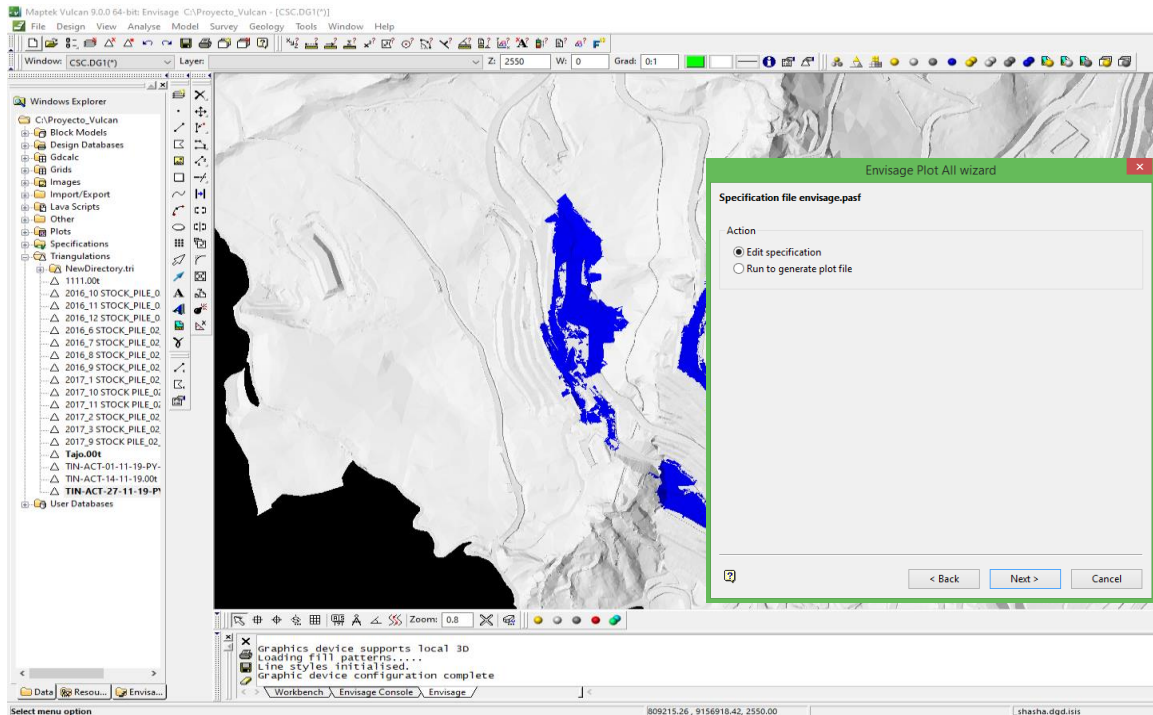
Luego vamos a: **File – Plot – Plot All Wizard** como se muestra a continuación.



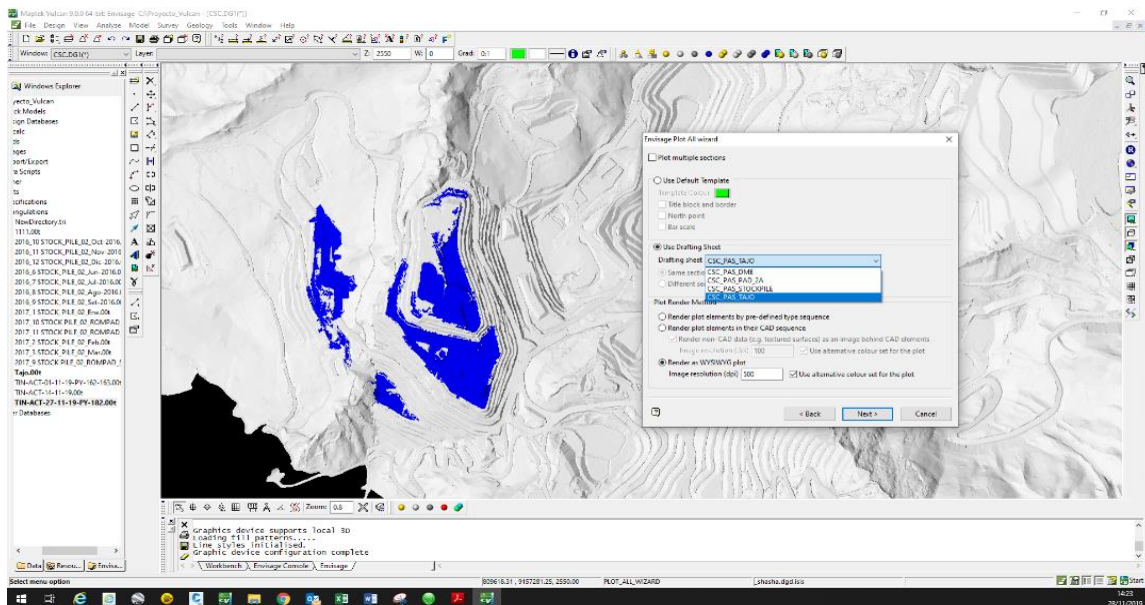
Activamos el **check** y picamos en **NEXT**.



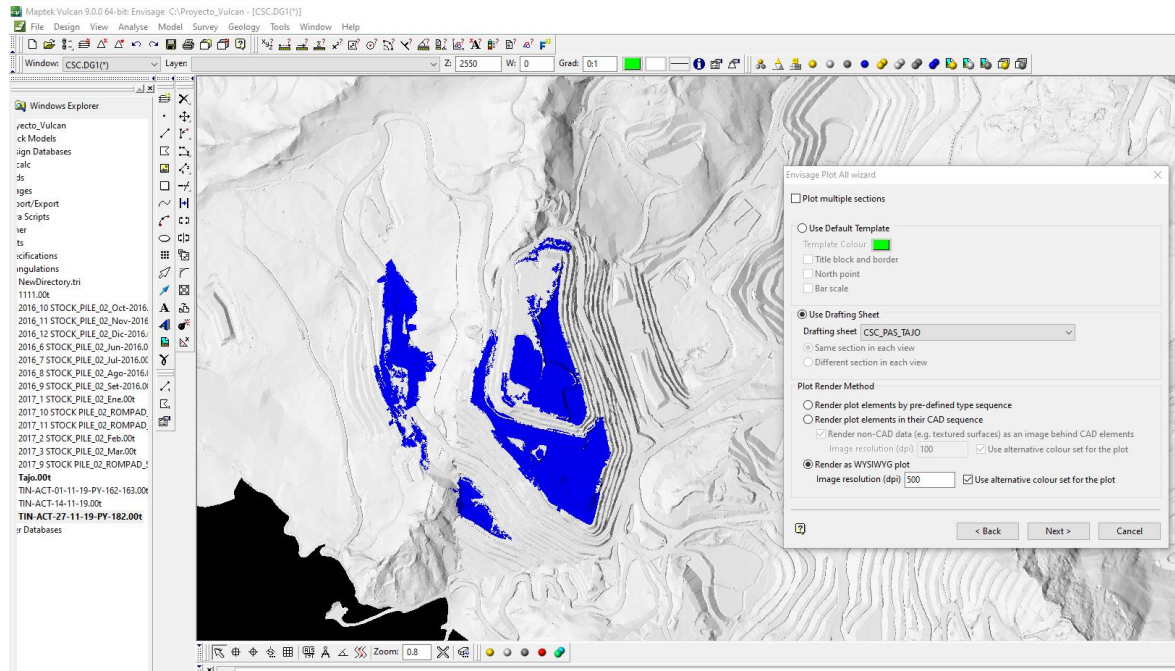
Clic en NEXT.



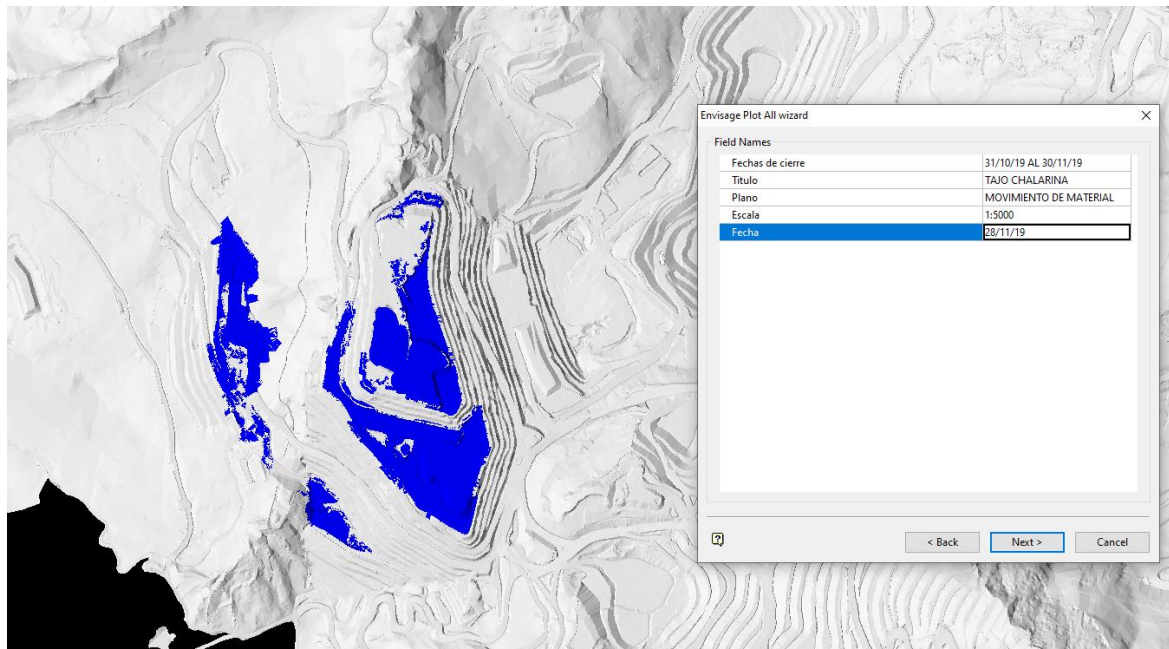
Seleccionamos la plantilla TAJO



Seleccionamos las opciones que se ven a continuación.

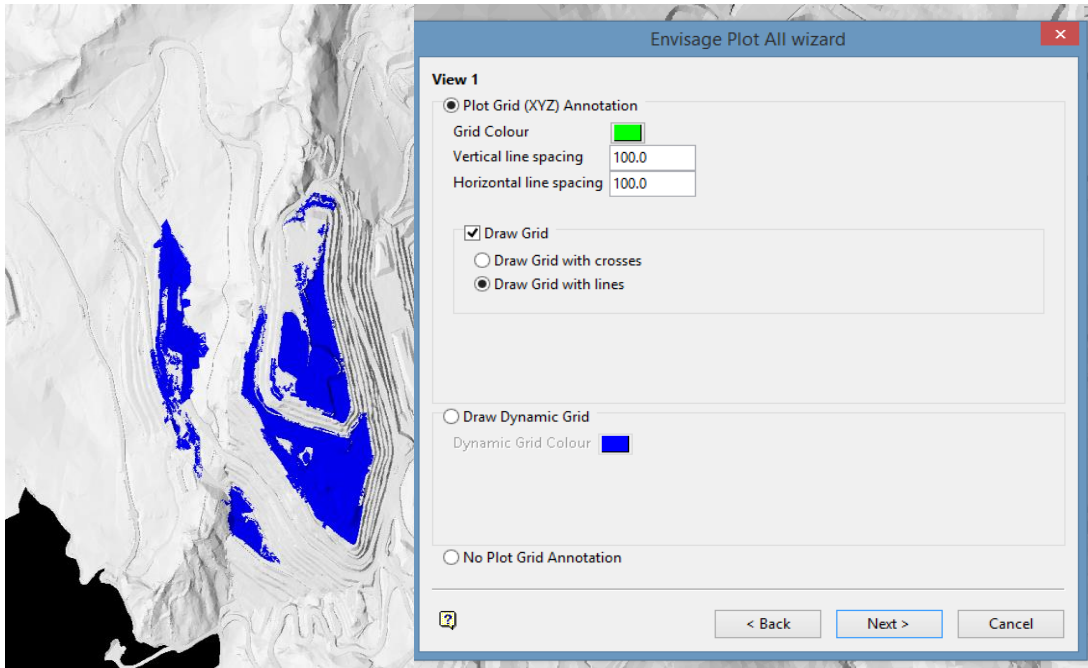


Aquí ingresamos los datos que se visualizarán en el siguiente Cajetín

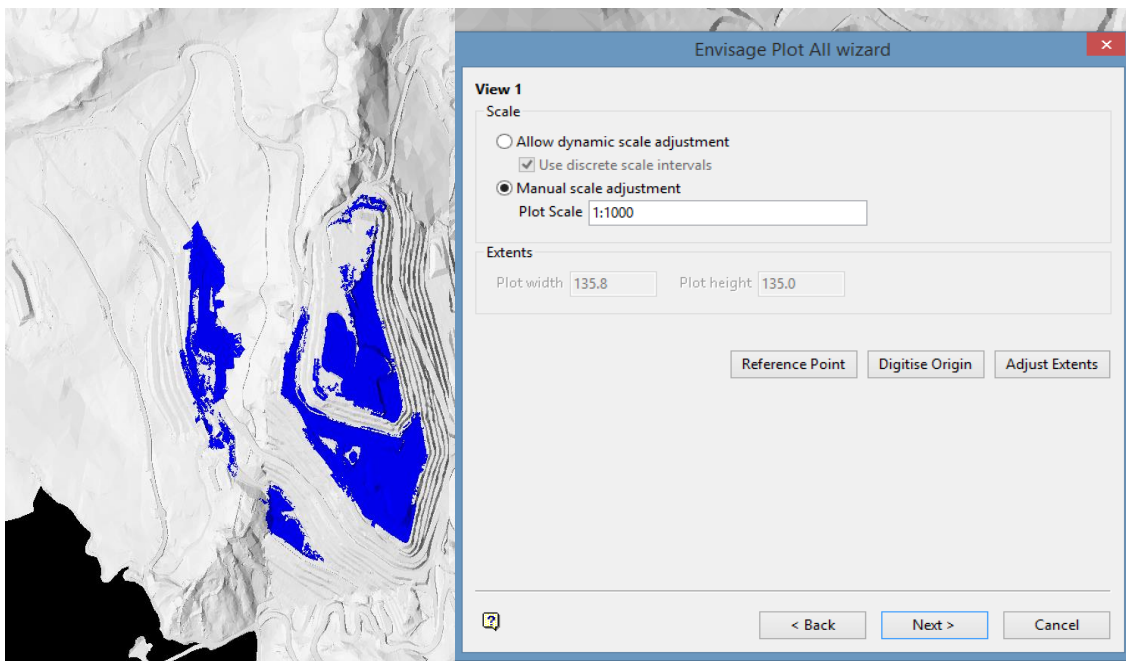


Seleccionamos las opciones como se ven y clic en **NEXT**.

El valor 100 nos indica el espaciamento de la grilla.

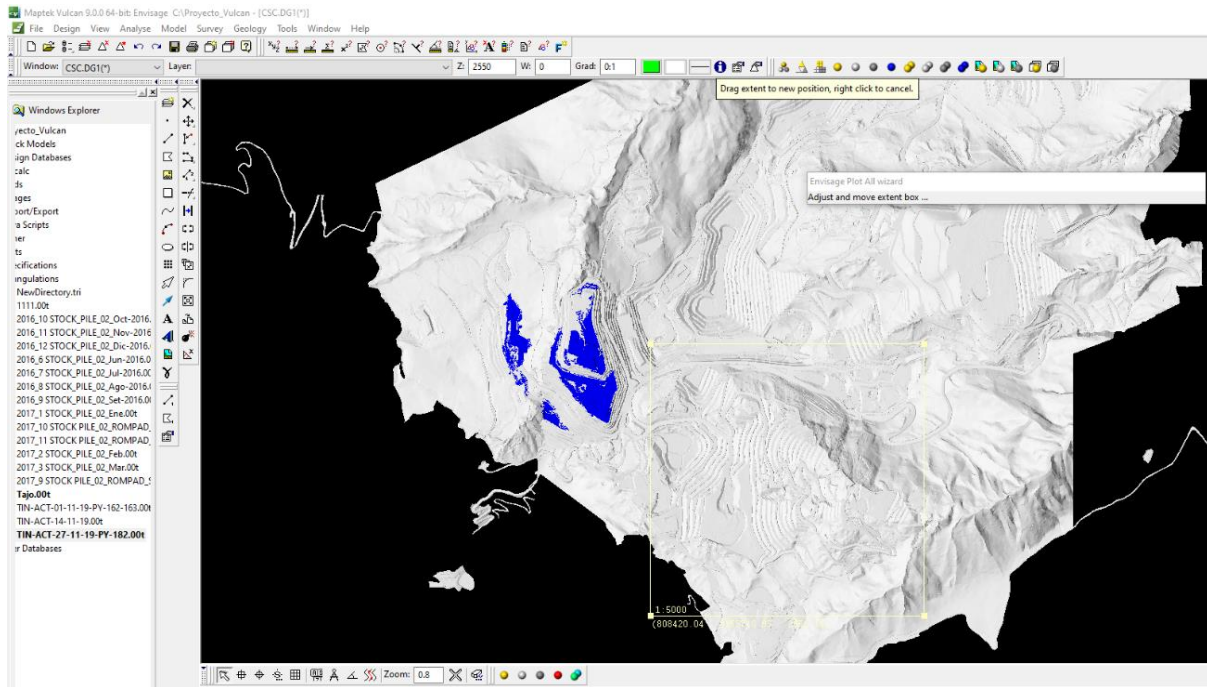


Configuramos la escala y clic en **Adjust Extents**

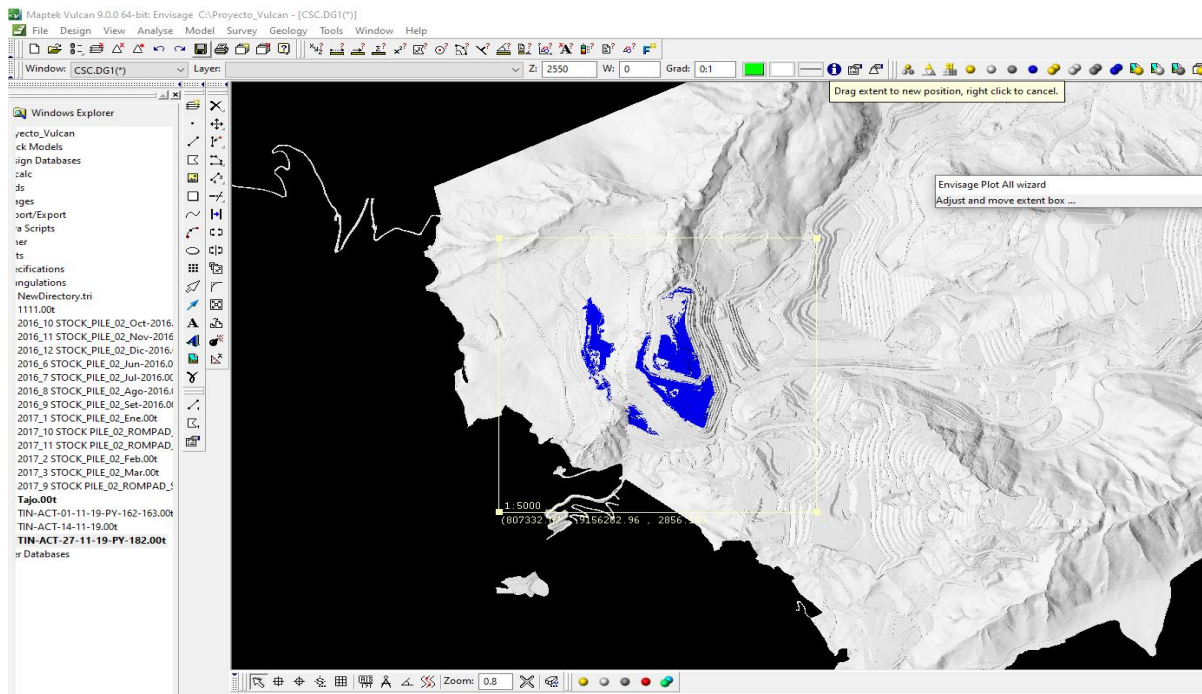




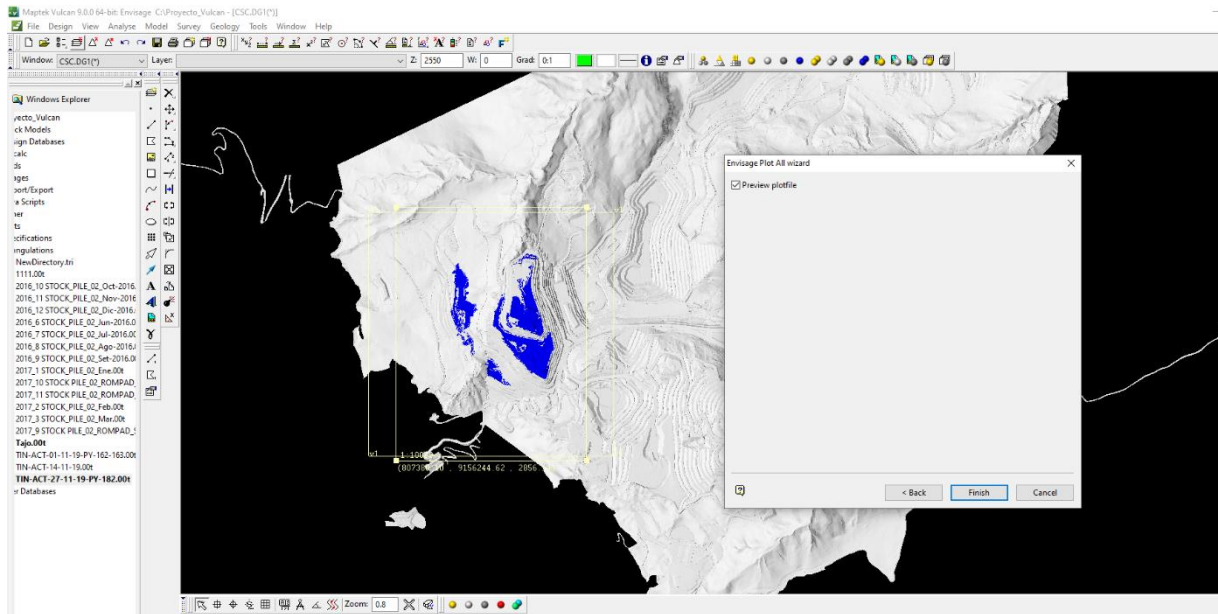
Nos llevara a la pantalla siguiente:



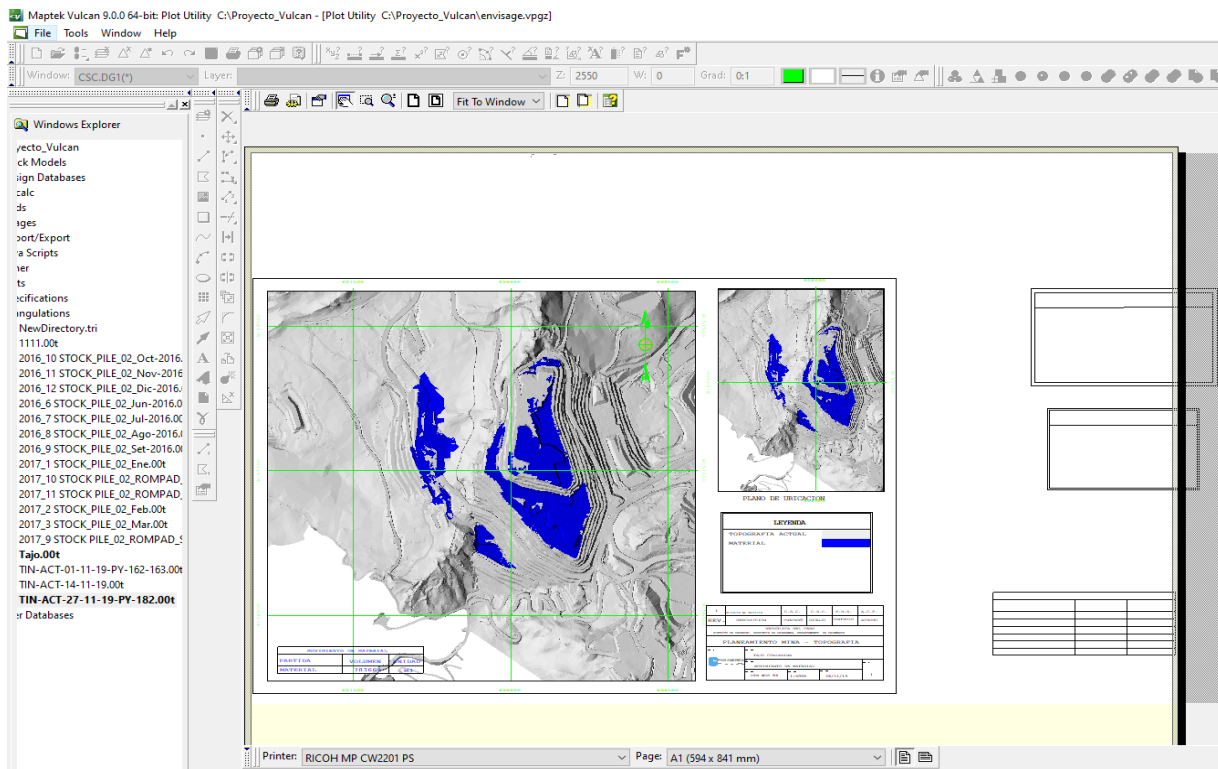
Aquí desplazamos el recuadro amarillo a la zona a plotear, quedando de esta manera.



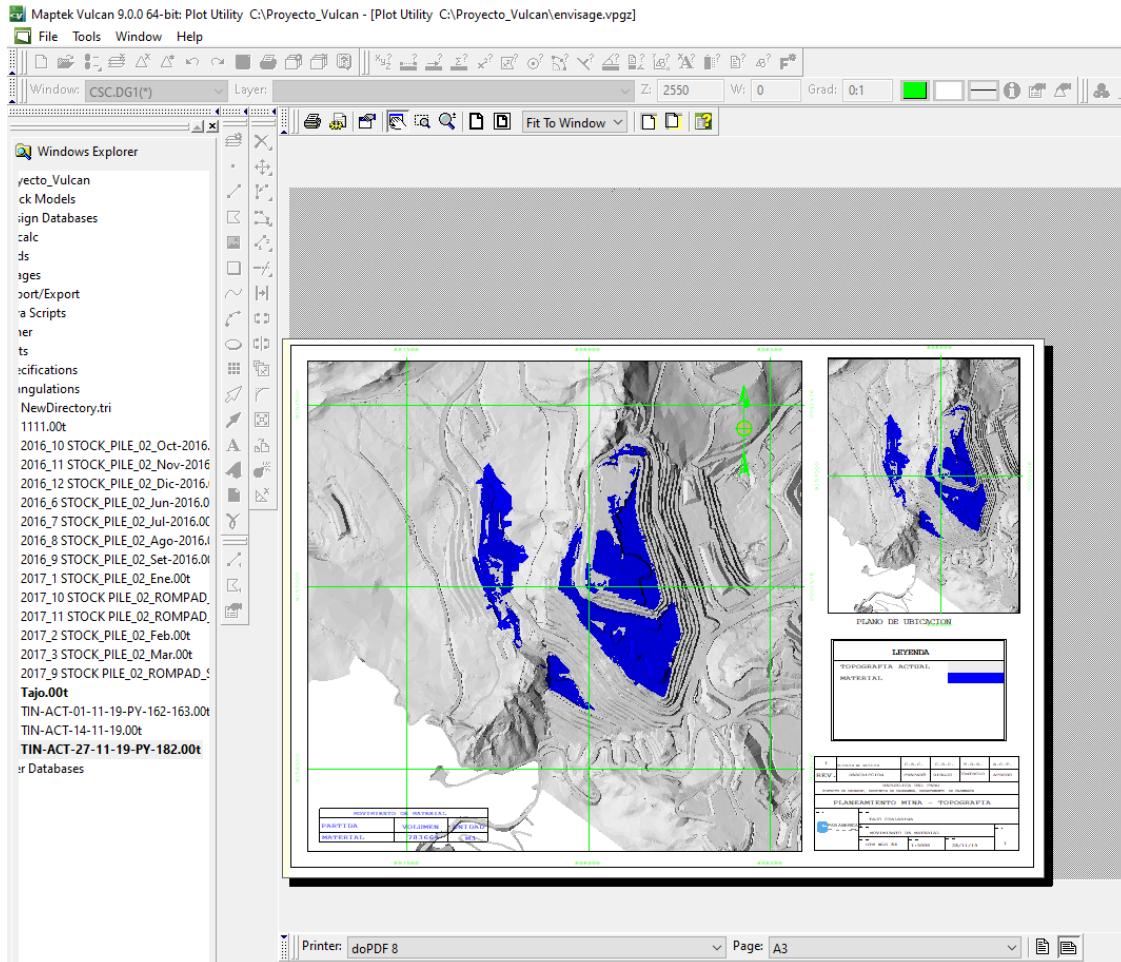
Configuramos igualmente las dos vistas y clic en **FINISH**.



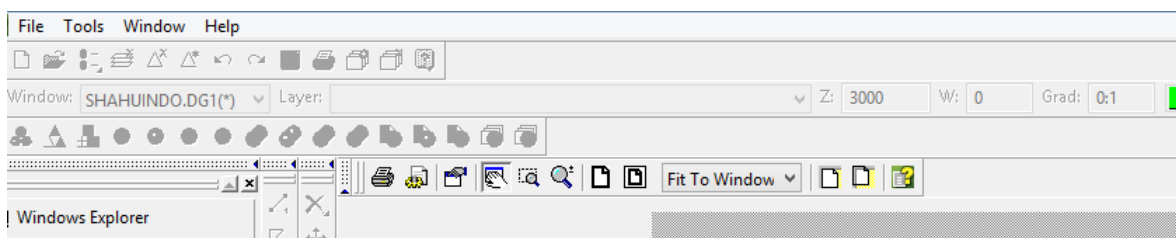
Seleccionamos las opciones: **doPDF** y **A3**.



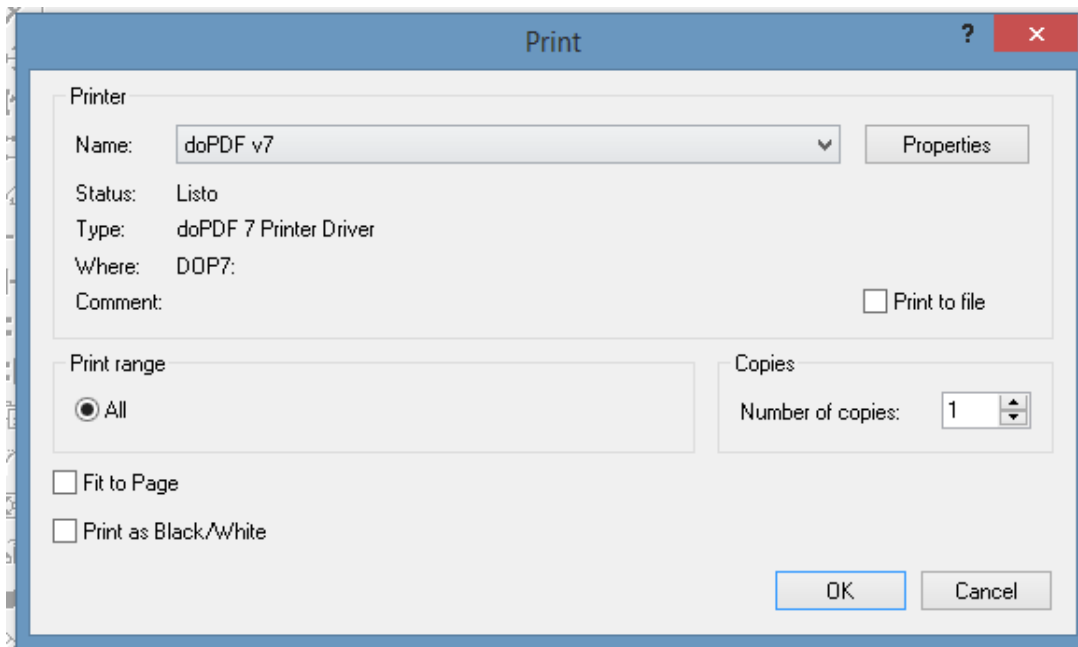
Arrastramos el panel Blanco de Impresión, quedando de esta manera.



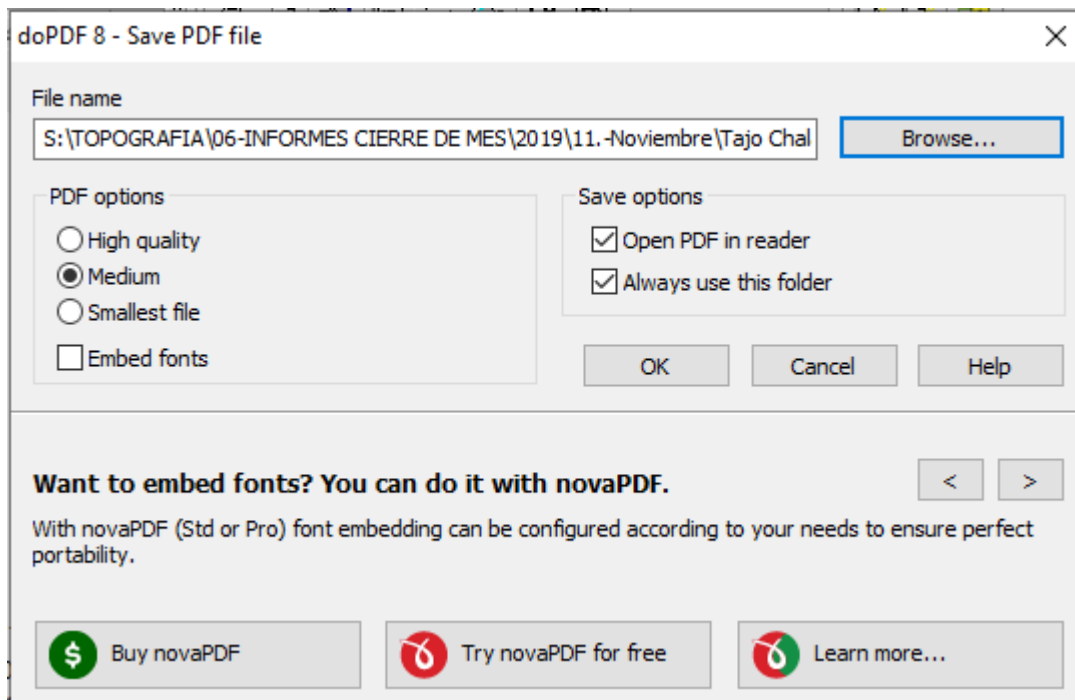
Clic en imprimir



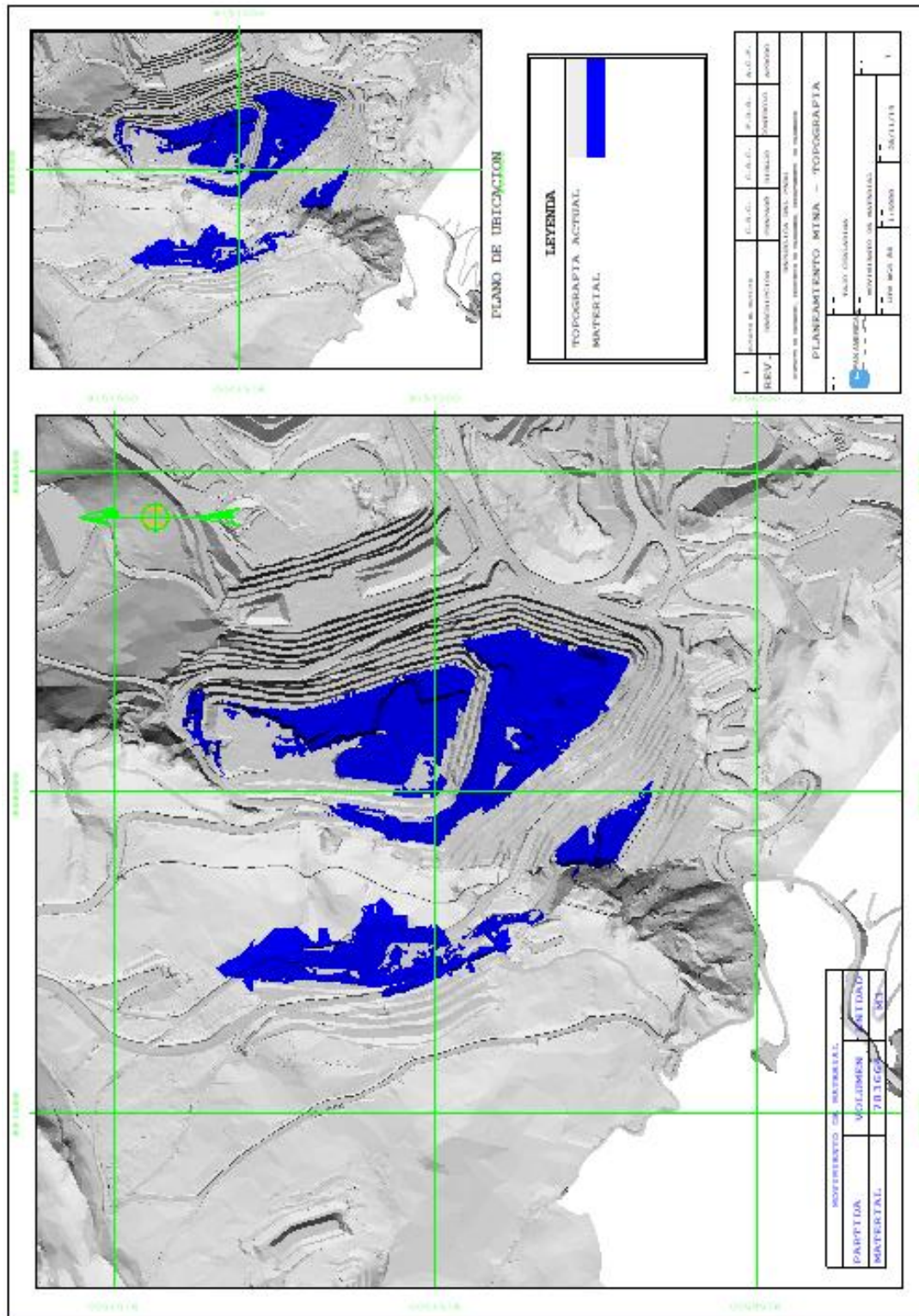
Seleccionamos **OK**.



Seleccionamos **ACEPTAR**.



El plano resultante después de la impresión quedaría de esta manera.



---

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

- ❖ El Pad de Lixiviación es una estructura donde se acumula el mineral extraído de los tajos para ser lixiviado y recuperar el oro existente.
- ❖ La aplicación de la topografía en el diseño del Pad de Lixiviación, fue realizado tomando en cuenta los Estándares técnicos de la minera.
- ❖ La utilización del Pad de Lixiviación ayudará a tener un tratamiento adecuado para su producción.
- ❖ La posible ejecución y desarrollo de la labor dependerán del análisis de costos y materiales por parte de Minera SHAHUINDO SAC.
- ❖ Mediante la ejecución del Pad de Lixiviación, se podrá mejorar los niveles de productividad.
- ❖ El Pad de Lixiviación es una tecnología que se utiliza en casos donde el oro se encuentra a nivel microscópico.
- ❖ Contribuyo en mi formación como Ingeniero civil, ya que logre realizarme profesionalmente en las diferentes tareas y actividades de la construcción del Pad de Lixiviación.
- ❖ Se logró amplio conocimiento en el manejo de los diferentes equipos o herramientas utilizados en dicha construcción.
- ❖ Mejoro la experiencia para el trabajo en Gabinete ya sea en actualización de superficies, cálculos de volumen o diseños.

## CAPITULO VI

### Recomendaciones

- ❖ Aplicar adecuadamente las técnicas de topografía y realizar un adecuado control en la toma de datos para evitar errores durante su procesamiento.
- ❖ Es necesario contar con instrumentos en óptimas condiciones antes de la ejecución del trabajo de campo y así poder evitar errores.
- ❖ Identificar correctamente los puntos topográficos (Inicio – fin) del proyecto.
- ❖ Para un buen diseño es necesario tener en cuenta el tipo de terreno donde se ha de realizarse el proyecto.
- ❖ Conocer y estudiar todos los pasos de construcción de un Pad de Lixiviación para poder aplicar esos conocimientos en el diseño.
- ❖ Capacitar al personal adecuadamente de acuerdo al tipo de operaciones a realizar, para evitar posibles accidentes, pues existen equipos como el Densímetro Nuclear que deben de estar alejados por lo menos 15 metros.

---

## CAPITULO VII

### Referencias Bibliográficas

- Jorge Mendoza, Dueñas (2019). Topografía y Geodesia.  
A diferencia de la primera edición, esta última publicación desarrolla también las técnicas y métodos más importantes de la planimetría, así como la presentación y manejo de los equipos topográficos correspondientes.
- Basadre, Carlos (1964). Topografía General". Lima: UNI.  
Le permite al alumno efectuar los levantamientos topográficos aplicando y sustentando con la precisión técnica, la solución de los problemas generados por las características morfológicas del terreno natura
- Domingo conde (1994) Métodos y cálculo topográfico 4ta edición.  
Instrumentos topográficos - Angulos - Poligonal terrestre - Altimetría - Taquimetría - Triangulación – Levantamientos.
- Bannister, A.; Raymond, S. (2002) Técnicas Modernas en Topografía.  
El desarrollo tecnológico en los últimos años, potenciado en este nuevo milenio con los avances de las telecomunicaciones, propiciaron un cambio drástico en la temática y el formato de la edición anterior.
- Jorge Mendoza Dueñas (2017). Técnicas modernas.  
Es una rama de la ingeniería que tiene por objeto medir extensiones de tierra,tomando los datos necesarios para poder representar sobre un plano, aescala, su forma y accidentes

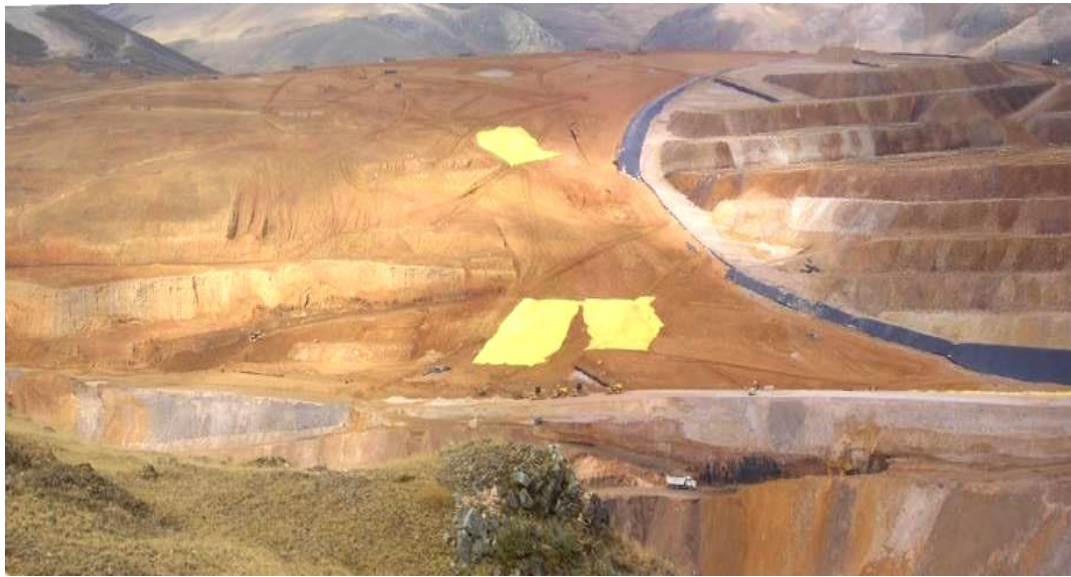




# ANEXOS

---

**Eliminación del Top Soil.**



**Instalación de sub Drenajes.**



---

**Preparación de Sub rasante y Relleno Estructural.**



**Colocación del Suelo de baja Permeabilidad (Soil Liner).**



---

**Sarandeo, eliminación de material excedente no mayor a 2.5” y  
oreo para pasar a la compactación del soil liner.**



**Compactacion del suelo de baja Permeabilidad (Soil Liner).**

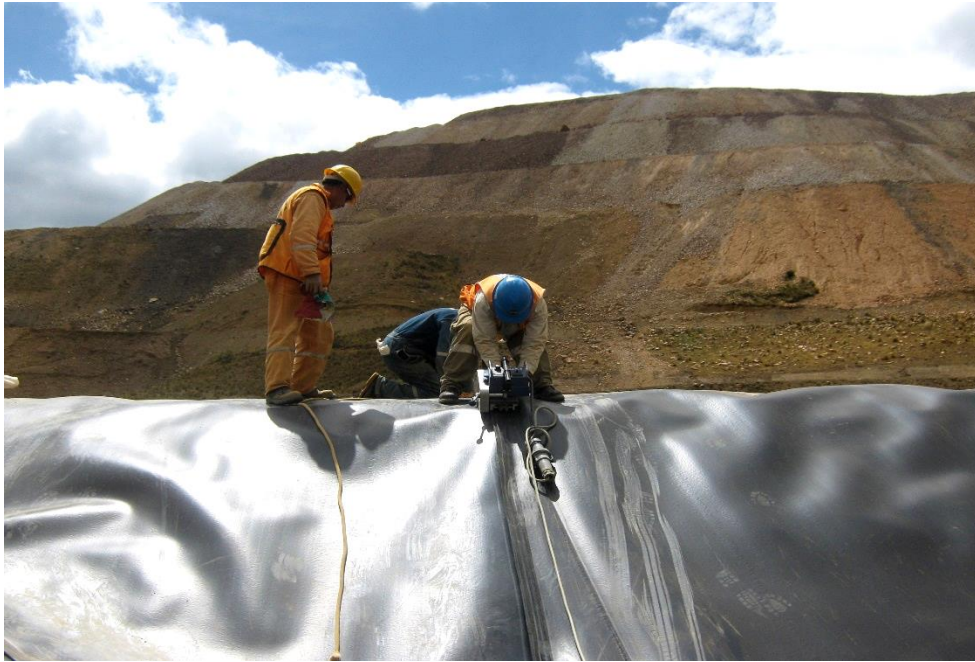


**Instalación de geomembrana y controles de calidad de la soldadura.**



**Soldadura de Geomembrana**





### Levantamiento de Geomembrana y Parches



### Sistema de Anclaje de la Geomembrana.



### Anclaje de Geomembrana al costado de Berma Perimetral.



### Instalación de Tuberías de Colección de la Solución Lixiviada.



### Canal de Conducción de Tuberías con Solución.





---

**Construcción de Poza de Monitoreo del Sistema del Subdrenaje .**



**Instalación de Over Liner (Sobre Revestimiento).**



---

Vista Panorámica del Pad, parcialmente cubierto con Geomembrana,  
Over Liner y Mineral





### Equipos de Prueba de Densidad Nuclear

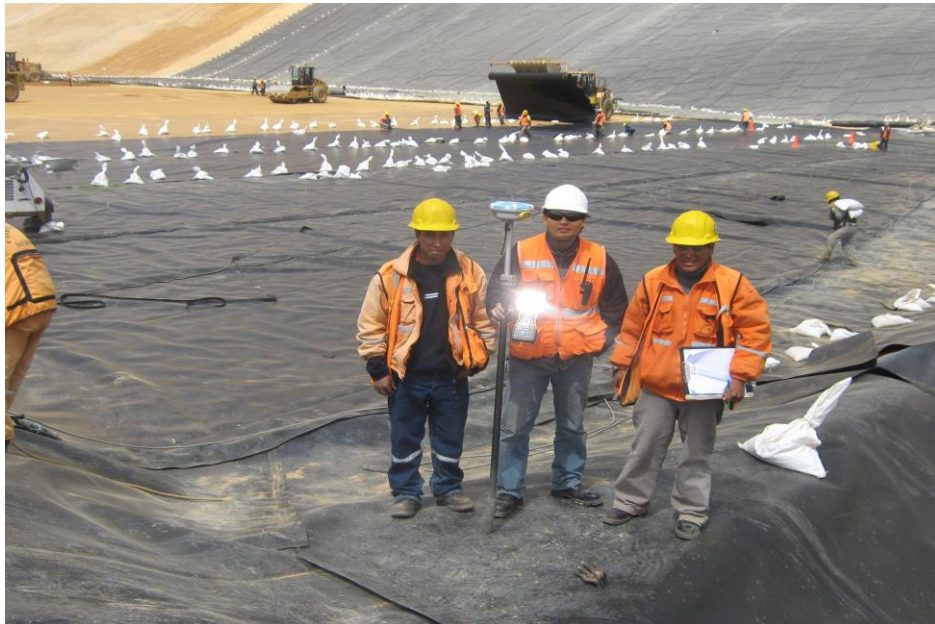


### Equipos Topográficos utilizados para Construcción del Pad GPS SATELITAL (TIMBLER 5800)



Estación Total Trimble M3

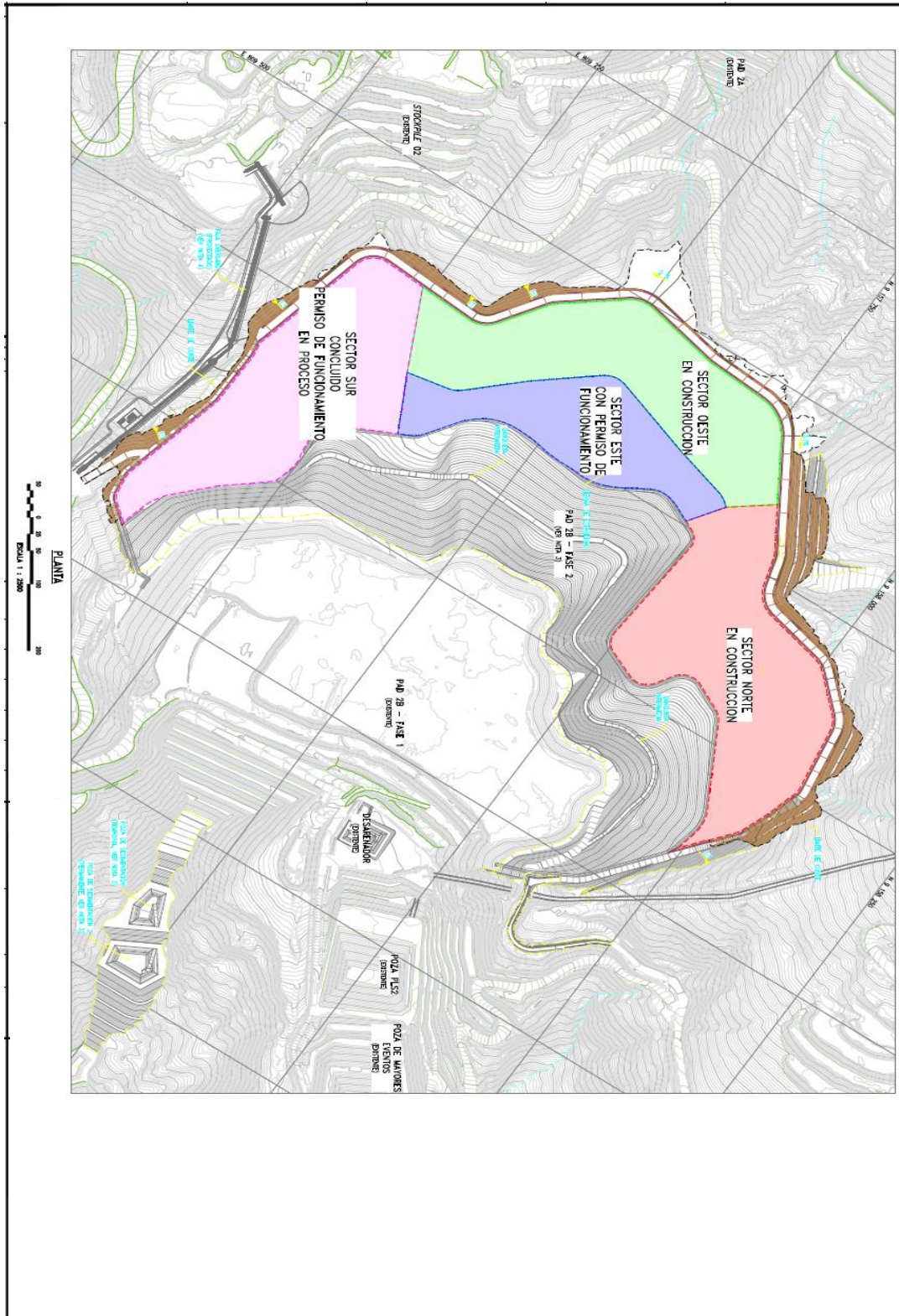




**Supervisores y auxiliares del área de Topografía responsables de la Construcción de la Pad.**



FASES PAD FASE 2



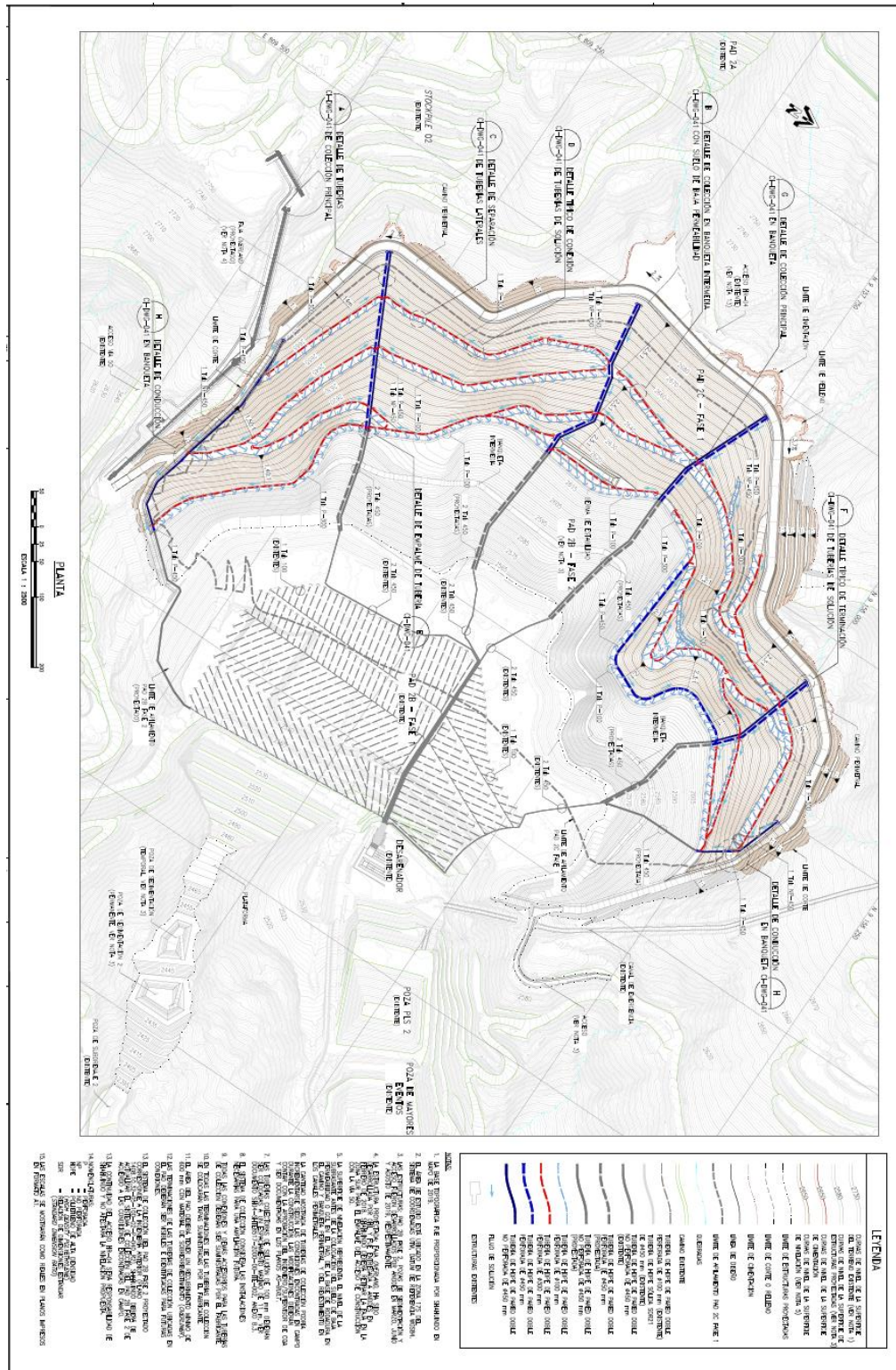








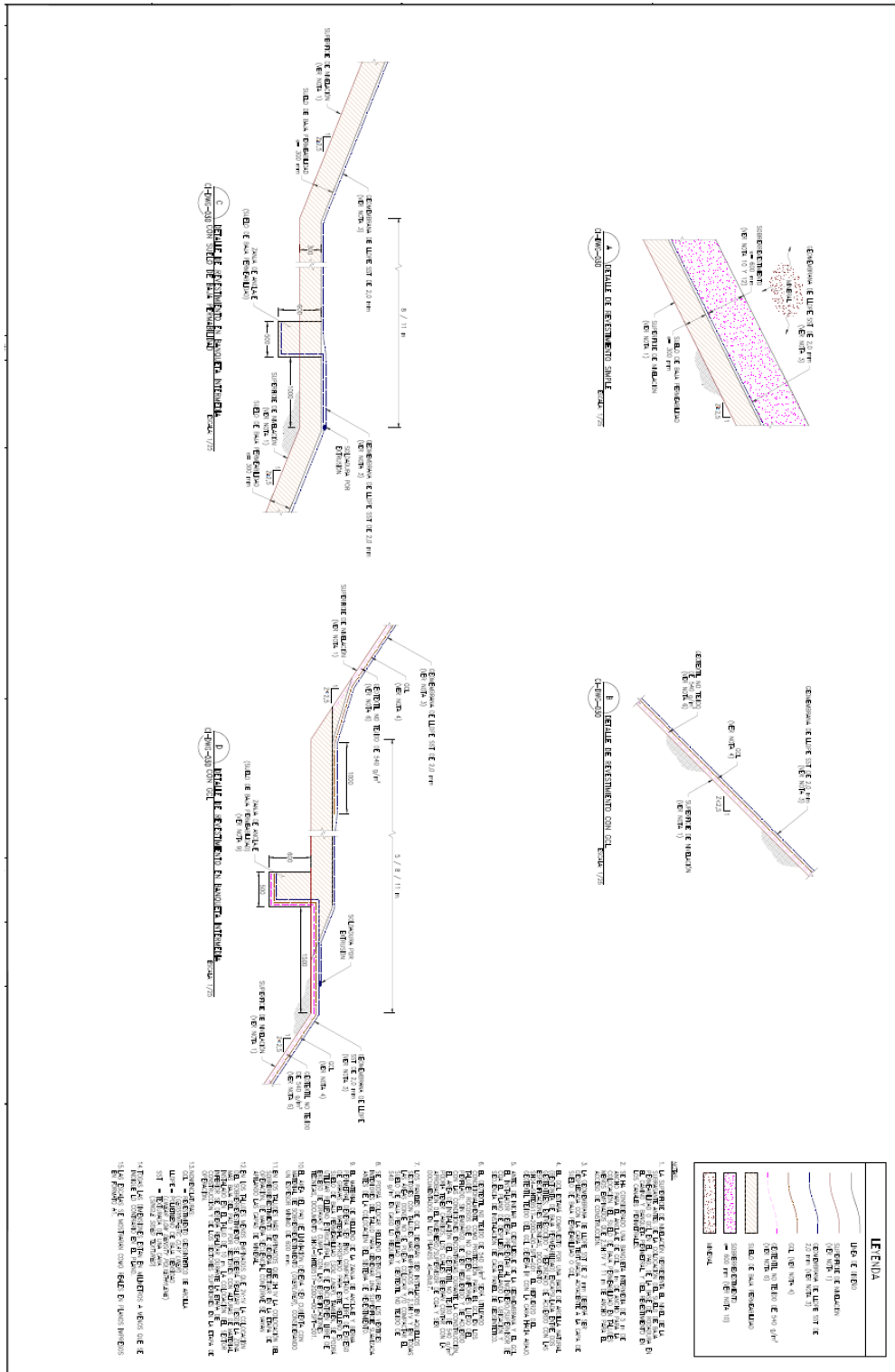
**SISTEMA DE COLECCION**







**DETALLE SISTEMA DE COLECCION**





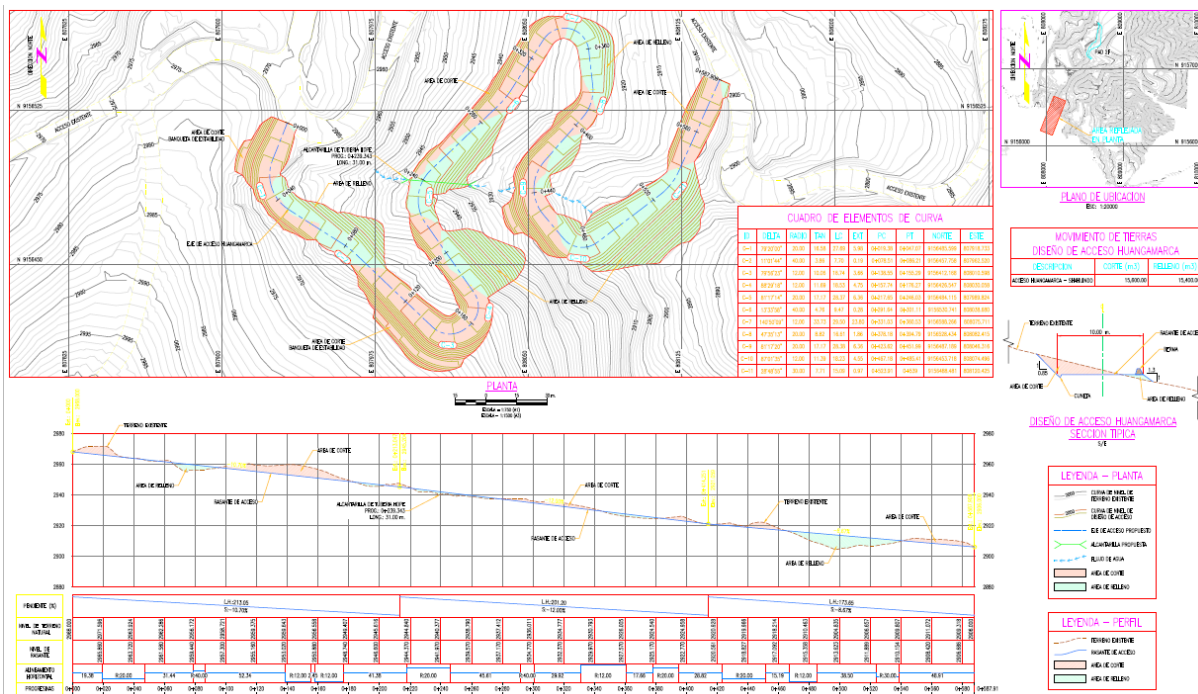
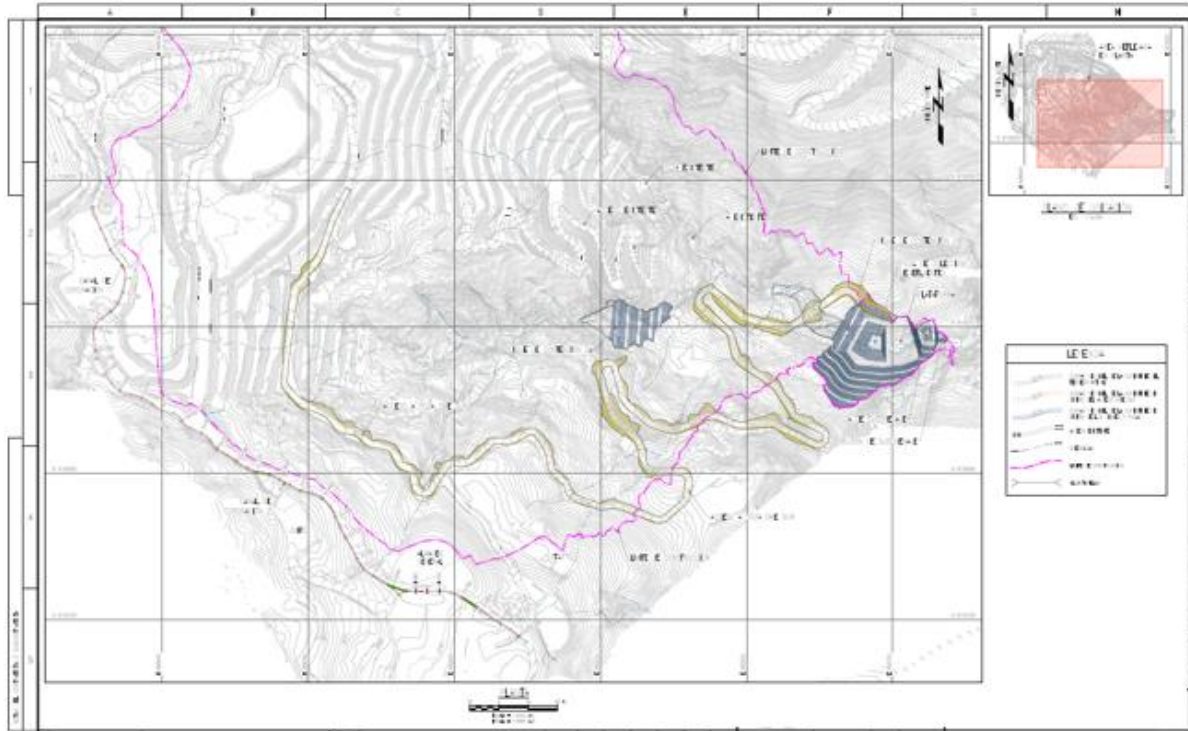


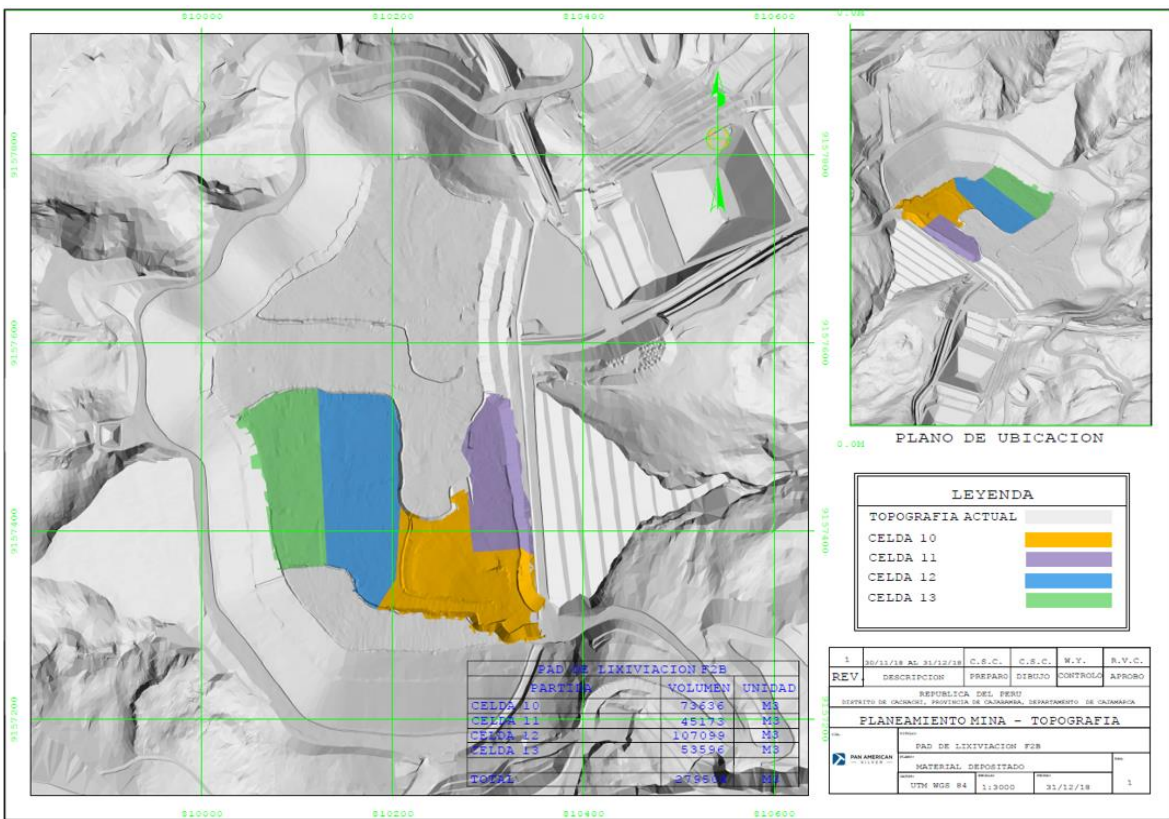
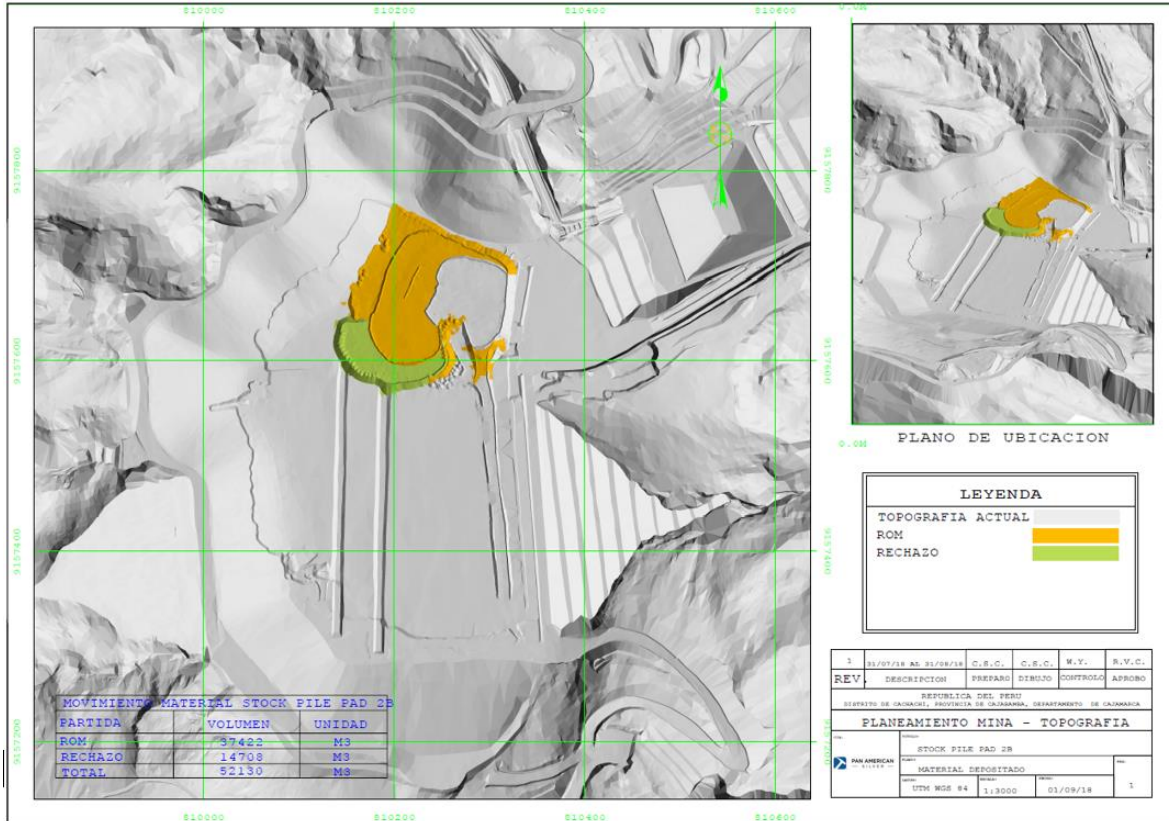










DISEÑO DE DIQUES, POZAS Y ACCESOS















PUNTOS GEODESICOS CERTIFICADOS DE ORDEN "C"

		<b>COALSA PERU</b>  <b>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</b>	
NOMBRE SHAHUINDO	CÓDIGO 01	LOCALIDAD CACERIO MOYAN ALTO	ESTABLECIDA POR: COALSA PERU
UBICACIÓN: CERRO REDONDO		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 9 CM DIAMETRO	
LATITUD (S) WGS-84 57°37'37.79638"	LONGITUD (W) WGS-84 078°12'46.07962"	NORTE (N) WGS-84 9155925.786 m	ESTE (E) WGS-84 807537.602 m
ALTURA ELIPSOIDAL 3192.571 m		ELEVACIÓN (EGM-08) 3172.130 m	ZONA UTM 17
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C			
CROQUIS TOPOGRÁFICO		FOTO DE RASTREO DE ANTENA	
			
		FOTO DE DISCO	
			
DESCRIPCIÓN			
Del campamento Tauna por el acceso hacia el cerro Redondo se encuentra el centro análisis de muestras de diamantinas. El punto 01 se encuentra al borde de la explanada a unos 40 m aprox. del centro			
DESCRITA / RECUPERADA: LUIS FARFAN	REVISADO:	JEFE PROYECTO: LESTER COMECA	FECHA: AGOSTO 2015

		<p>COALSA PERU</p> <p>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</p>	
NOMBRE SHAHUINDO	CÓDIGO 02	LOCALIDAD CACERIO MOYAN BAJO	ESTABLECIDA POR: COALSA PERU
UBICACIÓN: CERRO MOYAN		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 9 CM DIAMETRO	
LATITUD (S) WGS-84 S7°37'11.73678"	LONGITUD (W) WGS-84 O78°11'44.73579"	NORTE (N) WGS-84 9156714.765 m	ESTE (E) WGS-84 809424.439 m
ALTURA ELIPSOIDAL 2809.690 m		ELEVACIÓN (EGM-08) 2789.261 m	ZONA UTM 17
ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C			
CROQUIS TOPOGRÁFICO		FOTO DE RASTREO DE ANTENA	
			
		FOTO DE DISCO	
			
DESCRIPCIÓN			
Del campamento Tauna por el acceso hacia el cerro Redondo bajar a la tranquera de Guangamarca seguir hasta Polvorin y agarrar la mano derecha carretera al vivero al campamento definitivo ahí encontraran una caseta amarilla donde hay un acceso a la mano			
DESCRITA / RECUPERADA: LUIS FARFAN	REVISADO:	JEFE PROYECTO: LESTER COMECA	FECHA: AGOSTO 2015

		<p>COALSA PERU</p> <p><b>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</b></p>	
NOMBRE SHAHUINDO	CÓDIGO 03	LOCALIDAD CASERIO MOYAN ALTO	ESTABLECIDA POR: COALSA PERU
UBICACIÓN: MOYAN ALTO		CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA: DISCO DE BRONCE 9 CM DIAMETRO	
LATITUD (S) WGS-84 57°37'48.34356"	LONGITUD (W) WGS-84 078°12'12.18577"	NORTE (N) WGS-84 9155594.796 m	ESTE (E) WGS-84 808575.139 m
ALTURA ELIPSOIDAL 2924.990 m		ELEVACIÓN (EGM-08) 2904.541 m	ZONA UTM 17
<b>ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO C</b>			
<p><b>CROQUIS TOPOGRÁFICO</b></p> 		<p><b>FOTO DE RASTREO DE ANTENA</b></p> 	
		<p><b>FOTO DE DISCO</b></p> 	
<p><b>DESCRIPCIÓN</b></p> <p>Pasando la escuela de Moyano Bajo seguimos subiendo hasta llegar al acceso de Moyano Alto,</p>			
DESCRITA / RECUPERADA:	REVISADO:	JEFE PROYECTO:	FECHA:
LUIS FARFAN		LESTER COMECA	AGOSTO 2015

