

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL MODALIDAD PASANTÍA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL.**



**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PARQUE  
LOGISTICO EPROCOM MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO-NARIÑO.**

**PRESENTADO POR:  
DANYA JAZMIN BRAVO MOLINA  
CC. 1.088.974.532**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN-CAUCA  
2016**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL MODALIDAD PASANTÍA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL.**



**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO PARQUE  
LOGISTICO EPROCOM MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO-NARIÑO.**

**DIRECTOR:  
ING. GERARDO ANTONIO RIVERA LOPEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
POPAYÁN-CAUCA  
2016**

## **NOTA DE ACEPTACION**

El Director y los Jurados han evaluado este documento, y escuchado la sustentación de este, por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan a la egresada para que desarrolle las gestiones pertinentes para optar al título de Ingeniera Civil.

---

**Firma del Presidente del Jurado.**

---

**Firma del Jurado.**

---

**Firma del Director.**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. AGRADECIMIENTOS</b> .....	6
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>3. OBJETIVOS DE LA PRACTICA</b> .....	8
3.1. Objetivo general.....	8
3.2. Objetivos específicos.....	8
<b>4. RESUMEN</b> .....	9
<b>5. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	10
5.1. Empresa receptora.....	10
5.2. Director de la pasantía.....	11
5.3. Tutor por parte de la empresa.....	11
5.4. Duración de la pasantía.....	11
<b>6. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA</b> .....	12
6.1. Localización.....	12
6.2. Distribución arquitectónica del proyecto.....	14
6.3. Diseños Arquitectónicos.....	23
<b>7. ANALISIS E INFORMACION SUMINISTRADA EN OBRA</b> .....	26
7.1 <i>ESTUDIO DE SUELOS</i> .....	26
7.1.1 Aspectos geológicos.....	26
7.1.2 Estratigrafía.....	27
7.1.3 Nivel freático.....	30
7.2 Conclusiones del estudio de suelos.....	31
7.2.1 Cimentaciones propuestas.....	31
7.2.2 Parámetros de diseño sismo resistente.....	31
7.2.3 Consideraciones geotécnicas para pavimentos.....	31
7.2.4 Otros coeficientes de diseño.....	32
7.3 <i>Recomendaciones sobre el estudio de suelos</i> .....	32
7.3.1 Taludes en corte .....	32
7.3.2 Terraplenes o rellenos.....	34
7.3.3 Consideraciones generales para taludes y terraplenes.....	35

<b>8. ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA AUXILIAR DURANTE LA PASANTIA</b> .....	36
8.1 EXPLANACION ETAPA 1 Y 2.....	36
8.1.1 Corte sobre etapa 2.....	36
8.1.1.1 Condición inicial de la obra: .....	36
8.1.1.2 Tipo de material de corte.....	38
8.1.1.3 Equipos y maquinaria para corte.....	39
8.1.1.4 Programación corte de material .....	42
8.1.1.5 Avance de corte .....	44
8.1.1.6 Registro y control de corte .....	50
8.1.2 CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN EN ETAPA UNO.....	54
8.1.2.1 Procedimiento constructivo de terraplén.....	55
8.1.2.2 <b>Control</b> de la conformación de terraplén.....	57
8.1.3 RESUMEN DE PROCESO DE EXPLANACION.....	61
8.2 CONTROL DE OBRA .....	67
8.2.1 Registro y control de personal.....	67
8.2.2 Ingreso de materiales .....	69
8.2.3 Soportes para actas de cobro .....	69
8.3 PRESUPUESTOS Y CANTIDADES DE OBRA.....	70
8.3.1 Análisis de precios unitarios.....	71
8.3.2 Cantidades de obra .....	72
8.3.3 Dosificación de mezclas de concreto.....	78
<b>9. PRUEBA DE DENSIDAD Y TOMA DE MUESTRAS</b> .....	83
9.1 Toma de muestras inalteradas.....	83
9.2 Ensayo de densidad del terreno.....	85
9.2 Procedimiento de Ensayo.....	85
<b>10. RESULTADOS DE ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN</b> .....	87
<b>11. CONCLUSIONES</b> .....	89
<b>12. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	91
<b>13. ANEXOS</b> .....	92

## **1. AGRADECIMIENTOS.**

Obtener un título profesional es uno de los logros más valioso en la vida de una persona, y como tal es importante agradecer a las personas que contribuyeron al proceso de realización de este sueño.

En primer lugar, aquel que siempre está con nosotros sin importar las circunstancias, Dios. Él fue quien hizo todo esto posible y quien sabe más que nadie que tan importante es esto, para mi familia y mi futuro.

En segundo lugar, a mis padres, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, que con su ejemplo y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo hiciera, aun cuando todo se complicaba, a mi hermano por ser una de mis mayores motivaciones. Gracias familia por su amor, por su apoyo y ánimo incesante, gracias por ser esas personas incondicionales que con dedicación, esfuerzo y sacrificio lograron hacer de mí un gran ser humano.

Gracias a la Universidad del Cauca y a todo su cuerpo de docentes de la Facultad de Ingeniería Civil quien compartió conmigo todos sus conocimientos y grandes experiencias. Gracias a ellos he recibido una formación académica integral para forjar una vida profesional llena de éxitos.

Agradecerle al Ingeniero JAIRO ZAMORA ESPAÑA, quien me dio la oportunidad de participar en el proyecto PARQUE LOGISTICO EPRCOM, y realizar mi trabajo de grado, pero sobre todo gracias por la confianza depositada en mí y permitir que siga siendo parte de ese gran proyecto.

A la empresa PSI, Productos y Servicios de Ingeniería SAS y a todo el personal por su gran colaboración para el satisfactorio desarrollo de la pasantía, en especial al Ingeniero EDGAR RAMIREZ y al Topógrafo FRANCISCO MUÑOZ, por toda la disposición para transmitirme sus conocimientos y valiosas experiencias, que me permitieron crecer como profesional y como persona.

Gracias a mis compañeros por su amistad y acompañamiento a lo largo de toda la carrera, porque se convirtieron en un gran apoyo durante los cinco años universitarios.

Y, por último, pero no menos importante, gracias a todas esas personas que, de una u otra manera, han aportado a que hoy este cumpliendo con una de mis metas.

## **2. INTRODUCCIÓN.**

La construcción del parque logístico EPROCOM es una de las grandes obras arquitectónicas y de ingeniería que se está llevando a cabo en la ciudad de Pasto, proyectándose como un punto estratégico en el desarrollo comercial a gran escala para la ciudad teniendo influencia en el resto del departamento.

Pensando en el desarrollo que ha tenido la ciudad de Pasto durante los últimos años especialmente en el área comercial es evidente la necesidad nueva infraestructura y espacios adecuados para que contribuyan con el funcionamiento efectivo de las dinámicas comerciales es por esto que se decide realizar la construcción del Parque logístico EPROCOM.

La empresa PSI SAS, y en su representación el Ing. Jairo Zamora España en su facultad de gestor y promotor del proyecto Parque Logístico EPROCOM, cumpliendo con los estudios, diseños y permisos necesarios para iniciar con la primera fase del proyecto correspondiente a la explanación del terreno sobre el cual se levantarán las dos primeras etapas del parque inicio labores en obra desde octubre del 2015.

La AUXILIAR DE INGENIERIA con la disposición de ofrecer y recibir conocimientos en todos los campos aprendidos, en la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, tuvo la labor de realizar un continuo y riguroso seguimiento de un gran número de actividades efectuadas durante el del tiempo de su pasantía.

Esto, gracias al Acuerdo No. 027 de 2012, emanado del Consejo Superior Universitario y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución No. 820 del 15 de octubre de 2015 en donde establece que los estudiantes aprueben su trabajo de grado mediante práctica profesional y dentro de esta modalidad la pasantía o práctica empresarial, con el fin de aprender y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General:**

Participar como auxiliar de ingeniería en la CONSTRUCCION DEL PARQUE LOGISTICO EPROCOM, ubicado en la ciudad de Pasto, Nariño.

#### **3.2. Objetivos Específicos:**

- Participar en la explanación del terreno sobre el cual se va a construir el PARQUE LOGISTICO EPROCOM.
- Intervenir en el movimiento de tierras, buscando mecanismos que permitan mejorar la eficiencia en el proceso.
- Participar en el control de procesos y procedimientos constructivos de la obra.
- Interpretar diseños y planos, detectar posibles errores de aspecto técnico de la obra, resolver inquietudes al personal de obra y gestionar su solución.
- Colaborar con el seguimiento y control a los procesos constructivos de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Construcción del proyecto.

#### **4. RESUMEN.**

El trabajo de grado para obtener el título de Ingeniera Civil se ejecutó en modalidad de Práctica profesional y dentro de este modo la práctica empresarial o Pasantía entre los meses de junio y septiembre de 2016, la cual se desarrolló en el proyecto PARQUE LOGISTICO EPROCOM en Pasto – Nariño, obra que inicio en octubre del 2015, sin embargo, las actividades iniciadas en esta fecha fueron suspendidas en marzo de 2016 por condiciones climatológicas y se reinician en julio del mismo año.

Debido a que el proyecto estaba en el inicio de su construcción, la auxiliar de ingeniería, desarrolló actividades concernientes a toda la parte de la explanación del terreno sobre el cual se construirán las dos primeras etapas del parque.

A la auxiliar de ingeniería se le asignó varias labores; debía llevar un continuo y riguroso control y seguimiento de los procesos de explanación, de tal forma que cumplieran con las especificaciones técnicas del proyecto, asimismo llevar un registro diario detallado del movimiento de tierra para así lograr los mayores rendimientos en esta actividad. Además, seguía un procedimiento cuantitativo del trabajo realizado semanal y mensualmente, es decir, se debía realizar informes semanales y mensuales de las cantidades efectuadas y realizar los análisis correspondientes acerca de los rendimientos obtenidos en cada periodo de tiempo de igual manera se realizaban actas para pagos a los contratistas, con sus respectivos soportes.

En otros aspectos, la auxiliar también tenía el trabajo de organizar al personal de obra para sus respectivas actividades diarias, colaborar en la programación semanal de zonas prioritarias para el rápido y buen desarrollo de la obra. En aras de que no se presentaran contratiempos en el cumplimiento de lo programado, la auxiliar colaboraba con la organización del personal y material de corte y terraplén para el desarrollo de cada actividad.

En general, las actividades desarrolladas durante la ejecución de la pasantía se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto, atendiendo de manera permanente y continua cualquier eventualidad ocurrida en la obra. Se desarrollaron actividades de supervisión y control en las diferentes actividades desarrolladas con el fin de solucionar o reportar cualquier eventualidad e imprevisto presentado en la ejecución de cualquiera de estas, dando así cumplimiento de las tareas establecidas por parte del tutor asignado.

Es importante aclarar que toda la información descrita en este documento es resultado de la observación y experiencia obtenida en el transcurso de la ejecución de la pasantía y de la información proporcionada por los pertinentes estudios realizados al proyecto.

## **5. INFORMACIÓN GENERAL**

### **5.1. EMPRESA RECEPTORA**



**Empresa PSI, Productos y Servicios de Ingeniería SAS.**

**Gerente:** Ingeniero Jairo Zamora España

**Director del proyecto:** Ingeniero Marlon Salazar Arcos

**Ingeniero Residente:** Ingeniero Edgar Alexander Ramírez

**Localización:** Km 14 +140m de la variante oriental de Pasto.

#### **MISIÓN.**

Buscar la efectividad y productividad que nos permita alcanzar la excelencia en los productos y servicios que prestamos a la industria de la construcción e infraestructura, garantizando la satisfacción del Cliente, la generación de valores a las partes interesadas, el crecimiento de nuestra Gente, la protección del medio ambiente; el cuidado, la seguridad y la salud de nuestra gente y terceros en cada proceso.

#### **VISIÓN:**

Consolidar y aumentar la participación de PSI en el mercado nacional, en procura de estar en el 2020 entre las mil empresas más destacadas en el sector.

## **POLITICA INTEGRAL DE GESTIÓN:**

Mejorar continuamente la efectividad del Sistema Integral de Gestión orientado a garantizar la satisfacción del Cliente, prevenir, proteger y conservar la integridad de las personas y cuidado del medio ambiente en cada proceso, cumpliendo con los requisitos legales, del Cliente y de la organización, generando valor a todas las partes interesadas con responsabilidad social.

## **OBJETIVOS INTEGRALES DE GESTIÓN:**

- Alcanzar un crecimiento sostenido y sustentable, que garantice una mayor participación en el mercado.
- Cumplir con los parámetros y lineamientos que establecen las Normas, las leyes y los marcos legales del Sistema Integral de Gestión.
- Crear una cultura centrada en alcanzar resultados que satisfagan plenamente a todos los grupos de interés de la empresa.
- Desarrollar competencias y habilidades en el equipo, para ser ágiles, flexibles y capaces de responder a los cambios del entorno llegando a cubrir las necesidades y expectativas de los grupos de interés.
- Satisfacer al Cliente, es un compromiso de toda la organización, garantizando su lealtad y fidelidad.
- Excelencia, enfocada en crear una cultura de autogestión, innovadora y focalizada en la efectividad generadora de valor.
- Responsabilidad social en todo nuestro actuar.
- El cuidado y la protección del medio ambiente.

## **5.2. DIRECTOR DE LA PASANTÍA POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.**

Ingeniero: Gerardo Antonio Rivera López.

## **5.3. TUTOR POR PARTE DE LA EMPRESA RECEPTORA.**

Ingeniero: Edgar Alexander Ramírez, Residente de obra.

## **5.4 DURACIÓN DE LA PASANTÍA.**

Según la resolución No. 820 de 2014 la Práctica profesional debe cumplir un tiempo de duración no inferior a 576 horas. El cual fue cumplido de manera exitosa durante el periodo comprendido entre cuatro meses a partir del 15 de junio del 2016, fecha en la cual fue iniciado el contrato con la empresa receptora PSI, hasta el mes de septiembre del 2016.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

EPROCOM, es un Parque logístico que desarrolla, promociona y optimiza el espacio para primer proyecto inmobiliario para el bodegaje de la industria en el sur del país, es una empresa del grupo PSI con catorce años de experiencia en proyectos de construcción e infraestructura. El proyecto cuenta con una ubicación estratégica para una inversión inmobiliaria segura, rentable y de alta valoración respaldada con unos estudios de factibilidad, estudios socioeconómicos, estudios previos y diseños definitivos, gestión predial, gestión ambiental, gestión social, la financiación, construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación y mantenimiento del proyecto EPROCOM, localizado en el PR14+140 vereda Cujacal alto, del tramo de la Variante Oriental de pasto entre el corregimiento de Catambuco y Daza.

### 6.1. LOCALIZACIÓN.



Figura 1. Ubicación del proyecto. (Fuente: Google Earth)

El Parque Logístico Eprocom se desarrollará sobre un área bruta de  $119.488 m^2$  dentro de los cuales el área de ocupación corresponde a  $98095 m^2$  área en el cual se pretende desarrollar la totalidad de la infraestructura necesaria para las instalaciones del parque. El predio a intervenir está ubicado en el km 14 + 140 m

de la variante oriental de Pasto, sector Cujacal de la ciudad de Pasto, en el departamento de Nariño, la localización espacial del proyecto se muestra en la siguiente imagen:



*Figura 2. Planta localización y etapas del proyecto en general. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)*

La principal característica que hace que el lote tenga un gran potencial es la accesibilidad, se encuentra a escasos kilómetros del centro de la ciudad de pasto siendo un punto clave para el descargue, registro y acopio de mercancías en grandes cantidades, que posteriormente serán comercializadas en los puntos de venta en la ciudad.

Esta característica hace que una de las finalidades del proyecto sea mucho más factible, esta consiste en disminuir la entrada de vehículos pesados en su mayoría tracto mulas de 6 ejes dentro del casco urbano de la ciudad para no contribuir a la congestión vehicular, sino que estas contarán con las instalaciones necesarias para descargar y almacenar mercancía para que posteriormente y conforme a la demanda vehículos de menor tamaño lleven los productos a los puntos de ventas y distribución.

En cuanto al entorno inmediato, se pretende vincular este al proyecto de forma que la relación entre el proyecto y el entorno en su mayoría rural permitan dinámicas beneficiosas para las dos partes, el sector Cujacal contenedor de la estructura, en la actualidad ha sido relegado a una actividad agrícola y en menor escala ganadera, pero que no cuenta con infraestructura necesaria lo que anula todo el potencial que ofrece por su ubicación y calidad de suelos, es un sector poco reconocido, sin mucha actividad donde las oportunidades laborales y económicas son escasas, con la instauración del proyecto se pretende revitalizar las dinámicas económicas y sociales del entorno inmediato, esta zona ya no será una de solamente tránsito vehicular sino que se convertirá en un espacio de estancia y de permanencia donde se verá la presencia de personas ajenas al lugar, el proyecto se vincula además de forma activa con el entorno por medio de espacio cedido para conformar espacio público efectivo el cual se establece como un elemento abierto de acceso libre que articula las dinámicas externas con las internas.

## **6.2. DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA DEL PROYECTO.**

En general el proyecto se desarrolla en cuatro etapas, cada una de estas tiene una distribución y cantidad de espacios acorde con la funcionalidad, procurando garantizar eficiencia en el aprovechamiento de los espacios y que estos se acoplen a diversos usos. Cada etapa está comprendida por un número diferente de bodegas además cuenta con vías de acceso, patios de maniobras y zonas de parqueos.

El tamaño y diseño espacial de las bodegas se hace de acuerdo a la escala, morfología, y dimensiones de cada una de las etapas, como cada área tiene características diferentes en cuanto a estos ítems, se desarrollan espacios que procuren una mejor utilización del área, se adapten y permitan una funcionalidad efectiva.

En total se tienen cuatro tipos de bodegas, cada tipo con áreas y dimensiones diferentes como se muestra a continuación:

BODEGAS TIPO PARQUE LOGISTICO EPROCOM					
TIPO	SECCION	CANT BODEGAS	AREA TOTAL CUBIERTA	ALMACEN	ADMON PISO 1
		UND	AREA	AREA	AREA
TIPO 1	25X56	6	1,512.0	1,400.0	112.0
TIPO 2	30X40	10	1,312.0	1,200.0	112.0
TIPO 3	30X56	26	1,792.0	1,680.0	112.0
TIPO 4	30X84	6	2,744.0	2,520.0	224.0
<b>TOTAL</b>		<b>48.00</b>	<b>7,360.00</b>	<b>6,800.00</b>	<b>560.00</b>

*Figura 3. Tipos de bodegas EPROCOM. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)*

En general cada etapa consta de bodegas de almacenamiento, bodegas vitrina o Show Rooms los cuales cumplen con el objetivo de ser un muestrario a gran escala en el cual se exhiba y se acerque la mercancía hacia los clientes, además cuentan con un edificio de oficinas de tres pisos en el cual se centra el área de administración de cada bodega.

La primera etapa consta de 10 Show rooms, 10 bodegas de almacenamiento cada bodega con su respectivo patio de maniobras, muelles y zonas de descarga, un auditorio apto para 220 personas, sala de juntas y oficinas, además cuenta con zonas de parqueaderos para autos tanto del personal administrativo como para clientes y visitantes, esta etapa se construirá sobre un área de 27000 m<sup>2</sup> de la cual un 80% es terraplén esto debido a que la topografía inicial del lote por sus fuertes pendientes no permitiría construir sobre el terreno natural por ello se procede a efectuar dicho terraplén.

La segunda etapa corresponde al centro de distribución de línea de almacenes Alkosto en el departamento de Nariño, siendo esta empresa el principal cliente e inversor del proyecto, esta etapa consta de seis bodegas de almacenamiento tipo 5 que a diferencia del resto de bodegas estas no cuentan con un edificio exclusivo de administración por el contrario se diseña un espacio interno tipo mezzanine el cual tiene las condiciones óptimas para contener el área administrativa y debido a su ubicación superior permite realizar un continuo control y observación del funcionamiento de la bodega, esta modificación se hace para obtener un máximo aprovechamiento en capacidad de almacenamiento y aumentar el área correspondiente al patio de maniobras y zona de descarga logrando mayor agilización en la entrada y salida de mercancía, además cuenta con parqueaderos para autos y vías de acceso, se construye también una caseta de registro y control de ingreso al parque.

Esta etapa contiene además la vía que permite acceder a las etapas 3 y 4 que se hace por medio de un carril de desaceleración el cual se desprende de la vía principal de la variante oriental, este carril permite desvincular el tráfico que ingresa al parque con tráfico usual que circula sobre la troncal sin entorpecer la movilidad, de igual manera se construye la vía de salida de las etapas 2, 3 y 4.

Para la adecuación del lote sobre el cual se levantará la etapa 2 se hizo necesario un proceso de explanación el cual implicó una excavación profunda para llegar hasta la cota de diseño de esta etapa.

Las etapas 3 y 4 están constituidas por 10 y 21 bodegas de almacenamiento respectivamente, están cuentan al igual que las otras dos etapas con parqueaderos, edificios de administración por bodega, vías de acceso y salida que van desde la etapa 2 hasta la 4, además entre estas dos etapas está proyectada la sesión de un espacio el cual será adecuado como un área pública que contribuye a aliviar la falta de espacio público del sector Cujacal la cual será de libre acceso.

Para la construcción de las bodegas el proyecto considera una estructura en pórticos de concreto reforzado, las losas y demás elementos no estructurales en su mayoría serán de elementos prefabricados buscando así que la construcción se realice en el menor tiempo posible.

Además de la construcción de las bodegas, la ejecución del proyecto implica construir varios tramos de vías para vehículos articulados tanto para acceso al parque como para la circulación dentro de él, para ello se diseñaron 4 carriles, 2 de aceleración y 2 de desaceleración que permiten el acceso al parque desde la variante igualmente el retorno a esta misma, por ende, esta vía se verá afectada en un tramo aproximado de 600 m dentro de los cuales se harán dichas obras.

Superficialmente la construcción de las 4 etapas estará distribuida de la siguiente manera:

### **Distribución general y específica de algunos lugares del proyecto: <sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Datos recopilados del cuadro de áreas del DISEÑO ARQUITECTONICO, PSI. PARQUE LOGISTICO EPROCOM.

Etapa uno:

CUADRO DE AREAS EPROC.COM ETAPA 1					
TIPO DE BODEGA	BODEGA No.	AREA DEL LOTE	AREA CONSTRUIDA	AREA ALMACEN	AREA NIVELADORES
Tipo 1	1,1	1.950 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 1	1,2	1.950 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 1	1,3	2.067 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 1	1,4	1.950 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 1	1,5	1.950 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 1	1,6	2.067 m2	1.830 m2	1.214 m2	129 m2
Tipo 3	1,7	2.457 m2	2.110 m2	1.403 m2	220 m2
Tipo 2	1,8	1.860 m2	1.630 m2	923 m2	220 m2
Tipo 2	1,9	1.860 m2	1.630 m2	923 m2	220 m2
Tipo 2	1,1	1.954 m2	1.127 m2	1.127 m2	
<b>TOTAL ETAPA 1</b>		<b>20.065 m2</b>	<b>17.475 m2</b>	<b>11.663 m2</b>	<b>1.434,00 m2</b>

Figura 4. Cuadro de áreas etapa 1. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROC.COM)

CUADRO DE AREAS EPROC.COM ETAPA 1						
TIPO DE BODEGA	BODEGA No.	AREA ADMINISTRATIVA				
		TOTAL ADMON	PISO 1	PISO 2	PISO 3	BALCON
Tipo 1	1,1	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 1	1,2	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 1	1,3	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 1	1,4	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 1	1,5	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 1	1,6	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 3	1,7	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 2	1,8	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 2	1,9	486 m2	156 m2	172 m2	159 m2	12,8 m2
Tipo 2	1,1		102 m2			
<b>TOTAL ETAPA 1</b>		<b>4.378 m2</b>	<b>1.505 m2</b>	<b>1.545 m2</b>	<b>1.430 m2</b>	<b>115 m2</b>

Figura 5. Cuadro de áreas etapa 1. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROC.COM)

CUADRO DE AREAS EPROC.COM ETAPA 1							
TIPO DE BODEGA	BODEGA No.	RAMPA	ANDENES	PARQUEO ADMON	PARQUEO TRACTOMOTOR	PARQUEO ADMON	PARQUEO TRACTOMOTOR
Tipo 1	1,1	47,5 m2	87,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 1	1,2	47,5 m2	87,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 1	1,3	47,5 m2	204,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 1	1,4	47,5 m2	87,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 1	1,5	47,5 m2	87,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 1	1,6	47,5 m2	204,8 m2	40 m2	276 m2	3 und	4 und
Tipo 3	1,7	66,5 m2	219,8 m2	40 m2	352 m2	3 und	5 und
Tipo 2	1,8	66,5 m2	102,8 m2	40 m2	352 m2	3 und	5 und
Tipo 2	1,9	66,5 m2	102,8 m2	40 m2	352 m2	3 und	5 und
Tipo 2	1,1	38,3 m2	187,6 m2	25 m2	474 m2	2 und	6 und
<b>TOTAL ETAPA 1</b>		<b>523 m2</b>	<b>1.374 m2</b>	<b>385 m2</b>	<b>3.181 m2</b>	<b>29 m2</b>	<b>45 m2</b>

*Figura 6. Cuadro de áreas etapa 1. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROC.COM)*

**Etapa dos:**

CUADRO DE AREAS EPROC.COM ETAPA 2					
TIPO DE BODEGA	BODEGA No.	AREA DEL LOTE	AREA CONSTRUIDA	AREA ALMACEN	AREA NIVELADORES
Tipo 5	2,1	13.053 m2	2.970 m2	2.624 m2	347 m2
Tipo 5	2,2	2.790 m2	2.790 m2	2.465 m2	326 m2
Tipo 5	2,3	2.790 m2	2.790 m2	2.465 m2	326 m2
Tipo 5	2,4	2.790 m2	2.790 m2	2.465 m2	326 m2
Tipo 5	2,5	2.790 m2	2.790 m2	2.465 m2	326 m2
Tipo 5	2,6	2.790 m2	2.790 m2	2.465 m2	326 m2
<b>TOTAL ETAPA 2, ALKOSTO</b>		<b>27.003 m2</b>	<b>16.920 m2</b>	<b>14.946 m2</b>	<b>1.974 m2</b>

*Figura 7. Cuadro de áreas etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROC.COM)*

La distribución de las otras dos etapas es similar a la etapa uno por lo tanto no se muestra.

La etapa uno del proyecto está ubicada sobre un área de gran importancia ambiental ya que delimita el área de influencia de un ojo de agua del cual abastece a un número de habitantes del sector además el lote es atravesado por la quebrada Cujacal, por lo cual se ha tenido especial cuidado con la protección de estos lugares, para ello se dejan zonas de cesión para su conservación, la distribución de estas áreas se muestra a continuación.

<b>ZONAS DE CESIONES</b>	<b>AREA</b>
OJO AGUA	31.413 m <sup>2</sup>
AREA PROTECCION Y RONDA HIDRICA 1	17.011 m <sup>2</sup>
AREA PROTECCION Y RONDA HIDRICA 2	23.869 m <sup>2</sup>
<b>AREA DE CESIONES</b>	<b>72.293 m<sup>2</sup></b>

*Figura 8. Áreas de cesiones. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)*

En la siguiente tabla se resumen las áreas destinadas para cada uso y ocupación.

<b>AREA TOTAL LOTE</b>	
AREA CONSTRUIDA	88.130 m <sup>2</sup>
AREA DE CESION	72.293 m <sup>2</sup>
AREA EQUIPAMIENTO URBANO	5.849 m <sup>2</sup>

*Figura 9. Área total del lote. Tabla Excel. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)*

En las siguientes figuras se muestra la distribución de las áreas a construir en planos arquitectónicos de la planta de cada una de las 4 etapas, al igual que las áreas de cesión.

Proyecto de grado (Modalidad práctica profesional)  
 Construcción, PARQUE LOGISTICO EPROCOM.  
 Danya Jazmín Bravo.



Figura 10. Planta general arquitectónica y distribución de bodegas. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)



Figura 11. Planta arquitectónica y distribución de bodegas etapa uno. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)

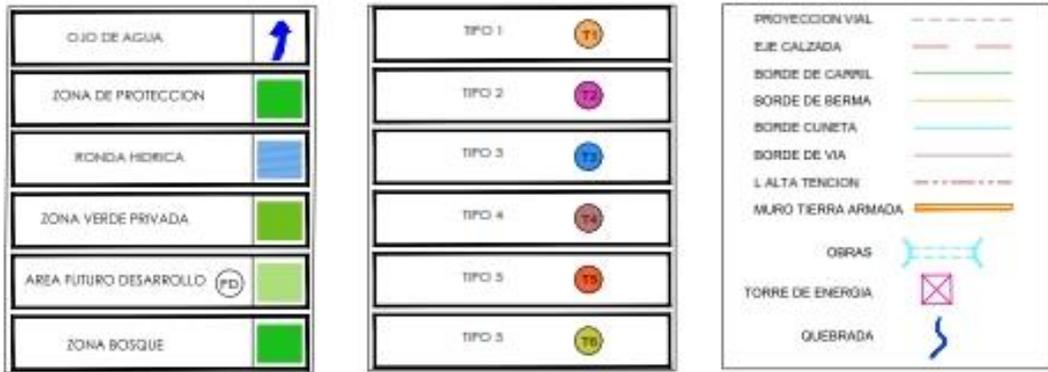
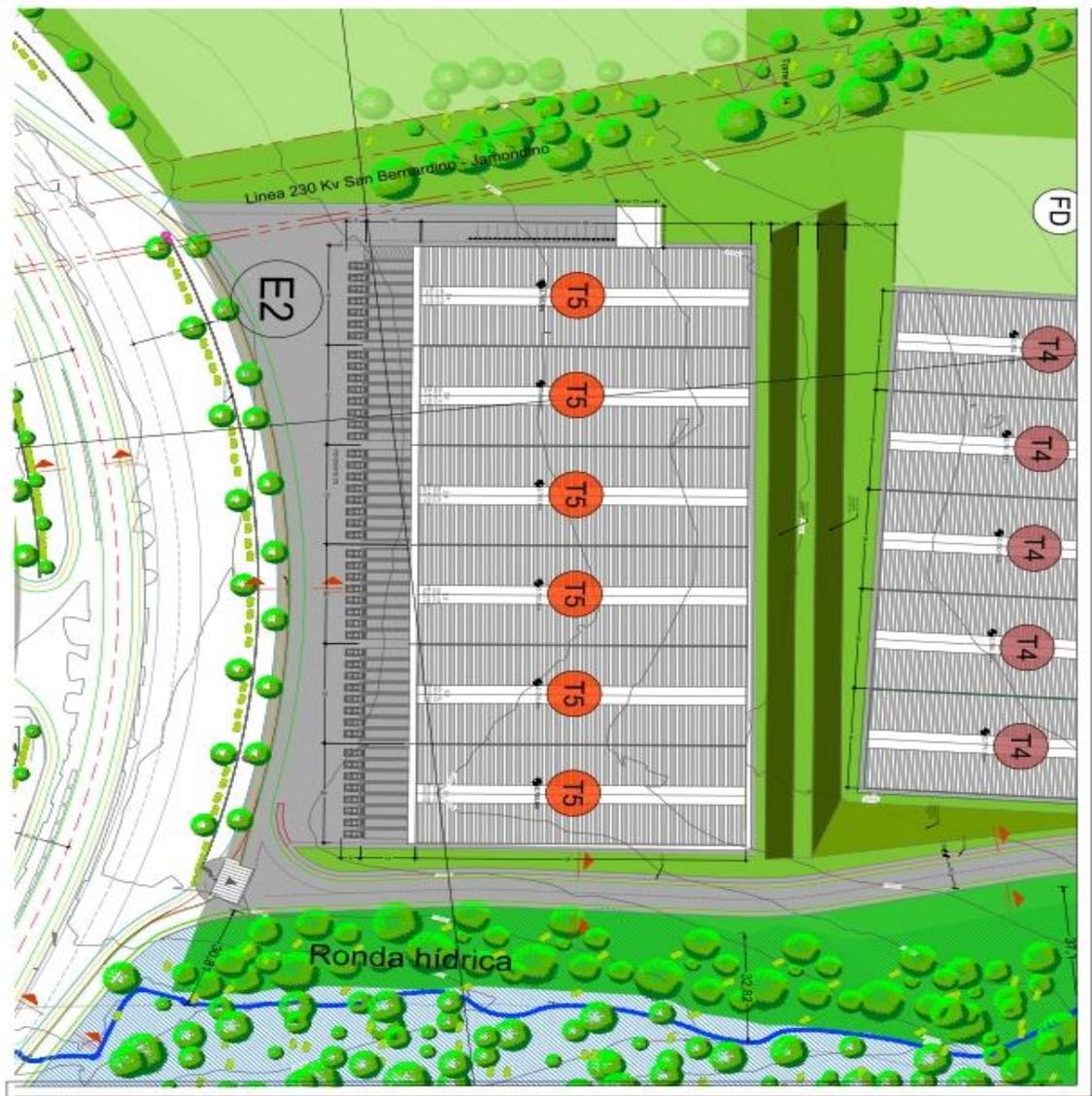


Figura 12. Planta arquitectónica y distribución de bodegas etapa dos. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)

### **6.3. DISEÑO ARQUITECTÓNICO.**

En las siguientes imágenes se trata de tener un acercamiento gráfico de lo que sería los terminados y funcionalidad del proyecto, se muestra básicamente la apariencia y espacialidad de las bodegas, los espacios a doble altura y los vanos en fachada que procuran tener una cantidad considerable de luz natural, además se logra proyectar la idea de circulación y conectividad de las cuatro etapas.



*Figura 13. Bodegas Alkosto (Etapa dos) y acceso a etapas dos y tres. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM)*



Figura 14. Vista frontal modulo tipo con edificio independiente de administración.  
(Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM).



Figura 15. Aspecto frontal bodegas vitrina (Show rooms), etapa uno. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM).



*Figura 16. Aspecto interno bodegas tipo con mezzanine y edificio de administración independiente. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM).*



*Figura 17. Patios de maniobras, Circulación y áreas de descarga. (Fuente: Diseño arquitectónico EPROCOM).*

## **7. ANALISIS E INFORMACION SUMINISTRADA EN OBRA.**

De la información del proyecto suministrada se centrara principalmente en el estudio de suelos, ya que la obra se inicia con una fase de explanación en las dos primeras etapas; en la etapa uno sobre la cual se construirá un volumen de terraplén significativo y en la etapa dos se realizara excavación profunda para adecuar los lotes sobre los cuales se construirá cada etapa, el desarrollo de esta fase contempla una compensación de material de corte con el de relleno, es por eso que el estudio de suelos se convierte en una parte fundamental en este proceso, ya que conocer los parámetros del suelo que se va a cortar y sobre el que se va a rellenar es de vital importancia para el manejo de material de corte y para la conformación de las capas de terraplén.

### **7.1. ESTUDIO DE SUELOS.**

Se realizó el estudio de suelos correspondiente en las dos primeras etapas del parque con el fin de estimar y caracterizar el subsuelo del lote y determinar parámetros geotécnicos de los suelos que conforman el sitio a intervenir y finalizar con las conclusiones y recomendaciones resultantes garantizando la estabilidad y seguridad de la estructura a construir.

De acuerdo con el área de las edificaciones, el número de pisos, el uso de las estructuras, las cargas que transmitirán al subsuelo y la complejidad del proyecto y cumpliendo con lo estipulado en el titulo H de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, la categoría de la obra es BAJA para la cual el número mínimo de sondeos son tres y a una profundidad mínima de seis metros por unidad de construcción, teniendo en cuenta esto se ejecutó la siguiente serie de trabajos:

Una investigación con perforaciones y ensayos, que permitió identificar: La Estratigrafía, existencia del nivel freático y las propiedades del suelo, parámetros con los que se calculó la capacidad portante del suelo.

#### **7.1.1. Aspectos Geológicos.**

El marco geológico regional, revela que la geología de la ciudad de Pasto se encuentra originada en los periodos cuaternario y plioceno de la era Cenozoica. De acuerdo a esto, existen dos tipos predominantes en la zona del Valle del Atriz sobre la cual reposa la ciudad: La primera son depósitos de tobas de ceniza y

lapilli intercaladas con lavas de composición andesítica y la segunda está compuesta por depósitos aluviales y de llanuras aluviales.

De igual manera, cabe resaltar las fallas geológicas cuya actividad predomina en la zona: Al norte se encuentra la falla de Silvia-Pijao, al sur la Falla de Pasto, al este la Falla de San Ignacio y al oeste la Falla Manchabajoy.

### 7.1.2. Estratigrafía.

De acuerdo a la exploración realizada y mediante el análisis de los resultados de laboratorio, se dedujo el perfil estratigráfico que se muestra a continuación:

#### Perfil estratigráfico predominante del terreno sobre la Etapa 1.

PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN S.U.C.S	Ncampo
De:	Hasta:		
0,00	0,50	MH	13
0,50	1,00		13
1,00	1,50		16
1,50	2,00		16
2,00	2,50		16
2,50	3,00		16
3,00	3,50	ML	15
3,50	4,00		15
4,00	4,50		15
4,50	5,00		17
5,00	6,00		18

Figura 18. Perfil estratigráfico Etapa 1. (Fuente: Estudio de suelos EPROCOM)

Perfil estratigráfico predominante del terreno sobre la Etapa 2.

PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN S.U.C.S	Ncampo
De:	Hasta:		
0,00	0,50	ML	17
0,50	1,00		17
1,00	1,50		22
1,50	2,00		22
2,00	2,50		18
2,50	3,00		18
3,00	3,50	ML	7
3,50	4,00		9
4,00	4,50		9
4,50	5,00		10
5,00	6,00		10

Figura 19. Perfil estratigráfico Etapa 2. (Fuente: Estudio de suelos EPROCOM)

Con los anteriores perfiles y realizando la corrección de golpes SPT se obtienen los siguientes valores geotécnicos de resistencia y clasificación del perfil de suelo.

Etapa 1:

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIFICACIÓN	No MUESTRA	SPT			DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA			COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm <sup>2</sup> )	COHESIÓN - Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
				Diez	Hasta	Grava							Areña	Fino			
0,00	0,50	[Color marrón]	1	3	4	5	Suelo compuesto por limos de alta plasticidad arenosos. Color café con vetas gris y rojas.	MH	34,93	51,34	34,84	16,70	11,52%	33,06%	55,44%	.	.
0,50	1,00			3	4	5											
1,00	1,50			3	4	5											
1,50	2,00			3	4	5											
2,00	2,50			5	6	6											
2,50	3,00			5	6	6											
3,00	3,50	[Color marrón]	2	6	6	7	Suelo compuesto por limos de baja plasticidad arenosos. Color café rojizo claro.	ML	40,09	44,96	29,39	15,57	0,44%	30,92%	68,64%	.	.
3,50	4,00			6	6	7											
4,00	4,50			6	6	7											
4,50	5,00			6	7	8											
5,00	6,00			6	7	8											

Figura 20. Perfil estratigráfico y parámetros de suelo etapa 1. (Fuente: Estudio de suelos EPROCOM)

Etapa 2:

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIFICACIÓN	No MUESTRA	SPT	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA			COMPRESIÓN SIMPLE (Kg/cm <sup>2</sup> )	COHESIÓN - Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
											Grava	Arena	Fino		
0,00	0,50		1	3 3 6	Suelo compuesto por limos de baja plasticidad arenosos. Color rojizo con vetas amarillas.	ML	62,26	47,24	34,38	12,86	4,86%	33,74%	61,40%	•	•
0,50	1,00			3 3 6											
1,00	1,50			7 8 6											
1,50	2,00			7 8 6											
2,00	2,50			3 3 3											
2,50	3,00			3 3 3											
3,00	3,50		2	3 3 4	Suelo compuesto por limos de baja plasticidad arenosos. Color café grisáceo.	ML	62,23	46,82	28,87	17,95	0,00%	36,44%	63,56%	•	•
3,50	4,00			3 4 5											
4,00	4,50			4 4 5											
4,50	5,00			5 5 5											
5,00	6,00			5 5 5											

Figura 21. Perfil estratigráfico y parámetros de suelo etapa 1. (Fuente: Estudio de suelos EPROCOM)

7.1.3. Nivel Freático.

No se encontro nivel freático durante las exploraciones realizadas.

## 7.2. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS<sup>2</sup>

### 7.2.1. Cimentaciones propuestas:

Teniendo en cuenta las propiedades hidráulicas, físicas y mecánicas de los suelos se recomienda la cimentación de las columnas mediante la construcción de zapatas cuadradas a una profundidad mínima de 1.50 m a partir de la cota del primer piso terminado cuya capacidad portante resultante es de **12.43 Tn/m<sup>2</sup>** en la **ETAPA 1** y **15.22 Tn/m<sup>2</sup>** en la **ETAPA2**.

Se recomienda de igual manera unir las zapatas monolíticamente entre sí a través de vigas de cimentación en concreto reforzado con secciones iguales o mayores a 0.40 m de ancho, o de acuerdo a las dimensiones que recomiende el calculista.

Igualmente es necesario proteger el fondo de la excavación con un solado mínimo de 15 cm de espesor con la finalidad de evitar desprendimiento de material y alteraciones físico-mecánicas del suelo de fundición por acciones climatológicas como lluvias e intemperismo.

### 7.2.2. Parámetros de diseño sismo resistente:

La ciudad de pasto se encuentra ubicada en zona ALTA de riesgo sísmico, por lo cual los coeficientes de diseño para la resistencia a sismos son:

- ✚ Tipo de perfil del suelo: **D**
- ✚  $A_a = 0.25 g$
- ✚  $A_v = 0.25 g$
- ✚  $F_a = 1.30$
- ✚  $F_v = 1.90$
- ✚ Grupo de uso: **Grupo I – Estructuras de ocupación normal.**
- ✚ Coeficiente de importancia I

### 7.2.3. Consideraciones geotécnicas para pavimentos.

Para el cálculo de la estructura de pavimentos más adecuada para andenes, parqueaderos y vías internas de acuerdo al criterio del profesional a cargo, se emiten los siguientes CBR's de diseño de subrasante:

- ✚ **Etapa 1:** los CBR's de diseño emitidos por el estudio de suelos son: 7.0 % (Percentil 60), 4.5% (Percentil 75), y 3.5 % (Percentil 87.5), el profesional a cargo de la proyección de la estructura de pavimento deberá escoger de acuerdo al Nivel de Tránsito calculado para el proyecto.

---

<sup>2</sup> ESTUDIO DE SUELOS PARQUE LOGISTICO EPROCOM. Basalto ingeniería.

- ✚ **Etapas 2:** se determinó el resultado más crítico encontrado en la zona en este caso es del 3 %.

#### **7.2.4. Otros coeficientes de diseño:**

Para el cálculo y diseño de la cimentación y demás obras en contacto con el terreno, se emiten los coeficientes de empuje del suelo (Activo, pasivo y en reposo) con el fin de diseño estructural en el caso de la construcción de muros de contención y evaluación preliminar de estabilidad de taludes y conformación de terrazas.

- ✚ Coeficiente de empuje activo del suelo ( $K_a$ ) = 0.45
- ✚ Coeficiente de empuje pasivo del suelo ( $K_p$ ) = 2.20
- ✚ Coeficiente de empuje en reposo del suelo ( $K_o$ ) = 0.63

Debido a que todavía no se ha finalizado las etapas de corte, excavación relleno y conformación de terrazas dentro del terreno, es necesario verificar estos factores cuando las condiciones se encuentren en la etapa final, y así definir las características definitivas de estabilidad de muros y taludes.

### **7.3. RECOMENDACIONES SOBRE EL ESTUDIO DE SUELOS<sup>3</sup>**

#### **7.3.1. Taludes en corte.**

Para los taludes con alturas menores de 5 m se recomienda realizar cortes a  $0.25H : 1V$ , con una buena protección de los taludes contra la erosión tal como se indica en el plano anexo.

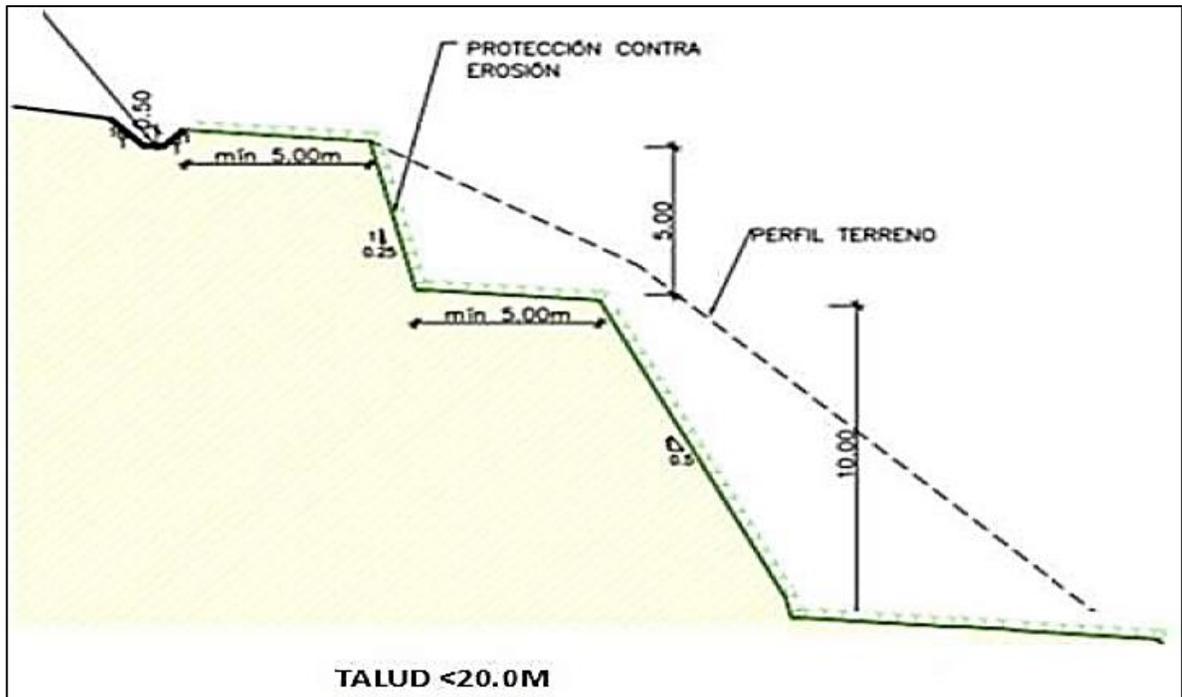
Taludes mayores de 5 m y menores de 10 m construirlos con pendiente de  $0.5H : 1V$ , con una protección contra la erosión y zanja de coronación revestida en concreto, con su respectiva entrega al sistema de drenaje del proyecto Según se muestra en el plano del anexo.

Para taludes mayores de 10 m y menores de 15 m construir un primer corte hasta la altura de 10 m con una pendiente de  $0.5V : 1V$  con una terraza o berma 5 m con pendiente hacia el exterior de 5% , y los 5 m finales con pendiente de  $0.25H : 1V$ , con una protección contra la erosión y zanja de coronación revestida en concreto, con su respectiva entrega.

---

<sup>3</sup> ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EPROCOM. Ing. MARLON SALAZAR ARCOS.

Para taludes menores a 22 m sobre este tipo de suelo, se recomiendan construirlos con pendientes de 0.5H:1V, con una berma intermedia de 5 m de ancho a los 11 m con una pendiente hacia el exterior de 5%, y los 10 m finales con pendiente de 0.25H:1V, con una protección contra la erosión y zanja de coronación revestida en concreto, con su respectiva entrega. Según se muestra en las imágenes anexas.



*Figura 22. Diseño de taludes 1. (Fuente: ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EPROCOM)*

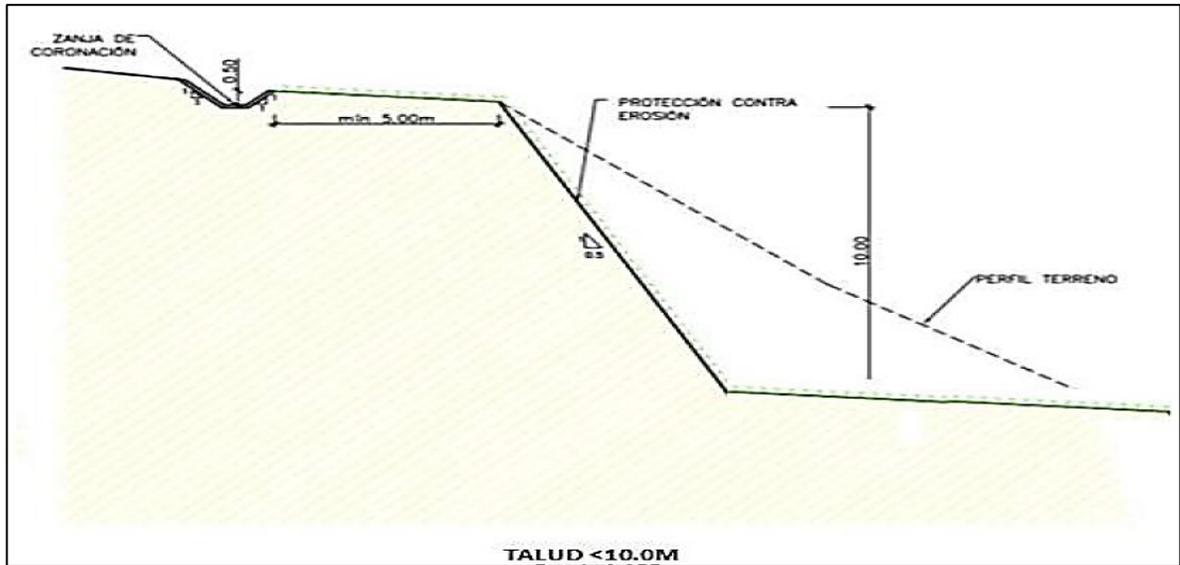


Figura 23. Diseño de taludes 2. (Fuente: ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EPROC.COM)

### 7.3.2. Terraplenes o rellenos.

Los terraplenes son estructuras muy susceptibles a problemas de deslizamientos y erosión debido a su bajo grado de cementación y a que generalmente su colocación genera una disminución del factor de seguridad con relación del talud natural de la topografía del terreno. Adicionalmente la humedad del suelo induce una superficie de debilidad en el plano de contacto del terraplén y el suelo natural, más aún cuando no se hace un buen alistamiento del terreno cuando construye el terraplén. Es importante tener en cuenta no bloquear nacimientos, escorrentías de agua, zonas de humedad sin construir sistemas de drenajes eficientes, para evitar el ablandamiento del suelo. Previo a la construcción de los terraplenes se recomienda realizar el descapote o retiro del material orgánico a profundidad mínima de  $0.50\text{ m}$ . Los suelos de fundación de los terraplenes se consideran blandos y/o deformables, con humedades y plasticidades altas, capacidad portante del suelo de  $12\text{ Ton}/\text{m}^2$ , lo que limita los terraplenes a máximo  $15\text{ m}$  de altura, sin cimentación con obras adicionales o el uso de geo sintéticos de refuerzo.

Estabilidad del terraplén menor a  $20\text{ m}$ : estos terraplenes se recomiendan construirlos con relleno común compactado con pendiente de  $1H:1V$ , con un sobre ancho en la corona de  $0.50\text{ m}$  en las zonas vehiculares y protección contra la erosión y cuneta revestida en concreto y  $5\text{ m}$  de berma entre taludes con una cuneta revestida en concreto y de  $3\text{ m}$  para las zonas de construcción. En los casos que por efectos de espacio no se puedan construir en rellenos común compactados se podrán construir reforzados con mallas geo sintéticas, con el

objeto de reducir el ancho transversal del terraplén. Cimentación del terraplén: las cimentaciones sobre estos terraplenes se recomiendan que sean mínimo entre 0.5m y 1m de profundidad y/o la profundidad necesaria para levantar el descapote y construir un filtro en la pata inferior del talud, compuesto por material filtrante y geotextil no tejido de 0.6 m de espesor.

Estabilidad del terraplén menor de 15 m: la construcción de estos se hace similar a la de los taludes con alturas menores a 20 m, lo que cambia es la cimentación sobre taludes de este tipo ya que para estos terraplenes se recomiendan cimentar mínimo a 0.5 m de profundidad y/o la profundidad necesaria para levantar el descapote y un filtro en toda la base, compuesto por material filtrante y geotextil no tejido de 0.60 m de espesor.

Los asentamientos estimados para terraplenes de 15m de altura son del orden de 0.67m (a nivel de la rasante) y 0.32m a nivel de la cimentación del terraplén. Lo equivalente a aproximadamente 4cm por metro de altura de terraplén, por lo tanto, se debe proyectar la pavimentación posterior al periodo de ocurrencia de los asentamientos del terraplén, los cuales se estima que estos asentamientos deben ocurrir en un tiempo no mayor a 6 meses.

### **7.3.3. Consideraciones generales para taludes y terraplenes.**

Se recomienda ejecutar un plan de seguimiento durante construcción, mediante control topográfico para establecer alertas frente a la amenaza por procesos de movimientos en masa y complementariamente se pueden incluir e identificar si existen tasas de movimientos, dirección y plano de falla. Las cunetas recomendamos que se construyan en concreto, para evitar la acción erosiva del agua en taludes en corte y terraplenes, así como el ingreso al subsuelo. La protección superficial de los taludes en terraplenes y especialmente en cortes es requisito para mantener condiciones de estabilidad adecuadas, debido a que al estar el talud en corte expuesto pierde humedad, cohesión y por lo tanto se disminuyen la estabilidad del mismo. Para la fundación de los terraplenes, se deberán preparar previamente el terreno de apoyo, mediante la excavación del material orgánico o consolidado en forma escalonada, para definir las terrazas para acomodar y compactar las capas granulares. Debe considerarse cuando la base de los terraplenes quede próxima a los cauces de las quebradas, la protección de las orillas con pedraplén de tamaño mínimo 0.50 m. El material que se excave y que no se vaya a utilizar para la construcción de terraplenes, deberá ser retirado del lugar de las obras al sitio destinado como botadero, aprobado de acuerdo al plan de manejo ambiental aprobado y por ninguna circunstancia podrá acumularse en los bordes de los cauces de las quebradas o en la parte alta de las

laderas donde pueda establecerse una sobrecarga y por ende una situación de riesgo.

Para los terraplenes se recomienda realizar un control y medición de los asentamientos del subsuelo, por lo menos una vez cada dos semanas, con sus respectivas gráficas. Es importante destacar que los asentamientos por consolidación comenzaran a producirse desde el inicio de la construcción de cada terraplén. Debido a la variabilidad de los materiales, a las grandes alturas de cortes y terraplenes en el proyecto, se deberá contar con la asesoría de un Ingeniero Geotecnista.

## **8. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTIA.**

Para dar inicio al proceso constructivo de la obra se debió comenzar con una fase de explanación sobre las dos primeras etapas ya que se hizo necesaria debido a que la topografía del espacio de trabajo presentaba una serie de accidentes, pendientes y taludes los cuales obligaron una inevitable modificación para adaptar el terreno a la funcionalidad del proyecto, esta condición obligo a invertir económicamente y requirió de maquinaria para su intervención para lograr las explanaciones y excavaciones necesarias, este proceso fue uno de los primeros retos que se presentó a lo largo del desarrollo de adecuación, y requirió de una cuidadosa planeación para invertir y usar de la forma más eficiente los recursos tanto humanos como tecnológicos.

Es por eso que se hace obligatorio un riguroso control y seguimiento de los procesos a seguir para que las dos fases de explanación (corte y terraplén), se realicen de acuerdo a las especificaciones del proyecto, es allí donde la auxiliar entro a poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su paso por cada aula de clase para cumplir con los objetivos y metas del proyecto.

Se describen a continuación las actividades realizadas por la auxiliar en los diferentes procesos del proyecto.

### **8.1. EXPLANACION ETAPA 1 Y 2.**

#### **8.1.1. Corte sobre etapa 2:**

##### **8.1.1.1. Condición inicial de la obra:**

La fase de explanación o movimiento de tierra para la construcción del Parque Logístico Eprocom se inició en octubre del 2015 hasta diciembre del mismo año, luego reinicia desde enero hasta abril del 2016 y se suspende actividades por lluvias en la zona. Después de tres de meses de suspensión se reinicia el 18 de julio de 2016, para esta fecha se tenían contemplados cortar sobre la etapa dos o etapa Alkosto un total de  $160602 m^3$ , este volumen de corte estaba en banco

dividido por terrazas, en la siguiente imagen se muestra una vista general de las dos etapas a inicios del mes de julio.



*Figura 24. Vista general etapas 1 y 2 Julio 2016. (Fuente: Registro fotográfico EPROC.COM)*

En la siguiente imagen se puede visualizar las terrazas en etapa 2, las cuales se procederían a cortar hasta llegar a los niveles de diseño:



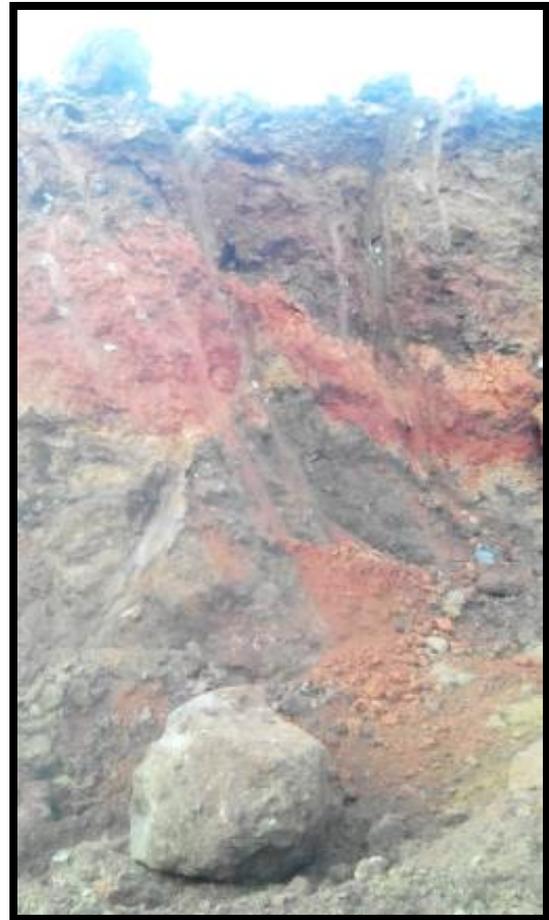
*Figura 25. Vista de terrazas etapa 2. (Fuente: Propia).*

### 8.1.1.2. Tipo de material de corte.

Según los resultados del estudio de suelos el material predominante en la etapa dos son limos de baja plasticidad (**ML**), con humedad natural del 62% e índice de plasticidad promedio del 15%, en las siguientes imágenes se muestra los diferentes suelos encontrados al efectuar la excavación sobre esta etapa.



*Figura 26. Tipo de suelo etapa 2. (Fuente: Propia)*



*Figura 27. Estratigrafía en terreno etapa 2. (Fuente: Propia)*

En general el material a cortar era en su mayoría cenizas volcánicas, de color variable entre rojizos, amarillos y cafés, este tipo de material resulto ideal para ser utilizado para la construcción del terraplén en etapa uno, sin embargo, se debía tener precaución con la humedad con que este salía del banco ya que si esta era alta el material no permitía ser compactado y por el contrario era causante de fallos sobre el terraplén. El exceso de humedad no solo era causante de fallos, también provocaba deslizamientos, acolchonamiento entre otros.

Además de este tipo de suelo, sobre la etapa dos se encontraron betas de material no apto para terraplén en general eran suelos de color gris, y negro con un alto contenido de humedad, este material era depositado en el sitio de depósito o botadero, al igual que el material contaminado con capa vegetal.

El material que salía con capa vegetal, raíces o algún indicio de vegetación se debía rechazar por completo y bajo ningún motivo ser utilizado para terraplén.

### **8.1.1.3. Equipos y maquinaria para corte.**

Para llevar a cabo el proceso de corte de material es indispensable el empleo de equipo y maquinaria pesada. En el proceso de explanación de la obra y dentro de este para el corte, cargue y transporte de material durante el periodo de análisis se contó con los siguientes equipos:

#### **Equipos de corte y cargue:**

Durante el periodo de corte se contó con 4 excavadoras diferentes:

- Excavadora CAT 326D2L
- Excavadora VOLVO EC 210 B
- Excavadora CAT 320 DL
- Excavadora CAT 320D

De las cuatro excavadoras con las que se contaron para cortar, la primera CAT 326 D2L es la de mayor rendimiento, la capacidad de la pala es de  $2 m^3$ , lo que genera tiempo de cargue menores y volúmenes de corte mayores.



*Figura 28. Excavadora CAT 326 D2L. (Fuente: Propia)*

Las otras tres máquinas de corte tenían características similares, la capacidad de la pala de estas es de  $1\text{ m}^3$ , sin embargo, el rendimiento y este en función del tiempo de cargue es diferente para cada máquina, debido al estado funcional de cada máquina y en especial por los operadores ya que unos son más ágiles que otros lo que hace que el rendimiento varíe significativamente.



*Figura 29. Excavadora VOLVO Ec 210B. (Fuente: Propia)*



*Figura 30. Excavadora CAT 320DL. (Fuente: Propia)*



*Figura 31. Excavadora CAT 320D. (Fuente: Propia)*

Además de los equipos de corte y cargue se contó con dos máquinas para adecuación de vías y zonas de cargue, estas son:

- Mini cargador CAT 236 B
- Retro cargador CAT 420D (pajarita)

Estos dos equipos son de gran utilidad para el mantenimiento principalmente de en las zonas de cargue ya que por su tamaño y funcionalidad permiten realizar labores de limpieza y retiro de material en lapsos cortos evitando pérdidas de tiempo en el corte y cargue de material.



*Figura 32. Retro cargador CAT 420D.  
(Fuente: Propia)*



*Figura 33. Mini cargador CAT 236B  
(Fuente: Propia)*

### **Transporte de material.**

Para el acarreo de material se conto con volquetas de 14 y 15 m<sup>3</sup> de capacidad.



*Figura 34. Volquetas para acarreo de material. (Fuente Propia)*

#### **8.1.1.4. Programación corte de material.**

Para realizar corte de material se debía analizar las condiciones del terreno sobre el cual se efectuaría el corte para lograr obtener los mejores rendimientos tanto en corte como en transporte del material, tener en cuenta las vías de acceso hacia el lugar exacto de corte, el estado de las mismas y la dimensión de la plataforma de cargue era de gran importancia, ya que si estas condiciones no eran las adecuadas, el acceso de las volquetas generarían mucho tiempo muerto siendo este el principal tiempo a atacar para generar más volumen de corte, se muestra en la siguiente imagen la posición perfecta de cargue para generar el menor tiempo muerto posible.



*Figura 35. Cargue ideal para mayores rendimientos. (Fuente: Propia)*

Otro de los aspectos importantes para programar corte fue la identificación del tipo de material a cortar, ya que en banco se tiene varios tipos de suelo, material apto para ser utilizado en la construcción del terraplén sobre la etapa uno y material de descapote el cual contenía capa vegetal, este se transporta hasta el sitio de depósitos de material o botadero.

El botadero se encuentra continuo a la etapa uno, este sitio pertenece a DEVINAR una de concesiones viales del departamento, el cual contaba con todos los requisitos y permisos requeridos para depositar material.

Cuando el corte compromete material de descapote es importante conocer el espesor de la capa vegetal que se afectaría para diligenciar las fichas técnicas del

plan de manejo ambiental (PMA), la cuales implica llevar un riguroso registro del área descapotada, tipo de suelo, fecha de corte y sitio de depósito.



*Figura 36. Espesor capa vegetal. (Fuente: Propia).*

La humedad del material a cortar es uno de los principales criterios para programar el lugar de corte porque a pesar de que el material de toda la etapa dos tenía características similares la humedad de este presentaba variaciones significativas dependiendo del sitio, sobre las bodegas 2.1-2.3 la humedad era más alta en comparación a las bodegas 2.4-2.6, en cuanto al rendimiento en corte de material entre más baja la humedad se alcanza mayores movimientos ya que las pistas de cargue no se dañan y la circulación de las volquetas es más fluida lo que disminuía significativamente el tiempo muerto en cada cargue.

El equipo usado para realizar corte, cargue y transporte era fundamental para programar las actividades diarias ya que cada equipo de cargue genera rendimientos diferentes por lo que el tren de volquetas requerido depende de que excavadora realice el corte.

Por último, pero no con la intención de restarle transcendencia para programar corte se debía tener claro el sitio al cual se conducía el material para no saturar un mismo lugar y para lograr un ciclo perfecto en el corte, en resumidas cuentas, en el contexto de la obra lo que se busca es que haya una dinámica continua y coordinada entre la capacidad de carga y el número de volquetas evitando así la inutilización de maquinaria.

### 8.1.1.5. Avance de corte.

Para iniciar con la actividad de corte se tenía previsto intervenir las zonas más altas de la etapa dos, y efectivamente así se hizo, durante las primeras semanas se cortó en su totalidad las zonas con material de descapote y así se evita contaminar el material apto para terraplén con capa vegetal, en la siguiente tabla se muestran los volúmenes cortados durante las dos semanas de julio.

MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Fecha	TERRAPLEN	CAPOTE	TOTAL	SEMANAL
lunes, 18 de julio de 2016	1554	0	1554	6314
martes, 19 de julio de 2016	0	1596	1596	
viernes, 22 de julio de 2016	1022	280	1302	
sábado, 23 de julio de 2016	1862	0	1862	
martes, 26 de julio de 2016	1414	210	1624	6146
miércoles, 27 de julio de 2016	840	910	1750	
jueves, 28 de julio de 2016	546	826	1372	
sábado, 30 de julio de 2016	1400	0	1400	
<b>TOTAL</b>	<b>8638</b>	<b>3822</b>	<b>12460</b>	

*Figura 37. Avance en corte Julio 2016. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Como se puede mirar durante estas dos semanas se movieron  $12460 m^3$  de los cuales  $3822 m^3$  fueron material de descapote, durante estas dos semanas el corte y cargue de material se hizo con la excavadora CAT 326, a pesar de que esta máquina es la que la de mayor capacidad, durante este periodo de tiempo los rendimientos no fueron los esperados, se esperaba llegar a un movimiento de tierra diario no menor a  $2500 m^3$ , fue este el motivo por el cual se toma la decisión de suspender actividad de corte para esta máquina e ingresar otra cuya tarifa horaria resulta más económica lo cual implicaba una capacidad de cargue menor.

La máquina con la cual se sustituyó la CAT fue una excavadora Volvo Ec210B, cuya capacidad de cargue es de  $1 m^3$ , durante el mes de agosto se realizó la actividad de corte con esta máquina generando rendimientos aceptables respecto al costo por hora.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de material cortado en el mes de agosto.

MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Fecha	TERRAPLEN	CAPOTE	TOTAL	SEMANAL
lunes, 01 de agosto de 2016	700	1148	1848	<b>9310</b>
martes, 02 de agosto de 2016	1512	0	1512	
miércoles, 03 de agosto de 2016	1498	0	1498	
jueves, 04 de agosto de 2016	1344	0	1344	
viernes, 05 de agosto de 2016	1554	0	1554	
sábado, 06 de agosto de 2016	1554	0	1554	
lunes, 08 de agosto de 2016	2016	0	2016	<b>8582</b>
martes, 09 de agosto de 2016	1932	0	1932	
miércoles, 10 de agosto de 2016	1638	0	1638	
jueves, 11 de agosto de 2016	266	0	266	
viernes, 12 de agosto de 2016	1190	0	1190	
sábado, 13 de agosto de 2016	1190	350	1540	
lunes, 15 de agosto de 2016	1106	0	1106	<b>13915</b>
martes, 16 de agosto de 2016	1820	0	1820	
jueves, 18 de agosto de 2016	2089	0	2089	
viernes, 19 de agosto de 2016	2899	0	2899	
sábado, 20 de agosto de 2016	1703	0	1703	
martes, 23 de agosto de 2016	2590	0	2590	
miércoles, 24 de agosto de 2016	1708	0	1708	<b>9390</b>
jueves, 25 de agosto de 2016	1862	0	1862	
viernes, 26 de agosto de 2016	1992	0	1992	
sábado, 27 de agosto de 2016	1238	0	1238	
	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>35401</b>	<b>1498</b>	<b>36899</b>	

*Figura 38. Avance en corte agosto 2016. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Durante este mes se alcanzó un total de corte de  $36899 m^3$ , y un acumulado de  $49359 m^3$ , los rendimientos durante este mes fueron mejores y con costos de producción menores a los del primer mes, a continuación, se muestra el avance en terreno durante estos dos meses.



*Figura 39. Avance en corte de material agosto 2016. (Fuente: Propia)*

Durante este lapso de tiempo se efectuó corte de material a lo largo de las seis bodegas de la etapa dos, de esta forma con el avance diario se conforma una plataforma cada vez más cerca a los niveles de diseño.

En la primera semana de septiembre la excavadora Volvo fue retirada de la obra por fallas en su sistema mecánico y fue allí donde ingresaron dos excavadoras Caterpillar 320D Y 320DL, la primera se empleó para corte de material y la segunda para iniciar con la construcción de taludes en zonas en las cuales ya se había excavado hasta la profundidad deseada.

En el transcurso de este mismo mes debido a que se aumentó el número de volquetas en la obra se reingresa la excavadora CAT 326, pero esta vez con un operador diferente este cambio fue muy positivo ya que en comparación del mes de julio se llegó a obtener volúmenes de corte mucho más altos y a mirar ciclos de corte, cargue y transportes casi perfectos.

En este mes el avance fue más visible, se empezó a mirar taludes terminados y plataformas de cargue más grandes lo que hizo posible implementar dos frentes de corte logrando obtener movimientos hasta de 4000  $m^3$  diarios.

Los rendimientos alcanzados durante este mes se muestran a continuación:

<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS SEPTIEMBRE</b>				
<b>Fecha</b>	<b>TERRAPLEN</b>	<b>CAPOTE</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SEMANAL</b>
jueves, 01 de septiembre de 2016	1770	0	1770	<b>4590</b>
viernes, 02 de septiembre de 2016	1693	0	1693	
sábado, 03 de septiembre de 2016	1127	0	1127	
lunes, 05 de septiembre de 2016	1584	0	1584	<b>11714</b>
martes, 06 de septiembre de 2016	1772	0	1772	
miércoles, 07 de septiembre de 2016	1749	0	1749	
jueves, 08 de septiembre de 2016	3332	0	3332	
viernes, 09 de septiembre de 2016	2361	0	2361	
sábado, 10 de septiembre de 2016	916	0	916	
lunes, 12 de septiembre de 2016	3154	0	3154	<b>13160</b>
martes, 13 de septiembre de 2016	2331	0	2331	
jueves, 15 de septiembre de 2016	2282	0	2282	
viernes, 16 de septiembre de 2016	2929	0	2929	
sábado, 17 de septiembre de 2016	2464	0	2464	
martes, 20 de septiembre de 2016	4123	0	4123	<b>17714</b>
miércoles, 21 de septiembre de 2016	3558	0	3558	
jueves, 22 de septiembre de 2016	3714	0	3714	
viernes, 23 de septiembre de 2016	3609	0	3609	
sábado, 24 de septiembre de 2016	2710	0	2710	
lunes, 26 de septiembre de 2016	3531	0	3531	<b>66386</b>
martes, 27 de septiembre de 2016	3443	0	3443	
jueves, 29 de septiembre de 2016	1050	0	1050	
viernes, 30 de septiembre de 2016	1580	0	1580	
<b>TOTAL</b>	<b>56782</b>	<b>0</b>	<b>56782</b>	

Figura 40. Avance en corte septiembre 2016. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Como se mencionó después de la segunda semana, cuando se utilizó las dos excavadoras para corte los rendimientos son notablemente más altos.

Al finalizar el mes de septiembre se inicia el periodo de invierno dentro de la zona y la obra se ve sometida a fuertes lluvias lo cual causo una nueva suspensión en las actividades de corte de material, el avance hasta esta fecha se muestra en las siguientes imágenes:



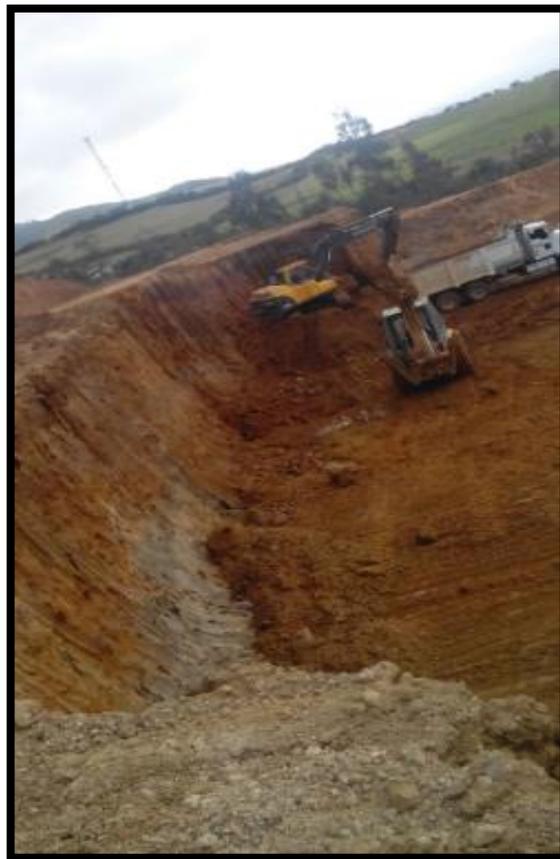
*Figura 41. Corte de material con dos máquinas. (Fuente: Propia)*



*Figura 42. Panorama de corte sobre etapa dos 15 de septiembre. (Fuente: Propia)*



*Figura 43. Avance de corte bodegas 1-5 28 de septiembre. (Fuente: Propia)*



*Figura 44. Avance de corte bodegas 1-2. (Fuente: Propia).*

### 8.1.1.6. Registro y control de corte.

El principal objetivo de la auxiliar dentro del proceso de corte consistió en hacer la programación diaria del sitio en el cual se efectúa dicha actividad, para ello se llevó un registro detallado del avance de corte diario el cual permite evidenciar las condiciones con las cuales se obtenían los mejores rendimientos de igual manera permitía conocer los puntos de falla y corregirlos para alcanzar las metas propuestas.

Se registró tanto física como digitalmente los tiempos de cargue de las maquinas encargadas de esta actividad, tiempo muerto en cada viaje y hora de cargue estos datos eran registrados con la ayuda de un auxiliar de obra y la auxiliar se encargó de procesarlos para hacer el análisis correspondiente.

Este registro es de gran utilidad al momento de presentar al director de obra los informes semanales y mensuales de la obra.

Se llevó el control de cada viaje cargado con la hora de cargue, se tuvo en cuenta la máquina de corte y el lugar de depósito de material, en la siguiente tabla se muestra una parte del registro de uno de los días de corte.

	HORA	VOLQUETA	PLACA	VOLUMEN	USO
<b>REF</b>	<b>jueves, 01 de septiembre de 2016</b>		<b>Retro CAT 320DL</b>		
349	07:08	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6
385	07:13	Volqueta HINO 1	SZZ-385	14	PARQ. 1-6
349	07:20	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6
348	07:28	Volqueta KENWORTH	TLM-348	14	PARQ. 1-6
349	07:32	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6
385	07:36	Volqueta HINO 1	SZZ-385	14	PARQ. 1-6
348	07:42	Volqueta KENWORTH	TLM-348	14	PARQ. 1-6
349	07:46	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6
385	07:51	Volqueta HINO 1	SZZ-385	14	PARQ. 1-6
348	07:54	Volqueta KENWORTH	TLM-348	14	PARQ. 1-6
349	08:01	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6
385	08:04	Volqueta HINO 1	SZZ-385	14	PARQ. 1-6
348	08:12	Volqueta KENWORTH	TLM-348	14	PARQ. 1-6
349	08:14	Volqueta FIGHTLINER MORADA	XVB-349	14	PARQ. 1-6

*Figura 45. Registro movimiento de material de terraplén. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Con los datos anteriores se procesaba la siguiente información:

<b>RESUMEN JORNADA DE TRABAJO</b>																																						
martes, 20 de septiembre de 2016																																						
<b>VIAJES POR HORA</b>																																						
<b>HORA</b>	<b>No. DE VIAJES</b>																																					
6 - 7	0																																					
7 - 8	22																																					
8 - 9	30																																					
9 - 10	21																																					
10 - 11	29																																					
11 - 12	31																																					
12 - 13	1																																					
13 - 14	31																																					
14 - 15	31																																					
15 - 16	35																																					
16 - 17	32																																					
17 - 18	29																																					
18 - 19	0																																					
	<b>292</b>	<b>OK</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>VIAJES POR VOLQUETA</b></th> <th style="text-align: center; padding: 5px;"><b>VOLUMEN (M3)</b></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050; width: 30%; padding: 5px;"><b>REF</b></th> <th style="background-color: #92d050; padding: 5px;"><b>No. DE VIAJES</b></th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">TNE-127</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">462</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">TLM-348</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">532</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">SZZ-385</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">168</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">THX-918</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">448</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">SZU-454</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">490</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">SZZ-390</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">490</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">SMW-073</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">525</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">UPB-874</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">518</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">XVB-349</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">490</td></tr> <tr> <td style="text-align: right; padding: 5px;"><b>TOTAL</b></td> <td style="text-align: center;">292</td> <td style="text-align: center;">4123</td> </tr> </tbody> </table>			<b>VIAJES POR VOLQUETA</b>		<b>VOLUMEN (M3)</b>	<b>REF</b>	<b>No. DE VIAJES</b>		TNE-127	33	462	TLM-348	38	532	SZZ-385	12	168	THX-918	32	448	SZU-454	35	490	SZZ-390	35	490	SMW-073	35	525	UPB-874	37	518	XVB-349	35	490	<b>TOTAL</b>	292	4123
<b>VIAJES POR VOLQUETA</b>		<b>VOLUMEN (M3)</b>																																				
<b>REF</b>	<b>No. DE VIAJES</b>																																					
TNE-127	33	462																																				
TLM-348	38	532																																				
SZZ-385	12	168																																				
THX-918	32	448																																				
SZU-454	35	490																																				
SZZ-390	35	490																																				
SMW-073	35	525																																				
UPB-874	37	518																																				
XVB-349	35	490																																				
<b>TOTAL</b>	292	4123																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #92d050;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>USO MATERIAL</b></th> <th style="text-align: center; padding: 5px;"><b>VOLUMEN (M3)</b></th> </tr> <tr> <th style="background-color: #92d050; width: 30%; padding: 5px;"><b>SITIO</b></th> <th style="background-color: #92d050; padding: 5px;"><b>No. DE VIAJES</b></th> <th style="padding: 5px;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">T. 4-6</td><td style="text-align: center;">195</td><td style="text-align: center;">2753</td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">DEVINAR</td><td style="text-align: center;">97</td><td style="text-align: center;">1370</td></tr> <tr> <td style="text-align: right; padding: 5px;"><b>TOTAL</b></td> <td style="text-align: center;">292</td> <td style="text-align: center;"><b>4123</b></td> </tr> </tbody> </table>			<b>USO MATERIAL</b>		<b>VOLUMEN (M3)</b>	<b>SITIO</b>	<b>No. DE VIAJES</b>		T. 4-6	195	2753	DEVINAR	97	1370	<b>TOTAL</b>	292	<b>4123</b>																					
<b>USO MATERIAL</b>		<b>VOLUMEN (M3)</b>																																				
<b>SITIO</b>	<b>No. DE VIAJES</b>																																					
T. 4-6	195	2753																																				
DEVINAR	97	1370																																				
<b>TOTAL</b>	292	<b>4123</b>																																				

Figura 46. Resumen de jornada de movimiento de material. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

La información de la tabla anterior es el resumen de una jornada de trabajo en donde se observa los rendimientos alcanzados por hora, el control de viajes por volqueta y el uso de material o sitio de depósito.

Con los registros diarios se realizó los siguientes controles mensuales, en la siguiente tabla se muestran los registros hora a hora de un número de días, el cual tiene importancia al momento de analizar las horas de mayor y menor rendimiento.

SEPTIEMBRE - 2016							
FECHA	20/09/2016	21/09/2016	22/09/2016	23/09/2016	26/09/2016	27/09/2016	PROMEDIO/HORA
HORA	No. DE VIAJES						
6 - 7							15
7 - 8	22	22	22	31	14	26	17
8 - 9	30	20	24	26	31	23	20
9 - 10	21	23	20	22	19	18	15
10 - 11	29	27	27	36	26	22	21
11 - 12	31	31	26	32	25	27	21
12 - 13	1	0	1	0	0	0	8
13 - 14	31	29	32	30	27	23	20
14 - 15	31	29	26	18	32	24	20
15 - 16	35	30	27	20	43	36	21
16 - 17	32	25	26	22	21	29	19
17 - 18	29	16	32	19	12	16	18
18 - 19	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL-DÍA</b>	<b>292</b>	<b>252</b>	<b>263</b>	<b>256</b>	<b>250</b>	<b>244</b>	<b>177</b>

Figura 47. Número de viajes de movimiento hora a hora. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Tanto para los informes como para realizar las cuentas de cobro se llevó un registro mensual de los viajes realizados por cada volqueta en obra y del volumen movido por día como se muestra:

RESUMEN VIAJES MES DE JULIO					
VIAJES POR DÍA		SEPTIEMBRE - 2016			
FECHA	No. DE VIAJES	VIAJES POR VOLQUETA		VOLUMEN	
		REF	No. DE VIAJES	(M3)	
01/09/2016	125	XVB-349	389	5446	
02/09/2016	119	SZZ-385	519	7266	
03/09/2016	78	TLM-348	550	7700	
05/09/2016	109	KUN-067	131	1965	
06/09/2016	122	SMW-073	465	6975	
07/09/2016	121	TNE-127	583	8162	
08/09/2016	233	SJP-846	74	1110	
09/09/2016	165	THX-918	398	5572	
10/09/2016	64	SZU-454	295	4130	
12/09/2016	223	UPB-874	327	4578	
13/09/2016	165	SZZ-390	277	3878	
15/09/2016	163	<b>TOTAL</b>	<b>4008</b>	<b>56782</b>	
16/09/2016	209				
17/09/2016	176				
20/09/2016	292				
21/09/2016	252				
22/09/2016	263				
23/09/2016	256				
24/09/2016	192				
26/09/2016	250				
27/09/2016	244				
29/09/2016	75				
30/09/2016	112				
	<b>4008</b>				
		<b>ACUMULADO TOTAL</b>			
		JULIO	12460		
		AGOSTO	41809		
		SEPTIEMBRE	56782		
		<b>TOTAL</b>	<b>111051</b>		

Figura 48. Resumen por mes de movimiento de material. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

En cuanto a los equipos empleados para realizar la actividad también se les realizó un control de horas trabajadas, para esto se registraba el horómetro al inicio y final de cada jornada y la diferencia entre estas serían las horas trabajadas. Con el registro de horas y el del volumen de corte se realizaba diariamente un análisis de costo el cual proporciona el precio del corte y transporte de un metro cubico.

NOMINA		SEMANA TRES		
		martes, 20 de septiembre de 2016		
PERSONAL ADMINISTRATIVO	CARGO	HORAS	HORAS EXTRAS	V/R DÍA
EDGAR ALEXANDER RAMIREZ MELO	Ing Residente	9		\$ 209.554,95
JAZMIN BRAVO MOLINA	Ing Auxiliar	9		\$ 39.724,09
FRANCISCO GABRIEL MUÑOZ BOTINA	Topografo	9		\$ 130.971,86
PERSONAL OPERATIVO				
ALVARO PASU CAMPO	Conductor			\$ -
DANY ROLANDO LOPEZ NARVAEZ	Auxiliar de obra	9	1	\$ 45.241,32
GERARDO JESUS BASANTE BASTIDAS	Cadenero II	9	1	\$ 48.853,72
SAULO REYNEL ROJAS CRUZ	Auxiliar de obra	9	1	\$ 48.853,72
JESUS MAURICIO MERCHANCANO ROSERO	Conductor	9	1	\$ 51.836,98
JOSE ARMANDO JIMENEZ CAIVIO	Auxiliar de obra	9	1	\$ 45.241,32
LEOMAR FERNERY NARVAEZ JARAMILLO	Auxiliar de obra	9	1	\$ 45.241,32
LEONEL ARTURO TREJO JOJOA	Cadenero I	9	1	\$ 57.803,47
LUIS GILBERTO ORDOÑEZ HURTADO	Auxiliar de obra	9	1	\$ 45.241,32
WILSON ANTONIO ROJAS CRUZ	Auxiliar de obra	9	1	\$ 45.241,32
YEFERSON MAURICIO PASU CAMPO	Auxiliar de obra			\$ -
AYUDANTES				
DIEGO GIOVANNY BRAVO GUERRERO	Almacenista	9		\$ 61.232,03
ABELARDO PASU CAMPO	Conductor	9		\$ 83.821,99
TITO JARAMILLO	Auxiliar de obra	9		\$ 39.724,09
EQUIPO				
MAQUINA	TARIFA POR HORA	No. DE HORAS		V/R DÍA
Excavadora CAT 326D	\$ 140.000			\$ -
Excavadora VOLVO	\$ 85.000			\$ -
Excavadora CAT 320DL	\$ 100.000	10		\$ 1.000.000
Excavadora CAT 320D	\$ 95.000	10		\$ 950.000
Retroexcavadora pajarita	\$ 70.000			\$ -
Minicargador	\$ 50.000			\$ -
Camioneta	\$ 12.500	8		\$ 100.000
Equipo de topografia	\$ 4.050	4		\$ 16.200
VOLQUETAS				
PLACA	TARIFA POR VIAJE	No. DE VIAJES	VOLUMEN (M3)	V/R DÍA
UPB-874	\$ 12.000	37	518	\$ 444.000
SZU-454	\$ 12.000	35	490	\$ 420.000
SZZ-385	\$ 12.000	12	168	\$ 144.000
THX-918	\$ 12.000	32	448	\$ 384.000
XVB-349	\$ 12.000	35	490	\$ 420.000
TLM-348	\$ 12.000	38	532	\$ 456.000
SMW-073	\$ 12.000	35	525	\$ 420.000
TNE-127	\$ 12.000	33	462	\$ 396.000
SZZ-390	\$ 12.000	35	490	\$ 420.000
<b>V/R NOMINA / DÍA</b>				\$ 998.584
<b>V/R EQUIPO / DÍA</b>				\$ 2.066.200
<b>V/R VOLQUETAS / DÍA</b>				\$ 3.504.000
<b>V/R TOTAL DÍA</b>				\$ 6.568.784
<b>VOLUMEN TOTAL (M3)</b>				<b>4.123</b>
<b>V/R POR M3.</b>				<b>\$ 1.593</b>

Figura 49. Costo unitario de corte. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

El costo del corte de material es de gran importancia ya que permite de forma directa cuantificar el rendimiento en la obra.

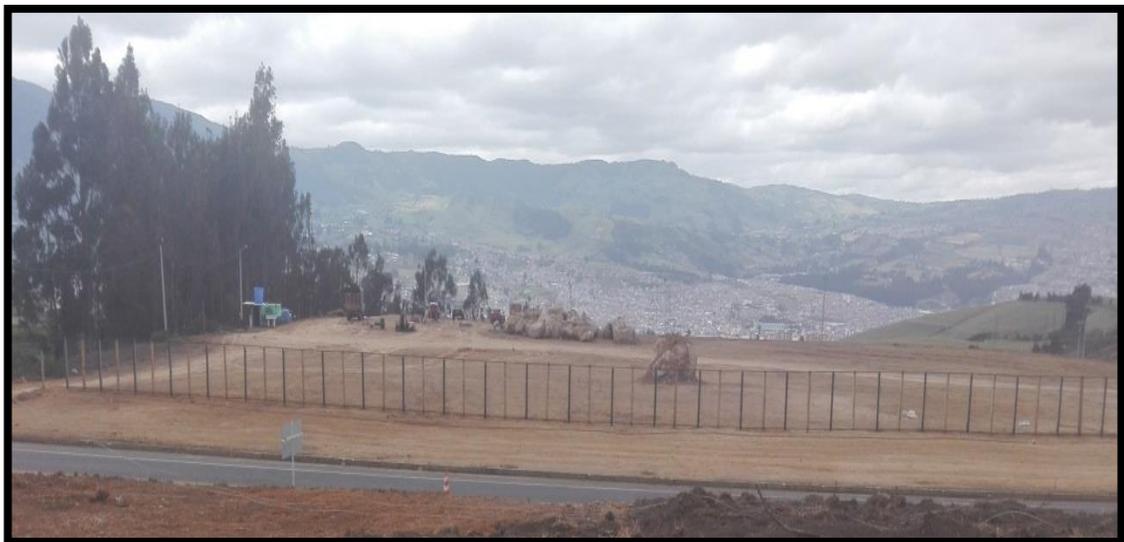
### **8.1.2. CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN EN ETAPA UNO.**

Como se mencionó antes, sobre la etapa uno se planea construir un terraplén de gran magnitud, esta etapa contempla la construcción de 10 bodegas, para la conformación del terraplén se subdividió la etapa en 5 Plataformas las cuales se muestran en la siguiente tabla con su respectivo nivel de relleno.

<b>PLATAFORMA</b>	<b>COTA DE DISEÑO</b>
TERRAZAS 1-3	2.746.07 - 2.744.12
TERRAZAS 4-6	2.746.07 - 2.744.12
TERRAZAS 7-10	2.735.5 - 7.732.2
PARQUEADEROS 1-6	2.741.02
PARQUEADEROS 7-10.	2.730.8 – 2.729.55

*Figura 50. Cotas de diseño etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Al iniciar el relleno, los niveles de las plataformas eran evidentemente más bajos a los definitivos, en las siguientes imágenes se muestra el estado inicial de la cada una de las plataformas sobre la etapa uno.



*Figura 51. Terrazas 1-6. (Fuente: Propia)*



*Figura 52. Terrazas 7-10. (Fuente: Propia).*



*Figura 53. Parqueaderos 4-6. (Fuente: Propia).*

Al iniciar con el relleno todas las plataformas excepto la terraza 1-3 están por debajo del nivel de diseño por lo menos 1 m por abajo, en consecuencia, se inició la conformación del terraplén sin realizar chequeo de niveles.

#### **8.1.2.1. Procedimiento constructivo de terraplén.**

El procedimiento constructivo que se debía llevar para la conformación del terraplén es el siguiente:

Primero se establece el lugar sobre el cual se extiende el material de relleno, para esto es indispensable verificar las condiciones del terreno o plataforma de descargue, ya que si esta no cuenta con la estabilidad y resistencia adecuada el proceso de descargue no funciona correctamente debido a que las volquetas se entierran lo que genera pérdidas de tiempo en el ciclo de transporte de material y con esto menores rendimientos.

El material debía ser descargado a una distancia adecuada para que al momento que el bulldozer vaya a extenderlo la capa quede con el espesor adecuado.

El espesor de la capa a conformar depende de la calidad del material y en gran parte de la humedad con la que este sale del banco; entre menor humedad tenga el suelo mayor era el espesor de la capa, en general los espesores de las capas variaban entre **20 y 30 cm.**

Realizar los respectivos chequeos de estos espesores es de gran importancia debido a que no se puede pasar estos valores ya que capas con espesores mayores resultaban muy difícil de compactar y más aún cuando el material tiene mucha humedad es muy difícil lograr secar el material, el chequeo de los espesores se realizaba con cinta métrica sobre la altura del terraplén y con equipo de topografía como se muestra.



*Figura 54. Medición espesor capa de terraplén. (Fuente: Propia)*

Otra de las consecuencias que conlleva la conformación de capas de gran espesor es contribuir a la formación de superficies de falla ya que los equipos disponibles para realizar el proceso de compactación tenían capacidad máxima de 30 cm de espesor, por lo cual el material no alcanza un buen acomodo y al contrario son fuente de fallas y hundimientos sobre el terreno.

Luego del extender el material el bulldozer se encarga del proceso de pisado realizado con sus orugas logrando que el material vaya adquiriendo un mejor grado de acomodo.

El material se deja extendido hasta que pierda humedad por lo general se deja pasar al menos un día para proceder a la etapa de compactación.

Por último, se compacta el material, para realizar este proceso se contaba con dos vibro compactadores, los cuales inician actividad una vez el material libera humedad para lograr un mejor resultado en el acomodo del material.

En la siguiente imagen se muestra el ciclo de conformación de terraplén.



*Figura 55. Proceso de conformación de terraplén. (Fuente: Propia)*

#### **8.1.2.2. Control de la conformación de terraplén.**

Además de llevar registro y control del sitio de descargue y del espesor de las capas de relleno, se registraba el volumen de lleno diario en cada terraza, al igual que los equipos empleados para el extendido y conformación del material. Con los datos de volumen y tiempos de actividad de las maquinas se realizó el análisis para conocer el costo unitario de la conformación de terraplén, en la siguiente tabla se muestra el costo de la actividad de relleno en un día.

EQUIPO		martes, 20 de septiembre de 2016	
MAQUINA	TARIFA POR HORA	No. DE HORAS	
Bulldozer D6D	\$ 90.000	10	\$ 900.000
Equipo de topografía	\$ 4.050	4	\$ 16.200
Vibro compactador PATECABRA	\$ 65.000	8	\$ 520.000
Vibro compactador DYNAPAC CA 25	\$ 65.000	9	\$ 585.000
VOLQUETAS			
PLACA	TARIFA POR VIAJE	No. DE VIAJES	VOLUMEN (M3)
UPB-874	\$ 12.000	37	518
SZU-454	\$ 12.000	35	490
SZZ-385	\$ 12.000	12	168
THX-918	\$ 12.000	32	448
XVB-349	\$ 12.000	35	490
TLM-348	\$ 12.000	38	532
SMW-073	\$ 12.000	35	525
TNE-127	\$ 12.000	33	462
SZZ-390	\$ 12.000	35	490

V/R NOMINA / DÍA	\$ -
V/R EQUIPO / DÍA	\$ 2.021.200
V/R TOTAL DÍA	\$ 2.021.200
VOLUMEN TOTAL (M3)	<b>4.123</b>
V/R POR M3.	\$ <b>490</b>

Figura 56. Costo unitario de conformación de terraplén. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Al igual que el costo de corte de material, el valor de conformación de terraplén se hace muy importante para complementar un buen análisis acerca de los rendimientos en la obra.

A inicios del mes de septiembre el avance en terraplén en algunas terrazas era evidente, por lo que es necesario llevar el control de los niveles y volumen faltante en cada plataforma, en la siguiente imagen se muestra el avance hasta este mes y en la tabla siguiente se presenta el avance en relleno durante el mes de septiembre.



Figura 57. Avance del proyecto agosto 2016. (Fuente: Propia)

ZONA	VOL. POR LLENAR (M3)	VOL. LLENADO (M3)	VOL. FALTANTE (M3)	PORCENTAJE FALTANTE
Terrazas 1-6	26095	21073	5022	19%
Terrazas 7-10	19215	5625	13591	71%
Parqueaderos 4-6	34684	14028	20656	60%
Parqueaderos 7-10	32512	2824	29687	91%
<b>TOTAL</b>	<b>116843</b>	<b>56782</b>	<b>73090</b>	

Figura 58. Volúmenes de relleno etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

En la tabla anterior se muestra el volumen por llenar a inicios del mes de septiembre, el llenado y en faltante al final del mes, como se puede mirar en algunas plataformas el porcentaje faltante es mínimo, principalmente en la terraza 1-6, de esta terraza en las bodegas 1-3 se llegó a la cota 2745.10 m, siendo este el nivel máximo de relleno por lo tanto se procede a extender una capa de material de mejoramiento en este caso de recebo mezclado con granzón.

Estos materiales llegan a la obra desde una de las canteras del sector, al ingresar el material se debía realizar el chequeo de la calidad de este, para ello se debía tener en cuenta el tamaño del agregado grueso, la humedad y uniformidad de las partículas gruesas y finas.

La extensión de este material se hace con motoniveladora, ya que al estar en la parte final del terraplén se debe tener especial cuidado con los niveles y pendientes de cada zona para evitar variaciones en las cotas de diseño. En esta fase del proyecto el chequeo de las cotas y niveles se hace solamente con equipo topográfico ya que un error puede causar cambios significativos tanto en los diseños como en el presupuesto de la obra, el procedimiento de esta actividad se muestra en las siguientes imágenes:



*Figura 59. Extendido de capa de mejoramiento. (Fuente: Propia).*



*Figura 61. Chequeo de niveles.  
(Fuente: Propia)*



*Figura 60. Material de mejoramiento, Granzón.  
(Fuente: Propia)*

### 8.1.3. RESUMEN DE PROCESO DE EXPLANACION.

Para realizar el cierre de las actividades de explanación se desarrolló el siguiente informe en el cual se muestra de forma precisa las actividades que se realizaron en este ítem, este trabajo se hizo necesario debido a que se presentaron incrementos significativos en el volumen de corte de material.

El movimiento de tierra para la construcción del parque logístico Eprocom se dio inició el 10 de octubre y se llevó a cabo hasta el 23 de diciembre de 2015, luego reinicia desde el 13 de enero hasta el 11 de abril del 2016 y se suspende actividades por lluvias en la zona. Después de tres de meses de suspensión se reinicia el 18 de julio.

Para reiniciar actividades en Julio se efectuó la siguiente programación:

ARTICULO	ITEMS	UND	TOTAL
<b>EXPLANACIONES</b>			
210	Excavación de la explanación, canales y prestamos	M3	160.602
220	Terraplenes	M3	148.735
<b>TRANSPORTE</b>			
900.1	De la excavación de la explanación, canales y préstamos, entre cien (100) metros y mil (1000) metros	M3-EST	160.602

*Figura 62. Programación de corte, Julio 2016. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Según esta programación se tenían por cortar  $160.602 m^3$  de los cuales  $148.735 m^3$  eran material de terraplén y los  $11.867 m^3$  material de descapote.

Las actividades de movimiento de material se iniciaron el 18 de julio y se suspenden nuevamente el 4 de octubre de 2016, el resumen de movimiento se presenta a continuación.

MOVIMIENTO DE TIERRA DE JULIO A OCTUBRE 2016			
FECHA	TERRAPLEN M3	DESCAPOTE M3	TOTAL M3
JULIO	8638	3822	12460
AGOSTO	40311	1498	41809
SEPTIEMBRE	56782	0	56782
OCTUBRE	1036	0	1036
<b>TOTAL</b>	<b>106767</b>	<b>5320</b>	<b>112087</b>

*Figura 63. Movimiento de material Julio-octubre 2016. Tabla Excel. (Fuente: Propia).*

Realizando un comparativo entre lo inicialmente programado y lo efectuado en el periodo laborado se tiene:

MATERIAL	VOL. PROGRAMADO	VOL. EJECUTADO	DIFERENCIA
TERRAPLEN	148735	106767	41968
DESCAPOTE	11867	5320	6547
<b>TOTAL</b>	<b>160602</b>	<b>112087</b>	<b>48515</b>

Figura 64. Volúmenes programados y ejecutados de corte. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Analizando la tabla anterior se tiene un volumen pendiente por cortar de  $48.515 m^3$ , sin embargo, según la topografía actual faltan por mover los siguientes volúmenes de material.

VOLUMEN POR MOVER		
ZONA	VOL. COMPACTO (M3)	VOL. SUELTO (M3)
ETAPA 2 (Alkosto)	114,600	148.980
<b>TOTAL</b>		<b>148.980</b>

Figura 65. Volumen restante por mover en etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Se tienen pendientes por mover un total de  $147.680 m^3$  de material suelto, según esta información se tiene un desfase de  $100.465 m^3$  ( $148.980 - 48.515$ ) respecto a la programación inicial, esta diferencia se debe a aumentos en el área del sobre la etapa 2.

En la imagen a continuación se muestran 4 zonas en las cuales se efectuó modificaciones causando incrementos del volumen de corte y en tabla siguiente se muestra de forma cuantitativa dicho incremento.

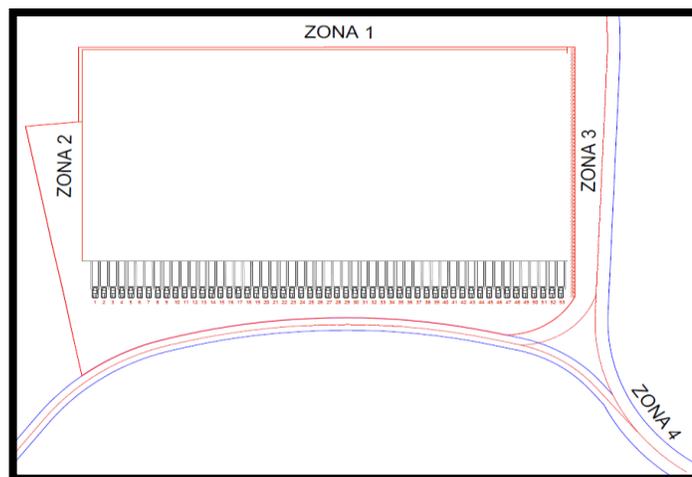


Figura 66. Zonas de incremento de volumen de corte. (Fuente: Topografía EPROC.COM)

INCREMENTO EN MOVIMIENTO DE TIERRAS		
ZONA	VOLUMEN (m3)	DESCRIPCIÓN
1	24570	Ampliación área, 5m de fondo
2	65000	Ampliación Etapa dos
3	8580	Ampliación hacia vía etapa 3
4	4000	Carril de desaceleración derecho.
<b>TOTAL</b>	<b>102.150</b>	

*Figura 67. Incremento de volumen de corte etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Analizando los datos anteriores, se puede mirar que el aumento en volumen de corte se dio por motivo de ampliación en área etapa Alkosto, de igual manera se observa que el incremento difiere en **1685 m<sup>3</sup>** respecto al desfase inicial, lo cual es aceptable.

### **Resumen de corte de material.**

Desde el 10 de octubre de 2015 hasta el primero de octubre de 2016 se movieron las siguientes cantidades de material tanto de terraplén como descapote.

MOVIMIENTO DE TIERRA POR MES				
MES	No. DE DÍAS	TERRAPLEN (m3)	CAPOTE (m3)	TOTAL (m3)
OCTUBRE	18	11,585	8,813	20,398
NOVIEMBRE	20	6,587	17,150	23,737
DICIEMBRE	18	22,288	12,768	35,056
ENERO	16	29,666	7,000	36,666
FEBRERO	25	43,652	2,226	45,878
MARZO	21	40,684	3,256	43,940
ABRIL	5	11,466	742	12,208
JULIO	8	8,638	3,822	12,460
AGOSTO	25	40,311	1,498	41,809
SEPTIEMBRE	23	56,782	-	56,782
OCTUBRE	1	1,036	-	1,036
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>272,695</b>	<b>57,275</b>	<b>329,970</b>
<b>PROMEDIO POR DÍA</b>	<b>1,833</b>			

*Figura 68. Resumen final de movimiento de tierras. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*



Figura 69. Resumen de movimiento de tierras por mes. (Fuente: Propia).

En lo anterior se muestra en tabla y gráficamente las cantidades totales de material movido. En la siguiente tabla se hace un resumen de promedios en los doce meses, relacionando el volumen total con el número de días por mes y horas por día.

PROMEDIOS DE MOVIMIENTO				
MES	VOLUMEN	No. DE DÍAS	HORAS/DÍA	PROM. /DÍA
OCTUBRE	20.398	18	10	1.133
NOVIEMBRE	23.737	20	11	1.187
DICIEMBRE	35.056	18	12	1.948
ENERO	36.666	16	12	2.292
FEBRERO	45.878	25	12	1.835
MARZO	43.940	21	13	2.092
ABRIL	12.208	5	13	2.442
JULIO	12.460	8	10	1.558
AGOSTO	41.809	25	11	1.672
<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>56.782</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>2.469</b>
OCTUBRE	1.036	1	6	1.036
<b>TOTAL</b>	<b>329.970</b>	<b>180</b>		<b>19.663</b>
<b>PROMEDIO POR DÍA</b>	<b>1.833</b>			

Figura 70. Promedios y rendimiento de movimiento de material. Tabla Excel. (Fuente: Propia).

De la información mostrada en las tablas anteriores se concluye lo siguiente:

- El incremento en volumen de material para corte respecto a la última programación es significativo por lo que se debe proceder a hacer una nueva programación con el volumen de corte faltante.
- Se puede observar que el mes de mayor producción desde el inicio de las labores en corte de material fue el mes de septiembre por lo que se podría tomar este mes como el mes de mayor rendimiento.
- Siendo septiembre el mes óptimo, este se trabajó con jornadas diarias de 10 horas, si se compara el producido en este mes con otros cuya jornada laboral fue mayor a 10 horas se puede analizar que **lo ideal es trabajar en jornadas de máximo 10 horas diarias** ya que se aprovecha al máximo el tiempo laborado además resulta más económico y el desgaste del personal es menor lo cual genera una mayor eficiencia durante sus jornadas.
- El promedio diario movido durante el mes de septiembre fue  $2469 m^3$  y el promedio diario incluyendo todos los meses en los cuales hubo movimiento de material fue  $1833 m^3$ , estos dos valores sirven como referencia al momento de reprogramar actividades de corte de material.

### **Volumen de corte restante.**

El volumen de material que falta por cortar sobre la etapa dos es de  **$148.980 m^3$**  de esta cantidad  **$32.800 m^3$  está en bodegas 1-2**. Para la nueva programación el volumen a cortar sobre estas dos bodegas se convierte en prioridad, por lo tanto, se necesita lograr una producción ideal para aprovechar al máximo el tiempo de corte, para ello se realiza un análisis de la producción obtenida sobre el mes de septiembre.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los cuatro frentes de trabajo para corte, relacionando cada una de las excavadoras empleadas en el mes de septiembre, el tren de cargue mostrado a continuación es el necesario para lograr una producción óptima con cada equipo.

<b>EQUIPO DE CORTE</b>	<b>No. DE VOLQUETAS</b>	<b>PROMEDIO VIAJES-HORA</b>	<b>VOLUMEN/DÍA M3</b>
EXCAVADORA CAT 326D	5-6	21	2900
EXCAVADORA CAT 320DL	4	13	1800
EXCAVADORA CAT 320D	4-5	16	2000
EXCAVADORA VOLVO	4	14	1900

*Figura 71. Rendimiento por equipo de corte. Tabla Excel. (Fuente: Propia)*

Teniendo en cuenta las condiciones anteriores, se hace el siguiente análisis económico obteniendo un costo unitario de corte de material por metro cubico.

EQUIPO DE CORTE	TARIFA POR HORA	V/R POR M3
EXCAVADORA CAT 326D	\$140,000	\$1,840
EXCAVADORA CAT 320DL (Alirio)	\$100,000	\$2,220
EXCAVADORA CAT 320D (Jon)	\$95,000	\$1,940
EXCAVADORA VOLVO (Víctor)	\$85,000	\$2,050

Figura 72. Precio unitario por equipo de corte. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

Se puede observar que los menores costos de producción se logran con las excavadoras CAT 326D Y 320D, por lo tanto, si se quiere lograr una buena producción se debería pensar en utilizar una de estas dos máquinas para corte o aún mejor hacer uso de las dos simultáneamente.

Además de tener presente el rendimiento de cada una de las máquinas, al momento de programar se debe tener cuenta el lugar en donde se va a depositar el material de corte, ya que al reiniciar con esta actividad se tendrá una limitante la cual en julio no existía, la cual se refiere a los volúmenes de lleno faltantes en etapa uno, ya que las plataformas de las bodegas en esta etapa están próximas a su nivel cero en relleno, en la siguiente tabla se muestra el volumen de lleno faltante en cada plataforma de la etapa 1.

ZONA	VOL. POR LLENAR COMPACTO (M3)	VOL. POR LLENAR SUELTO (M3)
TERRAZAS 1-3	5446	7.080
TERRAZAS 4-6	23210	30.173
TERRAZAS 7-10	17699	23.009
PARQUEADEROS 1-6	25137	32.678
PARQUEADEROS 7-10	16000	20.800
PTAR	3200	4.160
<b>TOTAL</b>	<b>90692</b>	<b>117.900</b>

Figura 73. Volúmenes de rellenos definitivos en etapa 2. Tabla Excel. (Fuente: Propia)

El volumen de terraplén por conformar es de 90.692 m<sup>3</sup> compactos, si a este volumen lo afectamos por el 30% de expansión se tiene que el material faltante para llegar al nivel cero en cada plataforma es de **117.900 m<sup>3</sup>**.

Como se mostró anteriormente el volumen suelto de material en etapa dos por cortar es de **148.980 m<sup>3</sup>**, por lo que en masa se observa que se puede hacer una

compensación completa de material de corte en terraplén, sin embargo, quedará un sobrante de **31.080 m<sup>3</sup>**, volumen que será depositado en el sitio de depósito de material DEVINAR, este sitio aun cuenta con una capacidad aproximada de **60.000 m<sup>3</sup>**, por lo tanto, el volumen sobrante puede ser depositado allí.

<b>DIAGRAMA DE MASAS</b>			
<b>ZONA</b>	<b>CORTE</b>	<b>TERRAPLEN</b>	<b>DIFERENCIA</b>
ETAPA 1	148.980	-	148.980
ETAPA 2	-	117.900	117.900
DEVINAR	-	60.000	60.000
<b>TOTAL</b>	<b>161.980</b>	<b>177.900</b>	<b>28.920 (Terraplén)</b>

*Figura 74. Diagrama de masas. Tabla Excel. (Fuente: Propia).*

Como se había mencionado la diferencia entre corte y terraplén está a favor ya que se tienen aproximadamente 28.920 m<sup>3</sup> disponibles para depósito de material de corte en el sitio en DEVINAR.

## **8.2. CONTROL DE OBRA.**

Además de las actividades de explanación la auxiliar era la encargada del control y administración de la obra en los siguientes aspectos.

### **8.2.1. Registro y control de personal.**

La auxiliar llevo el registro de la nómina operativa de la obra, esto implica llevar control diario del personal que ingresa a la obra, verificar que los trabajadores estuvieran al día con afiliación a salud, pensión y principalmente a riesgos profesionales, si un trabajador no contaba con esta afiliación debía ser retirado de la obra hasta que cuente con dicha afiliación.

El registro de días laborados por cada trabajador se entregaba mensualmente en la oficina de talento humano de la empresa para realizar el pago de nómina, este registro se presenta como se muestra a continuación:

NOMBRE TRABAJADOR	agosto/16																															total días	días fest	Hrs Extr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m			
ALVARO PASU CAMPO	2	2	1	3	3	6	X	3	3	2	X	X	6	X	2	-3	2	2	6	X	2	2	2	3	2	X	-9	30	2	44				
HENRY GEOVANY MIRAMA JOJOA	2	2	1	X	3	6	3	3	2	X	X	6	X	2	X	X	X	6	X	2	2	2	3	1	X	30	1	48						
GERARDO JESUS BASANTE BASTIDAS	2	2	1	2	3	6	X	3	3	1	X	X	X	X	X	2	2	X	X	X	1	1	1	3	1	X	1	30	1	35				
GUILLERMO ALONSO MELO BRAVO	2	2	1	X	3	6	3	3	1																			10		21				
JESUS MAURICIO MERCHANCANO																																		
JOSE ANTONIO JIMENEZ CAIVIO																																		
LEOMAR FERNERY NARVAEZ JARAMILL	2	2	1	2	3	6	3	3	1	X	X	6	X	2	-9	2	2	6	X	2	2	2	3	1	X	X	30	1	44					
LEONEL ARTURO TREJO JOJOA		2	1	2	3	6	3	3	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	3	1	X	1	29		29				
LUIS GILBERTO ORDOÑEZ HURTADO	2	2	1	2	3	6	3	3	1	X	X	6	X	2	X	2	2	6	X	2	2	-9	3	1	X	X	30	1	42					
RAMIRO ADOLFO URBANO TULCAN	2	2	1																															
YEFERSON MAURICIO PASU CAMPO																																		

### 8.2.2. Ingreso de materiales.

Durante el periodo en la obra se llevó el registro de ingreso de material a la obra, se debía llevar un control acerca de la cantidad ingresada, volqueta que transportadora además se controlaba el gasto de material y el stock en obra del mismo como se muestra:

INGRESO DE GRANZÓN JULIO 2016					
JULIO 2016					
VIAJES POR HORA			VIAJES POR VOLQUETA		
FECHA	No. DE VIAJES	VOLUMEN INGRESADO	PLACA	No. DE VIAJES	VOLUMEN (M3)
21/07/2016	16	232	SMW-073	5	75
22/07/2016	4	59	SJP-846	4	60
25/07/2016	12	163	SBN-850	17	238
26/07/2016	2	28	SZZ-385	2	28
27/07/2016	8	112	SMT-049	1	14
28/07/2016	9	126	VSA-265	1	7
29/07/2016	6	84	SQX-845	3	42
	57	804	WEL-030	3	42
			XVB-349	1	14
			KUN-067	4	60
			STU-166	16	224
			<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>804</b>

Figura 79. Registro ingreso de material. (Fuente: Propia)

USOS E INGRESOS MATERIAL			
FECHA	INGRESOS (M3)	USO (M3)	STOCK (M3)
21/07/2016	232	0	232
22/07/2016	59	56	235
23/07/2016	0	70	165
25/07/2016	163	0	328
26/07/2016	28	84	272
27/07/2016	112	98	286
28/07/2016	126	70	342
29/07/2016	84	0	426
30/07/2016	0	112	314
<b>TOTAL</b>	<b>804</b>	<b>490</b>	<b>314</b>

Figura 80. Control de material en obra. (Fuente: Propia)

### 8.2.3. Soportes para actas de cobro.

A la auxiliar se le asignó el registro y control de las actividades en la obra, era la encargada de generar los soportes para las actas de cobro mensuales, en la siguiente figura se muestra un soporte tipo realizado por la auxiliar.

		GERENCIA DE GESTIÓN Y PROMOCION DE DESARROLLOS INMOBILIARIOS SAS		
<b>PROYECTO:</b>		PARQUE LOGISTICO, EPROCOM PARK.		
<b>SOPORTE ELITE</b>				
EQUIPO	No. HORAS TRABAJADAS - No. VIAJES	VALOR HORA- VIAJE	TOTAL	DIESEL (gal)
Volqueta SJP 846	144	\$12.000	\$1.728.000	
Volqueta SMW 073	628	\$12.000	\$7.536.000	
Volqueta KUN 067	261	\$12.000	\$3.132.000	
Volqueta TNE 127	782	\$12.000	\$9.384.000	
Retroexcavadora VOLVO 210	303	\$85.000	\$25.755.000	
VIBROCOM. DYNAPAC CA 25	333	\$65.000	\$21.645.000	
GRANZON EN OBRA	201 m3	\$20.000,00	\$4.020.000	
GRANZON EN CANTERA	602 m3	\$10.000,00	\$6.020.000	
<b>TOTAL</b>			<b>\$79.220.000</b>	-
<b>1. LIQUIDACIÓN</b>				
<b>TOTAL</b>			<b>\$79.220.000</b>	
<b>2. AVANCES</b>				
Diesel	-	6.375,00		-
<b>Neto a pagar</b>			<b>79.220.000,00</b>	
<b>FIRMA DEL RESPONSABLE DE LA OBRA:</b>				
_____ EDGAR ALEXANDER RAMIREZ ING. RESIDENTE DE OBRA		_____ DANYA JAZMIN BRAVO ING. AUXILIAR DE OBRA		

Figura 81. Soporte para acta de cobro. (Fuente: Propia)

### 8.3. PRESUPUESTOS Y CANTIDADES DE OBRA.

La auxiliar se encargó de realizar cálculos de cantidades de obra, programación y presupuesto de actividades a realizar en obra, a continuación, se muestra lo realizado.

### 8.3.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Al inicio de la práctica profesional teniendo en cuenta que en la obra se realizaría actividades de explanación la auxiliar de encargo de realizar una lista de precios unitarios correspondientes a ítems que se desarrollaran en la primera fase del proyecto, se muestra en la siguiente tabla el índice de precios:

#### INDICE DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA : JULIO DE 2016

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO DIRECTO
200.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	5.821
220.1	TERRAPLENES CON MATERIAL DE EXPLANACIÓN	m3	5.433
210.2.1	EXCAVACIÓN EN MAT COMÚN DE LA EXPLANACIÓN	m3	2.495
210.4.3	CONFORMACIÓN MAT. DE EXCAVACIÓN (ZONA DE DEPÓSITO)	m3	2.168
320.1	SUBBASE GRANULAR CLASE A, CBR > 40%	m3	70.287
330.1	BASE GRANULAR CBR > 40%	m3	77.028
600.1.1	EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	m3	5.906
201.1	DEMOLICIÓN DE CUNETAS	m3	21.882
671.1	CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO CLASE D (3000 PSI)	m3	327.491
671.2	CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO CLASE F (2000 PSI)	m3	267.583
681.1	GAVIONES DE 2*1*1	m3	87.983
681.2	GAVIONES DE 2*1*0.5	m3	98.570
610.1	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON RECEBO	m3	49.038
810.1	EMPRADIZACIÓN DE TALUDES	m2	7.662
800.2.1.2	POSTES DE CONCRETO DE (10*10)cm, L=2,5m	UND	20.591

*Figura 82. Índice de precios unitarios. Tabla en Excel. (Fuente: Propia)*

Estos APUS, se realizaron en una hoja de cálculo de Excel, creando una base de datos de materiales, mano de obra y herramienta y equipo, los precios con los cuales se trabajó fueron generados de cotizaciones en la ciudad, para las cantidades de materiales se toma como referencia las especificaciones de construcción del INVIAS, al igual la lista de precios unitarios para el departamento de Nariño contemplados por esta misma entidad.

En la siguiente figura se muestra como se realizó el análisis de precios unitarios para el ítem Gaviones de 2 \* 1 \* 0.5 m:

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** PARQUE LOGISTICO EPROCOM

**ITEM:** 681.2

**DESCRIPCIÓN:** GAVIONES DE 2\*1\*0.5

**FECHA :** JULIO DE 2016

**UNIDAD :** m3

### I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	TIPO	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	V/R PARCIAL
		0		
Herramienta menor (5% de M de O)			5%	\$325
<b>Sub-Total</b>				<b>\$325</b>

### II. MATERIALES EN OBRA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/R UNIT.	V/R PARCIAL
Malla p/gaviones de 2*1*0.5 calibre 12	UND	1,0	\$34.000,00	\$34.000,0
Alambre galvanizado Cal 12	Kg	1,5	\$3.430,00	\$5.145,0
Piedra para gaviones	m3	1,1	\$26.000,00	\$28.600,0
Formaleta para gaviones	m3	1,0	\$12.000,00	\$12.000,0
<b>Sub-Total</b>				<b>\$79.745</b>

### IV. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	CANT	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	V/R PARCIAL
Ayudantes	4	\$92.000,00	56%	\$143.520,00	30,00	\$4.784,00
Oficial	1	\$33.000,00	56%	\$51.480,00	30,00	\$1.716,00
<b>Sub-Total</b>						<b>\$6.500,00</b>

**TOTAL COSTO DIRECTO**

**\$98.570**

*Figura 83. Análisis de precio unitario para un ítem en específico. Tabla Excel.  
(Fuente: Propia)*

De igual manera se realizó los otros APUS, enlazando cada componente en una hoja de Excel con el fin de agilizar el proceso de obtención de resultados acerca de los costos y cantidades de obra para cada actividad del proyecto.

### 8.3.2. Cantidades de obra.

La auxiliar colaboro en varias ocasiones con el cálculo de cantidades de obra y presupuesto, se muestra a continuación algunas de las actividades realizadas:

En la siguiente imagen se muestra la cantidad de obra y costo por  $m^2$  de losa de pavimento teniendo en cuenta los refuerzos para las dilataciones tanto transversales como longitudinales.

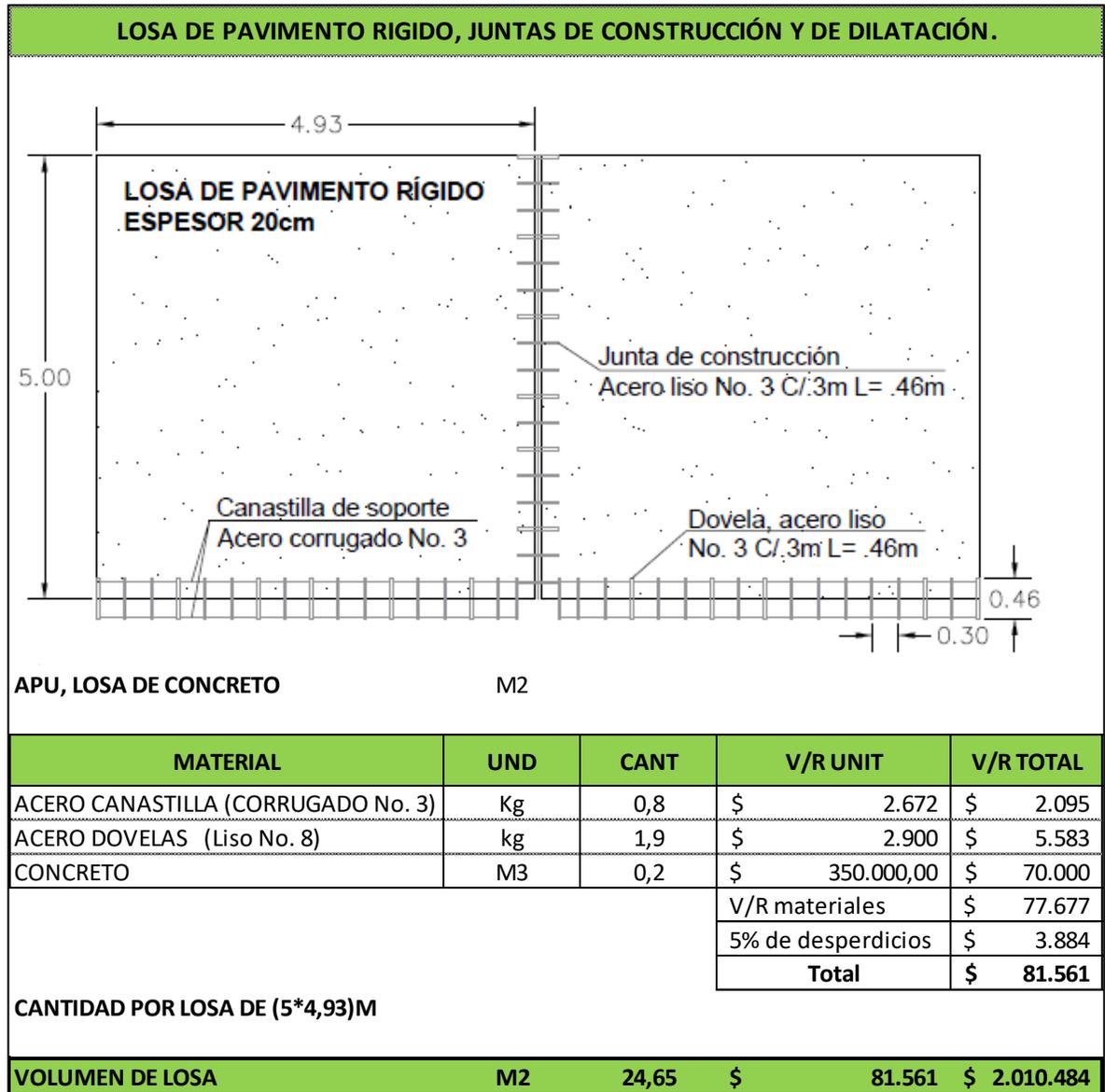


Figura 84. Cantidad de obra, losa pavimento rígido. Tabla Excel (Fuente: Propia)

Debido a que la fase a seguir en el proyecto después de la explanación es urbanizar las dos primeras etapas, se trabajó en la planeación de las actividades a realizar para continuar con esta fase, para ello se debía programar en tiempo, cantidad y presupuesto cada una de estas. Para ello la auxiliar realizo cálculo de

cantidades para la construcción de algunas obras para el urbanismo por ejemplo se muestra el cálculo de cantidades para dos tipos de pozos de inspección dependiendo la altura de los mismos como se muestra en las siguientes imágenes:

Cantidades de material para Pozo de inspección de altura < 1.5 m				
<b>DATOS</b>				
<b>Dimensiones</b>	<b>Diametro</b>	<b>Altura</b>		
Pozo	1,7	1,5		
Losa Inferior	1,7	0,2		
Losa Superior	1,7	0,15		
Tapa	0,6	0,04		
Espesor mortero de pega	0,01			
Espesor pañete impermeable	0,02			
Dimensiones de ladrillo.	Largo	Ancho	Alto	
	0,25	0,12	0,07	
<b>Concreto 3000 Psi</b>				
Elemento	Volumen	Desperdicios	Total	
Losa Inferior	0,454	5%	0,477	
Losa Superior	0,298	5%	0,313	
<b>Morteros y ladrillos</b>				
Material	No, Hiladas	Cant/hilada	Desperdicio	Total
Ladrillos	14	29	5%	438
Mortero de pega 1:3	14	0,03	5%	0,45
Pañete impermeabilizado	Espesor	Cantidad	Desperdicios	Total
	0,02	0,09	5%	0,091

*Figura 85. Cantidades de obra para pozo de inspección tipo 1. Tabla Excel.  
(Fuente: Propia).*

El cálculo de las actividades anteriores se hizo basado en los diseños de pozos del sistema de alcantarillado del proyecto, para ello se contó con los planos de diseños de detalles sanitarios.

Cantidades de material para Pozo de inspección de altura > 2.5 m				
<b>DATOS</b>				
<b>Dimensiones</b>	<b>Diametro (m)</b>	<b>Altura (m)</b>		
Pozo	1,7	2,9		
Losa Inferior	1,7	0,2		
Losa Superior	1,06	0,15		
Tapa	0,6	0,04		
Cono		1,08		
Distancia volado (m)	0,03			
Espesor mortero de pega	0,015			
Espesor pañete impermeable	0,02			
Dimensiones de ladrillo.	Largo	Ancho	Alto	
	0,25	0,12	0,07	
<b>Concreto 3000 Psi</b>				
Elemento	Volumen	Desperdicios	Total	
Losa Inferior	0,454	5%	0,477	
Losa Superior	0,090	5%	0,094	
<b>Morteros y ladrillos</b>				
Material	No, Hiladas	Cant/hilada	Desperdicio	Total
Ladrillos	17	28	5%	507
Ladrillos cono	13	22	5%	289
Mortero de pega 1:3	30	0,03	5%	1,09
	Espesor	Cantidad	Desperdicios	Total
Pañete impermeabilizado	0,02	0,19	5%	0,202

Figura 86. Cantidades de obra para pozo de inspección tipo 2. Tabla Excel.  
 (Fuente: Propia).

En las siguientes imágenes se muestra el esquema mediante un corte transversal de cada uno de estos pozos.

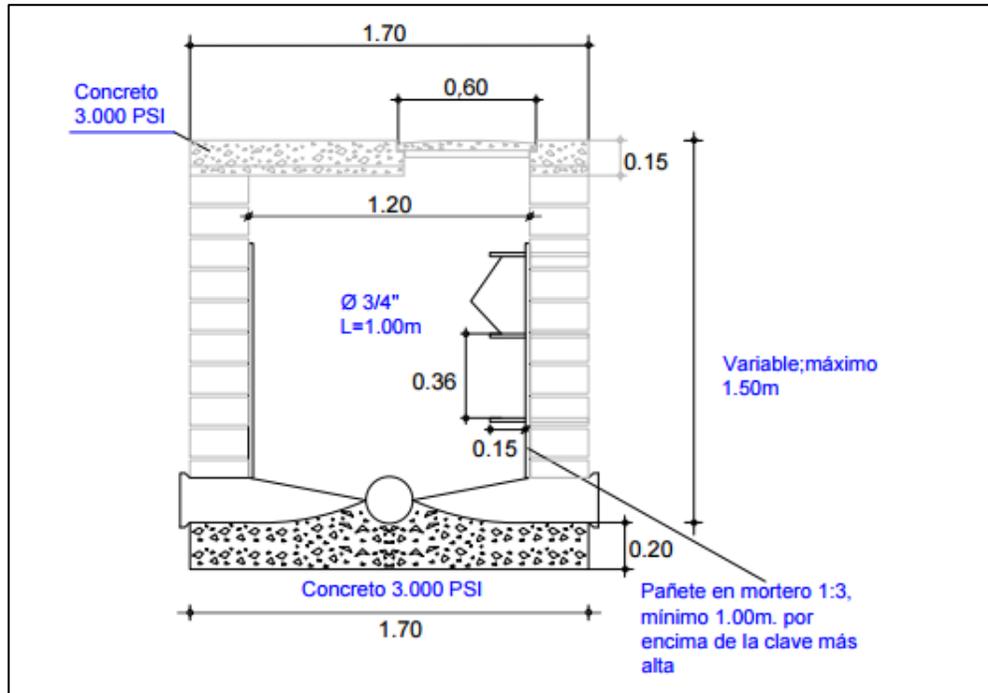


Figura 87. Detalle de pozo de inspección de altura menor a 1.5 m. (Fuente: Diseño alcantarillado EROCOM)

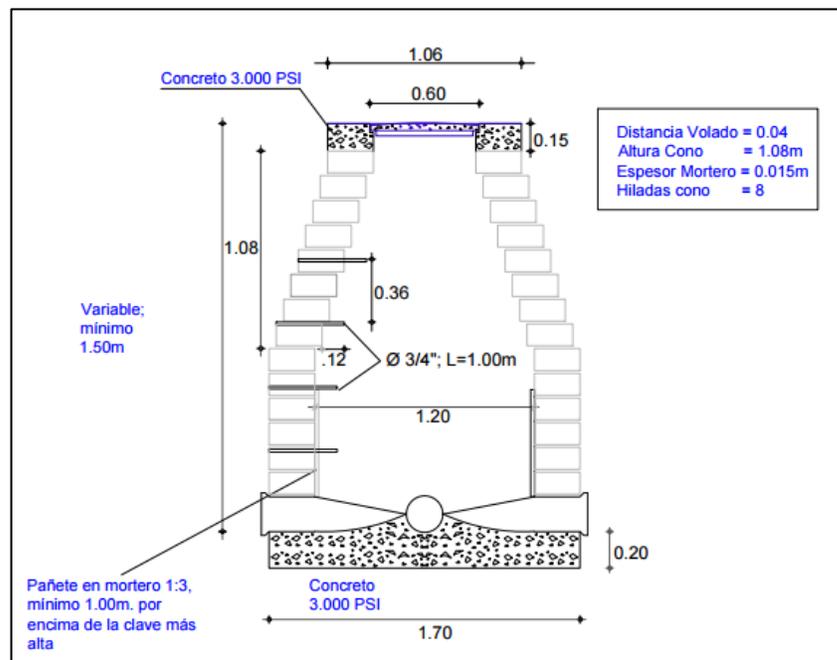


Figura 88. Detalle de pozo de inspección de altura mayor a 2.5 m. (Fuente: Diseños alcantarillado EROCOM)

Para la construcción del carril de desaceleración derecho, que conduce hacia las etapas 3 y 4 se hace obligatorio la prolongación de un box culvert existente sobre la variante oriental de pasto, para esta actividad próxima a ejecutarse se requirió obtener las cantidades de obra y el presupuesto correspondiente para una longitud total de 15 m de prolongación, en las siguientes imágenes se muestra el cálculo de esta actividad.

CANTIDADES DE OBRA PARA BOX CULVERT LONG 15 M				
<b>Concreto de 3000 Psi</b>				
MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT	CANT. TOTAL	VALOR TOTAL
Grava 3/4"	m3	\$ 48,000	48.59	\$ 2,332,118
Arena	m3	\$ 44,000	33.00	\$ 1,452,021
Agua	m3	\$ 1,713	13.91	\$ 23,828
Cemento	Saco 50 Kg	\$ 32,480	479.55	\$ 15,575,723
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 19,383,690</b>
<b>Total Concreto 3000 Psi</b>				<b>\$ 19,383,690</b>
<b>Solado Concreto de 2000 Psi</b>				
MATERIALES	UNIDAD	PRECIO UNIT	CANT. TOTAL	VALOR TOTAL
Grava 3/4"	m3	\$ 48,000	4.33	\$ 207,976
Arena	m3	\$ 44,000	3.03	\$ 133,160
Agua	m3	\$ 1,713	1.28	\$ 2,189
Cemento	Saco 50 Kg	\$ 32,480	33.63	\$ 1,092,181
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,435,506</b>
<b>Valor total Concreto</b>				<b>\$ 20,819,196</b>
<b>Formaleta</b>				
EQUIPO	UNIDAD	VALOR UNIT	CANT. TOTAL	VALOR TOTAL
Formaleta, incluye cerchas y parales	Día	\$ 14,110	50	\$ 705,500
<b>Equipos</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD (m3)	TARIFA	VALOR UNIT (m3)	VALOR TOTAL
Hormiguonera por hora	68.61	\$ 90,000	\$ 22,500	\$ 1,543,746
<b>Valor equipo</b>				<b>\$ 1,543,746</b>
<b>Mano de Obra</b>				
ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Desvió de cauce	Un	1	\$ 60,000	\$ 60,000
Construcción campamento	Un	1	\$ 60,000	\$ 60,000
Excavación manual	m3	7	\$ 14,500	\$ 97,875
Enrocado	m3	4	\$ 70,000	\$ 252,000
Armado de parrillas de refu	Kg	5929	\$ 300	\$ 1,778,647
Concreto estructural	m3	63	\$ 160,000	\$ 10,095,750
Anclajes	Un	152	\$ 3,500	\$ 532,000
Demolición	m3	1	\$ 60,000	\$ 30,000
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,906,272</b>
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 35,974,714</b>

*Figura 89. Cantidades de obra para box culvert. Tabla Excel. (Fuente: Propia).*

### 8.3.3. Dosificación de mezclas de concreto.

La construcción del parque logístico EPROC.COM, se realizará en un 80% en concreto reforzado e implementando gran variedad de elementos prefabricados para optimizar los rendimientos en cuanto a tiempos de construcción, el concreto utilizado en cada elemento tanto estructural como no estructural varía en cuanto a su resistencia así el diseño de mezcla también será diferente.

Por esta razón la auxiliar realizó la programación mediante el uso de Excel de diseño de mezclas para diferentes resistencias teniendo en cuenta todos los criterios para dosificaciones de concreto del método de la ACI al igual que las guías para concreto establecidas en el libro "Concreto Simple" del Ingeniero Gerardo Rivera de la universidad del Cauca.

El desarrollo del diseño de mezclas se hizo mediante el ingreso de datos, tipo de mezcla, resistencia y propiedades de los materiales dividido en 7 pasos en las siguientes imágenes se muestra el desarrollo del diseñador:

**DISEÑADOR DE MEZCLAS PARA CONCRETO (METODO ACI)**

Con esta hoja Excel ud. Podrá hacer el diseño de concreto y dosificaciones de cada elemento, con el método ACI para tecnología de concreto para cualquier cantidad de metros cúbicos que ud. Desea. Para empezar haga click en INICIAR DISEÑO. Gracias.

AUTOR: DANYA JAZMIN BRAVO MOLINA AUXILIAR DE INGENIERIA, PASANTE U DEL CAUCA

ALMA MATER: GEPMI SAS. GERENCIA GESTIÓN Y PROMOCIÓN DE DESARROLLOS INMOBILIARIOS

PASTO

Figura 90. Inicio de diseño. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

PASO 1 DE 7: SELECCIÓN TIPO DE ESTRUCTURA

Vigas y Muros Armados

**ASENTAMIENTO CONO SLUMP:**

MAX.	MIM.	Recomendado	Deseado
150 mm	100 mm	125 mm	100 <input type="button" value="▼"/> mm

"Modificar solamente espacios verdes"

Figura 91. Paso 1 diseño de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

PASO 2 DE 7: INTRODUCIR RESISTENCIA DESEADA

210 kg/cm<sup>2</sup>

150 < > 450

RESISTENCIA: 210 Kg/cm<sup>2</sup>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

*"Modificar solamente espacios verdes"*

Figura 92. Pasó 2 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

PASO 3/ 7: ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE

Con Aire Incorporado

Sin Aire Incorporado

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

*"Modificar solamente espacios verdes"*

Figura 93. Pasó 3 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

OJO: Solo para Concreto CON AIRE incorporado, de lo contrario ignorar paso.

PASO 3.1/ 7: GRADO DE EXPOSICION DEL AGREGADO GRUESO

Grado de Exposicion Del Agregado Grueso

Normal Moderada Extrema

Normal

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

*"Modificar solamente espacios verdes"*

Figura 94. Pasó 3.1 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

**PASO 4 / 7: CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ARENA**

Peso Especifico Seco:	2510	kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza:	2.97	(min. 2.40)   (max. 3.00)
Porcentaje de Absorcion:	3.7	%
Porcentaje de Humedad:	4	%

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

"Modificar solamente espacios verdes"

Figura 95. Pasó 4 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

**PASO 5 / 7: CARACTERISTICAS FISICAS DE LA GRAVA**

(COLOCAR)		
Tamaño Maximo:	3/4	" <input style="width: 20px;" type="text"/>
Peso Especifico Seco:	2570	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco:	1600	kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorcion:	1.5	%
Porcentaje de Humedad:	0.9	%

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

"Modificar solamente espacios verdes"

Figura 96. Pasó 5 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

**PASO 6 / 7: ESTABLECER TIPO DE CEMENTO**

ARGOS - Uso general

PESO ESPECIFICO:
3.01
gr/cm<sup>3</sup>

ANTERIOR

SIGUIENTE

PRINCIPAL

"Modificar solamente espacios verdes"

Figura 97. Pasó 6 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

**PASO 7/ 7: METROS CUBICOS DE CONCRETO REQUERIDO**

**1** m<sup>3</sup>

ANTERIOR

RESULTADOS

PRINCIPAL

"Modificar solamente espacios verdes"

Figura 98. Pasó 7 diseños de mezclas de concreto. Tabla de Excel. (Fuente: Propia)

Siguiendo los anteriores pasos se obtiene el diseño de mezcla, generando la dosificación obtenida y las cantidades de materiales como se muestra:

DISEÑO FINAL PARA: <b>1 m<sup>3</sup></b> DE CONCRETO			
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO</b>		
AGUA	208.87 kg.		
CEMENTO	445.65 kg.    Ó    8.9 Bultos		
GRAVA	973.48 kg.		
ARENA	656.60 kg.		
<b>TOTAL</b>	<b>2284.61 kg.</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>DOSIFICACION</b>	<b>PROPORCIONES EN MASA</b>
AGUA	0.209 m <sup>3</sup>	1.411	0.47
CEMENTO	0.148 m <sup>3</sup>	1.000	1
GRAVA	0.608 m <sup>3</sup>	4.109	2.18
ARENA	0.262 m <sup>3</sup>	1.767	1.47
<b>TOTAL</b>	<b>1.227 m<sup>3</sup></b>		

Figura 99. Resultado de diseño de mezclas. Tabla Excel. (Fuente: Propia).

El resultado final del diseño de mezclas se obtuvo realizando siete cálculos para los cuales se tuvo en cuenta la siguiente información del método empírico de la ACI.

En las siguientes tablas se muestra la información clave para el diseño de las mezclas.

TABLA 1: SLUMP PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo de Estructura	Slump Maximo	Slump Mínimo
Elementos Prefabricados	20 mm	0 mm
Pavimentos tránsito pesado	20 mm	0 mm
Pavimentos , fundaciones en concreto simple.	50 mm	30 mm
Muros no reforzados.	50 mm	30 mm
Zapatas y Muros de Cimentacion Reforzados	100 mm	50 mm
Vigas y Muros Armados	150 mm	100 mm
Columnas	150 mm	100 mm
Concreto Ciclopeo	50 mm	30 mm

Figura 100. Asentamiento del cono Slump. (Fuente: Recopilación de información de la ACI y libro CONCRETO SIMPLE).

TABLA 2: CANTIDAD AGUA DE MEZCLA (Kg/m3)									
SLUMP		Tamaño Maximo de Agregado							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
mm	pulg	Concreto Sin Aire Incorporado							
0 a 20	0 a 1	185	180	165	160	140	135	125	---
25 a 50	1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 125	3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	---
		Concreto Con Aire Incorporado							
0 a 25	0 a 1	175	170	155	150	135	130	120	---
25 a 50	1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
75 a 100	3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
150 a 175	6 a 7	216	205	197	184	174	166	154	---

Figura 101. Cantidad de agua de mezcla. (Fuente: Recopilación de información de la ACI y libro CONCRETO SIMPLE).

TABLA 3: RELACION AGUA CEMENTO VS RESISTENCIA DEL CONCRETO		
f'c a 28 días (kg/cm2)	Relacion Agua/Cemento en peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
150	0.75	0.6
210	0.58	0.46
245	0.51	0.40
280	0.44	0.35
315	0.38	0.30
320	0.38	0.30
350	0.33	0.26
400	0.26	0.20
450	0.21	0.16

Figura 102. Relación agua/cemento. (Fuente: Recopilación de información de la ACI y libro CONCRETO SIMPLE).

TABLA 4: VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO				
Volumen de A°G° Compactado en Seco				
Tamaño Maximo de Agregado	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.80	0.78	0.76
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

*Figura 103. Volumen de agregado grueso. (Fuente: Recopilación de información de la ACI y libro CONCRETO SIMPLE).*

TABLA 5: PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO								
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
T.Maximo de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
T.Maximo de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Grado de Exposicion								
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Moderada	6.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00

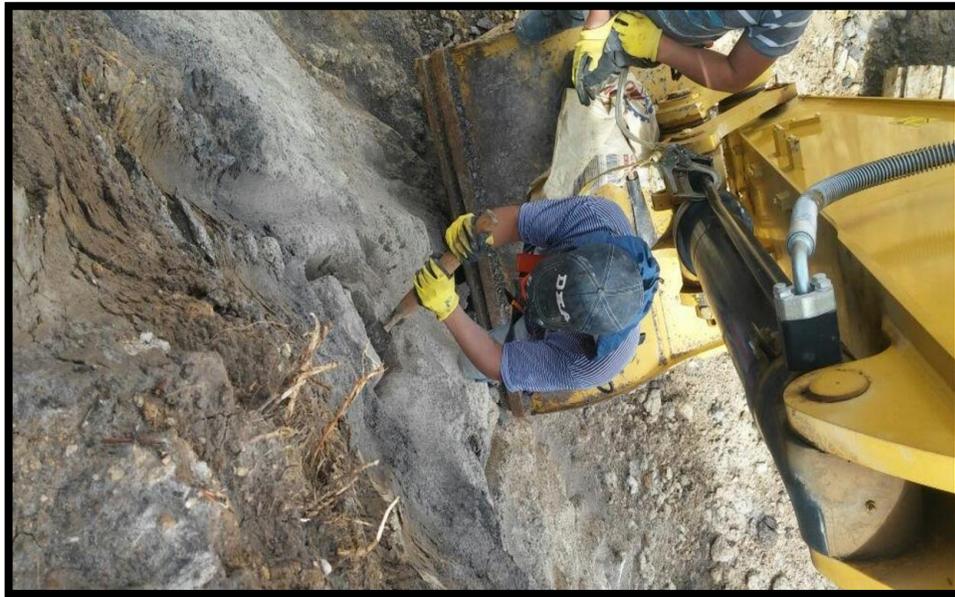
*Figura 104. Porcentaje de aire atrapado. (Fuente: Recopilación de información de la ACI y libro CONCRETO SIMPLE).*

## 9. PRUEBA DE DENSIDAD Y TOMA DE MUESTRAS.

### 9.1. TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS.

Con el fin de obtener los parámetros del suelo, especialmente los coeficientes de resistencia del mismo para conocer la estabilidad de taludes sobre la etapa dos, se tomaron una serie de muestras inalteradas mediante bloques de suelo, excavados directamente sobre los taludes.

Para la toma de estas muestras, lo primero que se hizo fue elegir los puntos en los cuales se procedería a muestrear, estos puntos fueron escogidos arbitrariamente a lo largo de la cara del talud, sin embargo, se dio prioridad tomar puntos de muestras en donde el estrato del suelo mostraba cambios en su estratigrafía como por ejemplo cambio en el color del suelo, en las siguientes imágenes se muestra la obtención de estas muestras:



*Figura 105. Toma de muestra inalterada. (Fuente: Propia)*



*Figura 106. Muestra inalterado talud 2B. (Fuente: Propia).*



*Figura 107. Muestra inalterado talud 1. (Fuente: Propia).*

En el proceso de toma de estas muestras se tuvo el mayor cuidado para no modificar las propiedades del suelo, se chequeo que los datos registrados por la comisión de suelos fueron los correctos, por ejemplo, la altura del bloque muestreado, el número del talud y el de la muestra. Una vez obtenido el bloque se debía chequear que se envolviera en algo que evite por completo perdidas de humedad.

## **9.2. ENSAYO DE DENSIDAD DEL TERRENO.**

Después de suspender las actividades de movimiento de material y especialmente de conformación de terraplén se procede a realizar ensayos para determinar la densidad con la cual quedaron conformadas las últimas capas de relleno sobre la etapa dos.

El ensayo que se realizo fue: densidad o masa unitaria del suelo en el terreno, mediante el método del cono de arena.

### **9.2.1. Procedimiento de Ensayo.**

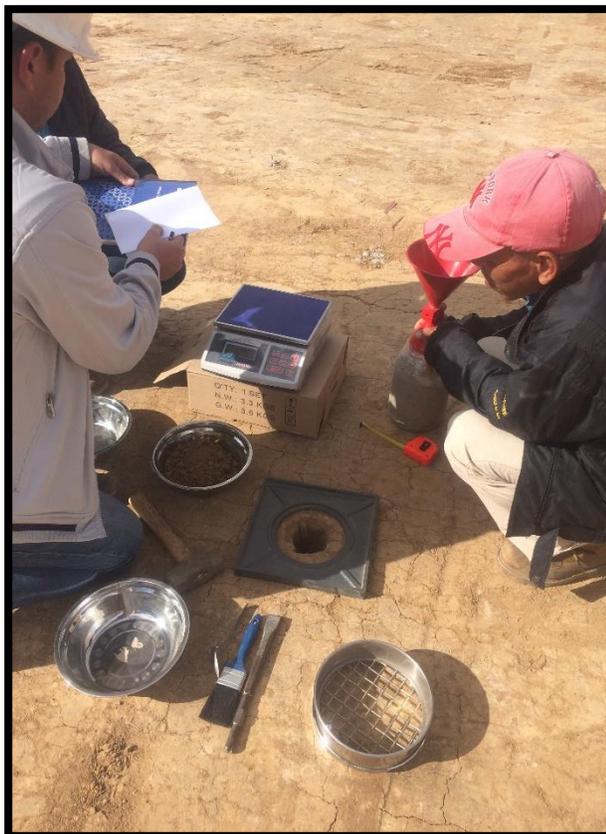
En primer lugar, se seleccionó un sitio representativo del área de prueba para determinar la densidad in situ luego se excavo manualmente un hueco sobre el suelo a ensayar y todo el material del hueco se guardó en un recipiente. Después de esto se procede a llenar el hueco con arena estándar de densidad conocida, la cual debe fluir libremente, y se determina el volumen utilizado para llenar el hueco

excavado, allí se debe tener cuidado en no compactar la arena ya que esta debe quedar totalmente suelta.

Luego se determinó y se registró la masa húmeda del material que se retiró del hueco de ensayo. Cuando sea necesario corregir por sobre tamaños del material, se debe determinar la masa del material retenido en un tamiz apropiado y se registra, pero en este caso no fue necesario debido a que todo el material extraído fue material fino al realizar esto se debe tener cuidado para evitar que se pierda humedad.

Después con el volumen del hueco excavado, y la masa de material extraído se procedió a calcular la densidad del suelo.

El material retirado se coloca en bolsa de cierre hermético para evitar pérdidas en humedad y es llevado hasta el laboratorio para realizar los ensayos correspondientes para obtener la humedad del suelo.



*Figura 108. Ensayo de densidad del terreno in situ. (Fuente: Propia).*

### 10. RESULTADOS DE ENSAYOS DE DENSIDAD Y COMPACTACIÓN.

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de BASALTO INGENIERÍA los resultados se muestran a continuación:

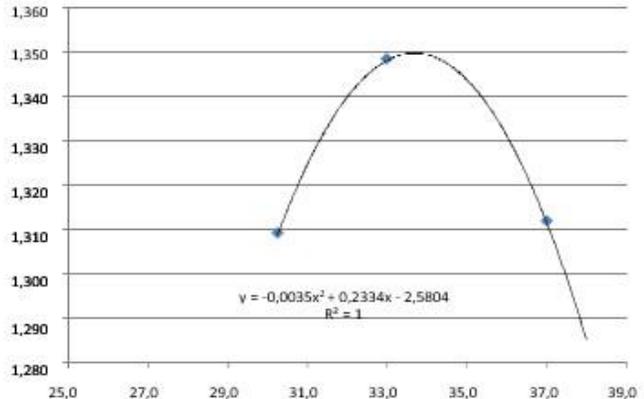
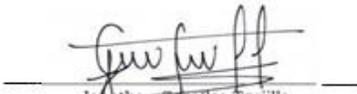
		<b>BASALTO INGENIERÍASAS</b> <b>NIT: 900760937 - 0</b> Nueva Vía Panamericana, Kilometro 12 - Buenaguillo Alto San Juan de Pasto - Nariño 317 432 5562 - 320 331 3824 - 315 554 9508 - 322 503 9727			
		<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN I.N.V-E 142</b> <b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
<b>PROYECTO:</b>	Parque Logístico EMOCON - Variante Oriental Pasto.	<b>MUESTRA:</b>	UNICA		
<b>RESPONSABLE:</b>	SEPMI SAS	<b>Método:</b>	D	<b>FECHA:</b>	Octubre de 2016
<b>DESCRIPCION MATERIAL:</b>	Material para Terraplen.	<b>No. CAPAS:</b>	5	<b>No. Golpes:</b>	56
<b>PUNTO No.</b>	1	2	3	4	5
<b>Densidad Seca</b>					
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr)	9176,0	9362,0	9370,0		
Peso Molde (gr)	5574	5574	5574		
Peso Suelo Húmedo (gr)	3.602,0	3.788,0	3.796,0		
Volumen molde	2.112,2	2.112,2	2.112,2		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,705	1,793	1,797		
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,309	1,348	1,312		
<b>Humedad</b>					
Lata No.	22	25	9		
Peso de la Lata (gr)	30	28,6	28,3		
Peso Lata + Muestra Húmeda (gr)	233,2	83,4	130,5		
Peso Lata + Muestra Seca (gr)	186	69,8	102,9		
Peso Agua (gr)	47,2	13,6	27,6		
Peso Muestra Seca (gr)	156,0	41,2	74,6		
Humedad (%)	30,3	33,0	37,0		
<b>RELACIONES DE HUMEDAD VS MASA UNITARIA SECA</b>			<b>Clasificación:</b>		
			Sin clasificación.		
			<b>RESULTADOS</b>		
			Humedad Óptima (%):	33,3	
			Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ):	1,310	
			Límite Elástico (%):	-	
			Límite Líquido (%):	-	
			Índice de Elasticidad (%):	-	
			<b>OBSERVACIONES:</b>		
			Se realizó por método D		
<b>Elaborado por:</b>			<b>Revisado por:</b>		
 Fabian Franco Pantoja Laboratorista			 Jonathan Ceballos Trujillo Jefe de Laboratorio		

Figura 109. Resultado ensayo Proctor modificado. (Fuente: Basalto Ingeniería).

Proyecto de grado (Modalidad práctica profesional)  
 Construcción, PARQUE LOGISTICO EPROCOM.  
 Danya Jazmín Bravo.

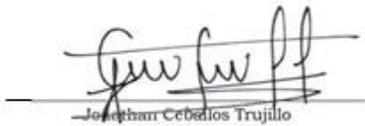
		<b>BASALTO INGENIERÍA SAS</b> NIT: 900760937 - 0 Nueva Vía Panamericana, Kilómetro 12 - Esmeraldas Alto San Juan de Pasto - Nariño 317 432 5562 - 320 331 3824 - 315 564 9508 - 322 503 9727			
		DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO MÉTODO DEL CONO Y LA ARENA - INV-E-161			
<b>PROYECTO:</b>		Parque Logístico EMOCON - Variante Oriental Pasto. (Pasto - Nariño)			
<b>RESPONSABLE:</b>		SEPMI SAS		<b>PUNTOS:</b>	3
<b>DESCRIPCIÓN MATERIAL:</b>		Material para Terraplen.		<b>FECHA:</b>	Octubre de 2015
<b>DENSIDAD No</b>		1	2	3	4
<b>ABSCISA</b>		<b>Terraza Inf</b>	<b>Terraza Med</b>	<b>Terraza Sup</b>	
PESO DEL FRASCO Y ARENA INICIAL	g	5758	5753	5740	
PESO DEL FRASCO Y ARENA FINAL	g	1890	1975	2211	
PESO ARENA RESTANTE	g	3868	3778	3529	
CONSTANTE DEL CONO	g	1445	1445	1445	
ARENA EN EL HUECO	g	2423	2333	2084	
DENSIDAD DE LA ARENA	g/cc	1,413	1,413	1,413	
VOLUMEN DEL HUECO	cc	1715,1	1651,4	1475,1	
PESO SUELO HUMEDO DEL HUECO	g	2624	2154	2211	
PESO SUELO SECO DEL HUECO	g	2005,6	1747,7	1738,2	
ESPESOR DE LA CAPA DE BASE	cm				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
% HUMEDAD	%	30,8	23,2	27,2	
PESO RECIPIENTE	g	31,1	29,2	29,8	
PESO RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	g	78,2	80,1	76,1	
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO	g	67,1	70,5	66,2	
DENSIDAD HUMEDA	g/cc	1,53	1,30	1,50	
DENSIDAD SECA	g/cc	1,17	1,06	1,18	
DENSIDAD MÁXIMA DEL LABORATORIO	g/cc	1,31	1,31	1,31	
% HUMEDAD ÓPTIMA	%	33,3	33,3	33,3	
COMPACTACIÓN DEL TERRENO	%	89	81	90	
COMPACTACIÓN ESPECIFICADA	%	95	95	95	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>			
 Oscar Fabian Franco Pantoja Laboratorista		 Jonathan Ceballos Trujillo Jefe de Laboratorio			

Figura 110. Resultado ensayo masa unitaria. (Fuente: Basalto Ingeniería).

## **11. CONCLUSIONES.**

- La ejecución de la práctica profesional en el proyecto del parque logístico EPROC.COM fue de vital importancia y aportó mucho para mi madures crecimiento, tanto personal como profesional. Dada la considerable magnitud de la obra pude poner en practica mis conocimientos previos y nutrirme de un sin número de nuevas experiencias en cuanto a procesos constructivos, desarrollo manejo y control de obra.
- El contacto directo y vivencial con las dinámicas que se manejan en obra permitió el intercambio de conocimientos con todos los elementos humanos presentes entre lo que se encuentran maestros, obreros, contratistas ingenieros y arquitectos, esta experiencia permite el desarrollo de pautas y criterios que son herramientas para que auxiliar tome decisiones más acertadas y pertinentes, estructurando así un criterio practico ingenieril.
- Al contar con un equipo de profesionales capacitados y con gran experiencia es de vital importancia hacer un paralelo entre lo aprendido en la academia y lo que la experiencia en obra significa, esto para aclarar dudas y fortalecer conocimientos previos, con estas dos fuentes de conocimiento se fortalece y desarrolla un carácter y argumentos en la toma de decisiones y solución de problemas.
- La etapa de la obra en la que la auxiliar intervino, permitió tener una idea mucho más clara y consiente de la importancia que representa el equipo topográfico, elemento utilizado continuamente, dio pautas de diseño y permitió el acondicionamiento del terreno.
- Los conocimientos adquiridos en las aulas nos permiten analizar, calcular y proyectar las diferentes fases de un proyecto. La participación en esta pasantía fortaleció los criterios para establecer y controlar las variables que se pueden encontrar durante la ejecución del mismo.
- Los procesos de explanación se convierten en parte fundamental la cual conlleva diversas variables administrativas, requiere de una continua verificación en cuanto a su planeación y desarrollo, la comparación de datos y especial cuidado en el rendimiento, lo que obligan a estar en continua toma de decisiones.

- La maquinaria en obra, necesita un control rígido y requiere de habilidad para sacar el máximo provecho, asignando las actividades pertinentes en el momento preciso, ya sea por variables climatológicas o imprevistas.
- Las variables climáticas pueden afectar rotundamente la continuidad de un proyecto a cielo abierto, esto obliga tomar determinaciones en cuanto al manejo de personal y maquinaria, es prudente tener una ruta alterna que impida la disminución del rendimiento y la generación e sobrecostos por equipo y personal impedido para trabajar en condiciones climáticas adversas.
- La parte administrativa y trabajo en oficina son vitales en el desarrollo de un proyecto, la gestión de recursos y personal son claves para la continuidad en obra, es necesaria la comunicación clara y continua entre las dos partes y se necesita de un trabajo paralelo en función de conseguir un desarrollo fluido y efectivo de las actividades de construcción.
- Los continuos ensayos de densidad de las capas de relleno en la explanación se hacen indispensables, dado que con ellos se verifica la y calidad del suelo resultante con lo que se busca garantizar la estabilidad y capacidad portante del mismo.
- El manejo de personal requiere de especial cuidado, y se debe garantizar y exigir el uso de los elementos de seguridad, además de verificar que el papeleo y normas exigidas por la empresa a cada miembro del personal se cumplan a cabalidad y se encuentren siempre dentro del marco legal.

## **12. BIBLIOGRAFIA.**

- REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10.
- CONCRETO SIMPLE. Gerardo Antonio Rivera López, Universidad del Cauca.
- Estudio de suelos. Ampliación PARQUE LOGÍSTICO EPROC.COM. Basalto Ingeniería SAS.
- [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones\\_Normas\\_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-161-07.pdf](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-161-07.pdf)
- <http://blog.360gradosenconcreto.com>
- <http://www.argos.co>
- Diseños estructurales, PARQUE LOGÍSTICO EPROC.COM.
- Diseños sanitarios, PARQUE LOGÍSTICO EPROC.COM.
- Diseños arquitectónicos. PARQUE LOGÍSTICO EPROC.COM. Arq. Cristian Martínez.
- <http://www.subsuelos.com.co>
- UNAD. Universidad Nacional. Lección 7. Cimentaciones.
- <http://civilgeeks.com>
- Wikipedia, la Enciclopedia Libre.
- Diccionario. <http://www.wordreference.com>

### **13. ANEXOS.**

- Carta de aceptación empresa PSI SAS.
- Resolución No 302 de 2016 por la cual se autoriza trabajo de grado práctica profesional y se designa su director.
- Certificación de horas laboradas por PSI SAS.
- Control de Horas durante la práctica.