

“CONSTRUCCIÓN DE 60.000 METROS LINEALES DE DRENAJES  
TERCIARIOS, EN EL SECTOR CAÑO AZUL EN LA PLANTACIÓN DE  
INDUPALMA LTDA. SAN ALBERTO – CESAR “

YARITH ANDRÈS FUENTES PARRA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

2009

“CONSTRUCCIÓN DE 60.000 METROS LINEALES DE DRENAJES  
TERCIARIOS, EN EL SECTOR CAÑO AZUL EN LA PLANTACIÓN DE  
INDUPALMA LTDA. SAN ALBERTO – CESAR “

Practicante:

YARITH ANDRÈS FUENTES PARRA

Director de Práctica:

Ingeniero: RAFAEL ORTIZ PEREZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

2009

**Nota de aceptación.**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----  
**Firma del presidente del jurado**

-----  
**Firma del jurado**

-----  
**Firma del jurado**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

El señor Fabián René Mendoza Rodríguez Gerente General de la Empresa SOLING DE COLOMBIA E.U, por brindarme una oportunidad inmejorable que me permitió llevar a cabo este proyecto.

El Señor Rafael Ortiz Pérez, Ingeniero Civil. Director del proyecto. Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga.

Al personal administrativo y de campo de la Empresa INDUPALMA S.A, por su participación y apoyo en la realización de este proyecto.

Al personal administrativo y de campo de la Empresa SOLING DE COLOMBIA E.U, por su participación y apoyo en la realización de este proyecto.

A mi familia, por brindarme su apoyo incondicional en cada una de las etapas que afronte en la ejecución de este proyecto.

A mis amigos, por brindarme su apoyo moral e incondicional en todo momento.

A mi familia, amigos y la Empresa Soling de Colombia E.U.  
Gracias por el apoyo incondicional que me brindaron.  
Cada meta alcanzada, da comienzo a una nueva.

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** CONSTRUCCIÓN DE 60.000 METROS LINEALES DE DRENAJES TERCIARIOS, EN EL SECTOR CAÑO AZUL EN LA PLANTACIÓN DE INDUPALMA LTDA. SAN ALBERTO – CESAR.

**AUTOR(ES):** YARITH ANDRES FUENTES PARRA

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** RAFAEL ENRIQUE ORTIZ PEREZ

### RESUMEN

El presente informe se propone describir las labores de construcción de drenajes y obras adicionales en la plantación de INDUPALMA S.A., por parte de la empresa contratista SOLING DE COLOMBIA E.U., basados en los diseños aportados por la firma AGRODINCO Ltda. El trabajo inicia con la revisión de la documentación entregada por la firma encargada del los diseños, con el fin de identificar los tramos a intervenir y labores a desarrollar en cada uno de ellos. Una vez finalizada la etapa preliminar se procede a realizar un reconocimiento del terreno con el fin de descartar posibles obstáculos en el tramo y asegurar el recorrido del mismo, este recorrido de la zona en compañía de la interventora AGRODINCO Ltda. Verificándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, y de esta forma acordar la abscisa inicial y final del tramo a construir. Luego de la verificación previa se realizo un trazo tentativo con el fin de delimitar claramente el eje de construcción, obras adicionales y la poligonal preliminar, paralelamente a las obras de drenaje se llevo a cabo la construcción de obras de arte tales como Box Culvert esto con el objeto de suplir necesidades y garantizar el buen funcionamiento del sistema de evacuación de aguas, todo siempre dando cumplimiento a requerimientos técnicos y de seguridad industrial. Todo esto es un gran aporte a la organización y funcionamiento de las actividades de recolección, transporte y evacuación de materia prima que se lleva a cabo dentro de la plantación de INDUPALMA S.A haciendo a esta empresa cada vez más competitiva, confiable para sus clientes y la región.

**PALABRAS CLAVES:** DRENAJES, CONSTRUCCIÓN, SOLING DE COLOMBIA, INDUPALMA S.A., AGRODINCO LTDA.

## GENERAL ABSTRACT OF WORK OF DEGREE

**TITLE:** CONSTRUCTION 60,000 LINEAR FEET OF TERCIARY DRAINS, IN SECTOR CAÑO AZUL IN PLANTING INDUPALMA LTDA.

SAN ALBERTO - CESAR.

**AUTHOR(S):** YARITH ANDRES FUENTES PARRA

**SCHOOL:** Faculty of Civil Engineering

**DIRECTOR(A):** RAFAEL ENRIQUE ORTIZ PEREZ

### ABSTRACT

The present report proposed describe the work of construction of drainage and additional works in planting INDUPALMA SA, by the contractor SOLING OF COLOMBIA E.U., based on the designs provided by the firm AGRODINCO Ltd. The work begins with a review of the documents delivered by the firm responsible for design, in order to identify tranches to intervene and work to develop in each one of them. Once the preliminary stage carries finalised was performed a reconnaissance in order to rule out possible obstacles in the route section and ensure the route same, this inspection for the area in company the intervening AGRODINCO Ltda. Verifying all details that affect in the determination of a probable demarcation axis, and thus the abscissa resolve initial and end of the section to be built. After verification was performed a line in order to make clear the shaft construction, additional work and polygonal preliminary paralely to the drainage work was carried out construction works of art such this with BoxCulvert's In order to fulfill needs and ensure the smooth operation of evacuation system, always in compliance with all technical requirements and industrial safety. This is a great contribution to the organization and functioning of the activities of collection, transportation and disposal of raw materials is carried out within the INDUPALMA S.A. plantation company making this increasingly competitive, reliable for its customers and the region.

**KEY WORDS:** DRAINS, CONSTRUCTION, SOLING DE COLOMBIA, INDUPALMA S.A., AGRODINCO LTDA

## INTRODUCCIÓN

El fruto de la palma (*Elais Guineensis*) es originario del golfo de Guinea, en África Occidental; en la actualidad el cultivo de palma se ha extendido por todas las regiones tropicales del mundo caracterizándose por un alto rendimiento por hectárea, sus bajos costos de producción y sus múltiples usos; en los últimos años se ha convertido en la principal fuente de aceite vegetal del planeta superando a la soya, con 37 millones de toneladas de producción en el 2008 (31 % de producción mundial de aceite comestible).

Hoy la palma se produce de forma industrial, las compañías productoras revenden el aceite a un amplio rango de clientes en los sectores de industria alimentaria y plantas de agro combustibles. Dentro de las cuales se encuentra una de las más grandes industrias del aceite de palma en Colombia: INDUPALMA S.A.

Las actividades de INDUPALMA S.A se extienden a las obras civiles teniendo en cuenta su requerimiento para las adecuaciones de parcelas, diseño y construcción de vías internas para recolección de fruto, construcción de sistemas de drenaje de lotes y construcción de estructuras necesarias para el mejoramiento de la logística de la plantación.

El acumulamiento de aguas en los lotes de palma se ha considerado una seria problemática ya que genera proliferación bacteriana dando lugar a enfermedades a la planta y entorpece la logística de los cultivos con las consecuentes pérdidas económicas dando lugar a la necesidad de construir un sistema de evacuación y drenado de los mismos.

En razón de lo anterior, se hace inminente dar pronta y efectiva solución a través de la construcción de una sistema de evacuación y drenado de los lotes, por lo tanto se llevo a cabo la ejecución de 60.000 metros lineales de drenaje terciario y sus obras necesarias para la optimización de la plantación de palma de aceite en el sector Caño Azul perteneciente a INDUPALMA S.A a través de la empresa contratista SOLING de Colombia "Soluciones de Ingeniería" en el Municipio de San Alberto Cesar.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Ejecutar un sistema de evacuación y drenaje en plantación de palma de aceite en el sector Caño Azul perteneciente a INDUPALMA S.A, como participación en la solución de problemas reales del sector de la construcción y estrategia para desarrollar actividades de tipo práctico en la formación teórico experimental recibida en aulas y laboratorios, con un ejercicio profesional supervisado.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar recursos humanos y empresariales
- ✓ Supervisar los trabajos de ejecución y manejo de las obras a cargo, en los aspectos técnicos y administrativos
- ✓ Controlar el buen estado de operatividad y el buen uso del equipo mecánico asignado así como el aprovisionamiento oportuno de los insumos necesarios
- ✓ Autorizar, controlar y evaluar el uso de planillas, combustibles, lubricantes repuestos, viáticos, y otros rubros inherentes a las actividades administrativas del proyecto.
- ✓ Velar por el cumplimiento de normas de seguridad para el personal y custodia de los bienes de la obra a su cargo.
- ✓ Suministrar información técnica sobre el desempeño de la obra, a las autoridades competentes del sector.

## **2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

### **2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE SOLING DE COLOMBIA E.U.**

#### **SOLING DE COLOMBIA E.U.**

### **2.2. RAZON SOCIAL**

SOLUCIONES INTEGRALES DE INGENIERÍA DE COLOMBIA “SOLING DE COLOMBIA E.U.”, fue fundada el 10 de Septiembre de 2008 según Acta de Constitución, Cámara de Comercio de Bucaramanga No. 0020014362, en la Cra. 31 No. 21-10 del barrio San Alonso, con un término de duración inicial hasta el 10 de Septiembre del año 2018.

En muy poco tiempo SOLING DE COLOMBIA E.U., se ha fortalecido y aumentado su experiencia en los campos de la construcción y mantenimiento de vías, locaciones y obras civiles, relimpia de drenajes, cruces de cuerpos de agua, obras de protección geotécnica, entre otras.

### **2.3. MISIÓN**

Su propósito como empresa honesta y comprometida con el desarrollo económico del país y el bienestar de todos sus clientes, colaboradores y amigos, es forjar dentro de un marco de calidad y seguridad, proyectos donde la idoneidad de su recurso humano, la calidad técnica y la eficiencia, permitan obtener beneficios a favor de sus clientes y de su propia organización. Su acción esta soportada en tres lineamientos:

- Asignación del recurso humano
- Eficiencia
- Calidad técnica
- 

### **2.4. VISIÓN**

Soling de Colombia E.U. tiene como visión reafirmar y aumentar su solidez y autonomía en cada una de las ramas de la organización tanto en la ingeniería civil, construcción de edificaciones, y alquiler de maquinaria y equipos ejecutando y respondiendo sus proyectos de acuerdo a elevados estándares de calidad y seguridad industrial certificadas. Así mismo asumirá los retos o los

cambios del mercado apoyados en una estructura apta, generadora y en mejoramiento continuo de proyección nacional.

## 2.5. POLÍTICA

SOLING DE COLOMBIA E.U., en cabeza de su representante legal, se compromete a cumplir con las necesidades y exigencias de sus clientes aportando para ello la infraestructura adecuada para cada tipo de obra, apoyado en un grupo de personal altamente capacitado en cada área requerida por el proyecto.

## 2.6. LEMA

SOLING DE COLOMBIA E.U., tiene como bandera la frase “EVOLUCIONANDO PARA USTEDES”, la cual da fe, del compromiso con sus clientes en búsqueda del desarrollo.

## 2.7. EXPERIENCIA

SOLING DE COLOMBIA E.U., en su corta trayectoria se ha consolidado en el sector palmero por medio de los siguientes proyectos:

- ✓ Mantenimiento de vías terciarias del proyecto El Horizonte, perteneciente a Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.
- ✓ Mantenimiento de vías terciarias del proyecto El Palmar, perteneciente a Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.
- ✓ Construcción de nueve (9) alcantarillas de 36”, para las vías del proyecto El Horizonte, perteneciente a Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.

- ✓ Construcción de vías internas de la Planta de Beneficio Primario de Extractora Central, ubicada en el municipio de Puerto Wilches – Santander.
- ✓ Construcción de vías internas para lotes siembra año 2004, pertenecientes a la plantación del predio Chihuahua, ubicado en el municipio de Puerto Wilches – Santander.
- ✓ Construcción de vías internas para lotes siembra año 2005, pertenecientes a la plantación del predio Chihuahua, ubicado en el municipio de Puerto Wilches – Santander.
- ✓ Construcción de una bodega para el vivero San Pedro, perteneciente a Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.
- ✓ Construcción con retroexcavadora de diez mil (10.000) metros lineales de drenajes terciarios, para el predio La Elsa, perteneciente a proyectos especiales de Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.
- ✓ Construcción de dos (2) puentes con capacidad de 25 toneladas y luz de catorce (14) metros cada uno, en estructura metálica, para el predio La Elsa, perteneciente a proyectos especiales de Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.
- ✓ Construcción con retroexcavadora de diez mil trescientos (10.300) metros lineales de drenajes terciarios, para El Palmar, perteneciente a Indupalma s.a., en el municipio de Sabana de Torres – Santander.

## 2.8. ORGANIGRAMA

### SOLING DE COLOMBIA E.U.

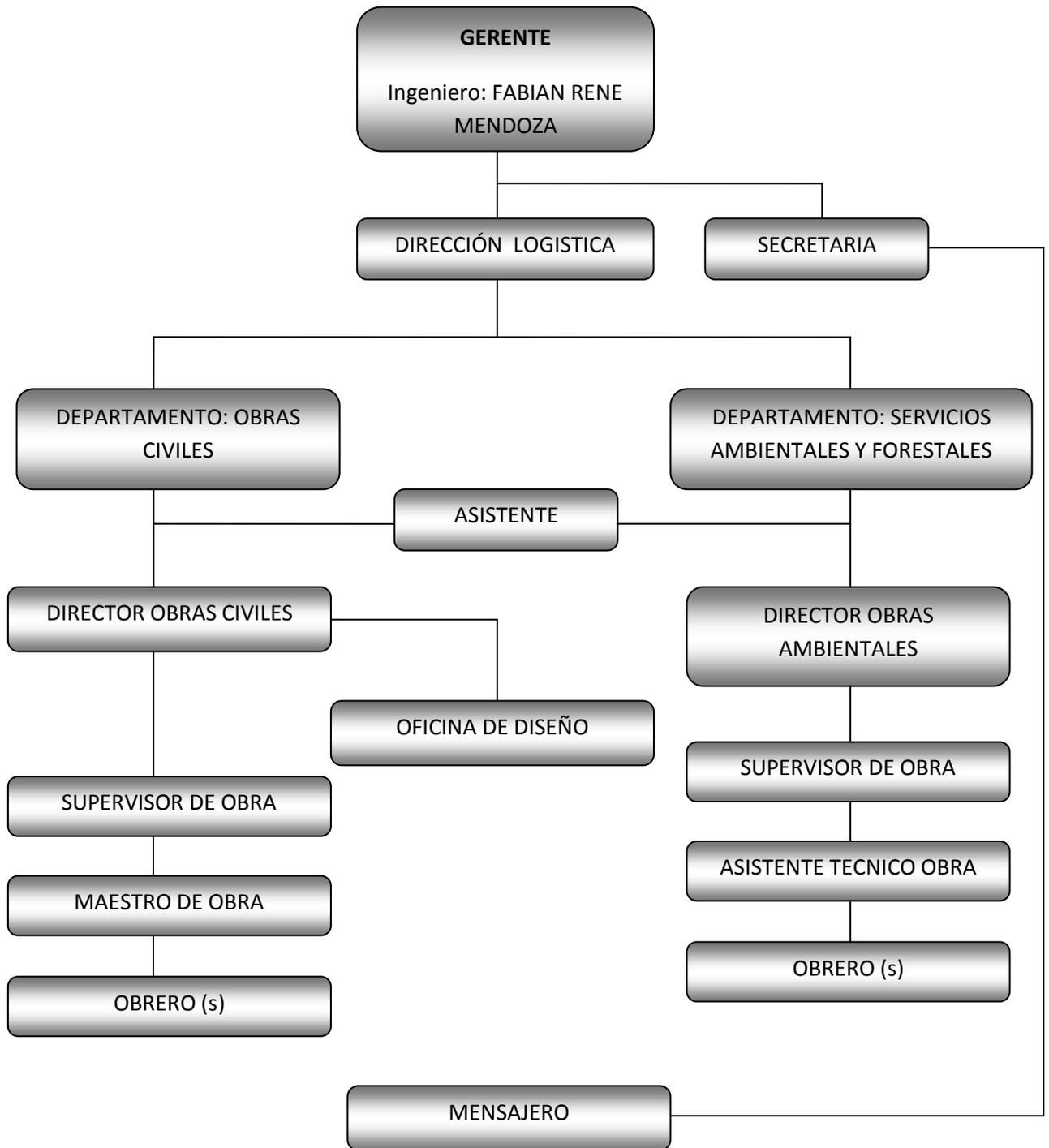


Figura 1. Estructura Organizacional SOLING DE COLOMBIA E.U.

## 2.9. INDUPALMA S.A.

### **NEGOCIOS EN LA PALMA DE SU MANO**

#### 2.9.1 Orígenes de INDUPALMA

Hacia 1914 llegó Morís Gutt a Colombia a trabajar con su tío Salomón Gutt, dedicado entonces al comercio. El joven de apenas trece años, había nacido en Kiev, en el seno de una familia Judía.

El 2 de enero de 1950, Moris Gutt fundó la fábrica de Grasas y Productos Químicos que mas tarde la llamó Grasco y se convirtió en una Sociedad Anónima. Entonces quiso tener un cultivo de palma africana que abasteciera de materia prima (aceite) a su fábrica.

En la figura 2 se muestra las labores de siembra de los cultivos de palma de aceite en San Alberto, Cesar.

Figura 2. Cultivos de palma Indupalma s.a.



Fuente: [www.indupalma.com](http://www.indupalma.com)

Además de ser una empresa Agroindustrial, Indupalma hoy es una empresa constituida como Banca de Inversión y Operación de proyectos de palma, con apertura para ofrecer su experiencia a otros inversionistas y cultivadores; apertura para recibir servicios de cooperativas y de unidades autónomas empresariales, y apertura para generar un Modelo de Propiedad y generación de ingresos que democratice cada vez más la propiedad del negocio de palma, en beneficio del país.

*INDUPALMA S.A* es hoy una organización empresarial mucho más compleja y ambiciosa que la creada al iniciarse la segunda mitad del siglo XX. Hoy es una empresa con apertura e impulsora de la actividad consiente de la importancia que ha tomado el aceite de palma no sólo como materia prima de la producción de comestibles y productos de aseo, sino en la trascendente actividad del biodiesel.

Por eso hoy , *INDUPALMA S.A* no sólo cultiva el fruto de la palma de aceite y lo procesa para su comercialización desde sus instalaciones de San Alberto Cesar , sino que amplió ambiciosamente su actividad empresarial hacia otros inversionistas cultivadores o procesadores, al ofrecerles asistencia técnica y en general estructuración, administración promoción integral del cultivo, procesamiento y comercialización del aceite de palma .Así cumple con su objetivo de ampliar la frontera palmera y que ésta actividad se convierta cada vez más, en un importante renglón para la economía del país.

#### 2.9.2. MISION:

Es una empresa prestadora de servicios de Banca de Inversión y de operación de negocios en el sector agroindustrial, especializada en promover, diseñar, estructurar, consolidar y administrar negocios que aseguren la producción y comercialización de productos de la palma de aceite, mediante su experiencia, conocimiento, avance tecnológico y talento humano competente. Generamos rentabilidad a los accionistas, clientes, socios estratégicos y desarrollo integral a los colaboradores y a la comunidad de la zona de influencia.

#### 2.9.3. VISION

En el año 2020 será líderes en Latinoamérica en Banca de Inversión y operación de negocios, garantizando la comercialización de 350.000 toneladas de aceites de palma, siendo reconocidos como el mayor gestor empresarial generador de empleo, desarrollo social y económico en el sector.

Su Propuesta de Valor:

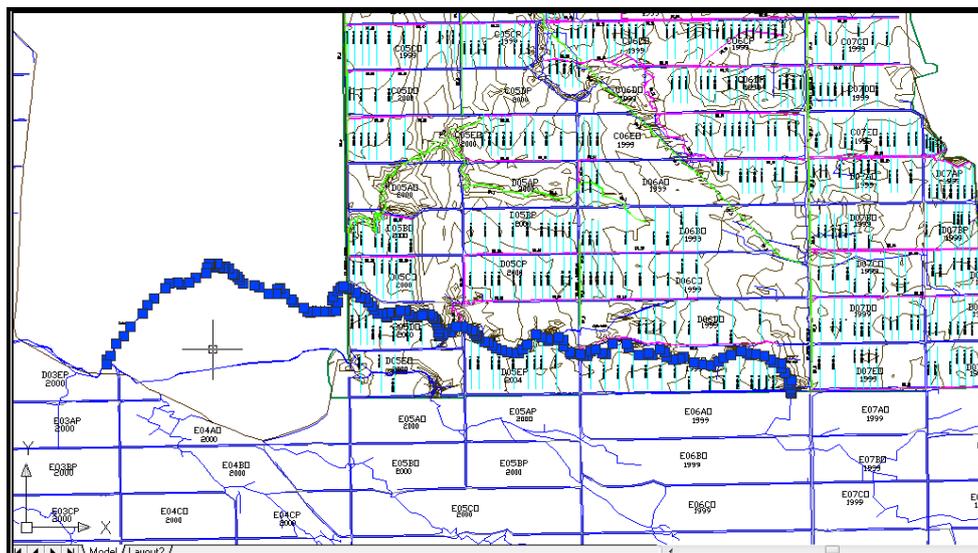
Soluciones integrales con rentabilidad segura:

- Garantizamos un conjunto de servicios y productos de acuerdo con las necesidades y expectativas de los clientes, generándoles rentabilidad
- Agilidad: Proveemos soluciones rápidas y efectivas a las solicitudes de los clientes.
- Confiabilidad: Ofrecemos credibilidad, asesoría y reglas claras, asegurando relaciones transparentes y de mutuo beneficio.

### 3. DESCRIPCION DE LAS OBRAS SECTOR CAÑO AZUL (DISEÑOS)

En la Figura 3, se muestra el sector donde se realizaron las obras, la subdivisión de los lotes y la planta general del sistema de drenaje

Figura 3. Vista Planta general diseños drenaje Sector Caño Azul



Fuente: Agrodinco Ltda.

### 3.1 DRENAJE

El drenaje consiste en la evacuación del agua acumulada sobre la superficie del terreno a causa de lluvias intensas y frecuentes, desbordamiento de cauces, topografía plana e irregular y suelos con baja capacidad de infiltración.

### 3.2 TIPOS DE DRENAJE

Dado del origen de los excesos de agua, el diseñador opto por una red de drenaje superficial localizado.

3.2.1 Drenaje Primario: Es aquel canal de poca longitud y profundidad que realiza la primera recolección de agua localizada en el lote. Este canal es de dimensiones pequeñas.

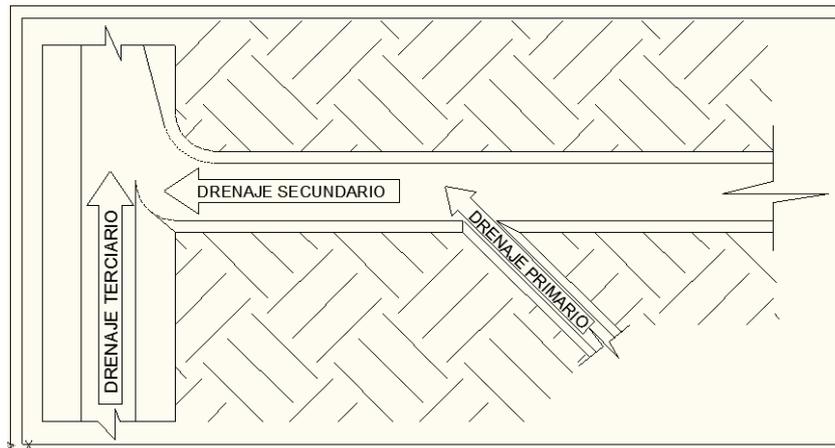
3.2.2 Drenaje Secundario: Este drenaje tiene características similares en cuanto a la arquitectura respecto al primario, cumple con una labor más compleja ya que recibe las descargas del DP y su objetivo es iniciar la evacuación el caudal.

3.2.3 Drenaje Terciario: Como en los sistemas de alcantarillados el drenaje terciario actúa como colector principal, encargado de recibir, transportar y evacuar toda el agua, además de los aportes de caudal que hacen los canales naturales adyacentes al mismo. Sus dimensiones son mayores a los DP y DS.

### 3.3. ESQUEMA GENERAL DE DRENAJE.

La figura 4 se muestra el esquema del sistema espigas de pescado realizado por la firma AGRODINCO LTDA, sistema diseñado para la red de drenaje en el sector Caño Azul

Figura 4. Red Espinas de pescado.



Fuente: El Autor.

El principio del diseño proporcionado por el contratante es el de espina de pescado como se observa en la figura 2, consiste en la recolección secuencial de las aguas del lote iniciando por los DP, DS hasta llegar a su destino final el Drenaje Terciario.

### 3.4 DRENAJE PRINCIPAL

Es el mismo drenaje terciario, su función es recoger todas las descargas aportadas por los drenajes encargados de la evacuación del lote.

### 3.5 OBRAS ADICIONALES (ARTE)

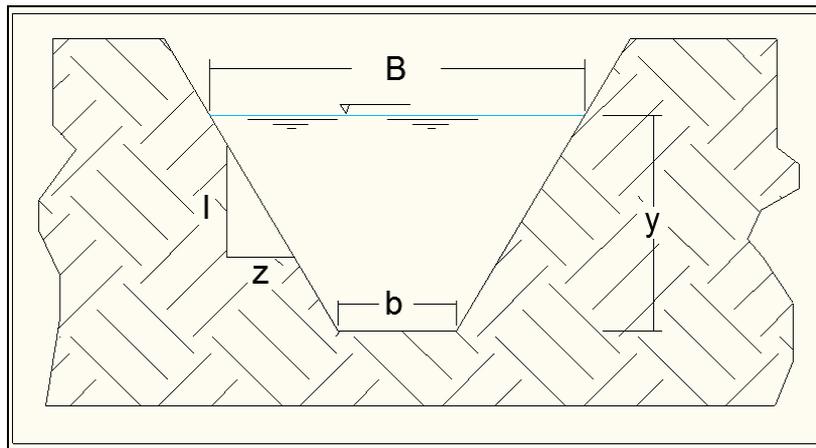
Se dio la necesidad de construir obras civiles adicionales para complementar el sistema de drenaje y no entorpecer el funcionamiento de las vías existentes, obras tales como Box Culvert's y alcantarillas a lo largo de gran parte de los tramos, pues como se explicó inicialmente los Drenajes Terciarios son los de mayor extensión y además van a lo largo de toda la plantación interceptando vías.

### 3.6 ARQUITECTURA DEL DRENAJE

El trapecio es la forma más común para canales con bancas en tierra sin recubrimiento, teniendo en cuenta que proveen las pendientes necesarias para la estabilidad de sus taludes.

En la figura 5 se muestra la arquitectura del drenaje trapezoidal.

Figura 5. Arquitectura de los canales Trapezoidales



Fuente: El Autor

#### 4 CONSTRUCCION DE LAS OBRAS.

Los canales artificiales son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales y canaletas de irrigación, cunetas de drenaje, vertederos, canales de desborde, canaletas de madera, cunetas a lo largo de carreteras etc...; en el presente caso se trata de canales trapezoidales de drenaje construidos con maquinaria pesada.

##### 4.1. MAQUINARIA

La construcción de drenajes terciarios en el sector de Caño Azul, se realizó haciendo uso de equipos (Maquinaria Pesada) basados en diseños previos aportados por el contratante Indupalma s.a. La arquitectura de los canales (Trapezoidal) hizo necesario la consecución de equipos específicos para la obras.

Maquinaria antes mencionada fue escogida de acuerdo a las características de cada aparato tales como; tamaño, capacidad y sistemas de movimiento. Razón por la cual se utilizaron, Retroexcavadora de Oruga Caterpillar 307 B, 311 C, 312 B, e Hitachi EX 100. Relacionadas a continuación:

##### 4.1.1 CAT 307B

La Retroexcavadora de oruga CAT 307B ideal para realizar trabajos dentro de lotes de palma adulta, ya que el tamaño de esta máquina es pequeño y tiene la facultad de hacer movimientos precisos, esto permitió cumplir con las labores

sin causar daño alguno a las plantas (dado que la finalidad de los trabajos fue proteger las mismas).

#### 4.1.2. CAT 311C – 312B

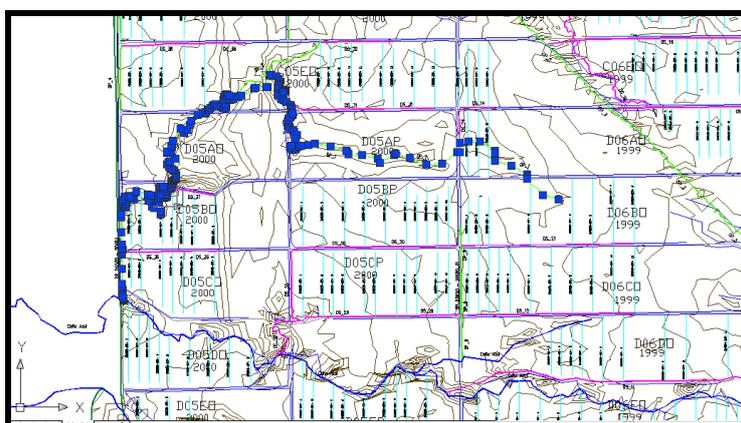
La Retroexcavadora de oruga CAT 311C Y 312B son de mayor tamaño que la 307B estas fueron usadas para la construcción de los drenajes perimetrales a los lotes y también en zonas donde las palmas no superan los 1.8 metros de altura, el brazo de la maquina podía maniobrar sobre la cresta de las plantas.

#### 4.2 ACTIVIDADES PRELIMINARES

Antes de empezar el trabajo de campo se realizó una reunión (comité) conformado por un representante del contratante INDUPALMA S.A, un representante de interventoría de la firma AGRODINCO Ltda., y el representante de la empresa contratista SOLING DE COLOMBIA EU, con el objeto de poner a asistentes al tanto de la programación de las obras y las metas a cumplir para la semana siguiente, este comité se llevaba a cabo todos los días martes a las 7.00 am en las instalaciones de INDUPALMA S.A.(Ver anexo 1) Cronograma.

En la Figura 6 se observa el recorrido del Drenaje Terciario 1 o Principal DTP\_01 el primer tramo que se intervino, este actúa como primer colector del sistema.

Figura 6. Vista en planta trazado canal principal 1



Fuente: Agrodinco Ltda.

El drenaje principal DP es una estructura trapezoidal con una relación de taludes variable de acuerdo a las condiciones del terreno y una profundidades que varían entre 0.50 y 2.86 metros, encargada de transportar altos volúmenes de agua que son evacuados anteriormente por los drenajes internos DP y DS

actuando así como un colector principal y que desemboca en el caño natural “Caño Azul”.

La relación de taludes varía de acuerdo a las condiciones del suelo, ya que en algunos tramos este presentó condiciones arenosas generando problema de deslizamiento de material al interior del canal.

#### 4.2.1 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Para la construcción del canal Principal DTP\_01 primero se hizo un reconocimiento del terreno con el fin de descartar posibles obstáculos en el tramo y asegurar el recorrido del mismo, el recorrido de la zona siempre se hizo en compañía de la interventora anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo, y así estar de acuerdo con el punto inicial y el punto final a tomar

En la figura 7 se observa el primer tramo antes de ser intervenido y la acumulación de agua que presenta este debido a la falta de sistema de drenaje.

Figura 7. Reconocimiento Tramo inicial DTP\_01



Fuente: EL Autor

#### 4.3 TRAZADO Y REPLANTEO

Luego de la verificación previa se realizó un trazo tentativo haciendo uso de cuerdas y clavando en el terreno estacas de la poligonal preliminar cada 20 metros basados en el absisado aportado por la topografía.

## Perfiles de Terreno DTP-01 (Ver Anexo 2)

Basado en los perfiles topográficos y en los planos entregados por Agrodinco Ltda., planos en físico de la sección del canal se iniciaron las labores de construcción y supervisión de las obras.

Tabla de datos topográfico (Ver Anexo 3)

### 4.4 DESVIO DE CAUCE.

El primer tramo del DTP\_01 hace parte de un canal natural por lo tanto se dio la necesidad de realizar la nivelación de la poligonal y desviar el cauce del DTP\_01 optimizando la zona de trabajos como garantía de la arquitectura del canal y pendientes requerida.

En cuanto al diseño de los canales, el cambio brusco de dirección es sustituido por una curva cuyo radio no debe ser muy grande, por lo tanto en una reunión previa con la firma interventora (encargada de los diseños) se escogió un radio mínimo en razón de que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no hay ahorro de energía, es decir la curva no sería hidráulicamente más eficiente implicando alto costo al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Lo más complejo de este trabajo es garantizar la velocidad de evacuación ya que las condiciones del canal varían de manera abrupta en un tramo de 20, 10 o hasta 5 metros poniendo a prueba la capacidad del ingeniero hidráulico y sus aportes en la solución de este tipo de problema.

Figura 8: Construcción DTP 01 K0+00 – K0+120



Fuente: El Autor

Una de las mayores preocupaciones es la arquitectura del canal ya que ante cualquier defecto estaría a merced del constante golpe del agua hacia el drenaje provocando deterioro en vías y entorpeciendo las labores de recolección.

#### 4.5 EXCAVACIONES

Las obras en su totalidad contaron con excavación ya fuera para desvío o bypass de cauces, construcción de las cajas para disponer obras de arte y el principio del drenaje en su totalidad cuenta con excavaciones.

Durante el proceso de excavación se cumplieron también labores de control y supervisión del buen uso de los equipos por parte de los operadores dado que este tipo de maquinaria debe ser manipulada por personal idóneo y capacitado pues esto disminuye el índice de accidentalidad, así como también velar por que los equipos electrónicos como GPS estén en óptimas condiciones.

En la figura 9 se muestra la trayectoria del canal de desviación en el tramo inicial del DTP\_02.

Figura 9: DTP\_01 Tramo 02



Fuente: El Autor

Debido a que en la zona donde se realizaron los trabajos es muy frecuente encontrar animales peligrosos tales como serpientes venenosas (Taya X, Coral, Mapana) entre otras siempre fue necesario y no solo por exigencia del contratante sino por la importancia que implica velar que los obreros y operadores de maquinaria contaran con todos los elementos de seguridad, gracias al cumplimiento de estas normas no se presento ningún tipo de accidente durante el desarrollo de las obras.

#### 4.6 CANTIDADES DE OBRA.

En este proyecto de tomo como referencia el metro lineal de drenaje removiendo en promedio alrededor de 1.3 metros cúbicos de material por metro lineal avanzado, esta cantidad variaba de acuerdo a las condiciones topográficas del terreno.

Como se puede apreciar en la Figura 9 las profundidades del canal varían entre 0.50 y 2.86 metros dificultando el paso a nivel de los carros transportadores de fruta de tracción animal (Búfalos) para lo que se hace necesario la construcción de pequeños puentes y “paso tubo “además de algunos Box Culvert y alcantarillas de dimensiones considerables.

A continuación en la figura 10 se puede observar un paso de búfalo, estructura que consiste en una placa de concreto para permitir la circulación de los animales y las carretas.

Figura 10: Paso de búfalo



Fuente: El Autor

## 4.7 CONSTRUCCION OBRAS DE ARTE

### 4.7.1 BOX CULVERT – DRENAJE DTP\_01

En la construcción del Tramo DTP\_01 Drenaje Principal 1, se observó que a la altura de la Abcisa K0+438 fue necesaria la ubicación de una estructura que permitiera la marcha de los vehículos a paso elevado ya que en este punto el DP\_01 ya contaba con un caudal considerable y las condiciones del terreno no soportan la embestida del agua aportada por un canal natural.

Teniendo en cuenta la condición anterior y en razón del análisis realizado con la interventoría AGRODINCO LTDA., y el contratante INDUPALMA LTDA se tomó la decisión de construir un Box Culvert en dicho punto.

#### 4.7.1.1 ACTIVIDADES EN OBRA

Las actividades realizadas durante la ejecución de la obra “construcción Box Culvert 01” DP\_01 fueron:

#### 4.7.1.2 Verificación del diseño y construcción

Se programó y llevó cabo una reunión con la interventoría, el contratante para verificar la necesidad inminente en la construcción de la estructura, además se hizo la verificación de dimensiones de la misma.

En este proceso era mi obligación velar por el cumplimiento a cabalidad con los requerimientos del diseño, este diseño era aportado por Agrodinco Ltda., en medio físico un plano que contenía las dimensiones el recorrido del canal con el perfil y cotas del terreno, siempre se trabajó con la arquitectura antes mencionada CANAL TRAPEZOIDAL.

Se corroboró la utilización de los materiales mencionados en el diseño, que las dimensiones observadas en el diseño de la estructura coincidieran exactamente en la construcción, tales como número de varillas, el calibre de estas, espesor de placas y solados.

Se verificó que la losa “placa” inferior, las dimensiones de los estribos cumpliera con las especificaciones dadas en los planos por parte del diseñador, se checkearon los tiempos de ejecución de la obra ya que por ser esta una de las vías principales de evacuación de fruto era de vital importancia la culminación de la misma a tiempo para dar cumplimiento a las metas pactadas previamente en el comité.

El Boxculvert DTP\_01 es una estructura de 2,5m de luz por 3m de ancho por 1.70m de altura que facilitara el paso de tracto camiones sobre el Caño Jauja que es un pequeño brazo o derivación del Caño Mono

En las figuras 11 y 12, muestra la etapa de construcción del BoxCulvert DTP\_01.

Figura 11. Construcción Box Culvert 01 DP \_ 01



Fuente: El Autor

Para la construcción de esta estructura se programo para ser ejecutada en su totalidad en un lapso de 19 días y se dispuso un equipo de trabajo compuesto de la siguiente manera: Un capataz y una cuadrilla de 4 obreros a cada uno de ellos se le dispuso una meta específica la cual debía alcanzar en un determinado tiempo y con las características dadas por mí.

Los materiales que se utilizaron para esta obra fueron:

Cemento (80 Bultos)  
Balastro (4 Viajes)  
Varillas de 1/2" (24 Varillas)  
Varillas de 3/8" (18 varillas)  
Herramienta menor

Mezcladora  
Formaletas

El montaje de la formaleta para los estribos se hizo luego de haber fundido la placa inferior del boxculvert la cual tiene un espesor de 0.20 m, y unas dimensiones de 2.70 x 3.00 metros, cabe anotar que las condiciones de trabajo en este punto eran adversas debido al alto contenido de agua en el área de trabajo.

En la figura 12 se puede observar de una manera más clara el montaje de la formaletería para los estribos del Boxculvert.

Figura 12. Construcción Box Culvert 01 DP \_ 01



Fuente: El Autor

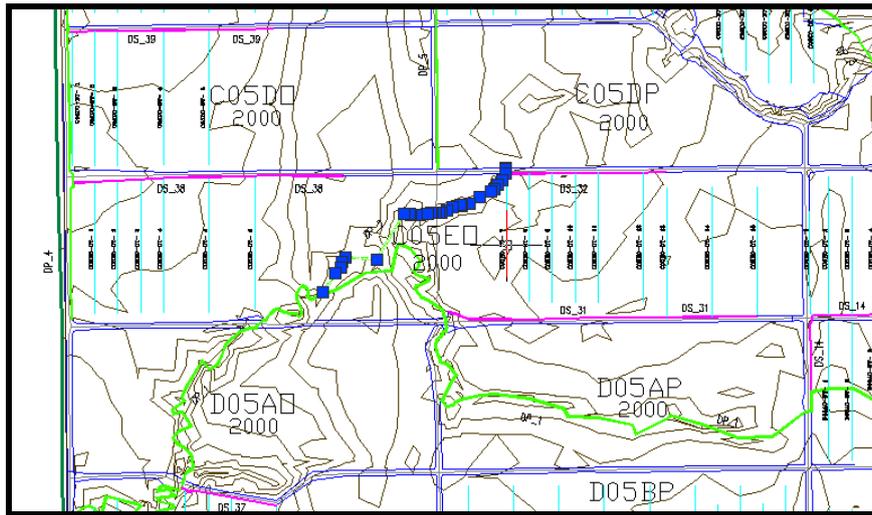
#### 4.8 CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL DTP\_02

En la construcción del DP\_02 se aplicó la misma metodología mencionada en el DP\_01 ya que las estructuras son similares.

Se realizaron las actividades preliminares como el reconocimiento del terreno, la re ubicación de las estacas de demarcación de eje, no fue necesario construir un desvío de cauce ya que este canal no cuenta con aporte natural existente.

A continuación en la figura 13 se muestra el trazado en planta del sistema de drenaje.

Figura 13. Vista en planta trazado canal principal DTP\_02



Fuente: Agrodinco Ltda.

Una de los mayores desafíos en este tipo de obra es mantener un flujo constante es decir una lámina de agua estable y velocidad adecuada, evitando daños por erosionamiento y desborde del canal, los canales principales hacen a su vez de colector principal mediante un sistema espinas de pescado.

En la construcción de dichas espinas se tuvo en cuenta que la entrada del dondi al canal principal garantizara una continuidad en el caudal y poco o nulo resalto hidráulico, evitando la presencia de derrumbamientos, posibles taponamientos y remansos entorpeciendo el trabajo del drenaje, desestabilizando los taludes. Es importante tener en cuenta que estos drenajes están diseñados para transportar mas no para almacenar agua.

Para este canal se mantuvo una pendiente del 0.001 debido a su longitud y la inestabilidad del suelo ya que presento condiciones arenosas, por ello se recomendó al diseñador modificar la pendiente, al aumentar la pendiente se proporciona mayor velocidad y así un buen arrastre al momento de trabajar el drenaje.

A continuación en la figura 14 se muestra el terreno antes de la construcción del DTP\_02, etapa preliminar estacado.

Figura 14: Terreno estacado DTP\_02



Fuente: El Autor

Figura 15: DTP\_02



Fuente: El Autor

El sistema de drenaje se construye en contra del sentido del agua, es decir; se construyen primero los Drenajes terciarios que son los encargados de recibir todo el caudal (Ver Figura 4), luego se procedió a construir los drenajes secundarios (DS) Y por último los dondis o drenaje Primario (DS).

El DTP\_02 se construye de la misma forma que el DTP\_01 a diferencia que este canal se encuentra ubicado en medio del lote y no en el perímetro como el DTP\_01, uno de los inconvenientes presentados para el tramo fue la ubicación pues al estar dentro del lote su longitud es grande mientras encuentra el punto de descarga “caño natural”.

Este proceso se realiza a todos los canales, es importante garantizar una velocidad que mantenga el fondo del canal libre de material y no presente taponamientos por mal funcionamiento hidráulico.

En la construcción del DTP\_02 se dio la necesidad de hacer un desvío haciendo que el tramo K0+322 al K0+ 370 tomara un sentido curvo, esto a causa de un hundimiento que se presentó en el tramo anteriormente mencionado.

A continuación en la figura 16 se muestra la sección del drenaje en mención.

Figura 16: Tramo 2- DTP\_02 Sección curva



Fuente: El Autor

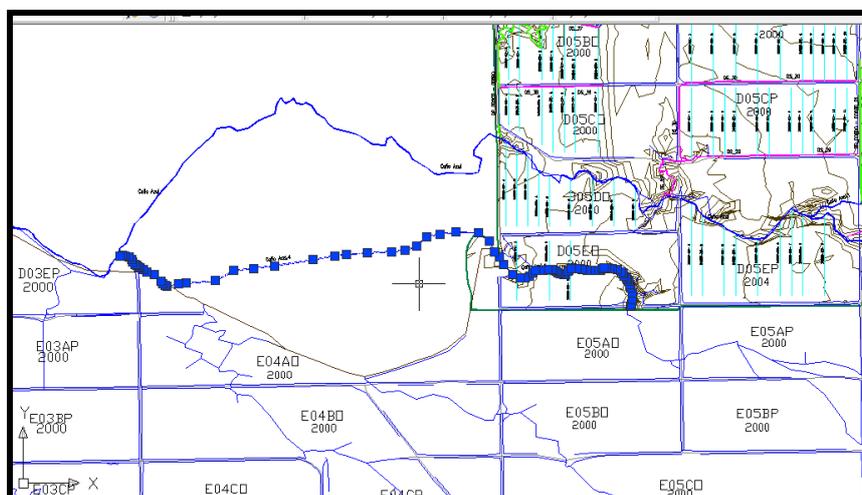
#### 4.9 CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL DTP\_03

El DTP\_03 es el drenaje de mayor longitud de todo el proyecto, este se encuentra en la sección sur-occidental de Caño Azul, recibe aportes de una serie de pequeños canales naturales del sector.

Debido a su longitud el DTP\_03 tiene al igual que el DTP\_02 una pendiente que varía entre 0.001 y 0.0015 manteniendo así una velocidad aceptable y a su vez un arrastre que no generara taponamientos en el tramo a causa de desprendimientos de tierra.

La figura 17 muestra el recorrido y diseño en planta del DTP\_03

Figura 17: DTP\_03



Fuente: Agrodinco Ltda.

La necesidad del Box Culvert DTP\_03 con unas dimensiones (1.5 x 1.0) se tuvo en cuenta el volumen de agua transportado por el canal e este punto dando como resultado el diseño y posterior construcción de esta estructura.

En la figura 18,19 y 20 se muestra la localización del Boxculvert las labores de construcción y finalmente la obra terminada.

Figura 18. Localización de la necesidad Box DTP\_03 (1.5x1.0)



Fuente: El Autor

Figura 19. Labores de construcción Box DTP\_03 (1.5x1.0)



Fuente: El Autor

Figura 20. Box DTP\_03 (1.5x1.0)



Fuente: El Autor

El canal DTP\_03 antes de su descarga final al canal natural Caño Mono realiza un recorrido en línea recta bastante prolongado en paralelo a la vía principal K11 C –O, dadas estas condiciones el canal cumple antes de nuestra intervención cumple labores de desagüe de la vía (como de muestra en la figura 21), por ello en este tramo fue necesario realizar una reforma a la estructura dándole mejor pendiente a los taludes.

En la figura 21 se muestran labores de limpieza DTP\_03

Figura 21: Box DP\_03 Tramo 3



Fuente: El Autor

En la construcción del último tramo del DTP\_03 se dio la necesidad de ubicar un Boxcuvert doble de (2.0x1.0) dado que a la altura de la abscisa K0+680 se presenta la intersección de la vía con el caño Jauja, caño que transporta un caudal considerablemente alto.

En la figura 22 se observa los trabajadores en labores de construcción Boxculvert DTP\_03-1

Figura 22: Box (2.0x1.0) Doble DP\_03 Tramo 3



## 5 DESARROLLO DE LA PRACTICA EMPRESARIAL

### 5.1 PLANEACIÓN, ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN DE LAS OBRAS.

En el desarrollo de la práctica esta actividad se realizó durante todo el transcurso de la obra, ya que se programaron comités previos a la inicialización de cada tramo con el fin de evaluar y proponer metas para las labores en la semana siguiente, este comité buscaba que las partes involucradas en el proyecto manejaran siempre el mismo lenguaje y cada uno se mantuviera al tanto de los avances y modificaciones hechas al proyecto el comité se llevaba en las oficinas de INDUPALMA S.A y en algunas oportunidades en campo. (Ver anexo 4) Acta de comité logística.

## 5.2 SUPERVISION DE LAS OBRAS

Esta actividad se llevo a cabo durante toda la práctica, pues la principal labor desarrollada en la obra era la de supervisar paso a paso el avance de la misma, esta actividad se cumplió de la siguiente manera:

Se realizaban visitas a cada uno de los frentes de trabajo en ocasiones sin previo aviso, y se evaluaron los avances y calidad de trabajos, como ingeniero residente permanecía gran parte del tiempo haciendo aportes y revisiones técnicas al proyecto.

## 5.3 CONTROL DE EQUIPOS Y MATERIALES

Para el manejo y control de los equipos livianos como maquinaria pesada se elaboro una planilla de registro, (Ver Anexo 5) en el caso de la maquinaria pesada se llevaba un registro de suministro de combustibles y horas trabajadas tomando lectura diariamente del Horometro al inicio de las actividades y al final de la jornada. En cuanto al control de los equipos livianos y herramientas menores se delego esta tarea al capataz de la cuadrilla, quien semana a semana rendía cuentas del inventario disponible.

## 5.4 CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE SEGURIDAD

Las normas de seguridad son de mucha importancia en este tipo de obra, ya que el personal está todo el tiempo expuesto a una gran variedad de riesgos tales como: riesgos mecánicos, biológicos, psicosocial, entre otros, por ello se les dio una charla previa de SISO a todos los empleados y también se les proporcionaron todos los elementos de seguridad.

Mediante la realización de visitas sorpresa se verificaba que el personal hiciera buen uso de los elementos de seguridad, si en alguna oportunidad no se le estaba dando cumplimiento a las normas se hacia un llamado de intención si persistía el incumplimiento se prescindía de los servicios del obrero, ya que esto representaba un riesgo alto para la empresa y los trabajos en general.

En las figuras 23 y 24 se muestra los empleados con los elementos de seguridad.

Figura: 23 elementos de seguridad.



Figura 24.



Fuente: El Autor

## 5.5 INFORMES SOBRE AVANCES DE OBRA.

Para cada comité antes mencionado se rendía un informe sobre el avance de la obra y sus novedades, estas anotaciones quedaban registradas en la respectiva acta. (Ver Anexo 1)

## 6. CONCLUSIONES

Se logro establecer metas e el proyecto y a su vez cumplirlas a cabalidad dando como resultado la culminación a tiempo de la obra.

Los sistemas de drenaje existentes en dichos cultivos antes de nuestra intervención debieron ser reconstruidos teniendo en cuenta todos los factores implicados dentro del proceso; tales como rutas de recolección de fruto y vías.

El principio de espinas de pescado es el más eficiente para este tipo de obras ya que los campos a drenar son grandes extensiones de tierra y se logro una buena coordinación con los diseñadores en cuando a aportes técnicos de mi parte, lo cual permitió la construcción de un sistema integro y eficaz de drenaje.

Se determino que no es conveniente por las condiciones del terreno que los canales tengan demasiada longitud, en el esquema dos se puede apreciar cual es el principio de sistema espinas de pescado el cual fue empleado en este proyecto.

La palma como cultivo requiere además de una logística en cuanto a vías de circulación, también obras civiles de gran envergadura como diques para evitar inundaciones a causa de los ríos adyacentes.

Debido a las condiciones de la zona donde está ubicada esta plantación presenta un alto índice de inundación.

Se cuantificó y se midió cantidades de obra, los rendimientos de trabajos logrando optimizar las labores mediante un sistema de formatos y de este modo dando mejores resultados al proyecto.

Se logró apreciar el marco general de la utilidad de la ingeniería Civil puesta en marcha con las actividades específicas que se realizaron durante la práctica empresarial, además se inicio en buna hora con el aporte de esta práctica.

## **7. RECOMENDACIONES**

La obtención de buenos resultados para la producción de materia prima en la elaboración de aceite vegetal y el funcionamiento óptimo de los cultivos de palma en las plantaciones depende en gran parte de las condiciones del terreno, por ello se recomienda hacer un mantenimiento periódico a los drenajes construidos y también la limpieza de caños adyacentes a los cultivos.

Procurar antes de la siembra de los lotes tener un diseño de sistema de evacuación de aguas acumuladas, de este modo las labores de obras no entorpecerá el buen funcionamiento del cultivo cuando este ya se encuentra en producción, como se presento en algunos lotes.

Es importante tener en cuenta la construcción de estructuras que permitan proteger la plantación de posibles inundaciones, tales como Muros de contención tipo gavión y/o diques.

Buscar alternativas de aprovechamiento del agua que se evacua de los lotes dado que son altos volúmenes.

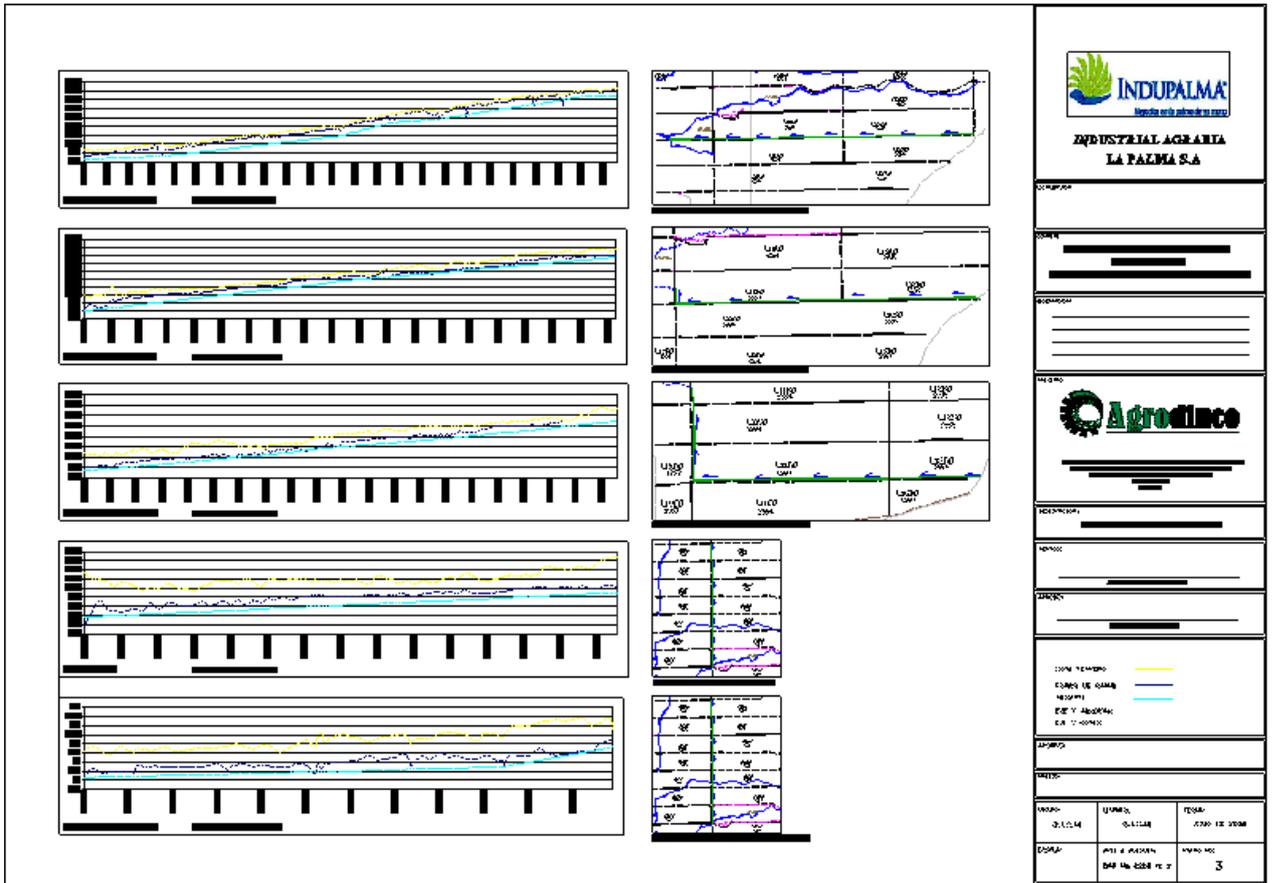
# **ANEXOS**

# **ANEXO 1.**



# **ANEXO 2.**

## Perfiles de Terreno DTP-01



# **ANEXO 3.**

## Datos topográficos

Drenaje	Abscisa	C.Terreno	C.Rasante	Corte Terreno	Pendiente
DT1 Linea (4-5)	K0+00,0	97,663	97,663	0,00	0,002
DT1 Linea (4-5)	K0+07,0	98,523	97,677	0,85	
DT1 Linea (4-5)	K0+25,0	98,523	97,713	0,81	
DT1 Linea (4-5)	K0+43,0	98,143	97,749	0,39	
DT1 Linea (4-5)	K0+61,0	98,553	97,785	0,77	
DT1 Linea (4-5)	K0+79,0	98,193	97,821	0,37	
DT1 Linea (4-5)	K0+97,0	98,513	97,857	0,66	
DT1 Linea (4-5)	K1+15,0	98,623	97,893	0,73	
DT1 Linea (4-5)	K1+33,0	98,603	97,929	0,67	
DT1 Linea (4-5)	K1+51,0	98,563	97,965	0,60	
DT1 Linea (4-5)	K1+69,0	98,443	98,001	0,44	
DT1 Linea (4-5)	K1+87,0	98,663	98,037	0,63	
DT2 Linea (12-13)	K0+00,0	97,863	97,863	0,00	0,001
DT2 Linea (12-13)	K0+07,5	99,413	97,8705	1,54	
DT2 Linea (12-13)	K0+25,5	98,523	97,8885	0,63	
DT2 Linea (12-13)	K0+43,5	98,633	97,9065	0,73	
DT2 Linea (12-13)	K0+61,5	98,633	97,9245	0,71	
DT2 Linea (12-13)	K0+79,5	98,623	97,9425	0,68	
DT2 Linea (12-13)	K0+97,5	98,423	97,9605	0,46	
DT2 Linea (12-13)	K1+15,5	98,263	97,9785	0,28	
DT2 Linea (12-13)	K1+33,5	98,283	97,9965	0,29	
DT2 Linea (12-13)	K1+51,5	98,243	98,0145	0,23	
DT2 Linea (12-13)	K1+69,5	98,433	98,0325	0,40	
DT2 Linea (12-13)	K1+87,5	98,703	98,0505	0,65	
DT3 Linea (16-17)	K0+00,0	97,983	97,983	0,00	0,001