

**Estudio Patológico Sistema De Contención Y Drenajes De Aguas Lluvias Y Aceitosas Del
CPF 2, Campo Rubiales**



Estudiante:

Ing. Brayan Steven Garcés Tinoco

Universidad Santo Tomas De Aquino

Especialización De Patología De La Construcción

Sede Bogotá

Junio De 2020

**Estudio Patológico Sistema De Contención Y Drenajes De Aguas Lluvias Y Aceitosas Del
CPF 2, Campo Rubiales**

Estudiante:

Ing. Brayan Steven Garcés Tinoco

Director: Walter Mauricio Barreto Castillo

**Trabajo Profesional Integrado Para Optar El Título De Especialista En Patología De La
Construcción**

Universidad Santo Tomas De Aquino

Especialización De Patología De La Construcción

Sede Bogotá

Junio De 2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Tabla de Contenidos

1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. Marco Referencial	4
4.1 Marco teórico.....	4
4.2 Marco legal.....	6
5. Alcances Y Limitaciones.....	8
6. Metodología.....	11
6.1 Descripción de la selección del paciente.....	11
6.1.1 Etapa 1: Levantamiento información.....	11
6.1.2 Etapa 2: Diagnóstico.....	12
6.1.3 Etapa 3: Propuesta de intervención.....	12
6.2 Preparación y planteamiento para el estudio.....	13
6.2.1 Inspección preliminar del paciente.....	13
6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.....	13
6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar el paciente.....	14
6.2.4 Equipos de trabajo para realizar la exploración.....	14

7.0 Historia Clínica	16
7.1 Responsables del estudio.	16
7.2 Fecha de realización de los estudios.	16
7.3 Datos generales del paciente:.....	16
7.3.1 Nombre.	16
7.3.2 Localización del paciente.....	16
7.3.3 Uso actual y previsto.....	18
7.3.4 Fecha de construcción: 2006.....	18
7.3.5 Sistema constructivo:	18
7.3.6 Uso actual y previsto.....	23
7.3.7 Importancia	24
7.4 En la edificación y/o construcción civil.....	24
7.4.1 Áreas de estudio total: 63,907 m2.....	24
7.4.2 Tipo de cimentación.....	25
7.4.3 Estado general de construcción.....	25
7.5 Aplicación patológica.	34
7.6 Datos específicos de las lesiones.	34
7.8 Descripción de la patología más relevante en el paciente.....	34
7.9 Clasificación de origen de las patologías.....	36
7.9 Datos generales del entorno.	40

7.10 Estudio De Suelos.....	41
7.10.1 Tipo de materiales.....	42
7.10.2 Estructuras en Tierra – Diques.....	42
7.10.4 Caracterización geotécnica Área 1.....	43
7.10.5 Exploración Del Subsuelo Área Cpf2.....	44
7.10.6 Estudios sísmicos.....	46
8.0 Diagnóstico.....	47
8.1 Muros fase inicial.....	47
8.2 Sistema de drenajes de aguas lluvias y aceitosas, y pisos al interior del recinto.....	49
9.0 Propuesta Intervención.....	52
9.1 Diques (Muros de contención de fluidos).....	52
9.2 Endurecimiento de interior recintos (Pisos).....	57
9.2.1 Selección de alternativas para propuesta de intervención.....	60
9.2.2 Diseño de Pavimentos.....	63
9.2.3 Especificaciones técnicas de obra civil.....	64
10.0 Presupuesto Obras De Intervención.....	70
11.0 Programación Obras De Intervención.....	71
11.1 Programación de actividades propuesta área 1.....	71
11.2 Programación de actividades propuesta área 2.....	72
11.3 Programación de actividades propuesta área 3.....	73

12.0 Conclusiones	74
13.0 Recomendaciones	75
Bibliografía	76
Anexos	¡Error! Marcador no definido.

Lista De Tablas

Tabla 1. Ficha de clasificación de lesiones	5
Tabla 2. Estado inicial del proyecto en las diferentes áreas de estudio de la patología en muros y vías de accesos.	26
Tabla 3. . Estado inicial del proyecto en las diferentes áreas de estudio de la patología en recintos internos al dique y cárcamos manejo aguas lluvias y aceitosas.....	31
Tabla 4. Ficha descriptiva del área 1.	37
Tabla 5. Ficha descriptiva del área 2.	38
Tabla 6. Ficha descriptiva del área 3.	39
Tabla 7. Condiciones ambientales de Campo Rubiales.	41
Tabla 8. Características principales de la estación San Ignacio.....	41
Tabla 9. Localización de apiques CPF2.....	44
Tabla 10. Definición de zona de amenaza sísmica según NSR-10.....	46
Tabla 11. Cálculo de altura de los muros.....	53
Tabla 12.Descripción técnica de cada alternativa.....	59
Tabla 13. Evaluación de alternativas	62
Tabla 14. Presupuesto estimado para propuesta intervención de la alternativa N 2.....	70

Tabla De Figuras

Figura 1. Delimitación de las áreas de estudio del paciente.	8
Figura 2. Plano de identificación antes del estudio del área 1.	9
Figura 3. Plano de identificación antes del estudio del área 2 y 3.	10
Figura 4. Esquema para mostrar los tres sistemas para la contención y drenajes.	10
Figura 5. Identificación de lesiones durante la inspección preliminar.	13
Figura 6. Localización Geográfica de Campo Rubiales	17
Figura 7. Fotografía aérea de las áreas del estudio patológico.	18
Figura 8. Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.	19
Figura 9 . Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.	20
Figura 10. Diseño del funcionamiento del sistema de independización de aguas lluvias y aceitosas.	21
Figura 11. Funcionamiento del sistema de drenajes de aguas lluvias y aguas aceitosas.	22
Figura 12. Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.	23
Figura 13. Área de estudio.	24
Figura 14. Localización del paciente	40
Figura 15. Aspecto de las condiciones del dique.	44
Figura 16. Localización de sondeos zona CPF2	45
Figura 17. Esquema de función del dique actual y la propuesta.	48
Figura 18. Imagen del estado inicial en que se encontraban los muros.	49
Figura 19. Estado actual del sistema de drenaje.	51
Figura 20. Detalle constructivo del dique de contención.	54
Figura 21. Detalle 1 viga confinamiento.	55

Figura 22. Área 1 y 2.	55
Figura 23. Área 3	56
Figura 24. Matriz del proyecto vertical y horizontal.	56
Figura 25. Diseño del muro contención primaria.	57
Figura 26. Propuesta de alternativas de intervención.	58
Figura 27. Valoración de resultados de las alternativas.....	63
Figura 28. Detalle constructivo de la estructura pavimento rígido.	64

1. Introducción

Las características propias de los productos inflamables y combustibles, hace que las áreas donde se manejan y almacenan estos productos, dentro de las instalaciones industriales que procesan crudo, requieran contar con equipos, materiales y una estructura de contención, que permitan hacer frente a una emergencia en caso de fuga o derrame.

Actualmente en el centro de producción de fluidos (CPF 2) ubicado en Campo Rubiales Meta, se lleva el proceso de tratamiento del crudo por medio de tanques de almacenamiento y separación de fluidos. Cada tanque o grupo de tanques cuenta con un muro de retención, sistema de drenajes y separación de aguas lluvias y aceitosas. Sin embargo las condiciones actuales de dicho sistema no logran garantizar su correcto funcionamiento frente a una emergencia, por el desgaste que presentan los muros que están contruidos en material arcilloso, perdiendo así su capacidad de contención y fallos en las cajas de recolección de los sistemas de drenaje a causa de obstrucción del material.

En vista de la necesidad del proyecto se realiza un estudio patológico, en sus etapas de recopilación de información del paciente, información de las lesiones que presenta, y así mismo presentar posibles alternativas de intervención, ya que se debe garantizar el cumplimiento de las normas aplicables así como los estándares de calidad definidos por la compañía.

2. Justificación

“En Colombia se han derramado 3.7 millones de barriles de crudo durante 38 años, por diferentes causas ya sea por daños en los oleoductos por grupos armados, o fallas en los sistemas, errores operacional cometido por la empresa” (Pardo, 2018, pág. 1).

Cual sea el origen de la contaminación que forma el paso del crudo que afecta el agua, seguridad alimentaria de las comunidades, generando enfermedades y riesgos a diversas especies de animales y plantas. Los tanques que contengan productos de petróleo deben contar con estructuras de contención que protejan las zonas adyacentes de los fluidos envasados.

En campo Rubiales durante la construcción del CPF-2, no se completó la actividad de endurecimiento de los diques perimetrales de contención, pisos del recinto y sistema de drenaje en los tanques, dichos diques fueron conformados en suelo natural sin protección, por lo que presentan deterioro, pérdida de material y erosión, causada por los efectos abrasivos del clima, presentando problemas con su funcionamiento en el caso de una emergencia de fuga o derrames. Para la compañía es importante dar cumplimiento a los requerimientos normativos para no generar impactos sociales, económicos y ambientales.

De acuerdo al panorama anterior, es necesario realizar un estudio patológico que ayude a mitigar los riesgos que se puedan presentar, arrojando una propuesta en el análisis de costo-beneficio.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General.

Realizar el estudio patológico del paciente **“Sistema De Contención Y Drenajes De Aguas Lluvias Y Aceitosas Del CPF 2, Campo Rubiales”**.

3.2 Objetivos Específicos.

1. Identificar lesiones presentadas en los muros, pisos, sistema de drenaje de aguas lluvias y aceitosas.
2. Elaborar un diagnóstico de las posibles patologías, que casusa lesiones en el paciente.
3. Plantear diferentes alternativas de intervención que beneficie al paciente, teniendo en cuenta las premisas de la compañía, reduciendo impactos en los tiempos, costos, seguridad, constructibilidad y mantenimiento.

4. Marco Referencial

4.1 Marco teórico.

Rubiales ha sido el campo más productor del país, el operador actual que se encuentra a cargo está buscando por medio de inversión de proyectos la normalización de los sistema que contiene en el proceso de producción de crudo, el cual trata de que dichos sistemas cumplan con la normatividad la cual le aplique, para el caso del paciente se ha identificado desviaciones en los recintos de los tanques del área 1, 2 y 3 del CPF-2 (dichos recintos fueron conformados en suelo natural), el paciente principalmente presenta patologías físicas a causa de la erosión por desgaste a los efectos climáticos el cual generan desgaste en su sección transversal en los diques de las tres áreas.

Se busca por medio del estudio patológico establecer las lesiones presentadas plantear una solución que impida que se materialice el riesgos de contaminación y/o multas que pueda generar el incumplimiento por medio de la entidad ANH (agencia Nacional de Hidrocarburos) ente que regulariza los sistemas de producción en la industria petrolera.

Se analizaran los diferentes tipos de lesiones el cual busca encontrar las causas para realizar esta actividad se adjuntan como referencia las fichas de clasificación de lesiones donde se evalúa si es por causa directa e indirecta ya sea por lesiones físicas, mecánicas, durante la ejecución del proyecto, o la fase de planeación, tipo de materiales.

Tabla 1. Ficha de clasificación de lesiones

Fuente: Propia

FICHA DESCRIPTIVA													
PROYECTO:													
TIPO DE LESIONES	CAUSAS DIRECTAS				CAUSAS INDIRECTAS				VALORACION VISUAL			FECHA:	AREA:
	FISICA	MECANICA	QUIMICA	BIOLOGICA	DISEÑO	EJECUCION	MATERIAL	MANTENIMIENTO	LEVE	MODERADO	SEVERO	LOCALIZACION	
HUMEDADES												OBSERVACIONES	
SUCIEDADES												FOTO 1.	PLANO
ASENTAMIENTOS												FOTO 2.	N/A
GRIETAS												FOTO 3.	
FISURAS												FOTO 4.	
DESPRENDIMIENTOS													
OXIDACIONY CORROSION													
EROSIONES													
ORGANISMO	ANIMALES												
	VEGETALES												
REGISTRO FOTOGRAFICO													
FOTO 1		FOTO 2			FOTO 3			FOTO 4					
FOTO 1													
FOTO 2													
FOTO 3													
FOTO 4													

Causas de la lesión.

El agente (activo o pasivo), que origina el proceso patológico y se desemboca en una o varias lesiones (es un objetivo fundamental del estudio).

Causas directas.

Son las relacionadas con el origen inmediato del proceso patológico (esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación).



Son aquellas que están relacionadas con errores y defectos de diseño o ejecución de diseño o ejecución (errores en los detalles constructivos del proyecto, en la selección de los materiales, defectos en la fabricación de los mismos, o en su aplicación en las obras).

- Diseño
- Materiales
- Ejecución
- Aumento no previsto de cargas
- Cambio de uso
- Falta de mantenimiento

4.2 Marco legal.

La construcción de los diques de contención se conformó en tierra durante el año 2006, actualmente se debe cumplir con lo exigido en el decreto 283 de 1990 del MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍAS, el cual reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte, distribución

de combustibles líquidos derivados del petróleo y el transporte por carro tanques de petróleo crudo, donde especifica los requerimientos para garantizar la contención de fluidos de un tanque de almacenamientos o procesos.

Para garantizar la contención de líquidos, en el decreto mencionado anteriormente especifica las características de cada recinto donde se encuentre uno o más tanques, el cual permite compartir sistemas combinados para un conjunto de tanques y así cumplir con los límites de alturas accedidas por el decreto, el cual hace mención que la altura mínima 60 cm y altura máxima 2 m.

Para los tipos de recubrimientos en pisos y diques, el decretó 283 de 1990 (Energia, 1990, pág. 13), se basa en la NFPA 30 (30, 1996, pág. 19) (código de líquidos inflamables y combustibles) el cual hace referencia que todo tanque o grupo de tanque que contenga producto derivados del petróleo deberá estar rodeado muro impermeabilizado en concreto, mampostería solida con el fin de no permitir que haya filtración de fluidos a la capa del suelo.

Para realizar los estudios y proponer alternativas de intervención se tomó como referencia la Norma NSR-10 (resistente, 2010, pág. 16), Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico RAS 2000 (básico, 2000), INVIAS (Instituto Nacional De Vías) (Invias, 2005, pág. 16), decreto 283 de 1990 Ministerio de Minas y Energías (Energia, 1990, pág 13), Codigo Colombiano de instalaciones hidraulicas y sanitarias NTC 1500 (sanitarias, 2017).

5. Alcances Y Limitaciones

En el trabajo de grado consiste en realizar el estudio patológico para los diques de contención con los sistemas de drenajes, mediante la recopilación de la información (historia clínica, diagnostico), por medio de planos, diseños, inspección visual con el fin de identificar las causas mediante la realización de ensayos que permita plasmar un diagnóstico y a su vez proponer diferentes alternativas de intervención viables.

El estudio se realizara en tres áreas donde se encuentran 12 tanques de almacenamiento y procesos del crudo. A continuación en las siguiente figura 1, de delimita las áreas mencionadas resaltando de color naranja, y las figuras 2 y 3, los planos de cada área como se encontraba antes de realizar el estudios.

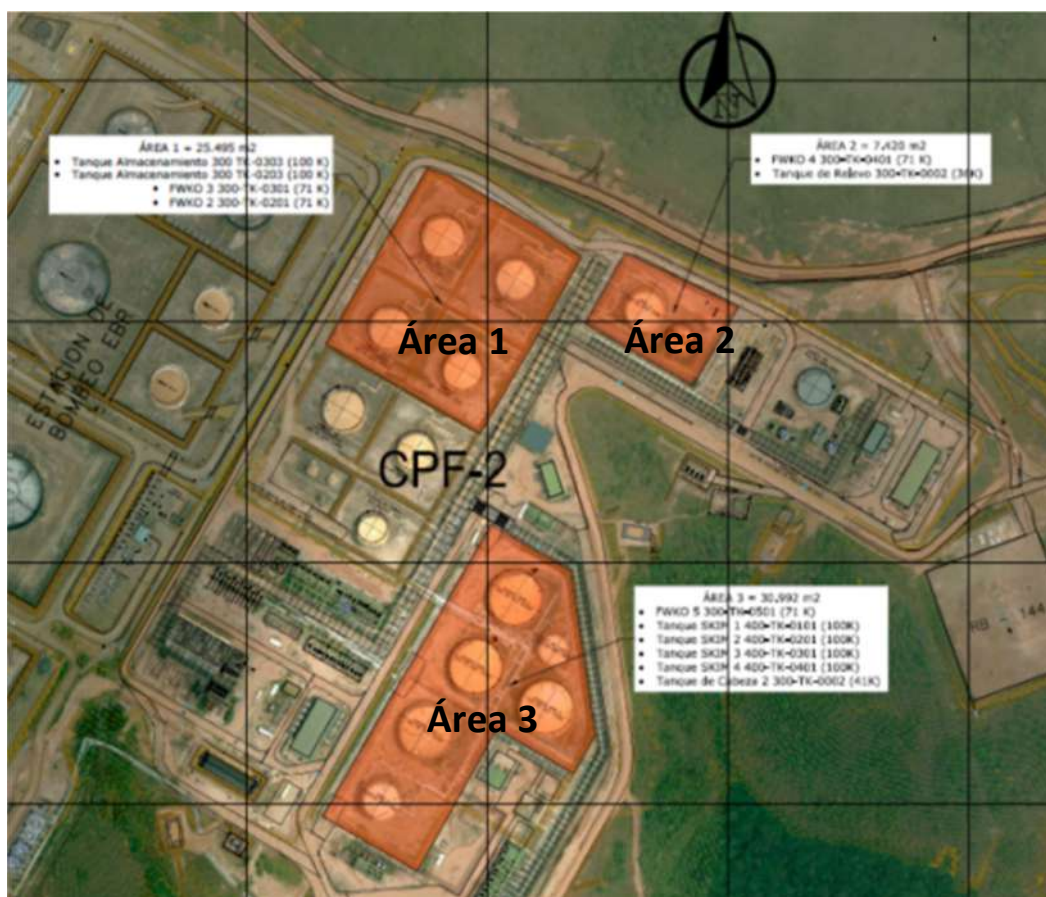


Figura 1. Delimitación de las áreas de estudio del paciente.

Fuente: Google Maps



Figura 2. Plano de identificación antes del estudio del área 1.

Fuente: Propia

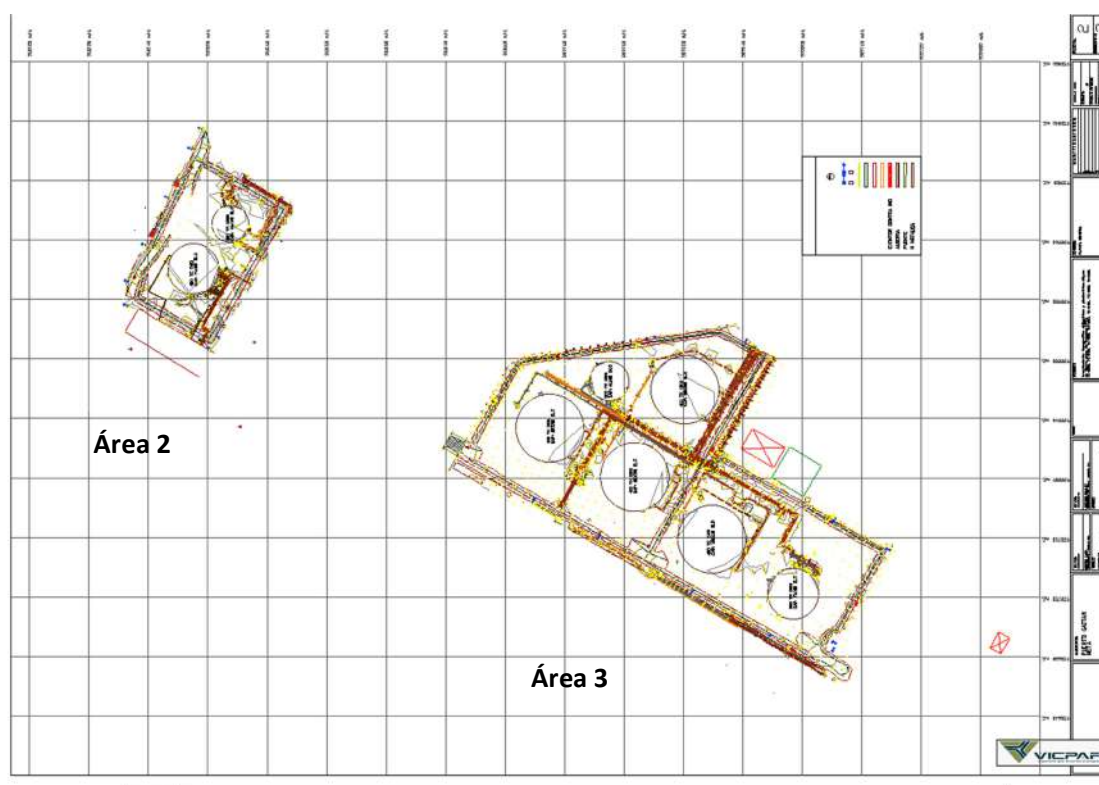


Figura 3. Plano de identificación antes del estudio del área 2 y 3.

Fuente: Propia

En la siguiente figura 4, se muestra el esquema que se debe emplear para los diques de contención de fluidos, cunetas y pisos de los recintos.

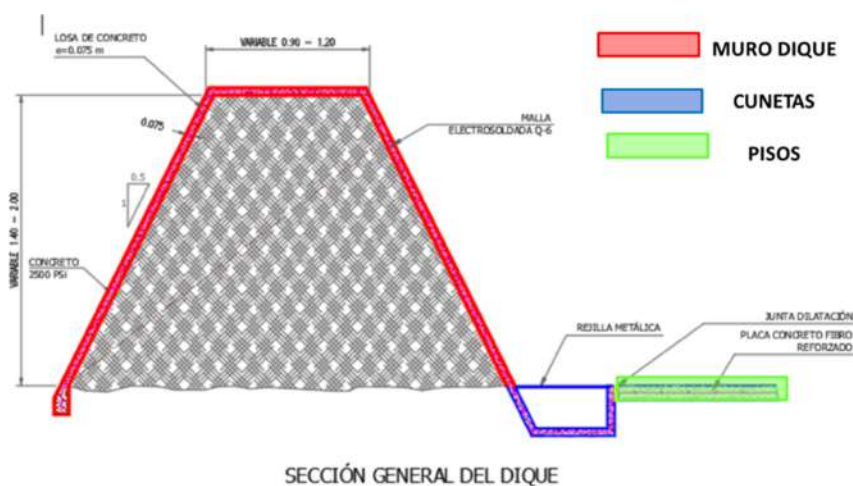


Figura 4. Esquema para mostrar los tres sistemas para la contención y drenajes.

Fuente: Propia

6. Metodología

6.1 Descripción de la selección del paciente.

En la elección del paciente, se basa en la importancia del problema que pueda generar el mal funcionamiento de un sistema a la comunidad cercana a la zona y al medio ambiente, por medio de este estudio se aplicara las etapas aprendidas en las cátedras de la ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, de los diferentes módulos vistos como historia clínica, laboratorio de materiales, vulnerabilidad sísmica, humedades y grietas, suelos, vías, pavimentos y obras de drenajes.

El paciente está conformado por 3 áreas de 63.907 m²) el cual cada área contiene conjunto de tanques de almacenamientos y procesos de hidrocarburos, dichas áreas están conformados por diques de 2.600 m y sección trapezoidal con altura variable entre 0.80 m a 1.1 m, construidos en tierra, al interior del recinto los pisos y cunetas están conformados en suelo natural.

A continuación se describen la preparación y el planteamiento del estudio.

6.1.1 Etapa 1: Levantamiento información.

Para esta fase se realizara la historia clínica, mediante la recopilación de la información del paciente, levantamiento de planos, visita en campo, normas aplicables, estándares de calidad, identificación de las lesiones, registro fotográfico, ensayos y estudios de suelos y topográficos, análisis de estabilidad del muro de contención, sistemas de contención que existen en la estación para conocer cómo funciona el sistema, investigar que los materiales sean óptimos y que se puedan aplicar al paciente para economizar costos y reducir tiempos de intervención.

Para realizar el levantamiento en esta etapa del estudio fue necesario realizar cursos de los protocolos de seguridad que se manejan en campo, tramitar permisos de trabajo bajo procedimiento de la actividad que se iba a efectuar para toma de datos y registros fotográficos.

En esta etapa se recopiló información necesaria para el estudio, donde se contó con los planos levantados por la comisión de topografía, el cual se puede ver los niveles en que se encuentran los muros, las áreas de contención de los tanques en cada recinto; durante la completación de la información obtenida por parte de operaciones y en los recorridos realizados en esta etapa se identificó que en el CPF se encuentran más recintos de tanques con similitudes a los del paciente, dichos diques y pisos están contruidos en concretos que tienen más de 10 años de vida útil. En el levantamiento información se asemejan las causas desde su etapa de diseño hasta la fase cuando se ejecutó las obras, dicha información copilada servirá para el estudio, con el fin de conocer la raíz del problema y así en el desarrollo del estudio plantear una solución para intervención que beneficie al paciente.

6.1.2 Etapa 2: Diagnóstico.

Mediante los resultados obtenidos en la etapa 1 de la historia clínica, se busca identificar el nivel severidad del daño y causas de deterioro del sistema de contención y drenajes, por medio de la investigación de la recolección de información y conocimientos adquiridos a través de la especialización, se realizan fichas de tipificación para identificar las lesiones, causas y orígenes, diseños, opciones de diferentes alternativas de intervención

6.1.3 Etapa 3: Propuesta de intervención.

De los resultados de las etapas anteriores, se plantea diferentes propuestas de intervención teniendo en cuenta los costos y duraciones en tiempo, por último en las recomendaciones se

destacará la alternativa que más conveniente para su construcción y mantenimiento para brindar una durabilidad al paciente.

6.2 Preparación y planteamiento para el estudio.

6.2.1 Inspección preliminar del paciente.

El recorrido inicial se realizó para primer semestre del año 2019, donde fue necesario diligenciar permisos de trabajo para ingresar a las instalaciones de la estación, para realizar la inspección visual, durante el segundo semestre se fue realizando a fondo visitas de obra al pacientes donde se fueron llevando registros fotográficos, recopilación de la información existente, planos, especificaciones, diseños, levantamientos anteriores, solicitudes de los requerimientos o quejas presentadas por los operadores que manejan el sistema, donde se inició desde la necesidad de intervenir el paciente debido a todas las problemáticas que presentaba tanto de forma legal, normativa, técnica y operativa. En la figura 5 se muestra lesiones vistas.



Figura 5. Identificación de lesiones durante la inspección preliminar.

Fuente: Propia

6.2.2 Recopilación de información necesaria para el estudio.

Durante la fase de levantamiento de información existente, se pidió el favor al operador del campo de compartir la documentación que existen en el banco de datos que se maneja en el campo, para realizar este estudio. A continuación se relaciona un listado de la información recopilada para la primera fase del estudio.

- Estudio topográficos
- Antecedes del pacientes
- Características del fluido que se almacena en los tanques
- Capacidad de almacenamiento en cada dique de cada tanque
- Normatividad aplicable para el proyecto
- Estudios de vulnerabilidad sísmica
- Estudio de suelos
- Diseños de cárcamos para manejos de aguas lluvias
- Filosofía de operación de los sistemas

6.2.3 Permisos y autorizaciones para abordar el paciente.

En la etapa inicial del estudio donde se seleccionó el paciente, se presentó un permiso a la operadora del campo para poder ingresar a las instalaciones y recibir toda la información que existiera del paciente, con el fin de ayudar a brindar soluciones de intervención que beneficie al proyecto tanto como reducción de costos por construcción, duración y mantenimiento.

6.2.4 Equipos de trabajo para realizar la exploración.

Para todo el proceso de levantamiento de información en campo se contempló los siguientes elementos o equipos.

- Cámara fotográfica
- Nivel manual
- Pie de rey
- Drone
- Camioneta 4x4
- Elementos de seguridad
- Flexómetro
- Medidor laser
- Decámetro

7.0 Historia Clínica

7.1 Responsables del estudio.

El estudio fue realizado por el ingeniero civil Brayan Steven Garcés, estudiante en curso de la especialización de Patología de la Construcción.

7.2 Fecha de realización de los estudios.

Los levantamientos de información, estudios en campo y laboratorio se realizaron desde el mes de junio hasta el mes de septiembre del año 2019.

7.3 Datos generales del paciente:

7.3.1 Nombre. “SISTEMA DE CONTENCIÓN Y DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DEL CPF 2, CAMPO RUBIALES”

7.3.2 Localización del paciente.

Campo Rubiales está localizado en el Departamento del Meta, 167 km al oriente del Municipio de Puerto Gaitán, en un polígono cuyas coordenadas UTM son las siguientes: 905.400 N, 955.500 E y 920.400 N y 970.000 E. En la siguiente figura se muestra la localización geográfica del paciente.



Figura 6. Localización Geográfica de Campo Rubiales

Fuente: Google

Para el trabajo de grado consiste realizar estudio patológico al paciente **“SISTEMA DE CONTENCIÓN Y DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DEL CPF 2, CAMPO RUBIALES”**, el cual comprende de tres áreas que se mencionan a continuación.

ÁREA 1.

Esta área se ubica al costado norte del CPF-2, posee un área plana de 25.495 m², el cual comprende de 4 tanques entre 100.000 y 71.000 barriles.

ÁREA 2.

Esta área se ubica igualmente al costado norte del CPF-2, posee un área plana de 7.420 m² y se encuentra aledaña al Área 1 separada por el rack central de tubería del CPF, razón por la cual no se puede analizar en conjunto con la anterior, el cual contiene 2 tanques entre 71.000 y 36.000 barriles.

ÁREA 3.

Esta área se ubica en la parte central del CPF-2, posee un área plana de 30.992 m², corresponde al área de mayor extensión y mayor número de vasijas a contener; en total 6 tanques de 100.000 barriles cada uno. En la siguiente figura 7, se muestra la ubicación por áreas del paciente.



Figura 7. Fotografía aérea de las áreas del estudio patológico.

Fuente: Propia

7.3.3 Uso actual y previsto

Sistema de contención y evacuación de fluidos en caso de presentar evento de fuga o derrame.

Actualmente las 3 áreas se encuentran operativas, y es de gran importancia normalizar el sistema para los 12 tanques.

7.3.4 Fecha de construcción: 2006.

7.3.5 Sistema constructivo:

Muros: Sistema constructivo de contención y estabilización, se encuentra conformados en arcilla sin protección, por lo que presentan deterioro, pérdida de material y erosión, causada por los efectos abrasivos del clima. En las tres áreas encontramos el mismo sistema constructivo muros de contención. Como se muestra en la siguiente figura 8.



Figura 8. Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.

Fuente: Propia

Pisos: los pisos se encuentran conformados por material base granular, presentando desgaste en rampas y zonas de tránsito vehicular, en relación al desgaste causado por el paso de vehículos tráfico pesado y lluvias durante su vida útil. En la figura 9 se observa el estado actual de los recintos.



Figura 9 . Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.

Fuente: Propia

Sistema de drenajes: Las cunetas se encuentran conformadas en material, perdiendo su sección debido al desgaste causado por escorrentía aguas lluvias. Para las cajas de llegada de aguas lluvias y/o aceitosas, se encuentran tapadas de material, impidiendo manejo de válvulas para control del sistema de evacuación para disponer bien sea a los skimmer o piscinas de tratamiento de crudo, el sistema debe mantener siempre cerrado, cuando se presentan lluvias el operador abre la válvula de control para evacuar aguas lluvias que se dispondrán al sistema medio ambiente y en al caso de presentarse un derrame de aceites el operador abrirá la válvula de control del sistema de evacuación y se dispondrá a las piscinas API. En la siguiente figura 10 se muestra el funcionamiento del sistema de independización de aguas.



Figura 10. Diseño del funcionamiento del sistema de independización de aguas lluvias y aceitosas.

Fuente: Propia

En la figura 10, se puede observar el diseño que comprende el sistema de independización de aguas lluvias y aceitosas el cual se operan por medio de válvulas y para cada tipo de agua sea contaminadas y no contaminadas se dispondrán por medio otros sistemas para su tratamiento y entrega al medio.

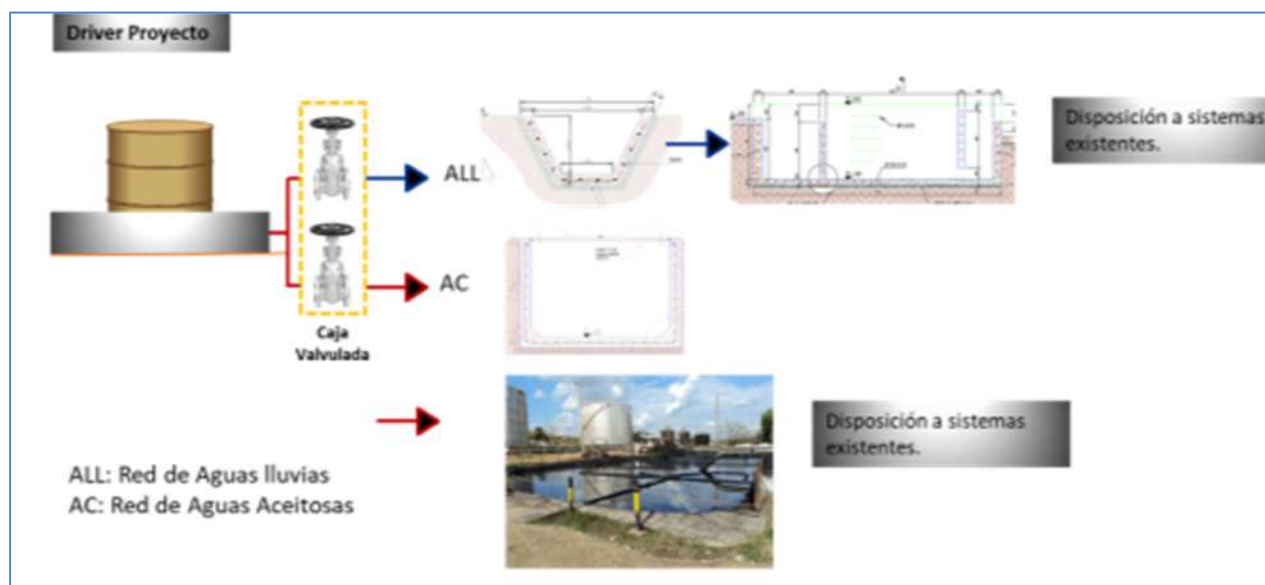


Figura 11. Funcionamiento del sistema de drenajes de aguas lluvias y aguas aceitosas.

Fuente: Propia

En la figura 11, se muestra el proceso que se lleva para evacuar las aguas contaminadas y no contaminadas de un dique que contenga uno o varios tanques, dicho fluidos son conducidos por medio de tuberías en acero al carbón con diámetros según el caudal que maneja en cada tanque hasta llegar a su punto de disposición que para aguas aceitosas son piscinas de tratamiento y para agua lluvia a un skimmer y después al medio ambiente.



Figura 12. Vista del estado actual que se encuentra los muros de contención, Mayo 2019.

Fuente: Autor

En la figura 12, se observa que el muro perdiendo su geometría inicial con relación al desgaste causado por la erosión, también se visualiza la caja en lámina de alfajor donde llegan las aguas lluvias del área del recinto y por medio del sistema de independización existente entregue a el sistema que corresponda según el fluido que transporta.

7.3.6 Uso actual y previsto

Los diques conformado en material sigue teniendo el uso para el cual fue previsto como sistema de contención y drenajes de aguas lluvias y aceitosas. Se tiene previsto realizar los estudios correspondientes para realizar un diagnóstico y proponer alternativas para normalizar el sistema.

7.3.7 Importancia

Es de gran importancia normalizar el sistema para controlar una emergencia en caso de presentarse un evento ya que puede incurrir un desastre ambiental como legal.

7.4 En la edificación y/o construcción civil.

7.4.1 Áreas de estudio total: 63,907 m².

Área 1: Está conformada por 4 tanques, posee un área plana 25.495 m².

Área 2: Está conformada por 2 tanques, posee un área plana 7.420 m².

Área 3: Está conformada por 6 tanques, posee un área plana 30.992 m².



Figura 13. Área de estudio.

Fuente: Autor

7.4.2 Tipo de cimentación

Los diques y recintos están conformados en suelo natural (arcilla de baja plasticidad CL, de consistencia dura, base granular en las rampas de accesos.

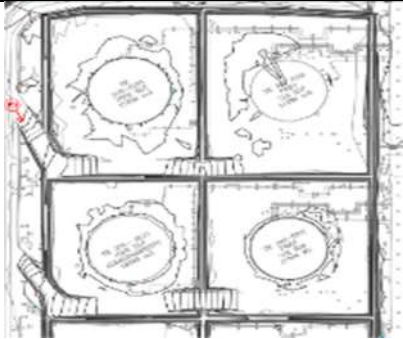
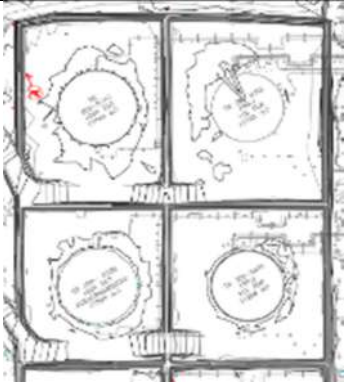
7.4.3 Estado general de construcción

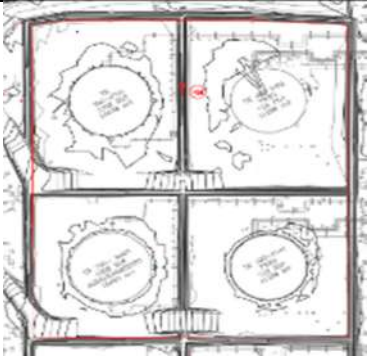
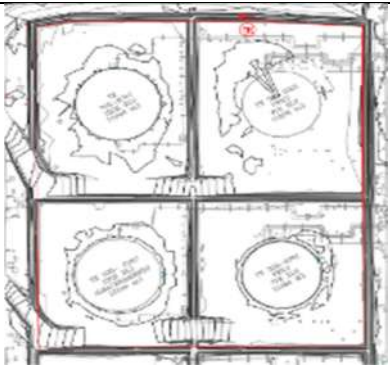
Para evaluar el estado actual de los diques, se determinaron las características físicas y las condiciones del uso hasta la fecha enfocada siempre en la durabilidad de los materiales que compone el sistema de contención y drenaje.

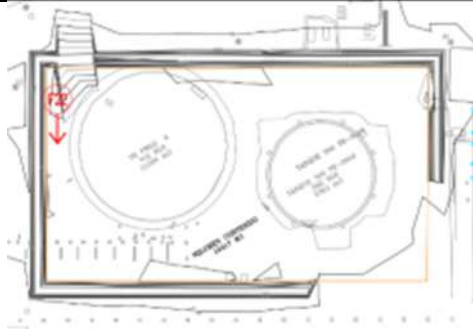
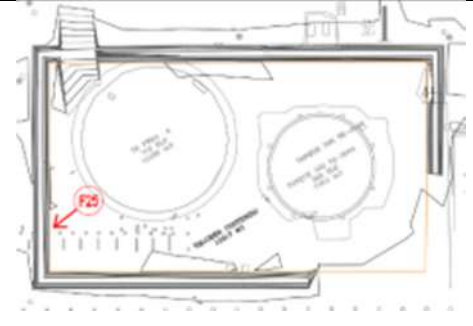
Actualmente el área de estudio a intervenir se realizan proyectos obras mecánicas “interconexión de troncales”, el cual interfiere en el área 1 y 2; para el área 3 se realizan programas de mantenimiento en tanques y los trabajos que realizan la operación periódicamente. Según los datos recogidos durante el levantamiento de información, la operación no tenía un programa de mantenimiento preventivo, el ultimo mantenimiento que se realizó en los muros fue en diciembre del año 2018, el cual consistió en conformar los muros con material de sitio arcillar de forma mecánica por medio de maquinaria retro cargador el cual no se contaba con la altura requerida para cada tanque. A continuación se presenta la localización y la imagen donde se muestra el estado que presenta en la actualidad el paciente.

Tabla 2. Estado inicial del proyecto en las diferentes áreas de estudio de la patología en muros y vías de accesos.

Fuente: Propia

Ubicación	Plano de localización	Imagen del paciente	Descripciones
Área 1			Rampa de acceso al área 1, actualmente se encuentra conformado en material granular, el cual presenta desgaste y ha perdido altura.
Área 1			Vista del muro de contención en el lado noroccidental de la estación, el cual presenta desgaste por causa de la erosión, y al no tener ningún rito de recubrimiento aceleraba la disminución de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.

Área 1			Vista del muro de contencion en el lado noroccidental de la estacion, el cual presenta desgaste por causa de la erosion, y al no tener ningun rito de recubrimiento aceleraba la dismucion de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.
Área 1			En la imagen se observa el estado de las cunetas para evacuacion de aguas lluvias y aceitosas, el cual con el paso del tiempo ha venido perdiendo su funcionabilidad, ha perdiduro su figura, quedando lleno de sedimentos y produciendo encharcamiento y empozamiento del aguas en algunas zonas.

Área 2			En la imagen se observa el estado de las cunetas para evacuación de aguas lluvias y aceitosas, el cual con el paso del tiempo ha venido perdiendo su funcionalidad, ha perdido su figura, quedando lleno de sedimentos y produciendo encharcamiento y empozamiento del agua en algunas zonas.
Área 2			Vista del muro de contención en el lado nororiental de la estación, el cual presenta desgaste por causa de la erosión, y al no tener ningún rito de recubrimiento aceleraba la disminución de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.

Área 3			Vista del muro de contencion en el lado sur de la estacion, el cual presenta desgaste por causa de la erosion, y al no tener ningun rito de recubrimiento aceleraba la dismucion de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.
Área 3			Vista del muro de contencion en el lado sur de la estacion, el cual presenta desgaste por causa de la erosion, y al no tener ningun rito de recubrimiento aceleraba la dismucion de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.

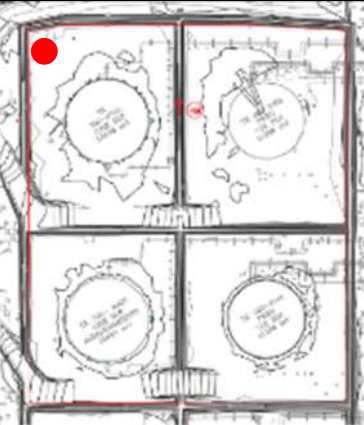
Área 3



Vista del muro de contencion en el lado sur de la estacion, el cual presenta desgaste por causa de la erosion, y al no tener ningun rito de recubrimiento aceleraba la dismucion de la dimensiones del muro perdiendo altura, quedando vulnerable al paso de fluido en caso de presentarse derrame.

Tabla 3. . Estado inicial del proyecto en las diferentes áreas de estudio de la patología en recintos internos al dique y cárcamos
manejo aguas lluvias y aceitosas.

Fuente: Propia

Ubicación	Plano de localización	Imagen del paciente	Descripciones
Área 1	 El plano muestra una cuadrícula de cuatro recintos rectangulares. El recinto superior izquierdo contiene un círculo con una flecha roja que apunta hacia el exterior superior izquierdo. El recinto inferior izquierdo contiene un círculo con una flecha roja que apunta hacia el exterior inferior izquierdo. Un punto rojo está ubicado en la esquina inferior izquierda del recinto inferior izquierdo.	 Una fotografía que muestra un camino de tierra rojiza y húmeda, con charcos de agua estancada. A la izquierda se ven grandes tanques cilíndricos metálicos. Al fondo hay más estructuras industriales y un cielo nublado.	En la fotografía del area 1 se ,uestra el estado en que se encuentra los recintos al interior de los diques del area 1, el cual se puede observar el empozamiento del agua lluvia, en el paso de los vehiculos el cual el cual es dificil eltransito tanto peatonal como vehicular.
Área 1	 El plano muestra la misma cuadrícula de cuatro recintos. El recinto superior izquierdo está completamente rodeado por una línea roja. El recinto superior derecho contiene un círculo con una flecha roja que apunta hacia el exterior superior derecho. El recinto inferior izquierdo contiene un círculo con una flecha roja que apunta hacia el exterior inferior izquierdo. El recinto inferior derecho contiene un círculo con una flecha roja que apunta hacia el exterior inferior derecho.	 Una fotografía que muestra un terreno de tierra rojiza y húmeda, con charcos de agua estancada. En el fondo se ven estructuras industriales y un cielo nublado.	En la imagen se visualiza el mal estado de los carcamos que por el paso del tiempo ya no existe por que se encuentra tapado completamente con material y la caja el cual recibe agua lluvias y aceitosas esta tapada con material, imposibilitando el funcionamiento del drenaje.

Área 2			En la imagen se observa el estado en que se encuentra los recintos, el cual se puede ver el empozamiento del agua lluvia, en el paso de los vehiculos el cual el cual es dificil eltransito tanto peatonal como vehicular.
Área 2			En la imagen se observa el estado en que se encuentra los recintos, el cual se puede ver el empozamiento del agua lluvia, en el paso de los vehiculos el cual el cual es dificil eltransito tanto peatonal como vehicular.

Área 3			En el area 3 encontramos los mismos problemas, cada vez que se presentan lluvias los drenajes la mayoría de veces no están en funcionamiento y se empoza el agua lo cual se tiene que traer camión de vacío para ayudar a drenar el agua, por este motivo se tienen que estar realizando mantenimiento constante para disminuir el problema.
Área 2			En el area 3 encontramos los mismos problemas, cada vez que se presentan lluvias los drenajes la mayoría de veces no están en funcionamiento y se empoza el agua lo cual se tiene que traer camión de vacío para ayudar a drenar el agua, por este motivo se tienen que estar realizando mantenimiento constante para disminuir el problema.

7.5 Aplicación patológica.

Para este paciente se utiliza la patología preventiva.

7.6 Datos específicos de las lesiones.

En las tres áreas del estudio patológico, presentan diferentes tipos de lesiones pero son las mismas para cada área, en los muros, pisos y sistemas de drenajes durante el recorrido y la inspección visual se evidenciaron patologías entre ellas lesiones físicas por causas directas como erosiones, humedades, por el material en que se encuentran contruidos. Estas series de características permiten definir las causas y posteriormente los procedimientos más adecuados para la intervención y proponer un programa de mantenimiento para garantizar la durabilidad del paciente.

7.8 Descripción de la patología más relevante en el paciente.

La patología más relevante del paciente son las lesiones por erosiones debido a que los muros que de las tres áreas suman 2600 ml, están contruidos en material arcilloso así como los cárcamos, cajas para manejo de aguas y el piso al interior del recinto, el sistema de drenajes de aguas lluvias y aceitosas se encuentra tapado a causa de la obstrucción de los sedimentos que son arrastrados por la esorrentía de aguas lluvias.

Diques Área 1

Esta zona se compone por los tanques: 300 TK-0303 (100 K); 300 TK-0203 (100 K); FKWO 3 300 TK-0301 (71K) y FKWO 2 300 TK-0201 (71K).

El recinto se encuentra actualmente con acabado en arcilla, los diques perimetrales cuentan con una altura promedio entre 1.25 a 1.35 m, diques intermedios de altura promedio de 0.80 a 1.10

m; cuenta con dos accesos vehiculares sobre los diques perimetrales y dos accesos vehiculares sobre los diques intermedios.

Diques Área 2

Esta zona se compone por los tanques: FKWO 4 300 TK-0401 (71K) y tanque de relevo 300 TK-0002 (36 K)

El recinto se encuentra actualmente con acabado en arcilla, los diques perimetrales cuentan con una altura promedio de 1.4 m; cuenta un acceso vehicular sobre los diques perimetrales.

Diques Área 3

Esta zona se compone por los tanques: FKWO 5 300 TK-0501 (71K); SKIM 1 400 TK-0101 (100 K); SKIM 2 400 TK-0201 (100 K); SKIM 3 400 TK-0301 (100 K); SKIM 4 400 TK-0401 (100 K) y tanque de cabeza 2 300 TK-0002 (41 K)

El recinto se encuentra actualmente con acabado en arcilla, los diques perimetrales cuentan con una altura promedio entre 1.25 a 1.35 m, diques intermedios de altura promedio de 1.1 m; cuenta con dos accesos vehiculares sobre los diques perimetrales y un acceso vehicular sobre los diques intermedios.

Levantamiento de Información Hidráulica

Luego de recorrer las áreas interiores del CPF-2 se observa que el sistema de conducción perimetral, ubicado en la pata de los diques está bastante deteriorado, debido a que las condiciones ambientales han erosionado la corona y los taludes de los diques, provocando que el material de estas zonas se desprenda y se deposite sobre las cunetas. Esta situación ha originado pérdida de la capacidad de las secciones transversales en algunos tramos e incluso cubrimiento total de la misma.

A partir del diagnóstico visual del sistema de drenaje realizado durante la visita a campo, se pudo observar que el agua que no se filtra en terreno natural, se empoza en las áreas comprendidas entre los tanques y el dique perimetral, debido a que estas zonas intermedias no tienen una pendiente acentuada, la cual facilite la conducción de la escorrentía hacia las cunetas perimetrales. Además, es importante anotar que se observan zonas cubiertas por material vegetal, lo cual provoca obstrucción durante el recorrido del flujo de la escorrentía hacia las zonas exteriores. En cuanto al sistema de drenaje existente, se identifican parcialmente las cajas de recolección, sin embargo, no se tiene claridad sobre el trazado de las líneas de tubería y los sentidos de flujo, razón por el cual se requiere esta información como input para el diseño, con el fin de optimizar los tiempos y velocidades de transporte.

La solución que se propondrá para resolver este problema, es endurecer las áreas intermedias, de tal forma que se garantice el movimiento del agua hacia la pata de los diques, sitio en el cual se recogerá la escorrentía y se conducirá con cunetas hasta las cajas de recolección de aguas lluvias existentes, con el fin de entregar al sistema construido. Finalmente, de acuerdo con los resultados del levantamiento topográfico, el espacio disponible, el tipo de flujo y las condiciones de velocidad en las cajas, se evaluará si el transporte se hace con flujo sub crítico o supercrítico buscando en todo momento extender la durabilidad y facilitar la operación del sistema.

7.9 Clasificación de origen de las patologías.

Se clasificaron mecánicas y físicas.

Su origen: Inicialmente el proyecto se conformó con material arcilla en los muros, para los pisos y cárcamos se construyó con base granular compactada, con el paso del tiempo, la exposición a la intemperie, lluvias, paso de vehículos livianos y pesados al interior, ocasiono erosión, desgaste, pérdida de materiales, daños en los drenajes.

Tabla 4. Ficha descriptiva del área 1.

Fuente: Autor

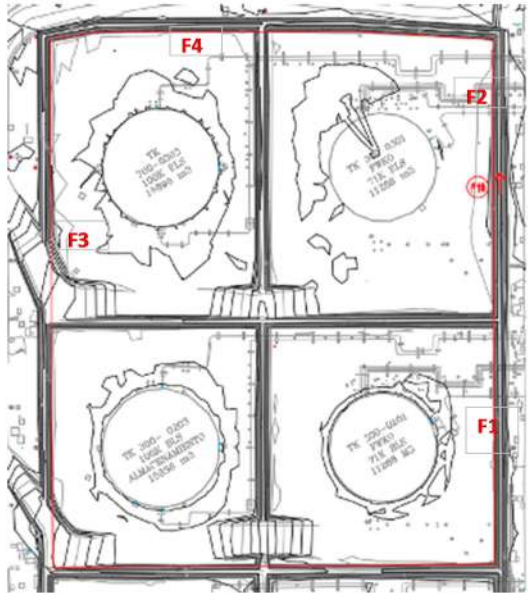
FICHA DESCRIPTIVA																	
PROYECTO:		SISTEMA DE CONTENCIÓN Y DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DEL CPF 2, CAMPO RUBIALES															
TIPO DE LESIONES		CAUSAS DIRECTAS				CAUSAS INDIRECTAS				VALORACION VISUAL			FECHA:	12/07/2019	AREA:	1	
		FISICA	MECANICA	QUIMICA	BIOLOGICA	DISEÑO	EJECUCION	MATERIAL	MANTENIMIENTO	LEVE	MODERADO	SEVERO	LOCALIZACION				
													OBSERVACIONES				
													FOTO	PLANO			
HUMEDADES		X												FOTO 1.	Vista general del desgaste del muro	Plano topografico del area, donde se muestra la ubicación de la toma del registro fotografico	
SUCIEDADES														FOTO 2.	Afectacion de la tuberías de acero.		
EFLORESCENCIA														FOTO 3.	Desgaste de capa de rodadura rampas de accesos		
GRIETAS														FOTO 4.	Sistema de drenajes tapado por material		
FISURAS																	
DESPRENDIMIENTOS																	
OXIDACIONY CORROSION		X	X			X	X	X	X			X					
EROSIONES		X	X			X	X	X	X			X					
ORGANISMO		ANIMALES															
		VEGETALES				X											
REGISTRO FOTOGRAFICO																	
																	
FOTO 1		FOTO 2		FOTO 3		FOTO 4											
FOTO 1		Vista general del estado en que se encuentran los muros de contención, con relación al desgaste causado por diferentes tipos de erosiones, además se evidencia la pérdida de altura perdiendo capacidad de contener en caso de presentarse algún evento de fuga o derrame.															
FOTO 2		La vista general en los paso de tuberías a través del muro de contención, el cual no contiene ningún tipo de pasa muro que sirva como aislamiento para no hacer contacto directo con el suelo, provocando oxidación y corrosión.															
FOTO 3		Vista general de los accesos al área, donde se observa el desgaste de la capa de rodadura causada por la erosión física y mecánica, provocando con el tiempo perdida del material compactado perdiendo su volumen y su inclinación para el ingreso de vehículos de carga como carro tanques, camiones de vacío.															
FOTO 4		La vista general del sistema de drenaje que se encuentra obstruido por material, impidiendo la evacuación de aguas lluvias y aceitosas a las cajas de recolección e independización a los sistemas.															
																	

Tabla 5. Ficha descriptiva del área 2.

Fuente: Autor

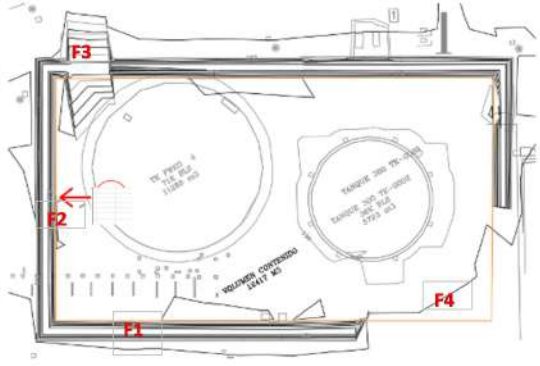
FICHA DESCRIPTIVA																
PROYECTO:		SISTEMA DE CONTENCIÓN Y DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DEL CPF 2, CAMPO RUBIALES														
TIPO DE LESIONES		CAUSAS DIRECTAS				CAUSAS INDIRECTAS				VALORACION VISUAL			FECHA:	12/07/2019	AREA:	2
		FISICA	MECANICA	QUIMICA	BIOLOGICA	DISEÑO	EJECUCION	MATERIAL	MANTENIMIENTO	LEVE	MODERADO	SEVERO	LOCALIZACION			
													OBSERVACIONES			
													FOTO		PLANO	
HUMEDADES		X											FOTO 1. Vista general del desgaste del muro FOTO 2. Afectación de la tuberías de acero. FOTO 3. Desgaste de capa de rodadura rampas de accesos FOTO 4. Sistema de drenajes tapado por material	Plano topografico del area, donde se muestra la ubicación de la toma del registro fotografico		
SUCIEDADES																
EFLORESCENCIA																
GRIETAS																
FISURAS																
DESPRENDIMIENTOS																
OXIDACION Y CORROSION		X	X			X	X	X	X			X				
EROSIONES		X	X			X	X	X	X			X				
ORGANISMO		ANIMALES														
		VEGETALES														
REGISTRO FOTOGRAFICO																
																
FOTO 1				FOTO 2				FOTO 3				FOTO 4				
FOTO 1				Vista general del estado en que se encuentran los muros de contención, con relación al desgaste causado por diferentes tipos de erosiones, además se evidencia la pérdida de altura perdiendo capacidad de contener en caso de presentarse algún evento de fuga o derrame.												
FOTO 2				La vista general en los paso de tuberías a través del muro de contención, el cual no contiene ningún tipo de pasa muro que sirva como aislamiento para no hacer contacto directo con el suelo, provocando oxidación y corrosión.												
FOTO 3				Vista general de los accesos al área, donde se observa el desgaste de la capa de rodadura causada por la erosión física y mecánica, provocando con el tiempo perdida del material compactado perdiendo su volumen y su inclinación para el ingreso de vehículos de carga como carro tanques, camiones de vacío.												
FOTO 4				La vista general del sistema de drenaje que se encuentra obstruido por material, impidiendo la evacuación de aguas lluvias y aceitosas a las cajas de recolección e independización a los sistemas.												
																

Tabla 6. Ficha descriptiva del área 3.

Fuente: Autor

FICHA DESCRIPTIVA																				
PROYECTO:		SISTEMA DE CONTENCIÓN Y DRENAJES DE AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DEL CPF 2, CAMPO RUBIALES											FECHA:		12/07/2019		AREA:		3	
TIPO DE LESIONES		CAUSAS DIRECTAS				CAUSAS INDIRECTAS				VALORACION VISUAL			LOCALIZACION							
		FISICA	MECANICA	QUIMICA	BIOLOGICA	DISEÑO	EJECUCION	MATERIAL	MANTENIMIENTO	LEVE	MODERADO	SEVERO	OBSERVACIONES							
HUMEDADES		X												FOTO FOTO 1. Vista general del desgaste del muro FOTO 2. Afectacion de la tuberías de acero. FOTO 3. Desgaste de capa de rodadura rampas de accesos FOTO 4. Sistema de drenajes tapado por material PLANO Plano topografico del area, donde se muestra la ubicación de la toma del registro fotografico						
SUCIEDADES																				
EFLORESCENCIA																				
GRIETAS																				
FISURAS																				
DESPRENDIMIENTOS																				
OXIDACION Y CORROSION		X	X			X	X	X	X			X								
EROSIONES		X	X			X	X	X	X			X								
ORGANISMO		ANIMALES																		
		VEGETALES				X														
REGISTRO FOTOGRAFICO																				
																				
FOTO 1		FOTO 2				FOTO 3				FOTO 4										
FOTO 1		Vista general del estado en que se encuentran los muros de contención, con relación al desgaste causado por diferentes tipos de erosiones, además se evidencia la pérdida de altura perdiendo capacidad de contener en caso de presentarse algún evento de fuga o derrame.																		
FOTO 2		La vista general en los pasos de tuberías a través del muro de contención, el cual no contiene ningún tipo de pasa muro que sirva como aislamiento para no hacer contacto directo con el suelo, provocando oxidación y corrosión.																		
FOTO 3		Vista general de los accesos al área, donde se observa el desgaste de la capa de rodadura causada por la erosión física y mecánica, provocando con el tiempo pérdida del material compactado perdiendo su volumen y su inclinación para el ingreso de vehículos de carga como carro tanques, camiones de vacío.																		
FOTO 4		La vista general del sistema de drenaje que se encuentra obstruido por material, impidiendo la evacuación de aguas lluvias y aceitosas a las cajas de recolección e independización a los sistemas.																		

7.9 Datos generales del entorno.

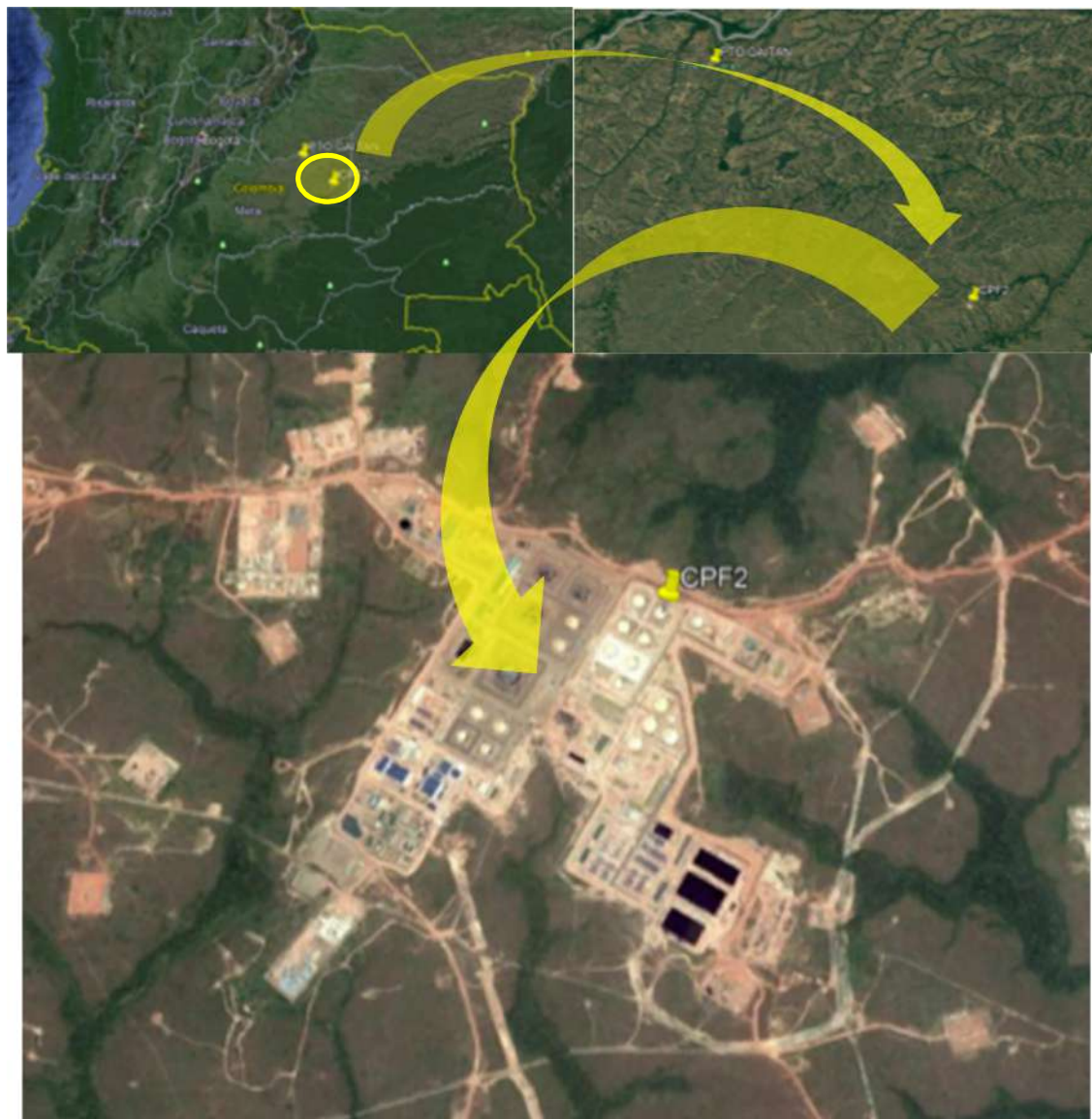


Figura 14. Localización del paciente

Fuente: Google Maps

Campo Rubiales empieza su exploración en los años 90 por diferentes operadoras, el municipio más cercano se encuentra a 167 km de Campo como se muestra en la figura 14, en las áreas aledañas se conviven pequeñas veredas el Porvenir, Oasis con no más de 2000 personas que habitan allí.

Tabla 7. Condiciones ambientales de Campo Rubiales.

Fuente: Información entregada por la operadora.

Parámetro	Mínimo	Promedio	Máximo
Temperatura	77 °F (25 °C)	82.4 °F (28 °C)	86 °F (30 °C)
Humedad Relativa	50%	85%	90%
Presión barométrica	739 mm Hg	743 mm Hg	746 mm Hg
Altura promedio sobre el nivel del mar	167 m.s.n.m.		

Para determinar la intensidad de aguas lluvias a utilizar en los diseños, se toma como base la información del Estudio de Impacto Ambiental del Campo de producción MAGO. En el estudio, con base en información del IDEAM, de la estación San Ignacio (ver Tabla 8), se estimaron las intensidades de las lluvias máximas con relaciones probabilísticas y se seleccionó la distribución de Extremos de Gumbel Tipo I.

Tabla 8. Características principales de la estación San Ignacio

Fuente: Información entregada por la operadora.

No	Nombre	Municipio	Código	Altura m.s.n.m	Fenómeno	Tipo	Operador
1	San Ignacio	San Martin	3212001	168	Precipitación total Precipitación máxima 24 horas, No de días con lluvia	PM	IDEAM

7.10 Estudio De Suelos.

En el mes de junio del año 2019, se realizaron los estudios, para la caracterización geotécnicas de los materiales observados en el desarrollo de la exploración del subsuelo directa consistente en sondeos mecánicos y apiques exploratorios, para la elaboración del estudio geotécnico

tendiente a determinar las recomendaciones de capacidad portante y análisis de estabilidad, para la reconfiguración e impermeabilización de diques, así como también el diseño de pavimento para el proyecto. A continuación se menciona los principales puntos obtenidos durante el estudio.

7.10.1 Tipo de materiales

- La geología del sector se caracteriza por la presencia de sedimentos y materiales consolidados conformados por arenas, limos y arcillas aluviales.
- La geomorfología de la zona se caracteriza por presencia de montículos y ondulaciones denudacionales.
- Localmente se encuentran materiales arcillosos arenosos de color rojizo y con poca cantidad de materia orgánica.
- Todo el sector posee amenaza sísmica baja correspondiente al municipio de Puerto Gaitán.
- En todo el sector se realizaron 3 sondeos (profundidad de 5 metros) y 7 apiques (profundidad de 1.5 metros). No se presentó nivel freático. Se realizaron ensayos de campo correspondientes a SPT.
- Sobre las muestras obtenidas se realizaron ensayos de clasificación, humedad natural, peso específico y ensayos de resistencia.

7.10.2 Estructuras en Tierra – Diques

- Para cada una de las zonas se realizó caracterización geotécnica y análisis de estabilidad donde se concluyó que los diques existentes son estables. Adicionalmente se realizaron cálculos de capacidad portante donde se evidencia que el suelo soporta las solicitaciones impuestas, así mismo los asentamientos evaluados son menores a 1cm.

- Se recomienda la protección de los diques con una losa de mortero de 5 cm de espesor, la cual ira reforzada con malla electro soldada de diámetro 6.5 mm y separación entre barras de 15 cm en ambas direcciones.
- Se recomienda ampliar el espesor de la losa hacia la parte inferior del dique esto con el fin de generar una viga de sección 0.2x0.2m para permitir el apoyo de la losa sobre el terreno natural, las dimensiones de la viga serán verificadas por el Ing. Estructural.
- Antes de la construcción de la losa se recomienda la nivelación y compactación de las caras del dique, con el fin de evitar espacios vacíos para el apoyo de la losa.

7.10.4 Caracterización geotécnica Área 1

Para el área de estudio se obtuvieron arcillas de consistencia de muy firme a dura con la profundidad. A continuación, se describe los estratos identificados en cada área y sus propiedades geo mecánicas.

Área 1:

Estrato 1: 0m a 5.0m. Arcilla de baja plasticidad (CL) de consistencia dura, de color gris, humedad baja (Contenido de finos promedio=94.14%).

Los diques presentan condiciones de estabilidad general ya que no se observan fisuras en la corona del terraplén como tampoco asentamientos excesivos en la cara del talud, en algunos sectores se observó erosión en la base del talud por arrastre de materiales debido a la falta de recubrimiento o protección de la cara del talud. A continuación se muestra en la figura 15 los sondeos.



Figura 15. Aspecto de las condiciones del dique.

Fuente: Propia

7.10.5 Exploración Del Subsuelo Área Cpf2

Para el proyecto de reconformación e impermeabilización de diques y sus áreas internas del CPF-2, se realizó una campaña de exploración del subsuelo consistente en tres (3) sondeos mecánicos de 5 m de profundidad, y siete (7) apiques con profundidades hasta de 1.5m. La localización de la exploración se presenta a continuación:

Tabla 9. Localización de apiques CPF2

Fuente: Estudios realizado por Worley Parsons

Sondeo/Apique	Ubicación	Coordenadas		Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
		Este	Norte		
Sondeo No. 1	Área 1	958745	910309	5.0	No presenta
Sondeo No. 2	Área 2	958952	910160	5.0	No presenta
Sondeo No. 3	Área 3	958717	909759	5.0	No presenta

Sondeo/Apique	Ubicación	Coordenadas		Profundidad (m)	Nivel Freático (m)
		Este	Norte		
Apique No. 1	Área 3 Skim Tank	958718	909839	1.5	No presenta
Apique No. 2	Área 3 Skim Tank	958867	909847	1.5	No presenta
Apique No. 3	Área 3 Skim Tank	958813	910027	1.5	No presenta
Apique No. 1	Área 1 Skim Tank	958682	910176	1.5	No presenta
Apique No. 2	Área 1 Skim Tank	958952	910160	1.5	No presenta
Apique No. 3	Área 1 Skim Tank	958717	909759	1.5	No presenta
Apique No. 1	Área 2 Skim Tank	958914	910121	1.5	No presenta



Figura 16. Localización de sondeos zona CPF2

Fuente: Propia

7.10.6 Estudios sísmicos.

En la tabla siguiente se presenta los parámetros de la zonificación nacional de amenaza sísmica que aplica para el proyecto. A continuación, se presenta la definición de amenaza sísmica según la NSR-10.

Tabla 10. Definición de zona de amenaza sísmica según NSR-10

Fuente: NSR 10

MUNICIPIO	Aa	Av	AMENAZA SÍSMICA	Ae	Ad	M _w
Puerto Gaitán	0.05	0.10	Baja	0.04	0.02	8
<i>Fuente sísmica cercana</i>				<u>Frontal Cord. Or. Centro</u>		

Todo el sector posee amenaza sísmica baja correspondiente al municipio de Puerto Gaitán, en los diseños realizados por la empresa Worley Parsons, en la estabilidad del dique de contención, ante las solicitaciones sísmicas, se realizó un análisis en condiciones críticas que corresponde a incluir un sismo en el muro de contención el cual dentro de los resultados arrojan que al conformar los diques con la altura requerida para contener el volumen del fluido para cada tanque, los diques son estables.

8.0 Diagnóstico.

8.1 Muros fase inicial

Para la fase inicial, se encontraban los muros conformados en arcilla, perdiendo su forma y altura en relación al desgaste ocasionado por la erosión ya que no tenía ningún tipo de recubrimiento para la protección contra efecto causado por el ambiente además de lo anterior no se tiene un programa de mantenimiento, afectando su funcionalidad en el caso de atender emergencia de derrame, la altura que presenta alrededor de 0,8 a 1.10 m.

Material: Arcilla de baja plasticidad (CL) de consistencia dura, de color gris, humedad baja (Contenido de finos promedio=94.14%).

Nivel de severidad: teniendo en cuenta a lo anterior y por ser un sistema de contención del fluido en caso de derrame, se clasifica de la siguiente forma:

- Alto: para las tres áreas del proyecto está conformado por un muro perimetral con una longitud total 2.600 m, la altura del dique se encuentra a un 60% de su servicio (dicho porcentaje se obtuvo de la dimensiones tomadas en el proceso de levantamiento, comparando con la del diseño del dique teniendo en cuenta los artículos nombrados en el decreto 283 de 1990 expedido por el ministerio de Minas y Energías el cual menciona que la altura de un dique no debe exceder más de los 2 m y para calcular su altura se tomara los datos del volumen del tanque distribuido en el área más un 10%), para clasificación alta, se toma en cuenta que los líquidos que contienen los tanques son clase 1(Extremadamente inflamable) según la clasificación Norma (NFPA-30. 1996. Página 19), código de líquidos inflamables y combustible, el cual debe proveerse instalaciones para impedir que cualquier descarga accidental de líquidos ponga en peligro las

instalaciones importantes y la prioridad adyacente o llegue a los cursos de agua; para contener el líquido del tanque, en caso de presentarse algún evento de emergencia como el colapso de alguna pieza del tanque que produzca derrame este líquido superara la altura del dique en arcilla el cual rebosara por fuera del dique e impactaría el proyecto al nivel ambiental, jurídico y económico. A continuación se muestra en la figura 17 el esquema de cómo funciona el sistema.

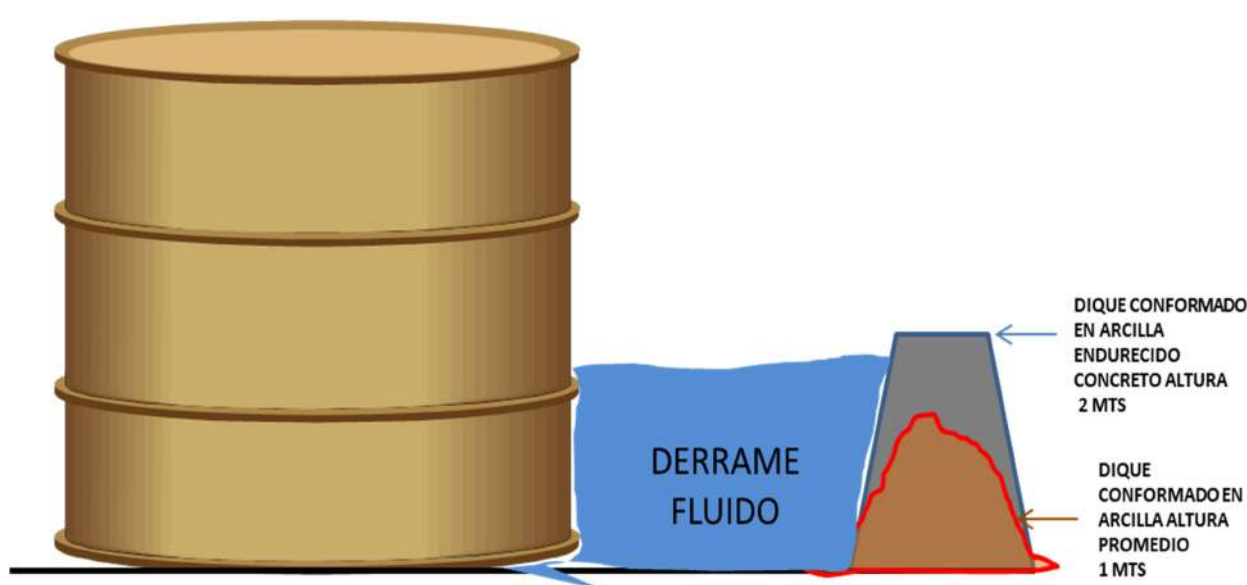


Figura 17. Esquema de función del dique actual y la propuesta.

Posibles Causas: las principales causas del deterioro en los muros de contención de fluidos son:

- No contar con ningún tipo de recubrimiento para proteger la estructura a los efectos causados por el ambiente como el arrastre de material a casusa de escorrentías provenientes de aguas lluvias.
- Falta de mantenimiento para conservar las alturas de los muros para su correcto funcionamiento en el caso de atender una emergencia de derrames de los tanques.

Evolución probable: En la figura 18 se muestra el deterioro más probable de ocurrir, al pasar más tiempo el muro ira perdiendo más material de arcilla el cual está conformado, durante el seguimiento del paciente desde el año 2018 del mes de diciembre, a mediados de año 2019 algunas partes de los muros han perdido su funcionalidad de un 60%.



Figura 18. Imagen del estado inicial en que se encontraban los muros.

Fuente: Propia

8.2 Sistema de drenajes de aguas lluvias y aceitosas, y pisos al interior del recinto.

Actualmente los cárcamos perimetrales se encuentran tapados de material de sedimentación, al igual que las cajas y tuberías que conducen el fluido a los sistemas existentes, impidiendo que el sistema funcione adecuadamente.

Material cárcamos: Arcilla de baja plasticidad (CL) de consistencia dura, de color gris, humedad baja (Contenido de finos promedio=94.14%).

Material cajas: Concreto 3000 PSI, tapas en lámina alfajor con gran parte de corrosión.

Nivel de severidad: para el tipo de sistema de evacuación de aguas contaminada y no contaminadas, el nivel de severidad es:

- Alto: el sistema debe funcionar 100%, ya que en caso de presentarse alguna emergencia de derrames no se podría evacuar y disponer los fluidos.

Posibles Causas: las principales causas del deterioro del sistema de drenajes de fluidos son:

- No contar con cunetas en concreto, el piso al interior de los recintos están en material de relleno, por el arrastre de material a casusa de la esorrentía el sistema está lleno de sólidos.
- Falta de mantenimiento para limpieza de las cajas existentes, y las líneas de drenajes.

Evolución probable: los problemas que presentan el sistema se ha venido deteriorando durante su vida útil, se deberá intervenir utilizando diferentes tipos de recubrimiento en pisos y cunetas, además de ello se debe implementar programa de mantenimiento para garantizar durabilidad.



Figura 19. Estado actual del sistema de drenaje.

Fuente: Propia

En la figura 19, se muestra que las cajas de recolección de agua para disposición de los sistemas mencionados anteriormente, en épocas de lluvias se presentan inundaciones en diferentes áreas del paciente impidiendo el paso peatonal de los operadores.

9.0 Propuesta Intervención

Una vez realizado el diagnóstico se procede a dar pautas para la intervención, en diferentes aspectos tales como materiales, especificaciones técnicas, procedimientos, duración de fase de intervención y los costos para mitigar los daños encontrados en el paciente, garantizando su funcionalidad y costos en los mantenimientos a futuro.

9.1 Diques (Muros de contención de fluidos)

Con el material existente el cual se encuentra actualmente construido los muros para este caso arcilla, con las características mencionadas en el capítulo estudios de suelos, baja plasticidad (CL) de consistencia dura, de color gris, humedad baja (Contenido de finos promedio=94.14%), por medio del cálculo para hallar la altura de los muros que garantice su capacidad de contener el volumen del tanque más un factor de seguridad del 10% para casos que se presenten lluvias en el momento que ocurra algún evento de fuga o derrame. La arcilla es el material que se propone utilizar para la conformación del muro ya que es de fácil consecución en la zona, se comporta de manera eficaz y aplica para este tipo de sistema del paciente, en campo se encuentran diques construidos que llevan más de 15 años y aún se encuentran en buen estado, además que no genera impacto económico en frente a otros materiales que se pueden utilizar, su sección es de forma trapezoidal con altura máxima 2 m según la normatividad aplicable; se debe compactar con capas cada 20 cm, y extraer los respectivos ensayos (densidad en campo).

Para el cálculo de las alturas de los muros de retención se toma como base artículo 20 y 21 del decreto 283 de 1990, donde especifica los parámetros que debe tener en cuenta para el dimensionamiento del dique y su acabado. A continuación por medio de la tabla 11 se muestra el cálculo para la altura del dique para un área de conjunto de tanque.

Tabla 11. Cálculo de altura de los muros.

Fuente: NSR 10

ÁREA 1	(TK 300-0303 CAP 100K)-(TK 300-0301 CAP 71K)	Volumen	unidad
	Volumen de tanque	17026,8	m3
	Volumen a contener	18729,48	m3
	Área de Patio	11820	m2
	Altura dique propuesto	1,75	ml
	Longitud Perímetro Patio		ml
	Área trapezio dique	3,91	m2
	Volumen triangulo dique	0,00	m3
	Volumen de Contensión	19071,50	m3

De la tabla anterior se saca el volumen lleno del tanque y se calcula el área del recinto o patio multiplicado por la altura donde se demuestra que es mucho mayor que el volumen a contener respetando factor de seguridad de + del 10% del volumen del tanque. A continuación se muestra en la figura 20, el detalle del muro en sección transversal y los elementos que lo componen.

En la figura 20, se muestra el esquema de los detalles constructivos del dique, el cual se conforma hasta llegar a la altura que se requiere según sea el diseño, luego aplica una capa de concreto de 2500 PSI reforzado con malla para impermeabilizar y endurecer el sistema y así garantizar su durabilidad frente a la lesión presentada en el TPI (erosión).

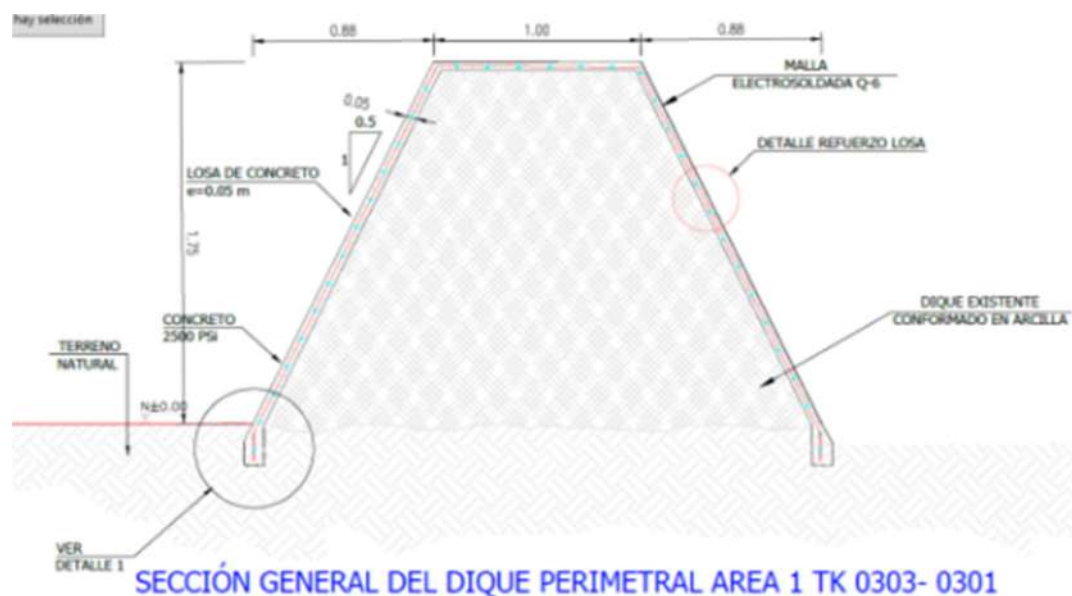


Figura 20. Detalle constructivo del dique de contención.

Fuente: Propia

- Concreto viga de confinamiento en los dos costado del dique, en la nota ver figura 21.

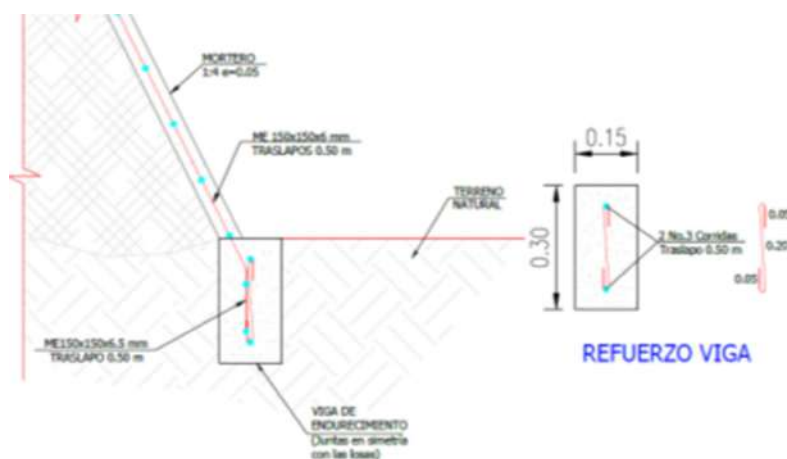


Figura 21. Detalle 1 viga confinamiento.

Fuente: Propia

- Mortero estructural 1:4, espesores entre 5 a 8 cm de recubrimiento, reforzado con malla electro soldada Q6.

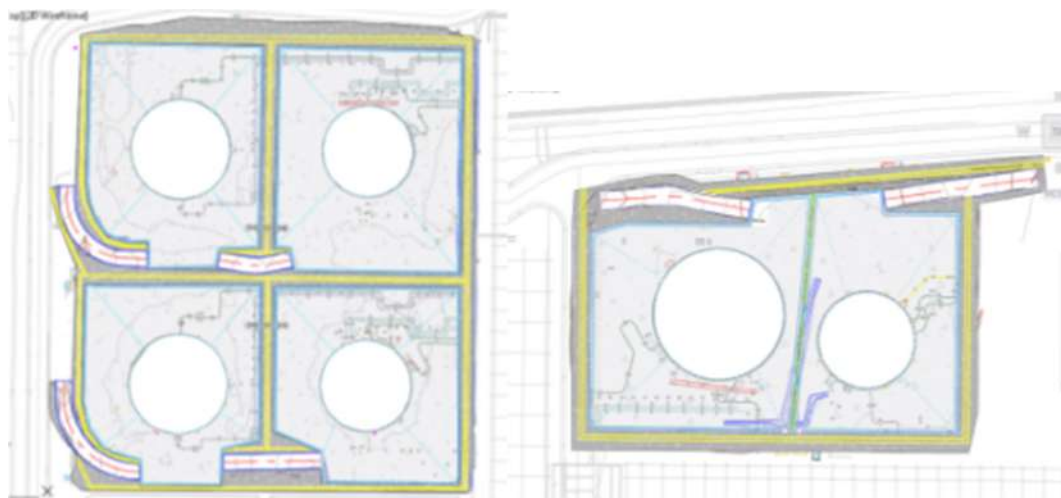


Figura 22. Área 1 y 2.

Fuente: Propia



Figura 23. Área 3

Fuente: Propia

Las tres áreas que comprende el proyecto (Normalización de Diques del CPF 2), su forma son planta sencilla, y elevación sencilla, altura máxima muros de retención 2 m.

- Matriz del proyecto

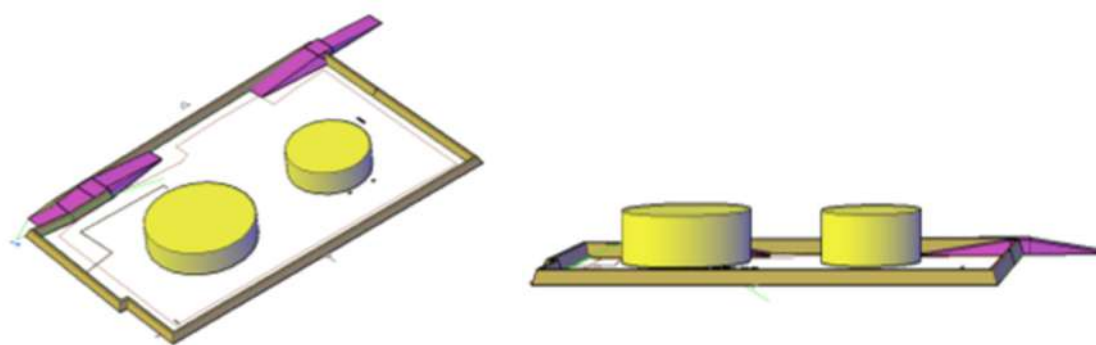


Figura 24. Matriz del proyecto vertical y horizontal.

Fuente: Propia

A continuación, se presenta el dimensionamiento del muro de contención primaria para el área 2 de los diques del CPF-2. El diseño presentado se realiza por metro lineal. La altura establecida para el muro se define con base en la altura mínima para este tipo de recintos. (Ver Art 23 de decreto 283 de 1990). En la siguiente figura 25 se muestra el diseño del muro de contención primaria.

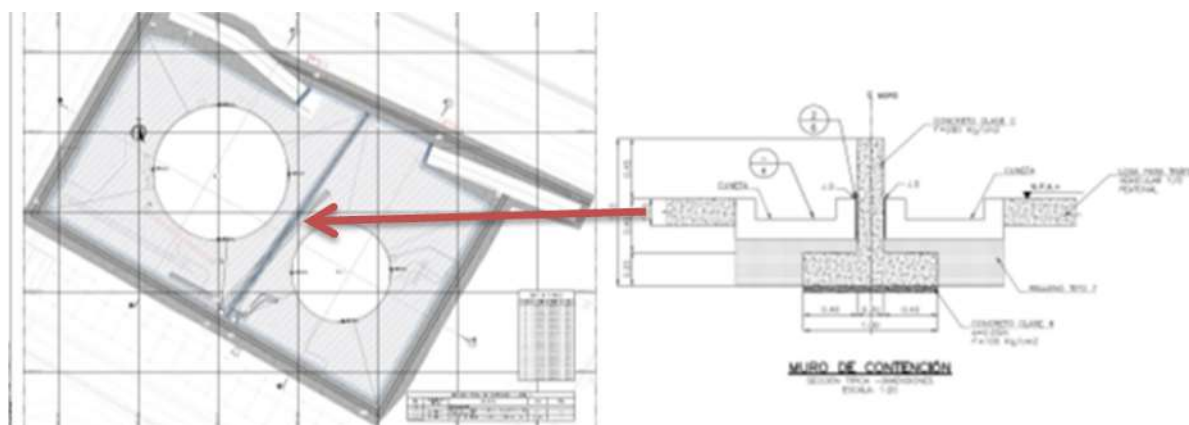


Figura 25. Diseño del muro contención primaria.

Fuente: Propia

9.2 Endurecimiento de interior recintos (Pisos).

Para la impermeabilización de recintos se realiza varias propuestas de intervención donde se tiene en cuenta las premisas de diseño, tales como los costos de construcción, costos de mantenimiento, constructibilidad (facilidad de instalación), costos de transporte, disponibilidad de materiales en la zona, seguridad durante la intervención. En la siguiente figura se muestra las alternativas evaluadas para implementación del paciente.

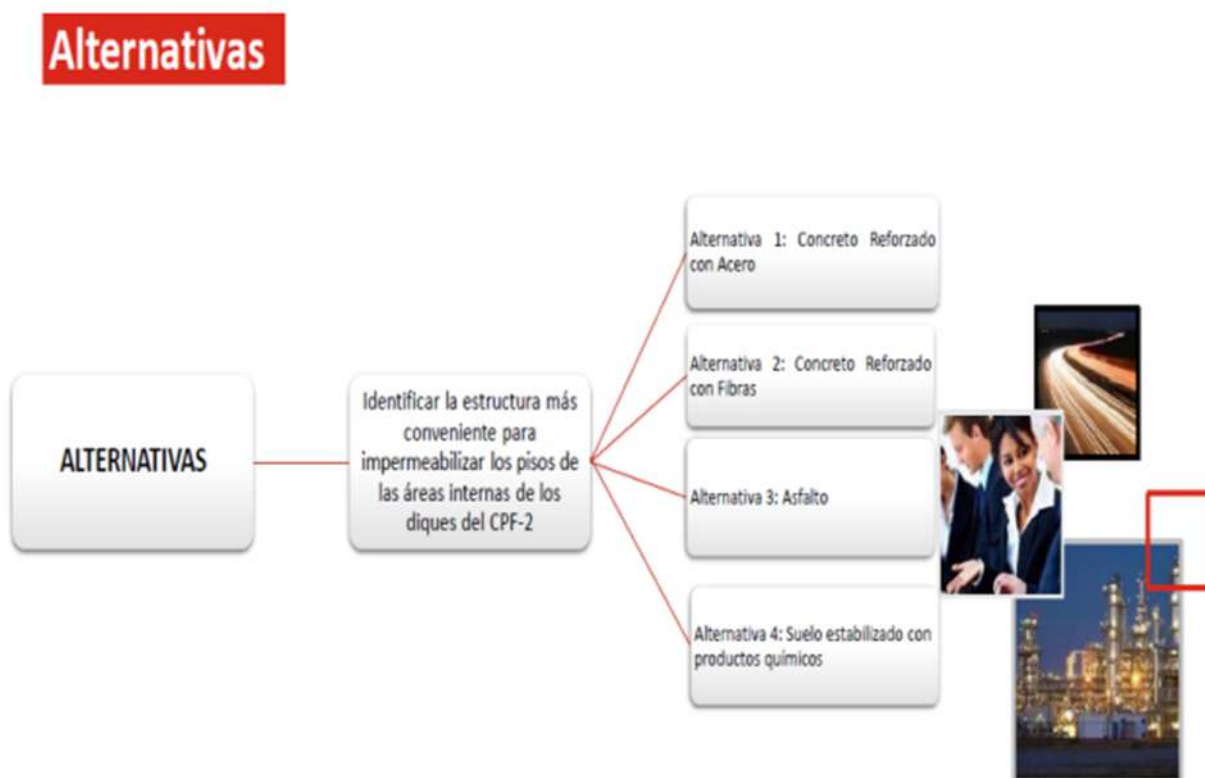


Figura 26. Propuesta de alternativas de intervención.

Fuente: Propia

Tabla 12.Descripción técnica de cada alternativa.

Fuente: Autor

Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
El concreto reforzado con acero, soporta las condiciones de carga más comunes en un piso industrial, como lo son las constantes repeticiones de vehículos y montacargas, cargas uniformemente distribuidas y cargas puntuales; producto de las estructuras o racks, típicas en áreas de diques. Para el caso de esta alternativa se piensa emplear losas de 0.22m de espesor, moduladas con una longitud máxima de 4.5m, reforzado con malla electro soldada.	Los concretos reforzados con fibras sintéticas contienen diferentes dosificaciones y combinaciones que mejoran el desempeño del material, el tipo y cantidad de fibras es función del uso, cargas, y la separación de juntas en diseño, específicamente para pisos. Para el caso de esta alternativa se proyecta emplear losas de 0.20m de espesor, moduladas con una longitud máxima de 4.5m, reforzadas con fibras TUF STRAND, con una dosificación de 2.4 Kg/m3.	Mezcla asfáltica densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 10 mm, se usa generalmente para construir capas de rodadura en vías con tráfico bajo. Dependiendo del espesor de la capa, se puede usar también en capas de rodadura de alta especificación en vías con tráfico medio y alto. Para el caso de esta alternativa se proyecta emplear una estructura con los siguientes espesores: Sub base Granular 0.15m, Base Granular 0.15m, MDC 0.1m.	El suelo estabilizado in situ es una mezcla homogénea y uniforme de un suelo con un conglomerante, de tipo cal o cemento, y eventualmente agua, con el objetivo de disminuir su plasticidad y susceptibilidad al agua o aumentar su resistencia, y compactibilidad, se utiliza en la formación de explanaciones y rellenos tipo terraplén. Para el caso de esta alternativa proyecta un mejoramiento en un capa de 0.2m, con una adición de cemento de 180Kg/m3.

9.2.1 Selección de alternativas para propuesta de intervención.

Al realizar el análisis de cada alternativa se evalúa teniendo en cuenta las premisas del diseño el cual no genere impacto en costos de construcción y mantenimiento, que garantice una durabilidad en la estructura.

- **Para la alternativa 1. Concreto reforzado con acero.**

Para esta alternativa se establece la estructura en concreto de resistencia de 5000 PSI, con un espesor de 0.2 m según los diseños, con una capa de base granular 0.15 m.

Costos de construcción: los costos de construcción para esta alternativa son altos en cuanto a la intervención, para la capa base granular los costos de transporte por la ubicación del paciente, la cantera más cercana se encuentran a 300 km.

Costos de mantenimiento: en cuanto a los trabajos de mantenimiento de la estructura, su durabilidad va ser mayor comparando a las alternativas 3 y 4, y no incurriría en realizar mantenimientos seguidos.

Facilidad de instalación: para la intervención de esta alternativa, su instalación es mayor en tiempo frente a las otras alternativas ya que se debe estabilizar el terreno, luego instalar la capa de concreto de limpieza, montaje de acero de refuerzo, construcción placa y tratamiento de juntas.

- **Para la alternativa 2. Concreto reforzado con fibras sintéticas.**

Para esta alternativa se establece la estructura en concreto de resistencia de 5000 PSI, con un espesor de 0.2 m según los diseños, con una capa de base granular 0.15 m.

Costos de construcción: los costos de construcción para esta alternativa son altos en cuanto a la intervención, para la capa base granular los costos de transporte por la ubicación del paciente, la cantera más cercana se encuentran a 300 km.

Costos de mantenimiento: en cuanto a los trabajos de mantenimiento de la estructura, su durabilidad va ser mayor comparando a la alternativas 3 y 4, y no incurriría en realizar mantenimientos seguidos.

Facilidad de instalación: para la intervención de esta alternativa, su instalación es menor en tiempo frente a las otras alternativa 1, ya que no se requiere la capa del concreto de limpieza, e instalación de aceros.

- **Para la alternativa 3. Mezcla asfáltica.**

Para esta alternativa se establece la estructura en MDC con espesor 10 cm, para las capas compactada base y sub base 15 cm cada una.

Costos de construcción: los costos de construcción para esta alternativa son más bajo en cuanto a la intervención a la estructura en pavimento, pero aumenta para la capa sub base y base granular los costos de transporte por la ubicación del paciente, la cantera más cercana se encuentran a 300 km, esta dicha actividad aumentaría más el costo siendo la alternativa más costosa de las 4.

Costos de mantenimiento: en cuanto a los trabajos de mantenimiento de la estructura, su durabilidad va menor comparando a la alternativas 1 y 2, e incurriría en realizar mantenimientos más seguidos.

Facilidad de instalación: para la intervención de esta alternativa, su instalación es menor en tiempo frente a las otras alternativa 1 y 2.

- **Para la alternativa 4. Suelo estabilizado in situ.**

Para el caso de esta alternativa proyecta un mejoramiento en una capa de 0.2m, con una adición de cemento de 180 Kg/m³.

Costos de construcción: los costos de construcción para esta alternativa es la más baja de las alternativas anteriores.

Costos de mantenimiento: en cuanto a los trabajos de mantenimiento de la estructura, su durabilidad es menor comparando a la alternativas anteriores, e incurriría en realizar mantenimientos más seguidos.

Facilidad de instalación: para la intervención de esta alternativa, su instalación es la más práctica.

Para la selección de la alternativa que aplica para el paciente teniendo en cuenta las premisas descritas anteriormente, se realiza por medio de una matriz de selección donde se mide por medio de una valoración frente a cada premisa. En la siguiente tabla 13 y figura 27 se observa los parámetros tomados para el análisis de alternativas evaluadas para la decisión y opción más probable en la etapa de intervención.

Tabla 13. Evaluación de alternativas

Fuente: Autor

IMPERMEABILIZACIÓN DE PISOS CPF-2			ALTERNATIVA 1	TOTAL	ALTERNATIVA 2	TOTAL	ALTERNATIVA 3	TOTAL	ALTERNATIVA 4	TOTAL
ITEM	ASPECTOS EVALUADOS	PONDERACIÓN DE FACTORES								
1. COSTOS										
1,1	Costo Capex	20	75	15	75	15	75	15	100	20
1,2	Costo Opex	15	100	15	100	15	75	11,25	50	7,5
2. CONSTRUCTIBILIDAD										
2,1	Facilidad de Instalación	15	75	11,25	100	15	75	11,25	100	15
2,2	Costo de Transporte	15	75	11,25	100	15	50	7,5	75	11,25
2,3	Disponibilidad de Materiales	10	100	10	75	7,5	75	7,5	100	10
3. ASPECTOS HSE										
3,1	Seguridad durante la ejecución de las obras	20	75	15	100	20	50	10	50	10
4. OPERATIVIDAD Y MANTENIMIENTO										
4,1	Intervención de áreas	5	100	5	100	5	75	3,75	50	2,5
		TOTAL		82,5		92,5		66,25		76,25



Figura 27. Valoración de resultados de las alternativas

Fuente: Propia

9.2.2 Diseño de Pavimentos

- Se propone un diseño el cual fue realizado por la consultoría encargada de las ingenierías Worley Parsons, el cual plantea una estructura de pavimento rígido compuesta por 25 cm de base granular tipo INVIAS y una placa de 20 centímetros de concreto con $MR=40 \text{ kg/cm}^2$. Además, uso de pasadores de 1" de 35 cm de longitud y 30 cm de separación entre centros.
- En cuanto al pavimento flexible se propone:

En el área 1:

15 cm de sub base granular, 15 cm de base granular y 10 cm de mezcla densa fría

En el área 2:

15 cm de sub base granular, 15 cm de base granular y 10 cm de mezcla densa fría

En el área 3:

20 cm de sub base granular, 15 cm de base granular y 10 cm de mezcla densa fría.

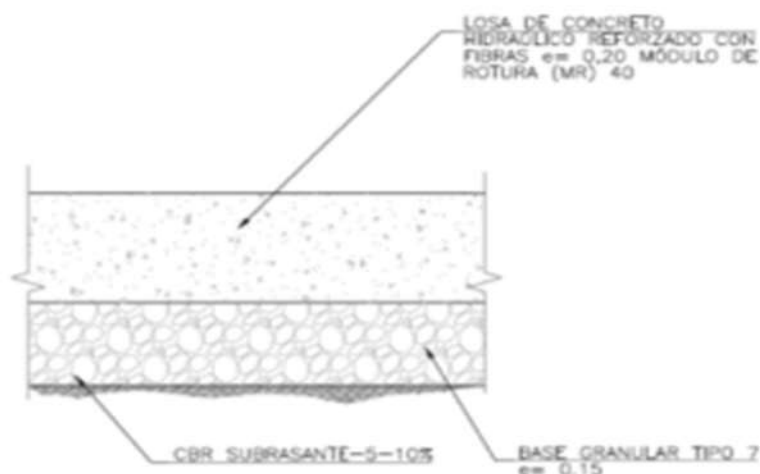


Figura 28. Detalle constructivo de la estructura pavimento rígido.

Fuente: Propia

9.2.3 Especificaciones técnicas de obra civil

- **Movilización y desmovilización**

Descripción

Las actividades de movilización y desmovilización del personal, equipos, herramientas y materiales que se requieren para la ejecución de la obra, deberán desarrollarse cumpliendo las normas aplicables vigentes.

- **Campamentos e instalaciones temporales**

Descripción

Las actividades correspondientes a las labores de adecuación e instalación en los diferentes frentes de trabajo de campamentos, oficinas, bodegas y talleres provisionales en la zona del proyecto, que sirven como base tanto para el personal encargado de la dirección como de la ejecución del proyecto y donde se localizan los materiales, equipos y servicios requeridos, deberán desarrollarse cumpliendo las normas aplicables vigentes.

- **Transporte de materiales**

Descripción

Esta especificación contempla tanto el transporte de materiales de relleno al sitio de obra como el transporte para retiro de materiales sobrantes de la limpieza general de todas las áreas intervenidas por ocasión del desarrollo de las actividades que hacen parte del presente proyecto, al terminar los trabajos de excavación, rellenos, construcción en general y demás actividades ejecutadas.

- **Localización y replanteo**

Descripción

Corresponde a la actividad de localización y replanteo de las obras que se ejecuten en cada actividad, y al control topográfico, planimétrico y altimétrico de las mismas, con base en las coordenadas y cotas indicadas en los planos de construcción.

- **Excavaciones**

Descripción

Corresponde a la actividad de excavación y nivelación de las zonas de derecho de vía y adecuación de vías y accesos, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la sub rasante en corte para las áreas internas de los diques a intervenir, canales, zanjias interceptoras, acequias, desarenadores, trampas, etc., hasta alcanzar los perfiles del proyecto y las dimensiones y elevaciones de las estructuras proyectadas. Esta actividad deberá desarrollarse cumpliendo la especificación.

- **Suministro, nivelación, conformado y compactación de rellenos**

Descripción

Corresponde a la actividad de suministro, colocación, humedecimiento o aireación, mezcla, extensión, conformación, compactación de materiales aprobados previamente y terminado de

material sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los lineamientos de los documentos técnicos, secciones transversales, cotas de rasante y sub rasante del proyecto y dentro de las tolerancias estipuladas.

- **Preparación, suministro e instalación de concretos**

Descripción

Corresponde a la actividad de suministro, almacenamiento de materiales, colocación, dosificación, preparación y diseño de mezclas, transporte, vibrado, fraguado, acabado, curado, ensayos de resistencia de las mezclas usadas, suministro y colocación de sellos y sellantes, terminado y reparación de concreto, clases de concreto, conforme a los planos de construcción, memorias de cálculo y anexos.

- **Preparación, suministro e instalación de morteros y grouting**

Descripción

Corresponde a la actividad de suministro, transporte, diseño, mezclado y/o preparación, colocación, acabado, curado, reparaciones y ensayos de las mezclas de morteros y grouting en la placa base de las cimentaciones de las plataformas.

- **Suministro e instalación de aceros de refuerzo**

Descripción

Corresponde a la actividad de suministro y almacenamiento de materiales y la ejecución de las operaciones de corte, figuración, colocación y amarre del acero de refuerzo de $f_y = 60000$ psi (4200 kg/cm^2) en las estructuras de concreto, conforme a lo indicado en los planos de la ingeniería de detalle del proyecto.

- **Suministro e/o instalación de estructuras metálicas**

Descripción

Corresponde a la actividad de elaboración de planos de taller, suministro y almacenamiento de todos los materiales, corte, fabricación, inspección, pruebas, ensayos, marcado de piezas, preensamble, pintura, transporte y montaje en campo de todas las partes de acero estructural necesarias para la construcción de los elementos y estructuras metálicas que se muestran en los planos y/o requiera.

- **Suministro e instalación de pavimentos para vías y plataformas**

Descripción

Corresponde a la actividad de preparación de la su rasante, imprimación, tratamientos superficiales, carpeta asfáltica y losas en concreto dentro de la construcción de pavimentos en afirmado, flexibles y rígidos conforme a los planos de construcción, memorias de cálculo y anexos.

- **Suministro e instalación Bordillos prefabricados**

Descripción

Corresponde a la actividad de suministro e instalación de bordillos prefabricados dentro de la construcción de pavimentos en afirmado, flexibles y rígidos conforme a los planos de construcción, memorias de cálculo y anexos. Esta actividad deberá desarrollarse cumpliendo la NTC-4109.

- **Suministro e instalación Macro fibras estructurales de polipropileno monofilamento**

Descripción

Macrofibras sintéticas estructurales de alta densidad mezcla de polipropileno / polietileno, monofilamento, las cuales se auto fibrilan cuando se incorporan en la mezcla de concreto diseñadas y usada para el refuerzo de concreto, son deformadas mecánicamente, de cuerpo circular para maximizar el anclaje en el concreto y evitar la pérdida excesiva cuando se proyecta (Shotcrete).

Corresponde a la actividad de suministro de fibras de polipropileno para el control de figuración y agrietamiento en losas en concreto dentro de la construcción de pavimentos rígidos conforme a los planos de construcción, memorias de cálculo, como reemplazo de la malla electro soldada. Esta actividad deberá desarrollarse cumpliendo la siguiente normatividad

- ASTM C-1116.
- ASTM C 1399
- ASTM C 1609/C 1609M
- ASTM C 1550
- JCI-SF4

Datos Básicos

- Aspecto: Fibra monofilamento deformada mecánicamente de cuerpo circular.
- Color: Gris oscuro
- Presentación: Caja x 24 kg
- Almacenamiento: Indefinido en un lugar seco y bajo techo, en su envase original.

Diseño de Mezcla

Debido a sus características no se necesita modificación del diseño de mezcla ya que no afecta la fluidez de esta.

Dosificación

La dosis de aplicación para la fibra macro sintética es de 2 a 8 kg/m³ de concreto, dependiendo de la ductilidad, resistencia residual, tenacidad ó absorción de energía especificada en el diseño de mezcla.

Aplicación

Las macro fibras deben ser adicionadas antes de su colocación, preferiblemente en la planta de concreto. si se prepara el concreto en sitio las macro fibras deben ser mezcladas con el concreto de 3 a 5 minutos a la máxima velocidad de la mezcladora, para garantizar uniformidad.

- **Limpieza final y entrega de obra**

Descripción

Corresponde a las actividades necesarias para efectuar la entrega de las obras en perfecto estado de limpieza y listas para ocupación por parte de la operación y a plena satisfacción, deberán desarrollarse cumpliendo las normas aplicables vigentes.

Al terminar las obras y una vez la operación haya aprobado y recibido a satisfacción todos los trabajos objeto del contrato, el ejecutor debe remover totalmente todos los materiales sobrantes y hacer un aseo general en los sitios de las construcciones, para entregarlas en completo estado de limpieza y listas para ocupación por parte de operaciones.

Los materiales provenientes de esta actividad deben ser dispuestos por el ejecutor en los sitios previamente aprobados el CLIENTE.

Para el recibo de la obra el ejecutor entregara a el CLIENTE, toda la información concerniente a los cambios, ajustes o modificaciones realizadas durante el transcurso de la construcción a los planos de construcción.

10.0 Presupuesto Obras De Intervención

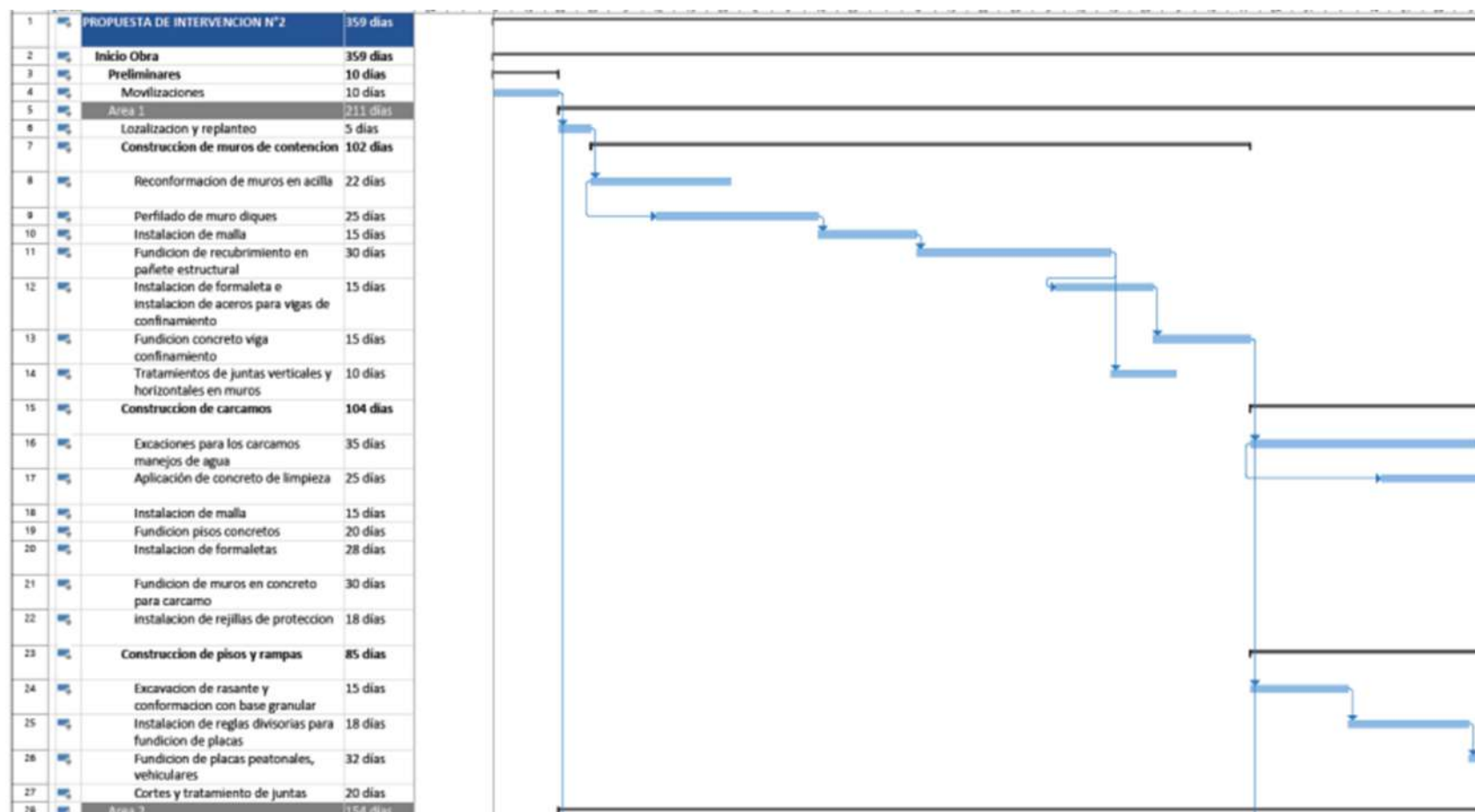
Tabla 14. Presupuesto estimado para propuesta intervención de la alternativa N 2

Fuente: Autor

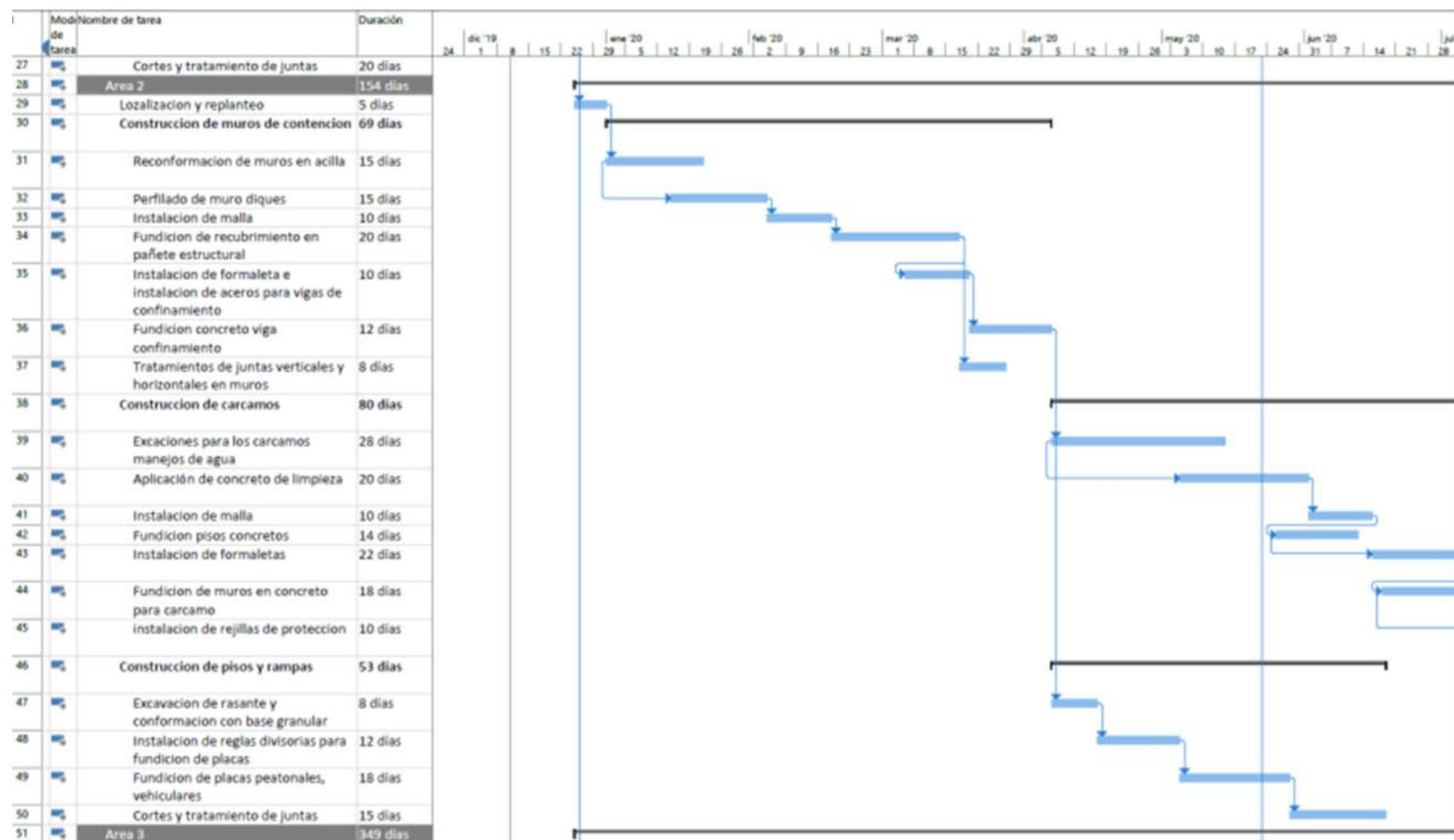
ESPECIALIDAD	ITEM	DESCRIPCIÓN	UND PAGO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
CIV	1. ACTIVIDADES CIVILES					
CIV	1.1	PRELIMINARES				
CIV	1.1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOCACIONES, EXPLANACIONES Y/O FACILIDADES	Ha	\$ 7.110.579	7,74	\$ 55.049.160
CIV	3.0	3.SUMINISTROS Y/O ALQUILER				
CIV	3.1.1	SUPERVISOR CIVIL	Día	\$ 270.745	60,00	\$ 16.244.700
CIV	3.1.2	OFICIAL DE CONSTRUCCIÓN	Día	\$ 176.277	60,00	\$ 10.576.620
CIV	3.1.3	AYUDANTE DE CONSTRUCCIÓN (OBRERO RASO)	Día	\$ 150.861	300,00	\$ 45.258.300
CIV	1.1	PRELIMINARES				
CIV	1.1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOCACIONES, EXPLANACIONES Y/O FACILIDADES	Ha	\$ 7.110.579	5,73	\$ 40.744.329
CIV	1.3	EXCAVACIONES				
CIV	1.3.3	EXCAVACIÓN Y RELLENO COMPENSADO, INCLUYE TRANSPORTE	m ³	\$ 13.914	4.743,91	\$ 66.006.826
CIV	1.3.4	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL COMUN, INCLUYE CARGUE Y TRANSPORTE DISTANCIA < A 1 Km	m ³	\$ 117.849	361,90	\$ 42.650.013
CIV	1.3.5	ACARREO DE MATERIAL (compactado) A DISTANCIA > 1Km.	m ³ -km	\$ 793	452.481,40	\$ 358.817.748
CIV	1.4	SUMINISTRO, NIVELACION, CONFORMADO Y COMPACTACION DE RELLENOS (INCLUYE TRANSPORTE A DISTANCIA ≤ 1 Km)				
CIV	1.4.4	TIPO 4: MATERIAL DE EXCAVACIÓN SELECCIONADO	m ³	\$ 28.000	9.487,829	\$ 265.659.212
CIV	3. SUMINISTROS Y/O ALQUILER					
CIV	1.1	PRELIMINARES				
CIV	1.1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOCACIONES, EXPLANACIONES Y/O FACILIDADES	Ha	\$ 7.110.579	0,95	\$ 6.719.497
CIV	1.5	PREPARACIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBRAS EN CONCRETOS				
CIV	1.5.4	CONCRETO CLASE D (210 kg/cm2 Ó 3000 psi)	m ³	\$ 889.475	103,41	\$ 91.980.610
CIV	1.5.5	CONCRETO CLASE E (175 kg/cm2 Ó 2500 psi)	m ³	\$ 821.072	735,36	\$ 603.783.506
CIV	1.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN JUNTAS				
CIV	1.6.4	JUNTA DE DILATACIÓN	m	\$ 46.500	11.290,84	\$ 525.024.060
CIV	1.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACEROS DE REFUERZO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL				
CIV	1.8.1	ACERO FY: 60000 psi (4.200 kg/cm2)	kg	\$ 5.359	6.204,60	\$ 33.250.451
CIV	1.8.3	MALLA ELECTRO SOLDADA FY: 60000 psi (4.200 kg/cm2)	kg	\$ 5.976	45.243,48	\$ 270.375.058
CIV	1.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS				
CIV	1.1	PRELIMINARES				
CIV	1.1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOCACIONES, EXPLANACIONES Y/O FACILIDADES	Ha	\$ 7.110.579	5,44	\$ 38.660.218
CIV	1.3.3	EXCAVACIÓN Y RELLENO COMPENSADO, INCLUYE TRANSPORTE DISTANCIA < A 1Km	m ³	\$ 13.914	5.437,00	\$ 75.650.418
CIV	1.3.1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN, INCLUYE TRANSPORTE A UNA DISTANCIA < A 1Km	m ³	\$ 6.985	8.155,50	\$ 56.966.168
CIV	1.3.4	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMUN, INCLUYE CARGUE Y TRANSPORTE DISTANCIA < A 1 Km	m ³	\$ 117.849	1.015,45	\$ 119.669.531
CIV	1.3.5	ACARREO DE MATERIAL (compactado) A DISTANCIA > 1Km.	m ³ -km	\$ 793	3.281.323,70	\$ 2.602.089.694
CIV	1.4.7	TIPO 7: BASE GRANULAR	m ³	\$ 57.030	8.155,50	\$ 465.108.165
CIV	1.4.4	TIPO 4: MATERIAL DE EXCAVACIÓN SELECCIONADO	m ³	\$ 28.000	4.036,00	\$ 113.008.000
CIV	1.4.6	TIPO 6: SUBBASE GRANULAR	m ³	\$ 53.650	1.412,60	\$ 75.785.990
CIV	1.5	PREPARACIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS Y OBRAS EN CONCRETOS				
CIV	1.5.4	CONCRETO CLASE D (210 kg/cm2 Ó 3000 psi)	m ³	\$ 889.475	6.247,27	\$ 5.556.790.483
CIV	1.5.9	CONCRETO DE LIMPIEZA CLASE H (105 kg/cm2 Ó 1500 psi)	m ³	\$ 757.854	190,10	\$ 144.064.256
CIV	1.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN JUNTAS				
CIV	1.6.4	JUNTA DE DILATACIÓN	m	\$ 46.500	30.074,60	\$ 1.398.468.900
CIV	1.8	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACEROS DE REFUERZO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL				
CIV	1.8.1	ACERO FY: 60000 psi (4.200 kg/cm2)	kg	\$ 5.359	67.049,20	\$ 359.316.663
CIV	1.8.3	MALLA ELECTRO SOLDADA FY: 60000 psi (4.200 kg/cm2)	kg	\$ 5.976	204.565,75	\$ 1.222.484.915
CIV	1.9	SUMINISTRO E INSTALACION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS				
CIV	1.9.4	SUMINISTRO E INSTALACION ESTRUCTURA METÁLICA PARA MISCELÁNEOS	kg	\$ 16.699	71.008,78	\$ 1.185.775.684
STO DIRECTO (70001)						\$ 16.639.825.632
COSTOS INDIRECTOS		ADMINISTRACION (2000210)	17,50%			\$ 2.911.969.486
		IMPREVISTOS (2000214)	2,00%			\$ 332.796.513
		UTILIDAD (2000219)	4,00%			\$ 665.593.025
COSTO DIRECTO + AIL						\$ 20.550.184.656

11.0 Programación Obras De Intervención

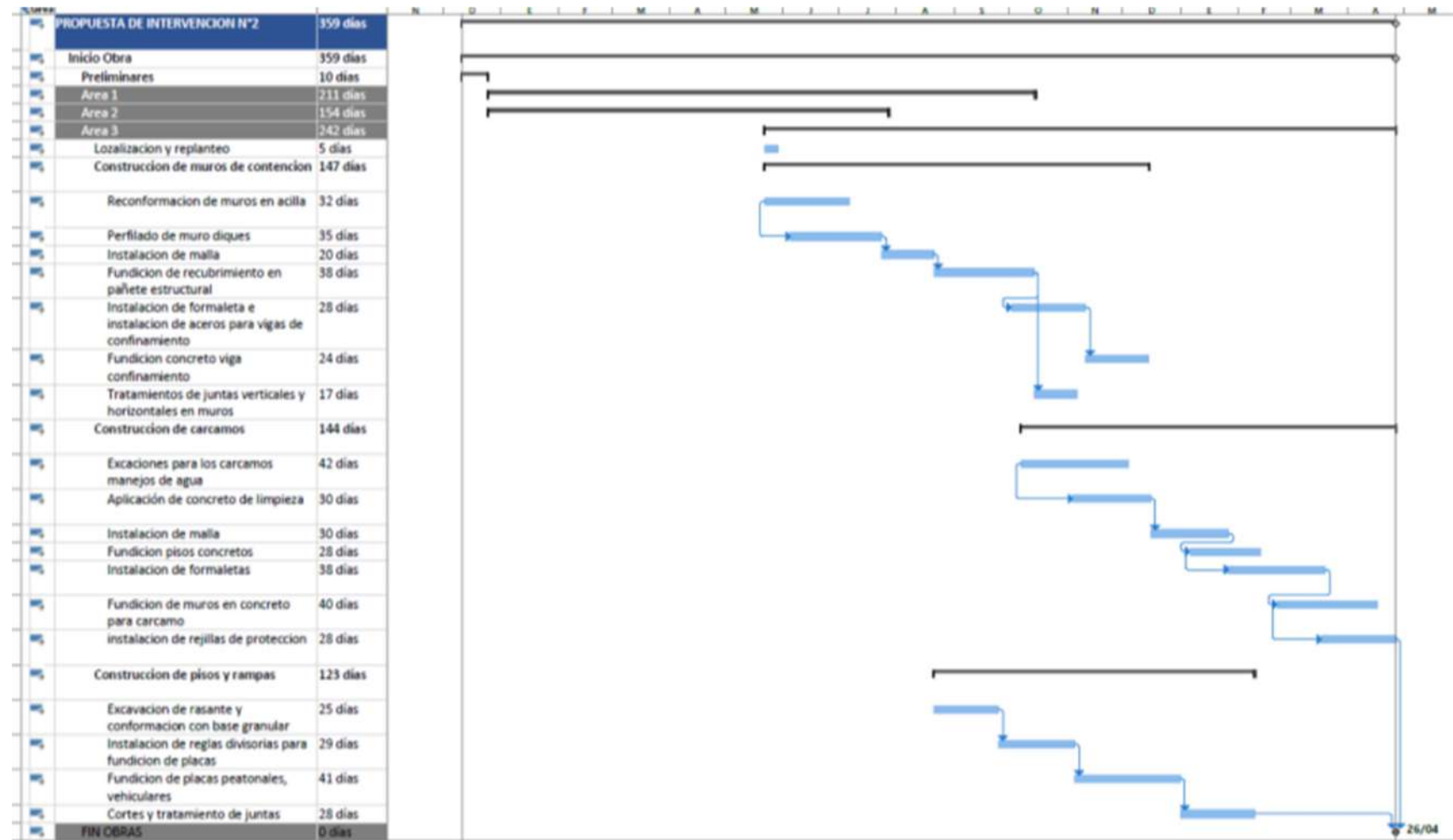
11.1 Programación de actividades propuesta área 1.



11.2 Programación de actividades propuesta área 2



11.3 Programación de actividades propuesta área 3



12.0 Conclusiones

- Durante la realización del estudio patológico del paciente en cada área, con el apoyo de los ensayos y estudios realizados, información obtenida en las inspecciones visuales y los conocimientos adquiridos en los módulos vistos durante la especialización en patología de la construcción, se realizó las fases del estudio iniciando por la historia clínica donde se identificaron las lesiones que corresponden a la erosión, desgaste, pérdida de materiales en los tres sistemas (muros, pisos, cunetas de drenajes) debido a la exposición a la intemperie, causada por los efectos abrasivos del clima y tránsito vehicular, fallos en las cajas de recolección de aguas y drenaje al sistema de independización y disposición final, que se encontraban tapadas por causa de obstrucción del material.
- Gracias a este estudio se evidencio el riesgo que corre el proyecto de no ser intervenido a tiempo, ya que por fugas o derrames que genere el proceso de almacenamiento, puede afectar al sistema del medio ambiente donde corre peligro la flora, fauna y las comunidades que habitan en la zona, además de las sanciones que pueda emitir los entes de control como la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).
- En cuanto a una propuesta de intervención se planteó un análisis para la evaluación de alternativas donde tuvieron en cuenta todas las premisas como los costos de intervención, costos de mantenimientos, duración de construcción de obras, riesgos, seguridad del personal tanto del proceso.

13.0 Recomendaciones

Se recomienda que se escoja la alternativa N°2, ya que fue la más económica en costos por mantenimientos y facilidades de instalación. Durante la intervención se debe tener en cuenta los factores que puedan causar lesiones a futuro para el caso de los muros conformado en arcilla y endurecido en concreto, impermeabilización de pisos, construcción de cunetas y limpieza de cajas de drenajes, garantizando antes del inicio un plan de gestión de la calidad de materiales instalados que cumplan con los diseños que se entreguen, un seguimiento de un plan de inspección de ensayos, para que los concretos queden debidamente instalado asegurando todo el proceso hasta el curado para así garantizar la durabilidad de la construcción y no presentar problemas a corto y largo plazo.

En el caso que los concretos presenten algún tipo de lesiones como fisuras y grietas, es importante que se lleve a cabo un buen control de calidad, el registro de ensayos, informes diarios y un estudio temporal que permita identificar las lesiones si llegara a presentar y así proponer una intervención que solucione el problema de raíz.

Bibliografía

NFPA, 30, N. (1996). *Codigo de liquidos inflamables y combustibles*. Internacional: Codigo de liquidos inflamables y combustibles.

RAS, básico, R. t. (2000). *Capitulo A*. Colombia: Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico.

Energia, M. d. (1990). *decreto 283 de 1990*. Colombia: Ministerio de Minas y Energia.

Pardo, T. (2018). En Colombia se han derramado 3,7 millones de barriles de crudo. *En Colombia se han derramado 3,7 millones de barriles de crudo*, pág. 1.

NSR (2010). *Titulo A*. Colombia: Norma sismo resistente .

NTC 1500 sanitarias, C. C. (2017). Colombia: Incontec.

INVIAS. (2005). *Manual de diseños de pavimento de concreto* . Colombia : Ministerio de transporte.