

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA MEJORAS TECNOLÓGICA EN  
MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ECOPETROL S.A, EN LA CIUDAD DE  
BARRANCABERMEJA**

**LUZ ESTELA RODRIGUEZ VILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECAICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2017**

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA MEJORAS TECNOLÓGICA EN  
MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ECOPETROL S.A, EN LA CIUDAD DE  
BARRANCABERMEJA**

**LUZ ESTELA RODRIGUEZ VILLA**

**Monografía presentada como requisito para obtener el título de Especialista  
en Evaluación y gerencia de proyectos**

**DIRECTOR:**

**ELIANA MARCELA PEÑA TIBADUIZA**

**Magister en Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme la oportunidad de realizar esta especialización.*

*A mi hijo por permitirme cumplir este objetivo y darme la energía para lograrlo.*

*A Leonor Ruiz, por ser esa trabajadora inalcanzable y que sin importar las circunstancias estuvo apoyándome para poder terminar; aunque hoy no este entre nosotros, Gracias...*

*A mi familia y en especial Leonardo Rodriguez Ruiz por su apoyo incondicional.*

*A mi directora Eliana Peña por su aporte y orientación para la elaboración de este trabajo.*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DE LA MONOGRAFÍA	18
1.1 PROPÓSITO	18
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
1.3. OBJETIVO GENERAL	20
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO	21
1.5.1. Restricción	21
2. GENERALIDADES	22
2.1 REFERENCIA INSTITUCIONAL	22
2.1.1 Misión.	22
2.1.2 Visión.	23
2.1.3 Clientes Principales.	23
2.1.4 Certificaciones	23
2.2. MANTENIMIENTO TANQUE	23
2.2.1. Tecnología en mantenimiento de tanque	24
3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	25
3.1 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEL CORREGIMIENTO EL CENTRO Y DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA	25
3.1.1 Ministerio de la protección social	26
3.1.1.1 Equipo eléctrico e instrumentos	27
3.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	28

3.2.1 Diagnóstico del Tanque K-109	30
3.2.2. Especificaciones técnica para mantenimiento de tanques	31
3.2.2.1 Tanques verticales – techo fijo o flotante	31
3.2.2.2. Techo flotante interno Tanques verticales	31
3.2.2.3. Tanques verticales	32
3.2.2.4 Doble pared (tanques Criogénicos-GLN)	32
3.2.2.5 Tanque Criogénico	32
4. PLAN INTEGRADO DE GESTION PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES. CASO: TANQUE K-109	33
4.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN	33
4.1.1 Plan de Gestión de Interesados	37
4.2 PLAN DE GESTIÓN ALCANCE DEL PROYECTO	38
4.2.1 Dirigir y gestionar, el trabajo del proyecto	39
4.2.2 Controlar y monitorear el trabajo del proyecto	39
4.2.2.1. Control integrado de cambio	39
4.2.3 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	40
4.3 GESTION DE TIEMPO DEL PROYECTO	49
4.4 PLAN DE GESTIÓN DE COSTOS	61
4.4.1 Proceso de Gestión de los Costos	76
4.5 PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD	78
4.6 PROCEDIMIENTO TÉCNICO	79
4.6.1 Referencias Normativa	79
4.6.2. Equipo Eléctrico e Instrumento	81
4.6.3 Proceso de gestión de calidad	82
4.6.3.1 Control de Calidad	82
4.6.4 Limpieza fondo y techo del tanque	83
4.6.4.1 Aplicación de anticorrosivo en fondo y techo interior y exterior	83
4.6.4.2 Inspecciones y prueba	84
4.6.5 Requerimientos para una inspección de soldadura	85

4.6.6 Inspección Durante la Soldadura.	87
4.6.6.1 Inspección Después de Soldar.	89
4.6.7 Responsabilidad de Inspección	89
4.6.8 Criterio de aceptación	89
4.6.8.1 Sand Blasting	90
4.6.9 Descripción del método	92
4.6.9.1 Aplicación del método	92
4.6.10 Montaje del fondo	94
4.6.11 Secuencia de soldaduras en el fondo	95
4.6.12 Angulo Bocel	96
4.7 MONTAJE DE TECHO CONICO CON ESTRUCTURA SOPORTE	97
4.7.1 Instalación del techo	97
4.7.2. Prueba a Soldadores	98
4.7.2.1. Prueba en el Fondo	98
4.7.3. Pruebas en el casco	99
4.7.3.1. Prueba de refuerzos	99
4.7.3.2. Prueba de los techos	99
4.7.3.3. Procedimiento de inspección	99
4.8 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO	101
4.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL	101
4.9.1 Corrosión interior del fondo.	102
4.9.2 Corrosión exterior del fondo	103
4.9.3. Avería en paredes de tanques	103
4.9.3.1. Averías en paredes internas de tanques	103
4.10 PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS	103
4.10.1 Planificar gestión recurso humano	103
4.10.2 Proceso de gestión de Recursos Humanos	110
4.10.3 Plan de Gestión de Comunicaciones	111
4.11 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO	111
4.11.1 Riesgos en tanques	112

4.11.2 Proceso de Gestión de Riesgo	113
4.11.3 Análisis cualitativo y cuantitativo del riesgo	117
4.12 PLAN DE LA GESTIÓN DE ADQUISICION	118
4.12.1 Planificar la gestión de las Adquisiciones	118
4.12.2 Efectuar las Adquisiciones	118
5. CONCLUSIÓN	119
BIBLIOGRAFÍA	120

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Municipio de Barrancabermeja, Refinería	26
Figura 2. Tanques verticales – techo fijo o flotante	31
Figura 3. Tanque Criogénico	32
Figura 4. EDT proyecto	41
Figura 5. Curva S del proyecto	78
Figura 6. Un ejemplo de como un armado deficiente no puede ser detectado después de que la soldadura fue realizada, por esta razón, una inspección visual antes de iniciar a soldar es una condición necesaria.	86
Figura 7. Organigrama del Proyecto	104
Figura 8. Proceso de selección de proveedor	118

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Descripción del tanque	29
Tabla 2. Acta de constitución	34
Tabla 3. Matriz interesados	38
Tabla 4. Diccionario de la estructura de trabajo, EDT	43
Tabla 5. Gestión de Tiempo del Proyecto	49
Tabla 6. Presupuesto del proyecto	61
Tabla 7. Perfil requerido para mantenimiento t-k 109	105
Tabla 8. Matriz de comunicaciones	111
Tabla 9. Matriz de Riesgo	114
Tabla 10. Lista de Probabilidad	117
Tabla 11. Escala de Impacto	117

## GLOSARIO DE SIGLAS

**AC:** Costo real.

**API 653:** Norma que fija el mantenimiento General de tanques para almacenamiento de diferentes productos del petróleo

**API:** American petroleum institute. Instituto Americano del petróleo.

**APU s:** Análisis de precios unitarios

**ASME:** American Society of Mechanical Engineers. Sociedad Americana de ingenieros Mecánicos

**Base de hormigón:** se construye un aro perimetral de hormigón sobre el que debe apoyar el tanque para evitar hundimiento en el terreno y corrosión de la chapa.

**Bocas de limpieza:** se colocan cuando se considera necesario. Son aberturas de 1.2 x 1.5 m aproximados, dependiendo del diámetro del tanque y de la altura.

**EV:** Valor ganado. Costo presupuestado del trabajo terminado.

**NFPA 30:** Consecuencia e impacto ambiental en caso fuga.

**Pasos de hombre:** son bocas de aprox. 600 mm de diámetro para el ingreso al interior del tanque. La cantidad mínima necesaria la fija la norma en función del diámetro del tanque.

**PAT:** función del diámetro del tanque, existe un mínimo fijado por la norma.

**PDT:** Programación de Trabajo.

**PMBOK®:** Project Management Body of knowledge

**PMI®:** Project Management institue

**RAM:** Es la estructura de riesgos de desglose de riesgos consiste en lista jerárquica de los recursos.

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA MEJORAS TECNOLÓGICA EN MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ECOPEPETROL S.A, EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER\*.

**AUTOR:** LUZ ESTELA RODRIGUEZ VILLA\*\*

**PALABRA CLAVE:** PLANEACION, MEJORAS, TIEMPO, MANTENIMIENTO TANQUE API.

### **CONTENIDO:**

Presente documento es el sector OIL&GAS contiene plan direccionamiento del proyecto mantenimiento interno y externo tanques API, desmantelamiento, construcción e instalación del techo, fondo del tanque, soldadura y preparación de la superficie del tanque, sandblasting y aplicación de pintura.

Para elaboración de este proyecto se aplican los lineamientos en la guía de fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®, Versión 5). En el proyecto de mantenimiento de tanque K-109. Para Almacenamiento de crudo, en el corregimiento el centro de Barrancabermeja. Se propone para el mejoramiento de equipos, maquinarias, herramientas y recursos humano, partiendo de la identificación de las necesidades del cliente; finalmente esta gestión se obtiene un análisis de reducción en el tiempo de reparación para cualquier tanque de almacenamiento.

La empresa Diseño y Montaje industriales, producto de lecciones aprendidas de los últimos mantenimientos, se encontró falencias en la etapa de planeación que han ocasionado reprocesos en actividades, tiempo de ejecución y sobre costo.

Con este proyecto se implementa para obtener mejoras en los proceso de gestión, planeación y programación mantenimiento de tanques obteniendo como resultado la minimización en costos financieros y tiempo de entrega oportuna al cliente.

Que serviría de base a los futuros trabajos en las diferentes plantas de proceso de la refinería y corregimiento el centro Cira infanta de Barrancabermeja.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenieras fisicomecanicas Escuela de Estudios Empresariales Especialización En Evaluacion Y Gerencia De Proyectos Director: Eliana Marcela Peña Tibaduiza

## SUMMARY

**TITLE:** TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY FOR TECHNOLOGICAL IMPROVEMENTS IN MAINTENANCE OF TANKS OF ECOPETROL S.A, IN THE CITY OF BARRANCABERMEJA, SANTANDER\*.

**AUTHOR:** LUZ ESTELA RODRIGUEZ VILLA\*\*

**KEY WORD:** PLANNING, IMPROVEMENTS, TIME, MAINTENANCE TANK API.

**CONTENTS:** This document is the sector OIL & GAS contains plan addressing of the project maintenance internal and external API tanks, dismantling, construction and installation of roof, tank bottom, welding and preparation of tank surface, sandblasting and painting application.

For the preparation of this project, the guidelines are applied in the Project Management Basics Guide (PMBOK® Guide, Version 5). In the tank maintenance, project K-109. For Storage of crude, in the corregimiento the center of Barrancabermeja. It is proposed for the improvement of equipment, machinery, tools and human resources, starting from the identification of the needs of the client; finally, this management gets a reduction analysis in the repair time for any storage tank.

The Industrial Design and Assembly company, product of lessons learned from the last maintenance, found shortcomings in the planning stage that have caused reprocessing in activities, time of execution and on cost.

With this project is implemented to obtain improvements in the process of management, planning and programming maintenance of tanks resulting in the minimization of financial costs and timely delivery to the customer.

That would serve as a basis for future work in the different processing plants of the refinery and corregimiento the Cira infanta center of Barrancabermeja

---

\* Project of grade

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering School of Business Studies Specialization in Project Evaluation and Management Director: Eliana Marcela Peña Tibaduiza

## INTRODUCCIÓN

El servicio de mantenimiento de tanque; en la Cira infantas corregimiento el centro de Barrancabermeja y refinería de Barrancabermeja; se realizan con estándares y parámetros de Ecopetrol S.A.

En sector de hidrocarburo, la empresa contratista debe realizar grandes esfuerzos para actualizar sus procesos para el cumplimiento de las necesidades del cliente; para la prestación del servicio, se identifica la necesidad de contar con herramientas, equipos, técnico y habilidades empresariales para llevar con éxito su proyecto.

La empresa DISEÑO Y MONTAJES INDUSTRIALES LTDA; ofrecen servicio de mantenimiento y diseño de tanques, estructuras metálicas, montaje y desmantelamiento de líneas de tubería de diferentes diámetros.

La empresa en mención ha estado orientada al cumplimiento de los requerimientos y satisfacción del cliente, razón por la cual es de suma importancia la realización de la presente monografía. Este trabajo busca mejorar el uso de los recursos técnicos y tecnológicos, impactando directamente en las operaciones y así iniciando un camino a la optimización no sólo de los recursos físicos como maquinaria, también el talento humano y tecnológico de la organización. Todas estas mejoras permitirán un crecimiento en estos periodos de dificultades económicas, donde es necesario reducir los costos y los plazos, así como aumentar la calidad y la satisfacción del cliente para ser más competitivos en este entorno.

Para realizar este proceso de mejoramiento se toma la dirección proyectos como eje central, dado que permite implementar los procesos orientados a la gestión adecuada de los recursos del proyecto

Para realizar este proceso de mejoramiento se toma la dirección proyectos como eje central, dado que permite implementar los procesos orientados a la gestión adecuada de los recursos del proyecto.

Es por esto que se identifica que la gestión de proyectos basada en la guía del PMBOK® permite implementar buenas prácticas que ayudaran al logro del objetivo del presente proyecto.

Para elaboración de este proyecto se aplican los lineamientos en la guía de fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®, Versión 5). En el proyecto de mantenimiento de tanque K-109. Para Almacenamiento de crudo, en el corregimiento el centro de Barrancabermeja. Se propone para el mejoramiento de equipos, maquinarias, herramientas y recursos humano, partiendo de la identificación de las necesidades del cliente; dependiendo de esta gestión finalmente, dependiendo de los resultados de este análisis se reduce el tiempo en la reparación de cualquier tanque de almacenamiento.

## **1. PLANTEAMIENTO DE LA MONOGRAFÍA**

Aplicado al tanque K-109, realiza un desmantelamiento techo, construir un nuevo techo y montaje del techo, mantenimiento interno y externo del tanque, fondo del tanque, reparación del primer anillo y preparación de la superficie de tanque: Sandblasting y aplicación de pintura. Tanque de almacenamiento de crudo, en el corregimiento el Centro de la Cira infanta de Barrancabermeja.

### **1.1 PROPÓSITO**

El propósito del presente trabajo es la elaboración del plan de gestión para el servicio de mantenimiento del tanque K-109 de Ecopetrol con el fin de mejorar la utilización de los recursos técnicos y tecnológicos y buscando mejorar indicadores de gestión de proyectos como lo son el aumento de la calidad y satisfacción de los clientes. Con la ejecución del presente trabajo de monografía; la empresa lograra contar con una herramienta más clara para la planeación y gestión de proyectos similares que le permitirá ser más competitiva.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En la actualidad la empresa Diseño y montajes industriales, prestadora de servicio de mantenimiento de tanques, surge la necesidad de implementar tecnología en las actividades de reparación y preparación de superficie a diferentes diámetro de tanques.

Se requiere un cambio en la infraestructura, para realizar controles de mejoras, en los procesos de eficiencia, y tiempos en diferentes actividades del mantenimiento del tanque; en calidad, técnico y minimización de los trabajos.

Implementando un sistema de planeación de las actividades, que no se están llevando a cabo, se requiere una metodología, teniendo en cuenta las mejores prácticas de guía PMBOK, en la planeación de proyectos, que la empresa esté desarrollando para futuros mantenimiento.

Teniendo todas las herramientas y tecnología se desarrolla la monografía de este proyecto se basa específicamente, implementar metodología para realizar un mantenimiento del tanque K-109; siguiendo el proceso de revisión en las áreas del tanque, la inspección visual interna y externa del tanque, con herramientas muy útil para determinar el daño de las láminas, se utiliza un scanner UT (scan A y B), iniciando por el techo del tanque, primer anillo, y fondo del tanque.

Con resultados del scanner se requiere desmantelamiento, construcción del techo y fondo del tanque, limpieza por corrosión, realizar trabajos de soldadura; aplicación de pintura, con herramientas, maquinaria, insumos y recurso humano calificado para reparar el tanque. Minimizado en tiempo; de entrega del TK-109; al cliente.

Los factores son los que anteriormente mencionados que llevan al éxito del proyecto queriendo dar soluciones con eficiencia, rapidez, exactitud y definiendo los requerimiento técnicos y financieros para futuros servicios de mantenimiento tanque.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el plan de gestión del proyecto del servicio de mantenimiento de un tanque, aplicando la guía del PMBOK 5ta edición, con el fin de generar una guía para proyectos futuros, mejorando la gestión de los recursos en la empresa Diseño y Montaje Industriales Ltda.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

-Realizar una recopilación de los procedimientos, normativas y estándares para prestación para el servicio de mantenimiento de tanques API.

- Definir el alcance, cronograma y presupuesto para un proyecto de mantenimiento de tanques, API.

-Definir la gestión de calidad, talento humano, e interesados, adquisiciones, etc. De un proyecto de mantenimiento de tanques.

-Documentar el plan de gestión integrado para un proyecto de mantenimiento de tanques que sirva de guía para futuro proyectos.

## 1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto busca mejorar la gestión integrada, con las actividades de un mantenimiento de tanque; en la minimización del tiempo de entrega del tanque; control del presupuesto, en proceso de calidad y selección del personal calificado para realizar los trabajos.

El plan de gestión para el mantenimiento del tanque K-109, realiza desmantelamiento, construcción y montaje del techo soldado, fondo del tanque, el primer anillo y realizar sandblasting y preparación de pintura en la superficie del tanque.

Ubicado en el corregimiento el centro de la Cira infantas de Barrancabermeja.

El proceso se realizara basado en la guía del PMBOK 5ta edición.

**1.5.1. Restricción** Este proyecto para su ejecución, depende del presupuesto que asigne OXY de Colombia, de la cira infanta, corregimiento el centro.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1 REFERENCIA INSTITUCIONAL

La Coordinación de mantenimiento de Ecopetrol en la zona de Cira Infantas es el encargado de asignar y administrar los recursos requeridos para ejecutar todos los trabajos de mantenimiento de tanque.

De acuerdo al proceso de licitación y por medio de la evaluación de compra y contratación de Ecopetrol de la cira infantas, asigna que la empresa encargada de realizar la ejecución de este proyecto es ganada por el contratista de razón social Diseños y Montajes Industriales Ltda.

Esta empresa tiene como objeto construir, montar y reparar Tanques API, equipos estáticos, rotativos, sandblasting y tubería de diferentes diámetros en otros campos en la industria del petróleo. La empresa cuenta con la experiencia y tiene una infraestructura para la planeación, programación y ejecución de trabajos de mantenimiento tanques y construcción en sector de hidrocarburo.

Su estrategia de mejora en maquinaria, equipos y recurso humano calificado para cada tarea, fortalece su operación en Barrancabermeja y el corregimiento el centro; permitiendo el crecimiento, al resto de las zonas petroleras de país, a través de adquisición de nueva tecnología se fomenta alianzas estratégicas para nuevos negocios.

**2.1.1 Misión.** Empresa DISEÑO MONTAJE INDUSTRIALES, en el año 2019, será líder en Colombia en el mantenimiento y construcción de plantas industriales, implementando nuevas tecnología y estrategia de crecimiento para la empresa.

**2.1.2 Visión.** DISEÑO MONTAJE INDUSTRIALES, empresa al servicio del país, enfocada al mantenimiento, fabricación infraestructura metálicas petroquímica e industrial, montaje mecánico, electrónico.

Avance en tecnología, técnica y recurso humano competente, permite brindar calidad en el servicio prestado, confiabilidad y seguridad a nuestros clientes.

**2.1.3 Clientes Principales.** Ecopetrol S.A, TGI, OXY de Colombia.

**2.1.4 Certificaciones** La empresa Diseño montaje industriales, cuenta con certificaciones de calidad ISO 9001, seguridad y salud ocupacional, ISO 14001 ambiental, seguridad y salud ocupacional ISO 18001.

## **2.2. MANTENIMIENTO TANQUE**

Realizar el mantenimiento tanque K-109, se requiere:

-Suspender el servicio del tanque, para mantenimiento; realizar la ejecución de la actividad:

-Recuperar el ciclo de vida del tanque.

-Mantener el almacenamiento de la productividad, evitando riesgo de fuga y corrosión.

-Pintura Cubrimiento en cual garantice duración mínima de 2 años.

-Revaloración del riesgo mediante estudio (inspección y diagnostico).

Permite lograr una restitución general de las condiciones del servicio de mantenimiento para satisfacer al cliente en un periodo de tiempo en operación con la mínima probabilidades de falla, dentro de los niveles de desempeño.

Con herramientas y técnicas para el trabajo requerido y con recurso humano calificado se logra llevar a un avance al 100% de terminación del tanque, a menor tiempo y costo incluyendo los procesos para el proyecto, cumpliendo con los requisitos del alcance, con estos lleve a la aceptación formal de los entregables.

**2.2.1. Tecnología en mantenimiento de tanque** La preparación de limpieza utiliza equipo de sandblasting de alta gama tipo SPC10, SPC 3 y proceder aplicar nuevamente recubrimiento de acuerdo al procedimiento de mantenimiento tanques y la mejorar esta en las herramientas, maquinaria y equipos disponibles para realizar las actividades con recursos calificados; implementando metodología desarrollada en gestión de proyectos, esto permite minimizar tiempo y costo para el contratista. Cumpliendo con las especificaciones técnicas de Ecopetrol S.A.





La principal refinería de Barrancabermeja; el área de gerencia de refinería de Barrancabermeja (GRB), es de 361.51 hectáreas en las que se distribuyen más de cincuenta modernas plantas y unidades de proceso, mantenimiento servicio y control ambiental.

**Figura 1. Municipio de Barrancabermeja, Refinería**



Fuente: Manual geografico municipio Barrancabermjea

### **3.1.1 Ministerio de la protección social**

RESOLUCION NUMERO 003673 de 2008 (26 de septiembre de 2008), se establece el reglamento técnico de trabajo Seguro en alturas.

### 3.1.1.1 Equipo eléctrico e instrumentos

-GCB-ELEC-IN-008-Instrutivo para otorgar el permiso para trabajos eléctricos en la GCB y LCI.

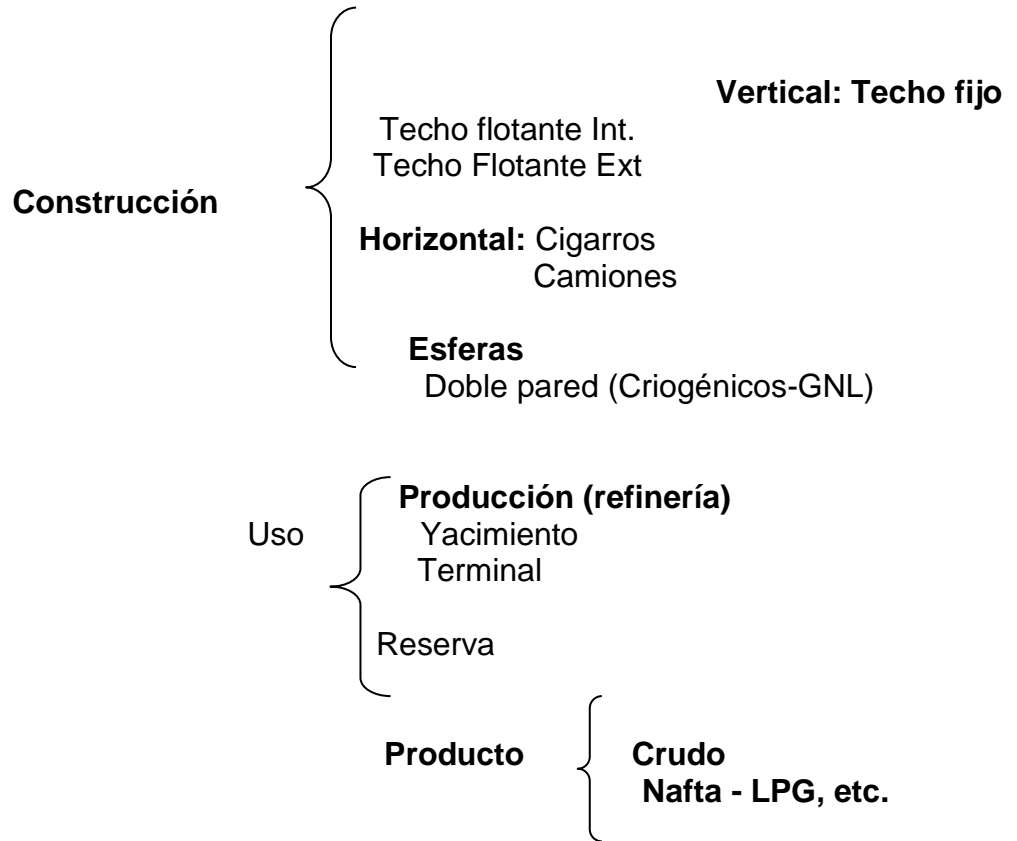
-GCB-ELEC-IN-010- Instructivo para aplicar aislamiento seguro de plantas y equipos en la GCB y LCI.

-GCB-ELEC-MA-OO1-Manual de seguridad eléctrica de GCB y LCI.

La actividad de preparación de superficie para la aplicación de pintura en tanques debe efectuarse de acuerdo a las siguientes normas:

- SSPC-SP2, SSPC-SP3 (The society for protective Coatings).
- SSPC-SP10 o SP5 (The society for protective coatings)
- Recomendación por especialidad (NACE STANDART RP-01)
- Fallas y prevención en recubrimiento epóxico (NACE D170).las norma NACE se aplica para todo el requerimiento de la preparación de pintura.
- D610-85 “Método de prueba estándar para la evaluación del grado de herrumbre sobre superficies pintadas de acero”.
- D 4285-83 “Método de prueba estándar para la indicación de aceite o agua en el aire comprimidos”-
- D5162-91 “Practica estándar para probar discontinuidad (holiday) de recubrimientos protectores no conductivos sobre sustratos metálicos”.
- D4417-84 Método de prueba estándar para medir en campo el perfil de la superficie de un acero limpiado con arena”.
- D4541-85 “Método de prueba estándar para evaluar la adherencia de recubrimiento usando el medidor portátil”.
- D3359-90 “Método de prueba de adherencia.

## CLASIFICACION



### 3.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos existen normas y código de diseño para el cálculo y construcción la más difundida y empleada en la industria del proceso son American Petroleum Institute (API). Utilizados como depósito de almacenamiento según el producto liviano (pentano, butano, propano, LPG, etc.).

Productos Medios (JP-1, queroseno, ACPM, varsol). Gasolina, aromáticos, alquitrán aromáticos, crudo. Productos pesado, agua de proceso o condensado.

**Los tanques de almacenamiento se clasifican:**

1. Cilíndricos horizontales
2. Cilíndricos verticales de fondo plano

**Los tanques cilíndricos horizontales**, son de volumen relativamente bajos, debido a que presenta fallas de corte y flexión. Estos a presión atmosférica (camiones, tipo cigarro)<sup>1</sup>. Los tipos cigarros: son de forma horizontal se utiliza hasta determinado volumen de capacidad. Para recipientes mayores se utiliza las esferas.

En la siguiente tabla se muestra los datos de diseño de un resumen históricos de las actividades de la inspección realizada al tanque K-109, el cual es del interés para el presente trabajo.

**Tabla 1. Descripción del tanque**

TANQUE	k-109
SERVICIO	Almacenamiento de crudo
ALTURA NOMINAL, ft	50-51/52
DIAMETRO	60-8"
TEMPERATURA DE OPERACION	Ambiente
CAPACIDAD BLS	8780
NUMERO DE ANILLOS	7
TIPO DE CONSTRUCCION	Soldado
TIPO DE TECHO	Cónico
FECHA DE CONSTRUCCION	2005
FRECUENCIA inspección /Dpto., mtto preventivo de Ecopetrol	6 Meses/ no se ha intervenido por mantenimiento correctivo

Fuente: Registro históricos de la planta deshidratadora de la cira infanta.

---

<sup>1</sup> FACULTAD DE INGENIERÍA – UBA Tanques de almacenamiento de hidrocarburos [en línea] disponible [http://materias.fi.uba.ar/6756/Tanques\\_de\\_almacenamiento\\_de\\_hidrocarburos\\_1C\\_07.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6756/Tanques_de_almacenamiento_de_hidrocarburos_1C_07.pdf) nen:

Se liberó el tanque para para mantenimiento por fuga en el fondo y techo interno por corrosión y se observó deformación en algunas laminas perimetrales con zona de acumulación de agua. Por lo cual Ecopetrol da alta prioridad para entrar en labores del programa mantenimiento 2017.

**3.2.1 Diagnóstico del Tanque K-109** En el mes de Diciembre 2014, se realizó la visita a estación Deshidratadora de la cira infantas del corregimiento el Centro, realizo una inspección visual externa, mediante UT Scan A realizada al techo del primer anillo, y una interna UT (Scan A y B) realizada al fondo e inspección visual interna al primer anillo del tanque de mantenimiento se observan indicaciones que se muestra a continuación.

- Casco externo del primer anillo (H=42 ft) remachado presenta deformación ubicada en los 2 anillos en diferente posiciones.
- La superficie del tanque presenta entizamiento moderado y perdida de capas de acabado. Aplicar recubrimiento epóxico 100% sólidos en el 100% de la superficie del fondo mediante procedimientos de mantenimiento y usando especificaciones establecidas por Ecopetrol.
- Pestaña del tanque no cuenta con pestaña perimetral, originalmente remachado.
- El patio del tanque conformado por tierra y 20% de asfalto, hay humedales 30% de la superficie y capa vegetal (pasto) en el 50% del terreno. No es apto para el servicio. No cumple con lo establecido en NFPA 30.
- Escalera de acceso tipo inclinada, estructura en general de la escalera se encuentra buenas condiciones, presenta corrosión y perdida localizada de recubrimiento.
- Boquillas con ciego presentan corrosión generalizada internamente con daño en el ciego y picaduras en las áreas de sello. Igualmente en los manholes internamente ha corrosión.
- Techo externo no es funcional para un intervalo de tiempo 5 años de acuerdo al nivel de entizamiento actual (pérdida del 70% de capa de presentación).

- Techo interno cambiar la brida de la boquilla.
- Cambiar los ciegos de la bridas.
- Fondo corrosión interna externa entre lamina.
- Fondo y casco Se observan corrosión por picaduras con profundidades iguales o superiores a 3.5mm.

### 3.2.2. Especificaciones técnicas para mantenimiento de tanques

#### 3.2.2.1 Tanques verticales – techo fijo o flotante

**Figura 2. Tanques verticales – techo fijo o flotante**



Fuente: SCRIBD Tanques de almacenamiento de hidrocarburos [en línea] disponible en: <https://es.scribd.com/doc/24020745/Tanques-de-Almacenamiento-de-Hidrocarburos>

**3.2.2.2. Techo flotante interno Tanques verticales** Los nuevos techos internos se construyen en aluminio, y se coloca un domo geodésico como techo fijo del tanque. Las ventajas que presenta el domo con respecto a un techo convencional son:

- Es un techo auto portante, es decir, no necesita columnas que lo sostenga. Esto evita el tener que perforar la membrana.
- Se construye en aluminio, lo cual lo hace más liviano.
- Se construyen en el suelo y se montan armados mediante una grúa, evitando trabajos riesgosos en altura. Cuando se coloca un techo interno flotante, no se

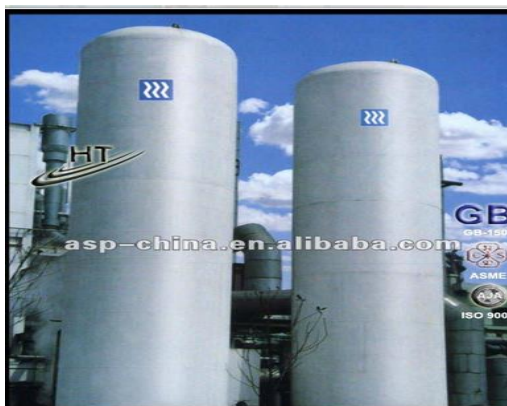
colocan VPV, sino que se practican ventanas en la parte superior de la envolvente contra el techo.

**3.2.2.3. Tanques verticales Pontones:** son cilindros estancos que flotan sobre el espejo de producto y sustentan al techo. No deben ser un componente estructural del techo sometido a esfuerzos, ya que esto produciría su pinchadura y posterior hundimiento. Techo interno flotante.

**3.2.2.4 Doble pared (tanques Criogénicos-GLN)** Los tanques Criogénicos son utilizados para almacenar gas natural licuado, principalmente metano reducido mediante un proceso criogénico donde se disminuye su temperatura a  $-160^{\circ}\text{C}$  reduciendo a si su volumen a unas 600 veces y facilitando su almacenamiento y el transporte a través de buques metaneros hasta las plantas de regasificación, las condiciones de mantenimiento de un tanque criogénicos ejecutado a través de contratista extranjero o nacionales con experiencia en mantenimiento de tanques criogénicos las condiciones de seguridad durante su mantenimiento son de alto riesgo.

### 3.2.2.5 Tanque Criogénico

**Figura 3. Tanque Criogénico**



Fuente: SCRIBD Tanques de almacenamiento de hidrocarburos [en línea] disponible en: <https://es.scribd.com/doc/24020745/Tanques-de-Almacenamiento-de-Hidrocarburos>

## **4. PLAN INTEGRADO DE GESTION PARA EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES. CASO: TANQUE K-109**

### **4.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN**

En el acta de constitución, se requiere parámetros importantes del proyecto como: el objetivo del proyecto, el alcance, limitaciones, interesados interno y externo tener en cuenta los principales hitos de seguimiento.

Denominado en inglés Project Chárter, el documento que formaliza el inicio del proyecto y autoriza al director del proyecto para utilizar los recursos de la organización en las actividades del proyecto, por lo general incluye el alcance, objetivos medibles, presupuesto preliminar resumido, requisitos generales y límites del proyecto, resumen del cronograma de hitos, riesgos preliminares nombre del patrocinador y nivel de autoridad que firmara el acta de constitución del proyecto y criterio de éxito.

Para la elaboración del Acta de constitución de este proyecto se contó con la participación del gestor técnico de Ecopetrol S.A y la empresa contratista Diseño y montaje industriales, con el fin de definir el objetivo del alcance, limitaciones de los interesados de la organización y principales hitos de seguimiento.

Se plantea el siguiente formato de acta de constitución: tanque K-109

**Tabla 2. Acta de constitución**

<b>DISEÑO Y MONTAJES INDUSTRIALES</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	Servicio de Mantenimiento techo, primer anillo, fondo y preparación de la superficie del tanque de almacenamiento de crudo K-109, ubicado en la estación Deshidratadora del campo Centro perteneciente LCI.
<b>PROPOSITO</b>	Rentabilidad
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Realizar el Servicio de Mantenimiento techo, primer anillo, fondo y preparación de la superficie del tanque de almacenamiento de crudo K-109, ubicado en la estación Deshidratadora del campo Centro perteneciente LCI.
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento del tanque K-109.</li> <li>2. Preparación de la superficie del tanque K-109</li> <li>3. Dossier de calidad con las pruebas de precomisionamiento y comisionamiento.</li> <li>4. Entrega tanque K-109, para su funcionamiento</li> </ol>
<b>SUPUESTOS</b>	<p>Los permisos para ejecutar los trabajos. Todos los trámites legales y licencia fueron aprobados.</p> <p>Se cuenta con el personal calificado.</p> <p>Aprobada las ingenierías básica y de Detalle, para realización de los trabajos sobre diseños revisados y aprobados.</p>
<b>RESTRICCIONES</b>	<p>Se deben respetar los acuerdos sociales de los porcentajes de mano obra local 80%, carta de vereda y 20% de Barrancabermeja carta territorialidad.</p> <p>Costo del proyecto no debe exceder \$ 1988.000.000 COP después de AIU e IVA.</p>

<b>DISEÑO Y MONTAJES INDUSTRIALES</b>	
	<p>Tiempo de ejecución del proyecto no debe exceder 190 días calendario.</p> <p>Las actas facturación se harán efectivo a los 60 días después de su radicación y aprobación.</p> <p>Las actividades se deben limita al alcance aprobado.</p>
<b>RIESGOS DE ALTO NIVEL</b>	<p>Los accidentes laborales impactan en los indicadores de la empresa afectando la imagen prestigio de la empresa en el sector del hidrocarburo esto se debe tecnología obsoleta.</p> <p>No cumplir con el tiempo estimado del cronograma del proyecto, afecta en retrasos de procesos secuenciales de la empresa generan costos adicionales en recursos y equipos.</p>
<b>LISTADO DE INTERESADOS</b>	<p>Gerente de proyecto de la Cira infanta del centro, comunidad, sindicato, Coordinador HSE, Coordinador mantenimiento, gestor técnico, Director del proyecto y equipo del proyecto de la empresa Diseño y montaje industriales.</p>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	<p>El presupuesto de este proyecto \$ 2060´000.000 COP después AIU e IVA.</p> <p>A.I.U se determina el porcentaje a los costos que se requiere para la ejecución del proyecto, donde A=12%, I=2%, U=3%</p> <p>IVA 16%</p>
<b>RESUMEN CRONOGRAMA DE HITOS</b>	<p>El proyecto debe realizarse en un plazo máximo de 190 días calendario. Los hitos son los siguientes:</p> <p>Mantenimiento techo 1 mes</p> <p>Mantenimiento fondo 1 mes</p> <p>Fabricación: 1 mes</p> <p>Sandblasting y pintura 2 meses.</p>

## DISEÑO Y MONTAJES INDUSTRIALES

### CRITERIOS DE ACEPTACION DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO

Alistamiento, de material, herramientas equipos para la actividad, realizar la movilización al área de trabajo. Ejecución del mantenimiento, recurso humano, administrativo, camión de carga, camioneta y camión grúa con brazo hidráulico, 40 toneladas, equipo de seguridad, línea de vida, arnés, carpa para punto de hidratación, silla, extintores, señalización, andamios, suero anfibio etc. equipo de soldadura, corte consumibles de soldadura, mezcladora, equipos de pintura, tolvas granalla, mangueras de 3/8", filtros; Todo lo anterior anunciado son por cuenta del contratista. Ecopetrol suministra láminas, válvulas para construcción del techo del tanque.

Mantenimiento tanque, Resultado de la inspección técnicas se debe dismantelar techo e instalar nuevas laminas reforzadas.

Cuerpo y fondo reparación y hacer la disposición final de la chatarra en sitios recepción de residuos autorizados.

Montaje, reconstrucción del techo, primer anillo, fondo y tuberías. En general de todos los elementos mecánicos que se requieran según la ingeniería entregada por el cliente adaptada a la norma API 650.

Trabajo civil de replanteo topográfico de la base del tanque, reconstrucción de anillo de concreto, Relleno y nivelación de la base, verificaciones de niveles.

Preparación de la superficie con sandblasting SSPC 10, SSPC-SP3, 2, aplicación de pintura según las especificaciones del contrato,

<b>DISEÑO Y MONTAJES INDUSTRIALES</b>	
	<p>marcaciones al tanque.</p> <p>Verificación de las pruebas de calidad del tanque, según el plan de inspección y lo requeridos por las normas de construcción en tanques: prueba radiográfica, prueba neumática, y prueba hidrostática para tubería, probeta para concreto, peaking y banding, pruebas de caja vacío de fondo y techo, prueba de adherencia, temperatura, espesor, para pintura, tinta penetrantes, aforo al tanque, prueba de asentamiento, prueba estanqueidad, pruebas de verticalidad y redondez.</p>
<b>RESPONSABLE</b>	DIRECTOR DEL PROYECTO, autoridad es el responsable del éxito del proyecto
<b>FIRMAS</b>	
<b>NOMBRE:</b>	<p>Gerente de proyecto de Ecopetrol de la Cira infanta corregimiento centro.</p> <p>-----</p> <p>Director Proyecto Diseño y montaje industriales</p> <p>-----</p>

Fuente: Elaboración propia

**4.1.1 Plan de Gestión de Interesados** Gestión de interesados se definió para este proyecto, identificar la categoría prioridades a cada grupo de interesados para desarrollar estrategias a lo largo del ciclo del proyecto. En la tabla 3. Presento la matriz de interesados.

**Tabla 3. Matriz interesados**

LISTADO DE INTERESADO											
OS	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column	Column
ESTRATEGIA DE GESTION											
INTERESADO	NIVEL JERARQUI CO	ROL EN EL PROYECTO	CARACTE RIZACION	MOMENTO DE IMPORTAN CIA	INF. DE CONTACTO	URGENCIA	LEGITIMIDAD	PODER	NIVEL IMPORTAN CIA	GENERALES	PARTICULA RES

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 PLAN DE GESTIÓN ALCANCE DEL PROYECTO

Es un documento donde se definen los procedimientos que se llevaran a cabo la integración con otros planes de gestión para el proyecto. Asegurando el seguimiento de los detalles del acta de constitución del proyecto. Para desarrollar los procesos de planeación; cumpliendo con la gestión del alcance del proyecto. De esta manera el director del proyecto, realiza una planeación integrada y coordinada que permita ejecutar los trabajos del proyecto, cuenta con profesionales de las especialidades mecánica, eléctrica, metalúrgico, deberán realizar cada uno los requisitos de la gestión del alcance, cumpliendo con la documentación de requisitos del proyecto, en cuanto calidad, seguridad, restricciones, criterio de aceptación. Podemos realizar un monitoreo y control a lo largo del proyecto; con el grupo de trabajo, estará enfocado en la planeación detallada y alistamiento de herramientas, material, recurso humano y transporte para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

El Director del proyecto coordinara la planeación de este proyecto y delegara funciones de la información obtenida de las actividades de mantenimiento que se ejecutaran, consolidarla en un documento para elaborar el cronograma del proyecto en Microsoft Project®.

Requisito del proyecto cumpliendo con las normas de control de seguridad, para realizar el Mantenimiento del tanque, en las actividades de cambio del techo, reparar el primer anillo, fondo del tanque cambiar laminas y prefabricado; el contratista realiza pruebas de calidad para la entrega del tanque al cliente,

Después de realizar el mantenimiento y pruebas de calidad se entrega a operaciones para que lo aprueben y puesta en funcionamiento.

**4.2.1 Dirigir y gestionar, el trabajo del proyecto** Los ingenieros de mantenimiento del tanque de cada especialidad, serán los responsables de llevar el registro diario de las actividades ejecutadas, situaciones relevantes, desempeño del equipo de trabajo, este registro podrá realizarse de la manera que cada ingeniero, utilizando la bitácora, de tal forma que en las reuniones semanales de seguimiento presenten al director del proyecto y a las reuniones de seguimiento. De esta información se genere informes semanales de avance.

**4.2.2 Controlar y monitorear el trabajo del proyecto** El ingeniero planeador se encargará de comparar el desempeño real con respecto al planeado y evaluará las acciones pertinentes necesarias para alcanzar los resultados Informe semanal de avance se realizará en documento en Excel y Microsoft Project ®, enviara por email y radicar en las oficinas del cliente para evalué los resultados el Coordinador de Mantenimiento de Ecopetrol S.A. Elaboración del informe de avance se levantará en la reunión semanal que se realizará con el equipo de trabajo, durante esta reunión se debe evaluar avance de las actividades, revisión de pendientes anteriores, verificación de los recursos ejecutados, actualización de los riesgos, revisión de problemas.

**4.2.2.1. Control integrado de cambio** En algún momento se presenta modificación que afecte el alcance, cronograma y costo serán evaluado por el comité de control de cambios donde se reunirán en su momento el cliente y el

contratista para llegar a un acuerdo de aprobación al cambio se debe dar seguimiento de la aplicación del cambio al plan establecido.

Se realizara revisiones semanales con equipo de trabajo y el estado del alcance con el fin detectar desviaciones que se presente en la ejecución de cada tarea; se debe realizar la respectiva solicitud de cambio y revisar la afectación en el presupuesto y tiempo.

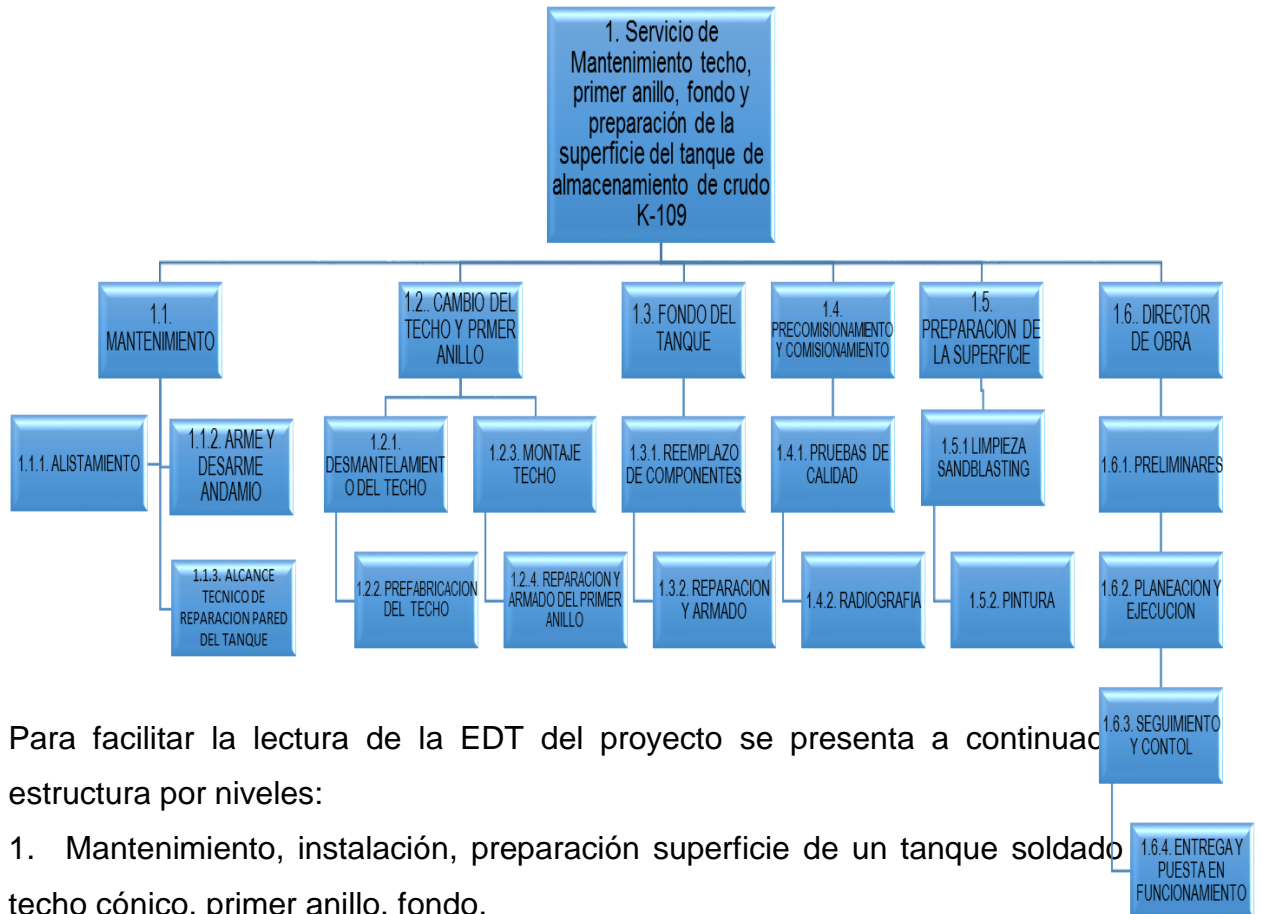
Durante la ejecución de las actividades se presenta cambios requeridos deben ser categorizados según su impacto que tenga para el proyecto; si el cambio afecta alcance del proyecto se debe categorizar por cambios inmediatos por parte del director del proyecto y equipo de trabajo de proyecto, se realiza una reunión con el cliente donde se exponga la necesidad que tiene el impacto en el proyecto. Estos cambios dependerán de la gerencia de mantenimiento de Ecopetrol y el Director del proyecto para su aprobación.

**4.2.3 Crear la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)** Crear EDT o WBS por sus siglas en inglés, consiste en dividir al proyecto en menores componentes para facilitar la planificación del proyecto.

Cada profesional de especialidad deberá elaborar la EDT con su respectivo diccionario de la EDT, se describe la participación para cada paquete de trabajo de la EDT. De acuerdo a lo establecidos en el alcance del proyecto, el líder del proyecto se encargado de consolidar la EDT del proyecto; verificando los entregables y su criterio de aceptación esto contribuirá al cumplimiento de los resultados esperados.

La EDT, a continuación presentara el EDT para el proyecto de mantenimiento del tanque K-109.

**Figura 4. EDT proyecto**



Para facilitar la lectura de la EDT del proyecto se presenta a continuación la estructura por niveles:

1. Mantenimiento, instalación, preparación superficie de un tanque soldado con techo cónico, primer anillo, fondo.

1.1. Mantenimiento

1.1.1 Alistamiento

1.1.2 Arme y desarme de andamio

1.1.3 Alcance técnico reparación pared tanque

1.2. Cambio del techo y reparación primer anillo

1.2.1 Desmantelamiento techo.

1.2.2 Prefabricado del techo

1.2.3 Montaje del techo

1.2.4 Reparación y armado del primer anillo

1.3 Precomisionamiento y Comisionamiento

1.3.1 Reemplazo de componentes tubería, válvulas

1.3.2 Alistamiento de Válvulas

- 1.3.3 Cierre del Tanque.
- 1.4 Precomisionamiento y comisionamiento
  - 1.4.1. Pruebas de calidad
  - 1.4.2. Radiografía
- 1.5. Preparación de superficie
  - 1.5.1. Limpieza en sandblasting
  - 1.5.2. Pintura
- 1.6. Director de obra
  - 1.6.1 Preliminares e inicio
  - 1.6.2 Planificación y ejecución
  - 1.6.3 Seguimiento y Control
  - 1.6.4 Entrega y puesta en funcionamiento.

A Continuación se detalla el Diccionario de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).

**Tabla 4. Diccionario de la estructura de trabajo, EDT**

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
1.1.	<b>Mantenimiento</b>	<p>Recibo de material de láminas para la construcción del techo y parte del fondo del tanque por parte de Ecopetrol. El proveedor entrega material al contratista para el proyecto.</p> <p>Disposición del área de ubicación del acopio.</p>	<p>Entrega del material completo.</p> <p>Área de ubicación dispuesta por el cliente.</p> <p>Aprobación de la normas HSE.</p> <p><b>Responsable:</b> Ingeniero Residente.</p> <p><b>Entregable:</b> informe escrito</p> <p>Documentos tramitado.</p> <p><b>Recurso asignado:</b> Técnico mecánico, almacenista, ayudante. Un (1) computador, Camión, conductor.</p>
1.1.1.	<b>Alistamiento</b>	<p>Herramientas y equipos preparados para ejecutar las actividades mantenimiento tanque.</p>	<p>Personas y herramientas y quipos, dispuestos en sitio. Andamios, Equipos de corte y soldadura, laminas consumibles de soldadura, compactadores, equipos de mangueras pintura, tolvas, compresor, granalla, equipos de seguridad, líneas de vida, arneses, punto de hidratación, dotación elementos de señalización, andamios etc.</p> <p><b>Responsable:</b> Ingeniero planeador. Director del proyecto, coordinador de adquisiciones.</p>
1.1.2.	<b>Arme y desarme de andamio</b>	<p>Ubicación, instalación de andamios para actividad de reparación.</p>	<p>Certificación de andamios cumplan las normas HSE exigidas por el cliente.</p> <p><b>Responsable:</b> Supervisor HSE,</p>

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
			Andamiero.
1.1.3.	<b>Alcance técnico de reparación pared del tanque</b>	Documento donde se describe toda la actividad de reparación de la pared, del tanque. Pruebas de medición con instrumentos calibrados y certificados de elementos de desgaste para verificación de holguras y ajustes, se realiza en anillos de desgaste, corrosión.	Registro de inspección indicando el desgaste de los componentes. <b>Responsable:</b> Técnico mecánico.
1.2.	<b>Cambio del techo y el primer anillo</b>	Desmantelar y montaje del techo. Reparar y redondear primer anillo.	Con registro de calidad y Aprobado el montaje del techo. <b>Responsable:</b> ingeniero Residente. <b>Recursos asignados:</b> supervisor de obra. Tubero, técnico mecánico, ayudantes.
1.2.1	<b>Desmantelamiento del techo</b>	Se desmantela el techo del tanque, se realiza reparación para el montaje del nuevo techo se construyen con planos APC y siguiendo la NORMA API 650. Todos los elementos serán inspeccionados.	Aprobación de los componentes construidos según la norma API 650
1.2.2	<b>Prefabricado del techo</b>	Replanteo topográfico de la base del tanque, reparación del primer anillo de concreto, Relleno y	Cumplir con las actividades de prefabricado techo y obra civiles con parámetros establecidos en las normas

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
		nivelación de la base, verificaciones de niveles y aplicación de sellante en la pestaña del tanque. La construcción debe ser según la ingeniería entregada por el cliente adaptada al API 650	civiles aplicables. <b>Responsable:</b> Tubero <b>Recurso asignados:</b> pailero, ayudante, Soldador.
1.2.3	<b>Montaje</b>	Montaje de láminas al tanque, Soldado externo e interno.	Tanque instalado en sitio <b>Responsable:</b> Ingeniero residente,
1.2.4	<b>Reparación y armado del primer anillo</b>	Deformación localizada por asentamiento de cuerpo inclinado, debido a su profundidad se debe replantea medidas topográficas.	Aprobación del replanteo de medidas topográficas del asentamiento y reparación del anillo. <b>Responsable:</b> Técnico mecánico
1.3	<b>Fondo del tanque</b>	Instalación de la instrumentación y partes eléctricas. Pruebas estructurales. Presenta múltiples corrosión bacteriana interna en diferentes laminas y picadura con profundidad iguales o superiores deberán ser reparadas, cambio de láminas 21,59,98 y103	Aprobación de resultados e cambio de las láminas y reparación. Se debe realizar las pruebas de estanqueidad al fondo a una altura de 6" (llena el primer anillo) durante un tiempo de 24 hr y verificar fugas alrededor. Una vez terminada la prueba, sellar testigo es la instalación de tubing y válvulas. <b>Responsable:</b> ingeniero de calidad
1.3.1	<b>Reemplazo de componentes</b>	Cambios de válvulas de equipo, espárragos, ciegos de la bridas.	Instalados, calibrados, inspeccionados y aprobados. <b>Responsable:</b> Técnico mecánico.
1.3.2	<b>Reparación y armado</b>	Después de finalizar el montaje del techo y realizar las pruebas del	Fondo instalado de algunas laminas y reparación de otras laminas, verifico el

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
		techo, inicia con el fondo la reparación interna y externa. Cambio de algunas laminas.	funcionamiento, entrega con pruebas de calidad. <b>Responsable:</b> Ing. Residente <b>Recursos asignados:</b> Inspector, soldador, ayudante del soldador calificado, tubero, supervisor de obra. <b>Entregable:</b> Informe de inspección, resultados de radiografía.
1.4.	<b>Precomisionamiento y comisionamiento</b>	Inspección interna, externa UT (Scan y MFL) Radiografía soldadura, pruebas estructurales del techo, anillos, fondo del tanque. Limpieza y aplicación de revestimientos seguir la instrucciones del fabricante y mediciones película seca y húmeda.	Aprobación de los resultados de pruebas interna y externa del tanque y pruebas de recubrimiento. <b>Responsable:</b> Ing. Calidad y Ing. Residente. <b>Recurso Asignados:</b> Coordinador de calidad, Ing. QA/QC, Inspector, supervisor de obra, Técnico mecánico, sandblastero, tolvero, ayudante, pintor calificado, obrero.
1.4.1.	<b>Prueba de calidad</b>	Planificación de calidad están en las Pruebas recopiladas, (planos, hoja de vida de los equipos, procedimientos, instructivos, etc. Este proceso debe recopilar información necesaria en medio magnética y físico de la actividad que se realizó al tanque.	Aprobación del resultado por parte del cliente (gestor de calidad). Y el contratista. <b>Responsable:</b> Ingeniero QA/QC. Coordinador de calidad.

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
1.4.2	<b>Radiografía</b>	Todos la soldadura serán inspeccionados con caja de vacío, PLP, Rx o con la prueba que aplique para cada caso. El tanque debe ser probado al final de su mantenimiento con una prueba de estanqueidad. El tanque debe pasar todas las pruebas de calidad.	Cumplimiento de los procedimientos por RX establecidos y resultados máximos permisibles para el funcionamiento según el código API 653.
1.5.	<b>Preparación de la superficie</b>	Al finalizar el mantenimiento, se realiza la limpieza con sandblasting de acuerdo a SSPC10 al 100% de la superficie externa e interna, retirar polvo y demás contaminantes para realizar la aplicación del revestimiento en el 100% de la superficie.	Cumpliendo con el procedimiento de las especificaciones técnicas y normas aplicables. <b>Responsable:</b> Ingeniero Residente
1.5.1.	<b>Limpieza sandblasting</b>	La limpieza involucra 100% de soportaría de techo, vigas, columnas, base de columnas, correas de amarre, ménsulas, cartelas y demás accesorios del fondo y techo.	Tanque k-109, limpieza al 100% cumpliendo con estándares de limpieza. <b>Responsables:</b> Supervisor de obra, sandblastero
1.5.2.	<b>Pintura</b>	Aplicar pintura epóxica al tanque en etapas primera capa imprimante, segunda primata y tercera acabado.	Tanque pintado y con todas las pruebas de calidad que cumpla con el estándar de recubrimiento

ID	Nombre	Descripción	Criterios de aceptación
			para exteriores e interiores. <b>Responsable:</b> Ingeniero QA/QC, Supervisor.
1.6.	<b>Director de obra</b>	Relación de entregables de la Gerencia del proyecto que corresponden a las fases de Inicio, Planificación, Ejecución Seguimiento y Control y Cierre	Validación de cada uno de los entregables
1.6.1.	<b>Preliminares</b>	Entrega de Acta de constitución y registro de interesados	Documento con la descripción de alto nivel sobre los objetivos, justificación, alcance, tiempos y costos de proyectos. Lista de interesados Aprobación de las normas de seguridad para el proyecto.
1.6.2.	<b>Planificación ejecución</b>	Realizar plan de dirección y validar la dirección del proyecto, según criterios PMBOK	Realizar la recopilación de los requisitos, EDT, Diccionario de la EDT. Gestión de tiempo, Costos, Calidad, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones, Interesados
1.6.3.	<b>Seguimiento control</b>	Informes de avances de los entregables	Realizar control a las actividades. Relación de herramientas, equipos y técnicas para validar y controlar el alcance, tiempo, costo.
1.6.4.	<b>Entrega y puesta en funcionamiento</b>	Entrega del tanque a satisfacción. Cierre de Entregables Cierre de balance de materiales Cerrar Proyecto	Acciones para cerrar los entregables, adquisiciones; cierre del proyecto (Actas firmadas).

### 4.3 GESTION DE TIEMPO DEL PROYECTO

Es el proceso de definir las políticas para elaborar y gestionar el cronograma para el proyecto. Se analizó la integración de las actividades, secuencia, estimar los recursos de las actividades, estimar el tiempo necesario para cada actividad.

**Tabla 5. Gestión de Tiempo del Proyecto**

<b>Actividad</b>	<b>Planificación</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Participantes</b>
<b>Planificar Cronograma</b>	Definir la política para elaborar y gestionar el cronograma, como se va gestionar las contingencias y cambios solicitados. Acta de constitución, EDT.	Se puede utilizar Juicio de expertos, Reuniones	Profesional de cada Especialidad
<b>Definir Actividades</b>	Desglosar paquetes de trabajo EDT/WBS en primer nivel con subniveles de actividades.	Descomposición, Juicio de expertos.	Profesional de cada Especialidad
<b>Secuenciar Actividades</b>	Determinar y Analizar qué tipo de dependencia existe entre las distintas actividades.		
<b>Estimar recursos de las actividades</b>	Determinar cuáles son los recursos necesarios y disponibles para llevar a cabo cada actividad, llevando calendario de recursos indicando y justificando los recursos de personal administrativo y operativo, equipos,	Juicio de experto	Profesional de cada Especialidad

<b>Actividad</b>	<b>Planificación</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Participantes</b>
	herramientas y material para cada actividad a realizar y estimación de costo de la actividad, en cantidad y unidad de medidas; con listado de riesgos del proyecto identificados.		
<b>Estimar Duración de las Actividades</b>	Estimar el tiempo de duración de cada actividad, se requiere tener el rendimiento de los recursos disponibles y calendario. Duración más de una actividad será que registre en el cronograma	Técnica grupales de toma decisiones evaluando alternativas en equipo para estimar la duración utilizando parámetros en base a información histórica para poder estimar la duración de una actividad futura.	Equipo de Trabajo
<b>Desarrollar Cronograma</b>	Se integra todas las actividades, secuencias, recursos y duración. Calendario base de lunes a Viernes cumpliendo las 48 horas, teniendo en cuenta que el equipo ejecutor es autónomo en el manejo de los recursos humano, podrá solicitar autorización de trabajos en los fines de semana sin implique mayores costos para el cliente; anticipando el diligenciar documentos de permisos autorizados. Otros la maquinaria,	Microsoft Project	Director del Proyecto

<b>Actividad</b>	<b>Planificación</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Participantes</b>
	equipos software de gestión de proyectos se necesita la herramienta de MS Project se programe las actividades..		
<b>Control del Cronograma</b>	<p>El Director del proyecto es el responsable del proceso de monitoreo y control al cronograma general del proyecto. Mediante herramientas como: Revisión del desempeño comparar las duraciones reales en relación a la línea base del cronograma evaluar si son cambios significativos; utilizando mecanismo de indicadores como el valor ganado.</p> <p>Asegurando adecuada información relacionado con el estado del proyecto en el cronograma con la herramienta MS Project para determinar el avance de las actividades.</p>	Microsoft Project	Director del Proyecto

Para el control del cronograma se debe analizar la proyección de la duración y desarrollo de las actividades del proyecto con el fin de establecer el desempeño logrado.

En el momento que se requiera actualizar el cronograma de acuerdo con los planes de acción establecidos por el equipo del proyecto este no implica la aprobación de cambio de línea base.

El desarrollo de las actividades se actualizara en forma semanal como lo exige Ecopetrol y sus registros quedaran en el informe semanal y reuniones sistemáticas donde se presenta el avance del proyecto en la etapa de ejecución.

En la tabla 5, presenta el cronograma modelo, para la actividad de mantenimiento tanque K-109, determinado a partir de la experiencia de los profesionales de cada especialidad y con lecciones aprendidas para la mejora en procedimiento técnico y desempeño de cada actividad de esta forma minimiza en tiempo para la entrega del Tanque.

**Tabla 5. Cronograma mantenimiento de tanque K-109**

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion dias	Predecesora	Nombre de los recursos
1	1	Servicio de Mantenimiento techo, primer anillo, fondo y preparacion de la superficie del tanque de almacenamiento de crudo K-109, ubicado en la estacion Deshidratadora del campo Centro perteneciente LCI.	118		
2	1.1.	<b>Mantenimiento K-109</b>	26 dias		
3	1.1.1	Alistamiento	8dias		
4	1.1.2	Movilizacion	2dias		Obrero A2[400%], Grúa, Ayudante B4[200%], Supervisor VII, Ingeniero IX, Camión grúa
5	1.1.3	Aplicar SAS	2dias	4	Ayudante B4[200%], Supervisor VII[200%
6	1.1.4	Instalacion de carpa, equipos, camion grua	2dias	5	Supervisor VII, Electricista D9, Ayudante B4[200%], Camión grúa
7	1.1.5	Arme de andamios circuferencial externo	3dias	6	Andamiero D9[400%], Ayudante

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion dias	Predecesora	Nombre de los recursos
					B4[400%],Supervisor VII[400%],Camión grúa[400%]
8	1.1.6	Arme de andamio interno	2dias	8,9	Andamiero D9[400%],Ayudante B4[400%],Supervisor VII
9	1.1.7	Posicionamiento de la grua	1dia	10	Ayudante B4,Supervisor VII, Ingeniero IX
10	1.2.	<b>DESARME DEL TECHO</b>	10 dias	11	
11	1.2.1	Desmantelar techo	3		Grúa, SupervisorVII, Ingeniero IX,SoldadorE11[400%],AyudanteB4[800%],Camión grúa
12	1.2.3	Procedimiento de mantenimiento en reparar estructura y corrosion	4	13	Supervisor VII, Ingeniero IX, Soldador E11[400%],Ayudante B4[800%]Tecnico mecanico
13	1.2.3.1	<b>Prefabricado</b>	20 dias		
14	1.2.3.2	Rolar manholes de casco y techo	2	6	SupervisorVII, Ingeniero IX, SoldadorE11[400%],Ayudante B4[800%],Camión grúa
15	1.2.3.3	Rolar láminas de cuerpo	4	16	SupervisorVII, Ingeniero IX, SoldadorE11[400%],Ayudante,paileroB4[800%],Camión grúa

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion dias	Predecesora	Nombre de los recursos
16	1.2.3.4	Prefabricar boquillas	54	17	Supervisor VII, Ingeniero IX, Camión grúa, Soldador E11[400%],Ayudante,tubero, B4[800%]
17	1.2.4.	<b>Alistamiento de Valvulas</b>	4 dias		
18	1.2.4.1	Desmontar valvulas	2	18	Supervisor VII,TuberoE11[200%], AyudanteB4[400%
19	1.2.4.2	Instalar valvulas	2	20	Supervisor VII,TuberoE11[200%], AyudanteB4[400%
20	1.2.5.	<b>Obra Civil</b>	24 dias		
21	1.2.5.1	Replantear base del tanque	45	15,21	Supervisor VII, Oficial albañil, E11[200%],Obrero A2[800%],ingeniero IX,Camion grua
22	1.2.5.2	Excavar base del tanque	2	23	Supervisor VII, Oficial albañil, E11[200%],Obrero A2[800%],ingeniero IX,topografo
23	1.2.5.3	Construir anillo de concreto	5	24	Supervisor VII, Oficial albañil E11,Obrero A2[800%],Ingeniero IX, Camión grúa, Mixe
24	1.2.5.4	Relleno y nivelar la base	3	25	Supervisor VII, Oficial albañil E11,Obrero A2[800%],Ingeniero IX,

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion días	Predecesora	Nombre de los recursos
					Topógrafo
25	1.2.5.5	Aplicar capa asfáltica	1	26	Supervisor VII, Oficial albañil E11, Obrero A2[800%], Ingeniero IX, Topógrafo
26	1.2.5.6	Realizar medición topográfica de asentamiento a nivel de base.	1	27	Supervisor VII, Oficial albañil E11, Obrero A2[800%], Ingeniero IX, Topógrafo
27	1.2.5.7	Verificar niveles de base	1	28	Topógrafo, Obrero A2[200%]
28	1.2.6.	<b>Arme de Techo</b>	24 días		
29	1.2.6.1	Armar, Montar y soldar techo	4	29	Supervisor VII, Camión grúa, Soldador E11[200%], Ayudante
30	1.2.6.2	Montar-soldar accesorios externos (boquillas, manhole, tubería 3").	2	31	Supervisor VII, Camión grúa, Soldador E11[200%], Ayudante
31	1.2.6.3	Reparación corrosión de la estructura y soldar pared interna del tanque	3	32	Supervisor VII, Camión grúa, Soldador E11[200%], Ayudante
32	1.2.6.4	Desarme de andamio interno	2	33	Andamiero D9[400%], Ayudante, obrero B4[400%], Supervisor VII
33	1.2.6.	Disposición de láminas	1	13	Supervisor VII, Ingeniero IX,

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion días	Predecesora	Nombre de los recursos
	5	desmanteladas			E11[400%],Ayudante, obrero B4[800%],Camión grúa
34	1.2.7.	<b>Mantenimiento Fondo</b>	14 días		
35	1.2.7. 1	Cambio de láminas por foco de corrosión y soldar	2	33	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%]Soldador,Ayudante,obrero B4[800%],Camión grúa
36	1.2.7. 2	Limpieza manual por corrosión	2	37	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Ayudante, obrero B4[800%]
37	1.2.7. 3	Realiza Nivelación del grouting al suelo bajo las laminas	2	38	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Ayudante, obrero B4[800%]
38	1.2.7. 4	Finaliza el mantenimiento de nivelación del grouting	1	39	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Ayudante,obrero B4[800%]
39	1.2.7. 5	Instalación de láminas y soldadas fondo	2	40	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],SoldadorAyudante,obreroB4[800 %]
40	1.3.	<b>Sandblasting y Pintura</b>	27 días		
41	1.3.1.	Sandblasting interno y externo del tanque	4	41	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Sandblastero,Ayudante,tolvero B4[800%]
42	1.3.2.	Aplicación de pintura epóxica al 100%	14	43	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Pintor,Ayudante,B4[800%]
43	1.3.1.	Desarme de andamio	1	44	Andamiero

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion días	Predecesora	Nombre de los recursos
		interno			D9[400%],Ayudante, obrero B4[400%],Supervisor VII
44	1.3.2.	Marcación de logotipo	1	45	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Pintor,Ayudante,B4[800%]
45	1.3.1.	Pintar líneas de conexión	1	46	SupervisorVII, Ingeniero IX, E11[400%],Pintor,Ayudante,B4[800%]
46	1.4.	<b>Precomisionamiento y comisionamiento</b>	12 días		
47	1.4.1. 1	Todas las reparaciones deberán ser aprobadas por el inspector autorizado API653	1	44	Ingeniero IX
48	1.4.1. 2	Procedimiento wps y calificación PQR	1	49	Ingeniero IX
49	1.4.1. 3	Ensayo cámara de vacío fondo y techo	2	31,33	Ingeniero IX
50	1.4.2	Prueba neumática ruanas	2		Ingeniero IX
51	1.4.1. 4	Prueba de estanqueidad	3	32,52	Ingeniero IX, Topógrafo, Ayudante B4[200%]
52	1.4.1. 5	Peaking y banding	3	31	Ingeniero IX
53	1.4.1. 6	Prueba de radiografía	1	14,37	Ingeniero IX
54	1.4.1. 7	Prueba resistencia del concreto	1	25,4	Ingeniero IX

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion días	Predecesora	Nombre de los recursos
55	1.4.1.8	Prueba de Acpm y Cal	1	37	Ingeniero IX
56	1.4.1.9	Tintas penetrantes	1	53	Ingeniero IX, Ayudante
57	1.4.2.1	Prueba de verticalidad y redondez	1	53,28	Ingeniero IX, Topógrafo, Ayudante B4[200%]
58	1.4.2.2	Control de la granulometría de arena	1	43	Ingeniero IX
59	1.4.2.3	Perfil de anclaje	1	43	Ingeniero IX, Ayudante
60	1.4.2.4	Humedad relativa	1	44	Ingeniero IX, Ayudante
61	1.4.2.5	Prueba de adherencia	1	44	Ingeniero IX, Ayudante
62	1.4.2.6	Prueba de espesores de película seca	1	44	Ingeniero IX, Ayudante
63	1.4.2.7	Aplicar sellaflex pestañas	1	33	Supervisor VII, Ayudante
64	1.4.2.8	Retirar SAS	1	21	Supervisor VII, Ayudante
65	1.4.2.9	Entrega de informe de calidad y aprobación	2	64	Ingeniero IX
66	1.4.3.	<b>Entrega de Tanque K-109</b>	2 días		
67	1.4.3.	Desmovilización	2	66,64,47,41,3	CamionGrúa

Tarea	EDT	NOMBRE DE LA TAREA	Duracion días	Predecesora	Nombre de los recursos
	1			2	Ayudante, obrero B4[200%], Supervisor VII, Ingeniero IX, Camión grúa
68	1.4.4.	<b>Cierre del Proyecto</b>	10 días		
69	1.4.4. 1	Entrega de informes (materiales, obra)	4	65,67	Ingeniero IX
70	1.4.4. 2	Elaborar acta de cierre del Proyecto	5	69	Ingeniero IX
71	1.4.4. 3	Acta cierre firmas	0 días	72	

#### 4.4 PLAN DE GESTIÓN DE COSTOS

Durante el proceso de planificar los costos se establecen y se documentan los lineamientos necesarios para gestionar los costos a lo largo del proyecto.

Se requiere de realizar las actividades para determinar el presupuesto del proyecto, con el equipo de trabajo de ingenieros de la empresa, el equipo de profesionales del área de compras, para efectuar un análisis de precios unitarios APU, donde se estiman los precios de cada uno de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, determinando cada uno de los aspectos: Materiales, herramientas, equipos y combustibles, transporte, mano de obra. Para calcular el total del presupuesto

Se incluye A.I.U (gasto Administrativos, Imprevistos y Utilidad) para hallar el costo del proyecto.

**Tabla 6. Presupuesto del proyecto**

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
1	Director de obra	día	164	\$350.000	\$57.400.000
2	Planeador	día	155	\$310.000	\$48.050.000
3	Programador	día	155	\$310.000	\$48.050.000
4	Ingeniero QA/QC	día	155	\$310.000	\$48.050.000
5	Coordinador HSE	día	155	\$310.000	\$48.050.000
6	Supervisor HSE	día	110	\$245.000	\$26.950.000
7	Vigía	día	90	\$210.000	\$18.900.000
8	Rescatista	día	60	\$265.000	\$15.900.000
9	Supervisor de obra	día	122	\$265.000	\$32.330.000
10	Dibujante	H	95	\$20.000	\$1.900.000
11	Proyectista	H	108	\$41.000	\$4.428.000
12	Disponibilidad de contenedor	Día	165	\$120.000	\$19.800.000
13	Disponibilidad de planta	Día	165	\$410.000	\$67.650.000

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
	eléctrica 120 MW.				
14	Disponibilidad de planta eléctrica 220 MW.	Día	165	\$ 410.000	\$67.650.000
15	Movilización y desmovilización	un	1	\$3.500.000	\$3.500.000
16	Logística	un	95	\$110.000	\$10.450.000
17	Instalar platina ciega 6" hasta 4	un	4	\$120.000	\$480.000
18	Instalar platina ciega desde 6"	un	3	\$130.000	\$390.000
19	Instalar platina ciega desde 12" hasta 14"	un	2	\$130.000	\$260.000
20	Instalar platina ciega desde 16" hasta 20	un		\$155.000	\$-
21	Instalar platina ciega desde 24" hasta 36"	un		\$170.000	\$-
22	Retirar platina ciega hasta 4".	un	6	\$135.000	\$810.000
23	Retirar platina ciega desde 6" hasta 10	un	3	\$145.000	\$435.000
24	Retirar platina ciega desde 12" hasta 14	un	2	\$156.000	\$312.000
25	Retirar platina ciega desde 16" hasta 20	un	2	\$120.000	\$240.000
26	Retirar platina ciega desde 24" hasta 36	un	1	\$134.000	\$134.000
27	Instalar brida ciega hasta 4"	un	3	\$110.000	\$330.000
28	Instalar brida ciega desde 6" hasta 10	un	1	\$131.000	\$131.000
29	Instalar brida ciega desde 12" hasta 14	un	1	\$150.000	\$150.000
30	Instalar brida ciega desde 16" hasta 20	un			\$-
31	Instalar brida ciega desde 24" hasta 36	un			\$ -

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
32	Retirar brida ciega hasta 4"	un			\$-
33	Retirar brida ciega desde 6" hasta 10	un			\$-
34	Retirar brida ciega desde 12" hasta 14	un	1	\$131.000	\$131.000
35	Retirar brida ciega desde 16" hasta 20	un			\$-
36	Retirar brida ciega desde 24" hasta 36	un			\$-
37	Apertura de manholes desde 20" hasta 24	un	2	\$326.000	\$652.000
38	Apertura de manholes desde 30" hasta 36	un	2	\$436.000	\$872.000
39	Apertura de puerta de barrido(clean out)	un			\$-
40	Cierre de manholes desde 20" hasta 24	un	1	\$396.000	\$396.000
41	Cierre de manholes desde 30" hasta 36	un			\$-
43	Desgasificación / venteo tanque hasta 80 ft	un	1	\$579.000	\$579.000
44	Desgasificación / venteo tanque de 81 ft a 200 ft	un			\$-
45	Desgasificación / venteo tanque mayor a 201 ft	un			\$-
46	Retiro de producto liviano con bomba portátil	Bbls			\$-
47	Retiro de producto liviano con camión de vacío	Bbls			\$-
48	Retiro de producto medio con bomba	Bbls	165	\$58.000	\$9.570.000
49	Retiro de producto medio con camión de vacío	Bbls	110	\$69.000	\$7.590.000
50	Retiro de producto sólido manual	m3	8	\$260.000	\$2.080.000

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
51	Fluidización de borra remanente en tanque	Bbls		\$14.500	\$ -
52	Extracción de borra y separación de fase	Bbls		\$35.700	\$ -
53	Transporte y entrega de los sólidos	m3		\$176.000	\$-
54	Limpieza interna de tanques con producto liviano	m²	194,7	\$5.200	\$1.012.440
55	Limpieza interna de tanques con producto mediano	m²			\$-
56	Limpieza interna de tanques de producto pesado	m²			\$-
57	Limpieza interior pontones tanque techo flotante	m²	136	\$58.650	\$7.976.400
58	Lavado y limpieza exterior del tanque	m²	214,7	\$34.500	\$7.407.150
59	Armado de andamios	m3	790	\$21.000	\$16.590.000
60	Desarmado de andamios	m3	790	\$12.500	\$9.875.000
61	Armado de bombas	m3	2	\$98.000	\$196.000
62	Desarmado de bombas	m3	2	\$41.300	\$82.600
63	Armado de ménsulas	ml	154	\$208.000	\$32.032.000
64	Desarmado de ménsulas	ml	154	\$134.000	\$20.636.000
65	Disponibilidad de andamios (m3 por día)	m3	17.300	\$650	\$11.245.000
66	Disponibilidad de bombas	un	33	\$179.000	\$5.907.000
67	Disponibilidad de ménsulas	ml	2856	\$8.300	\$23.704.800
68	Medición verticalidad tanques hasta 60 ft	un		\$1.600.000	\$-
69	Medición verticalidad tanques entre 41 y 150 ft	un	1	\$900.000	\$900.000
70	Medición verticalidad tanques entre 151 y 250	un		\$2.200.000	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
	ft.				
71	Asentamiento casco tanque menor a 60 ft.	un	1	\$1.140.000	\$1.140.000
72	Asentamiento casco tanque entre 41 y 150 ft	un		\$1.000.000	\$-
73	Asentamiento casco tanque entre 151 y 250 ft	un		\$1.250.000	\$-
74	Asentamiento fondo tanque menor a 40 ft.	un		\$670.000	\$-
75	Asentamiento fondo tanque entre 41 y 150 ft	un		\$	\$-
76	Asentamiento fondo tanque entre 151 y 250 ft	un		\$	\$-
77	Verticalidad de columnas estructurales	un	1	\$310.000	\$310.000
78	Personal de apoyo a inspección	día	2	\$1.200.000	\$2.400.000
79	Prueba con caja de vacío para soldadura	m	100	\$5.000	\$500.000
80	Logística toma de placas radiográficas	un	6	\$580.000	\$3.480.000
81	Radiografía industrial	un	40	\$678.000	\$27.120.000
82	Phased array	ml		\$135.000	\$-
83	Prueba con líquidos penetrantes	ml	46	\$28.000	\$1.288.000
84	Prueba por medio de cal con acpm	ml	37	\$20.500	\$758.500
85	Prueba de columna en tanque Hasta 50 ft.	un	1	\$2.200.000	\$2.200.000
86	Prueba de columna en tanque Desde 51 ft a 120 ft.	un		\$3.870.000	\$-
87	Prueba de columna en tanque Mayores de 121 ft.	un		\$4.680.000	\$-
88	Prueba de flotación en tanque Hasta 50 ft.	un		\$4.800.000	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
89	Prueba de flotación en tanque Desde 51 ft a 120 ft.	un		\$2.000.000	\$-
90	Prueba de flotación en tanque mayor de 121 ft	un		\$3.000.000	\$-
91	Prueba hidrostática a serpentín de calentamiento	un		\$850.000	\$-
92	Retiro de agitador- motor	un		\$630.000	\$-
93	Instalación de agitador-motor	un		\$630.000	\$-
94	Desmantelamiento láminas de techo	m2	115,7	\$41.200	\$4.766.016
95	Instalación de láminas de techo	m2	115,7	\$149.000	\$17.236.320
96	Aplicación soldadura	ml	91	\$28.000	\$2.548.000
97	Instalación de manholes rectangular	un		\$620.000	\$-
98	Instalación de tapa manholes rectangular				\$-
99	Instalación de manholes de techo	un	1	\$550.000	\$550.000
100	Instalación de tapa para manholes de techo	un	1		\$-
101	Desmantelamiento de ángulo bocel	ml	45	\$24.456	\$1.100.520
102	Instalación de ángulo bocel	kg	45	\$8.900	\$400.500
103	Instalación platina anti vórtice en sumidero	m2	4	\$145.000	\$580.000
104	Instalación de escotilla toma muestra	un	1	\$1.000.000	\$1.000.000
105	Posicionar patas techo flotante	un		\$50.000	\$-
106	Retiro de sello secundario de techo flotante	ml		\$53.000	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
107	Retiro de sello primario de techo flotante	ml		\$105.500	\$-
108	Instalación de sellos primario tipo zapata	ml		\$170.000	\$-
109	Instalación de sello secundario	ml		\$260.000	\$-
110	Instalación de pata de techo flotante	un		\$175.000	\$-
111	Instalación de camisa de pata de techo flotante	un		\$156.000	\$-
112	Desmantelar sistema drenaje techo flotante	un		\$430.000	\$-
113	Instalación sistema drenaje tipo pivot master de 3"	un		\$1.950.000	\$-
114	Instalación sistema drenaje tipo pivot master de 4"	un		\$2.000.000	\$-
115	instalación sistema drenaje tipo pivot master de 6"	un		\$2.100.000	\$-
116	Desmontaje de escalera interna de tanques	un		\$420.000	\$-
117	Montaje de escalera interna de tanques	un		\$1.200.000	\$-
118	Instalación rodamientos móvil escalera interna	un		\$2.300.000	\$-
119	Instalación venteo automático en techo flotante	ml		\$350.000	\$-
120	Instalación de tapas de pontones de 20" y 24"	un		\$23.600	\$-
121	Desmantelar lámina retenedora de espuma	ml		\$31.300	\$-
122	Instalación lámina retenedora de espuma	ml		\$54.700	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
123	Instalación sistema puesta a tierra retráctil	un		\$254.000	\$-
124	Aplome de columna estructural del tanque	kg		\$40.000	\$-
125	Reemplazo viga Rafter con techo instalado	kg		\$3.400	\$-
126	Reemplazo viga Rafter sin techo instalado	kg		\$2.800	\$-
127	Instalación varilla tensora para viga Rafter	ml		\$20.000	\$-
128	Reemplazo de vigas girder	kg		\$6.000	\$-
129	Reemplazo de columna con techo instalado	kg		\$5.000	\$-
130	Instalación de columna sin techo instalado	kg	800	\$2.900	\$2.320.000
131	Instalación de lámina gotera tks < 30 ft	ml		\$54.700	\$-
132	Instalación de lámina gotera tks > 31 ft < 100 f	ml	40	\$58.900	\$2.356.000
133	Instalación de lámina gotera tks > 101 ft	ml		\$72.000	\$-
134	Instalación baranda perimetral techo tanque	ml	40	\$142.000	\$5.680.000
135	Instalación de boquillas para techo 2"	un		\$186.000	\$-
136	Instalación de boquillas para techo 6"	un	1	\$210.000	\$210.000
137	Instalación de boquillas para techo 8"	un		\$335.000	\$-
138	Instalación de parche de techo espesores	ft2		\$350.000	\$-
139	Instalación de venteos < 4"	un		\$305.000	\$-
140	Instalación de venteos > 4-1/2" <6"	un		\$410.000	\$-

Item	Descripción	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
141	Instalación de venteos >6-1/2" <10"	un		\$720.000	\$-
142	Desmantelamiento láminas del casco	kg	14.617	\$4.500	\$65.776.500
143	Instalación de láminas del casco	kg	14.617	\$9.800	\$143.246.600
144	Aplicación soldadura en lámina casco <5/16"	ml	246	\$105.000	\$25.830.000
145	Aplicación soldadura en lámina casco >3/8" < 3/4"	ml		\$142.000	\$-
146	Aplicación soldadura en lámina casco >15/16" < 1-1/2"	ml		\$325.000	\$-
147	Instalación boquilla para casco <2"	un	6	\$195.800	\$1.174.800
148	Instalación boquilla para casco con ruana >3"< 6"	un	8	\$210.700	\$1.685.600
149	Instalación boquilla para casco con ruana > 7" <10"	un	4	\$234.600	\$938.400
150	Instalación boquilla para casco con ruana > 11" < 14"	un	1	\$410.000	\$410.000
151	Instalación boquilla para casco con ruana > 15" < 20"	un		\$625.000	\$-
152	Instalación de manholes de casco de 20" a 24"	un		\$1.679.900	\$-
153	Instalación de manholes de casco de 30" a 36"	un	2	\$2.200.000	\$4.400.000
154	Instalación cámara espuma flujo entre 58 y 177 gpm	un	2	\$124.000	\$248.000
155	Instalación cámara espuma flujo entre 101 y 292 gpm	un		\$124.000	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
156	Instalación cámara espuma flujo entre 180 y 642 gpm	un		\$160.000	\$-
157	Instalación cámara espuma flujo entre 540 y 1090 gpm	un		\$160.000	\$-
158	Mantenimiento general cámara de espuma	un	3	\$680.000	\$2.040.000
159	Instalación de plataforma a cámaras de espuma	un	3	\$1.800.000	\$5.400.000
160	Instalación platina puesta a tierra casco del tanque	un	6	\$123.300	\$739.800
161	Instalación de platina de control	un	20	\$59.000	\$1.180.000
162	Retiro de la membrana flotante en aluminio	m2		\$300.000	\$-
163	Instalación membrana flotante	m2			\$ -
164	Desmantelamiento de lámina del fondo	m2	115,5		\$-
165	Instalación láminas del fondo espesor 1/4"	m2			\$-
166	Instalación láminas del fondo espesor 5/16"	m2	115,5	\$224.500	\$25.925.260
167	Instalación láminas del fondo espesor 3/8"	m2		\$234.600	\$ -
168	Instalación lámina anular entre 1/4" y 5/16"	kg		\$13.800	\$ -
169	Instalación lámina anular entre 3/8" y 1/2"	kg		\$14.700	\$ -
170	Aplicación soldadura filete espesor 1/4"	M	41	\$85.000	\$3.485.000
171	Aplicación soldadura filete espesor 5/16"	M		\$91.000	\$-
172	Aplicación soldadura filete espesor 3/8"	M		\$104.000	\$-

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
173	Instalación sumidero de fondo entre 24" y 36	un		\$2.400.000	\$ -
174	Instalación sumidero de fondo entre 48" y 60"	un		\$3.000.000	\$ -
175	Instalación parche de fondo entre 1/4" y 3/8"	ft2		\$333.000	\$ -
176	Instalación de apoyo y sacrificio	un	2	\$648.000	\$1.296.000
177	Retiro de estructura metálica	kg	3950	\$4.500	\$17.775.000
178	Instalación estructura metálica liviana	kg		\$5.600	\$ -
179	Instalación estructura metálica pesado	kg	6350	\$7.200	\$45.720.000
180	Instalación y retiro de ménsula	kg		\$11.000	\$ -
181	Gateo de ménsula	un		\$17.400	\$ -
182	Instalación refuerzo de casco y fondo	kg	2	\$7.900	\$15.800
183	Preparación de superficie grado sspc sp7	m2		\$38.400	\$-
184	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP5 -15mil	m2	197	\$118.000	\$23.246.000
185	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP5 -14mil	m2		\$116.500	\$ -
186	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP5 -20mil	m2	805	\$123.400	\$99.337.000
187	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP5 -8mil	m2		\$111.600	\$ -
188	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP5 -4mil	m2	587	\$118.600	\$69.618.200

Item	Descripción	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
189	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP6 EP 8mil	m2		\$91.000	\$-
190	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP6 EFP 8mil	m2		\$92.200	\$ -
191	PREPARACIÓN SUPERFICIE GRADO SSPC SP6 EA 8mil	m2		\$100.800	\$ -
192	Preparación superficie grado sspc sp3 manual	m2	182	\$48.000	\$ 8.736.000
193	Preparación superficie grado sspc sp2 manual	m2		\$40.600	\$-
194	Identificación en tanque	un	3	\$420.000	\$1.260.000
195	Identificación en dique	un	3	\$380.000	\$1.140.000
196	Identificación en tubería	un	28	\$26.000	\$728.000
197	Excavación manual con retiro de material	m3	26	\$154.000	\$4.004.000
198	Relleno manual con material de excavación	m3		\$58.600	\$ -
199	Relleno manual con material de mina	m3	22	\$88.700	\$1.951.400
200	Excavación mecánica con retiro de materia	m3		\$83.300	\$-
201	Relleno mecánico con material de excavación	m3		\$83.300	\$-
202	Relleno mecánico con material de mina	m3		\$97.000	\$-
203	Corte de talud perimetral dique de tanque	m3		\$49.000	\$-
204	Cierre de talud perimetral dique de tanque	m3		\$120.800	\$-
205	Retiro manual de capa vegetal	m2	48,7	\$14.000	\$681.800
206	Demolición estructuras de concreto	m3	22	\$310.000	\$6.820.000

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
207	Construcción de cunetas de concreto	ml		\$333.000	\$-
208	Concreto estructural de 2500 psi	m3		\$800.000	\$-
209	Concreto estructural de 3000 psi	m3	19	\$1.000.000	\$19.000.000
210	Concreto estructural de 4000 psi	m3		\$1.400.000	\$-
211	Instalación de carpeta asfáltica	m2		\$400.000	\$-
212	Aplicación de slurry seal	m2		\$55.500	\$-
213	Aplicación emulsión asfáltica + arena	m2	10	\$48.600	\$486.000
214	Extendido y riego de gravilla de 1/2" - 3/4"	m3		\$90.000	\$-
215	Instalación de acero de refuerzo	kg		\$3.800	\$-
216	Aplicación de sello epóxico	ml	55,4	\$58.000	\$3.213.200
217	Limpieza tuberías de drenaje	ml	14	\$19.700	\$275.800
218	Limpieza caja de drenaje	un	4	\$390.000	\$1.560.000
219	Instalación tubo guía ranurado de 2"	M	12	\$39.900	\$478.800
220	Instalación tubo guía ranurado de 6"	M	12	\$110.000	\$1.320.000
221	Instalación tubo guía ranurado de 8"	M	12	\$127.800	\$1.533.600
222	Prefabricar e instalar tubería menor a 2" sch 80	ml		\$74.000	\$-
223	Prefabricar e instalar tubería de 3" a 4" sch 40	ml	26	\$92.700	\$2.410.200
224	Prefabricar e instalar tubería de 6" a 8" sch 40	ml	22	\$120.700	\$2.655.400
225	Prefabricar e instalar tubería de 10" a 12"sch 40	ml	6	\$132.000	\$792.000

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
226	Dossier del tanque	un	1	\$1.900.000	\$1.900.000
227	Aforo de tanque menor a 20-000 bbls	un		\$3.700.000	\$-
228	Aforo de tanque entre 20.001 y 50.000 bbls	un	1	\$4.300.000	\$4.300.000
229	Aforo de tanque entre 50.001 y 100.000 bbls	un		\$5.200.000	\$-
230	Aforo de tanque mayores a 100.001 bbls	un		\$6.800.000	\$--
231	Cuadrilla electricista	día	6	\$1.200.000	\$7.200.000
232	Cuadrilla instrumentista	día	3	\$1.200.000	\$3.600.000
233	Instalación de cable puesta a tierra	ml	25	\$116.000	\$2.900.000
234	Mantenimiento sistemas puesta a tierra	un	7	\$75.000	\$525.000
235	Mantenimiento iluminación escalera del tanque	un	6	\$190.000	\$1.140.000
236	Retiro e instalación válvula menor a 6"	un	8	\$93.000	\$744.000
237	Retiro e instalación válvula entre 8" a 12"	un	4	\$147.000	\$588.000
238	Retiro e instalación válvula entre 14" a 18"	un	2	\$164.000	\$ 328.000
239	Retiro e instalación válvula entre 20" a 24"	un		\$245.000	\$-
240	Retiro e instalación válvula presión/ vacío	un		\$340.000	\$-
241	Supervisor rigger	día	20	\$320.000	\$6.400.000
242	Disponibilidad de volqueta	día	4	\$580.000	\$2.320.000
243	Disponibilidad de retro-cargador	día	4	\$510.000	\$2.040.000
244	Disponibilidad de camioneta de estacas	día	18	\$123.000	\$2.214.000
245	Disponibilidad de camión	día	6	\$320.000	\$1.920.000
246	Disponibilidad de camión	día	4	\$500.000	\$2.000.000

Item	Descripcion	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
	grúa				
247	Disponibilidad de man-lift	día	6	\$400.000	\$2.400.000
248	Disponibilidad de frac-tank	día		\$120.000	\$-
249	Disponibilidad de camión de vacío	día	2	\$850.000	\$1.700.000
250	Tubero 1	día	3	\$270.000	\$810.000
251	Pailero 1	día	12	\$270.000	\$3.240.000
252	Soldador 1a	día	12	\$290.000	\$3.480.000
253	Electricista 1	día	2	\$290.000	\$580.000
254	Instrumentista 1	día	2	\$290.000	\$580.000
255	Oficial de obra civil	día	3	\$268.000	\$804.000
256	Ayudante técnico b4	día	4	\$235.000	\$940.000
257	Ayudante técnico c5	día	18	\$250.000	\$4.500.000
258	Obrero	día	24	\$280.000	\$6.720.000
259	Gestor de permisos	día	14	\$120.000	\$1.680.000
260	Moto soldador	día	18	\$45.000	\$810.000
261	Equipo oxi corte	día	17	\$74.000	\$1.258.000
262	Equipo arc-air	día	17	\$26.000	\$442.000
263	Pulidora	día	37	\$26.000	\$962.000
264	Disponibilidad de grúa 40 ton	día	12	\$2.200.000	\$26.400.000
265	Disponibilidad de grúa 80 ton	día		\$3.295.000	\$-
266	Disponibilidad de montacargas	día		\$830.000	\$-
267	Corte con agua a alta presión	m		\$4.297.700	\$-
268	Disponibilidad de compresor	día	18	\$450.000	\$8.100.000
269	Desmantelar aislamiento térmico en techo	m <sup>2</sup>	2	\$46.000	\$92.000
270	Desmantelar aislamiento térmico en casco	m <sup>2</sup>		\$55.000	\$-
271	Instalar aislamiento térmico en casco	m <sup>2</sup>		\$94.000	\$-

Item	Descripción	Unid.	Cantidad total	Valor unitario	Valor total
272	Instalar aislamiento térmico en techo	m <sup>2</sup>		\$100.000	\$-
273	Instalar anclajes para aislamiento térmico	m <sup>2</sup>		\$7.600	\$-
274	Instalar protección mecánica en techo	m <sup>2</sup>		\$32.000	\$-
275	Instalar protección mecánica en casco	m <sup>2</sup>		\$38.800	\$-
276	Desmantelar aislamiento térmico en tubería	m <sup>2</sup>		\$22.000	\$-
277	Instalar aislamiento térmico en tubería	m <sup>2</sup>		\$46.000	\$-
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>1.464.259.406</b>
ADMINISTRACION				12%	175.711.129
IMPREVISTOS				2%	29.285.188
UTILIDAD				3%	43.927.782
<b>SUBTOTAL AIU</b>					<b>248.924.099</b>
<b>TOTAL (INCLUIDO AIU) SIN INCLUIR IVA</b>					1.713.183.505
IVA (16% SOBRE EL VALOR TOTAL DEL SERVICIO)				16%	274.109.361
<b>TOTAL INCLUIDO IVA</b>					<b>1.987.292.866</b>

Tabla 6, presenta el presupuesto del proyecto, permite establecer una línea base de costo autorizada por la empresa y cliente. Por lo cual se puede dar seguimiento y control al desempeño del proyecto.

En base a datos históricos, se calcula el A.I.U. riesgos que se puedan presentar en el proyecto, a juicio de expertos.

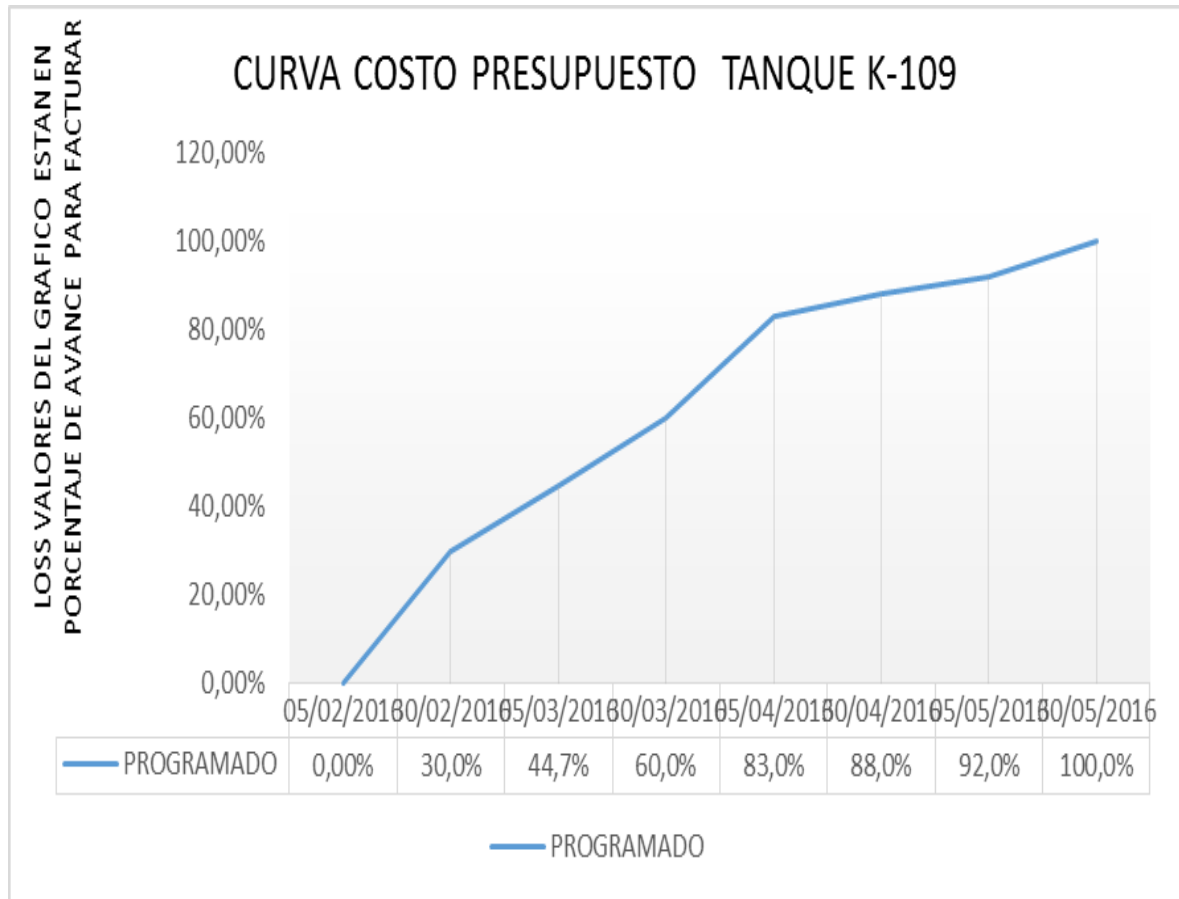
**4.4.1 Proceso de Gestión de los Costos** El ingeniero de costo lleva un control y seguimiento semanal de los avances de costos de cada recurso durante la ejecución del proyecto.

Para realizar el seguimiento a los costos del proyecto se utiliza EVM, que genera la curva S como representación gráfica de la proyección de los costos. En un documento del proyecto se representa la curva de costo presupuestado de trabajos planificados (PV), muestra la línea base del costo proyecto. Donde el índice de desempeño del costo (CPI) formula  $EV/AC$ . >1 Interpretación del estado proyecto es rentable.

Un beneficio es analizar las desviaciones durante el proyecto para la toma de decisiones y de incorporar el análisis de los costos a los activos de proceso de la empresa para futuros proyectos; En cada corte mensual se analiza el avance de los trabajos programados o si está por debajo de lo planeado para tomar decisiones en el costo y determinar si el proyecto es rentable para la empresa.

Esto permite el control de la facturación llevar registro de la relación de las cantidades que el cliente ha pagado al contratista, El dinero que la empresa ha causado por la ejecución de los trabajos reflejados en cada corte de pago mensual; para determinar la facturación se debe llevar un informe semanal de seguimiento de los trabajos ejecutados con la herramienta de MS Project, Excel con un cuadro de control de las cantidades presupuestada y la Curva de costos.

**Figura 5. Curva S del proyecto**



#### **4.5 PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Se plantea el plan de gestión de calidad, para aceptación del proyecto y asegurar el seguimiento y control de calidad de los entregables del proyecto. Con los procesos de planificación, ejecución, y control, revisar la calidad antes de finalizar el entregables; realizando siguiente acciones de calidad, métrica, frecuencia de la medición y sus responsables.

En el proceso de calidad después de tener claro las normas y procedimiento que se aplicaran en las actividades de calidad en el mantenimiento del tanque, que se

van a ejecutar en el proyecto. Debe elaborar unos documentos plan de inspección y ensayos, la cual estos documentos son la base para el dossier de calidad. A continuación, relación normas vigentes en cual el proyecto está regido.

#### **4.6 PROCEDIMIENTO TÉCNICO**

Para el mantenimiento de tanques no existe un sistema estandarizado de los requerimientos técnico en tanques de almacenamiento.

Basados en los requisitos de la norma A.P.I 650, en la refinería de Barrancabermeja. Norma que rige el (Diseño, Fabricación y construcción de tanques de almacenamiento de combustible), la características particular de este sistema de gestión de calidad según la especificación API es el satisfacer las exigencias de la industria petrolera, petroquímica y del Gas natural. Al ser esta área con requisitos de calidad muy altos, API vio la necesidad de elaborar un sistema de gestión de calidad con criterios específicos para dichos requisitos de una forma más concreta que otros sistemas de gestión como las normas ISO 9001.

Esta sirve como soporte para seguir los parámetros de especificaciones técnicas para el mantenimiento de los tanques de almacenamiento aprobados por la regional de abastecimiento de bienes y servicios de la regional Magdalena Medio.

A lo anterior expuesto, se hace importante realizar la estandarización técnica de los requerimientos a seguir para el mantenimiento de los tanques según norma API 650.

**4.6.1 Referencias Normativa** En Colombia el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se encuentra sujeto en la publicación que real el “instituto

americano del petróleo”, esta institución designa como ESTÁNDAR A.P.I 650”, para tanques de almacenamiento a presión atmosférica y “ESTÁNDAR A.P.I 620”, para tanques de almacenamiento sometidos a presión interna cercana a 1 kg /cm<sup>2</sup> (14lb/pulg<sup>2</sup>).

La Norma Estándar A.P.I 650 solo cubre aquellos tanques en los cuales se almacena fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc. Diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F), Con esta característica son aptos para almacenar a la mayoría de los productos producidos en una refinería. No se usan para servicios de refrigeración.

Normas API 650: (American Petroleum Institute), norma que fija la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo. En Colombia utilizan la normas A.P.I hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM y siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

- UL Underwriters Laboratories Inc. (E.U.A.)
- ULC Underwriters Laboratories of Canadá En nuestro país, comúnmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

ASTM American Society for Testing Materials •API American Petroleum Institute

ASTM E-165 Liquid penetrant Inspection

ASTM E-709 Practice for magnetic Examination

ASTM E-273 Practice for ultrasonic Examination

- NFPA National Fire Protection Association

ECOPETROL S.A

Código de colores interno de ECP-GCB

Procedimiento de protección de tuberías PIP-22-N-015

- UL Underwriters Laboratories Inc. (E.U.A.)
- ULC Underwriters Laboratorios of Canadá En nuestro país, comúnmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

Ministerio protección social: Resolución número 003673 de 2008 (26 de septiembre de 2008), se establece el reglamento técnico de trabajo Seguro en alturas.

#### **4.6.2. Equipo Eléctrico e Instrumento**

- GCB-ELEC-IN-008-Instrutivo para otorgar el permiso para trabajos eléctricos en la GCB y LCI.
- GCB-ELEC-IN-010- Instructivo para aplicar aislamiento seguro de plantas y equipos en la GCB y LCI.
- GCB-ELEC-MA-OO1-Manual de seguridad eléctrica de GCB y LCI.

La actividad de preparación de superficie para la aplicación de pintura en tanques debe efectuarse de acuerdo a las siguientes normas:

- SSPC-SP2, SSPC-SP3 (The society for protective Coatings).
- SSPC-SP10 o SP5 (The society for protective coatings)
- Recomendación por especialidad (NACE STANDART RP-01)
- Fallas y prevención en recubrimiento epóxico (NACE D170).las norma NACE se aplica para todo el requerimiento de la preparación de pintura.

- D610-85 “Método de prueba estándar para la evaluación del grado de herrumbre sobre superficies pintadas de acero”.
- D 4285-83 “Método de prueba estándar para la indicación de aceite o agua en el aire comprimidos”-
- D5162-91 “Practica estándar para probar discontinuidad (holiday) de recubrimientos protectores no conductivos sobre sustratos metálicos”.
- D4417-84 Método de prueba estándar para medir en campo el perfil de la superficie de un acero limpiado con arena”.
- D4541-85 “Método de prueba estándar para evaluar la adherencia de recubrimiento usando el medidor portátil”.
- D3359-90 “Método de prueba de adherencia.

**4.6.3 Proceso de gestión de calidad** Asegurar la calidad del proyecto, realiza supervisión permanente a las tareas realizar, el avance del trabajo y verificación de los procesos con pruebas de calidad.

El equipo de trabajo debe realizar auditorías interna para mejoras en los procesos la cual estará a cargo del especialista de cada área. Identificar las no conformidades, acciones correctivas o preventivas. El responsables del seguimiento al plan de calidad será el ingeniero costo, ingeniero QA/QC y el director del proyecto; la verificación y cumplimiento de las especificaciones de calidad de los entregables del proyecto.

**4.6.3.1 Control de Calidad** Efectúa el control de calidad a través de toda la ejecución del proyecto la herramienta y equipos que intervenga en los trabajos de mantenimiento y se relaciona con la documentación de registros metrología, inspección de la fabricación en el taller de mecanizado, certificados de equipos, herramienta compresores, balanceó por los proveedores esto permite el control de calidad realizando pruebas que garantice su funcionalidad de los equipos y

herramientas. Los responsables del control de calidad son los profesionales de la especialidad.

Para esta gestión es necesario cumplir con los requisitos de la Matriz de requisitos y el cumplimiento de los criterios de aceptación de los entregables definidos en el diccionario de la EDT.

**4.6.4 Limpieza fondo y techo del tanque** A la superficie en acero al carbono se le hará limpieza mecánica, grado de limpieza brush off SSPC-SP3-SSPC-SP10.

**- Limpieza al cuerpo exterior, interior fondo, techo, barandas, escaleras.**

- A las superficies metálicas se les hará limpieza mecánica, grado de limpieza metal blanco SSPC-SP3.
- Al interior del cuerpo del tanque y la columna central solo se limpiara a la altura de los anillos 1 y 2; fondo, se les aplicará grata mecánica, grado de limpieza SSPC-SP3.

**4.6.4.1 Aplicación de anticorrosivo en fondo y techo interior y exterior** Se le aplicará inorgánico de Zinc con un espesor de 2,0 mils DFT. Todos los bordes de láminas que han de ser soldados en campo deben de protegerse con cinta en un ancho de 50 mm, después de la limpieza con choro de arena y antes de aplicar la pintura.

Se le aplicará inorgánico de Zinc Sika ref; 163707 o similar con un espesor de 3,0 mils DFT. Todos los bordes de láminas que han de ser soldados en campo deben de protegerse con cinta en un ancho de 50 mm, después de la limpieza con arena y antes de aplicar la pintura.

Se le aplicará inorgánico de Zinc con un espesor de 3,0 mils DFT. Todos los bordes de láminas que han de ser soldados en campo deben de protegerse con cinta en un ancho de 50 mm, después de la limpieza con arena y antes de aplicar la pintura.

Todas las zonas que fueron afectas por la soldadura y limpiadas mecánicamente se les deben aplicar Inorgánico de Zinc Sika ref. 163707 o similar, con un espesor de 3,0 mils DFT, excepto en el fondo exterior del tanque.

**4.6.4.2 Inspecciones y prueba** Antes de aplicar la primera capa de pintura o anticorrosivo, se realiza la medición de la temperatura ambiente, la humedad relativa y se observa el punto de rocío en la tabla psicométrica, luego se mide la temperatura de la pieza la que debe estar 3 puntos por encima a la temperatura de rocío.

Se realiza la medición de la temperatura del metal base con termómetro de carátula o de contacto, la medición de la humedad relativa con un higrómetro y temperatura ambiente con un termómetro.

1. Una vez aplicada la pintura y cumplido el tiempo de curado se realiza la medición del espesor de película seca para garantizar el espesor requerido: esta medición se hace de acuerdo a la norma SSPC-PA-2 "Measurement of Dry Paint Thickness With Magnetic Gages", con el equipo El cometer Digital 345.
2. Se hace control de adherencia de la pintura de acuerdo con la norma ASTM D-3359, una vez aplicado el espesor total requerido, que consiste en efectuar un corte en "X" con una cuchilla hasta llegar a la superficie metálica, sobre este corte se coloca una cinta adhesiva que al ser retirada no debe desprender en ningún grado la capa de pintura, se utiliza cinta 3M "cinta filamento de vidrio".

**4.6.5 Requerimientos para una inspección de soldadura** Las inspecciones visuales que son requeridas, caen en las tres categorías siguientes: Inspección antes, durante y después de la soldadura.

Inspección antes de comenzar a soldar: Gastar un tiempo en inspección antes de iniciar a soldar, previene errores y facilita el progreso del trabajo. Copias de los planos estructurales y planos de construcción y montaje deben ser obtenidas y revisadas. Prioritariamente a comenzar cualquier trabajo, los planos de fabricación y montaje a ser utilizados, deben ser marcados como aprobados.

La selección de los electrodos de soldadura debe ser determinada y el método de almacenamiento de consumibles de soldadura debe ser revisado.

Una inspección debe efectuarse, para estar seguro que todos los procedimientos de soldadura son aprobados por el cliente y cubiertos por un procedimiento de soldadura especificado (WPS) o que el procedimiento de soldadura ha sido calificado, de acuerdo al código de soldadura aplicable. Copias de todos los procedimientos de soldadura especificados deben ser obtenidas para los récords del proyecto.

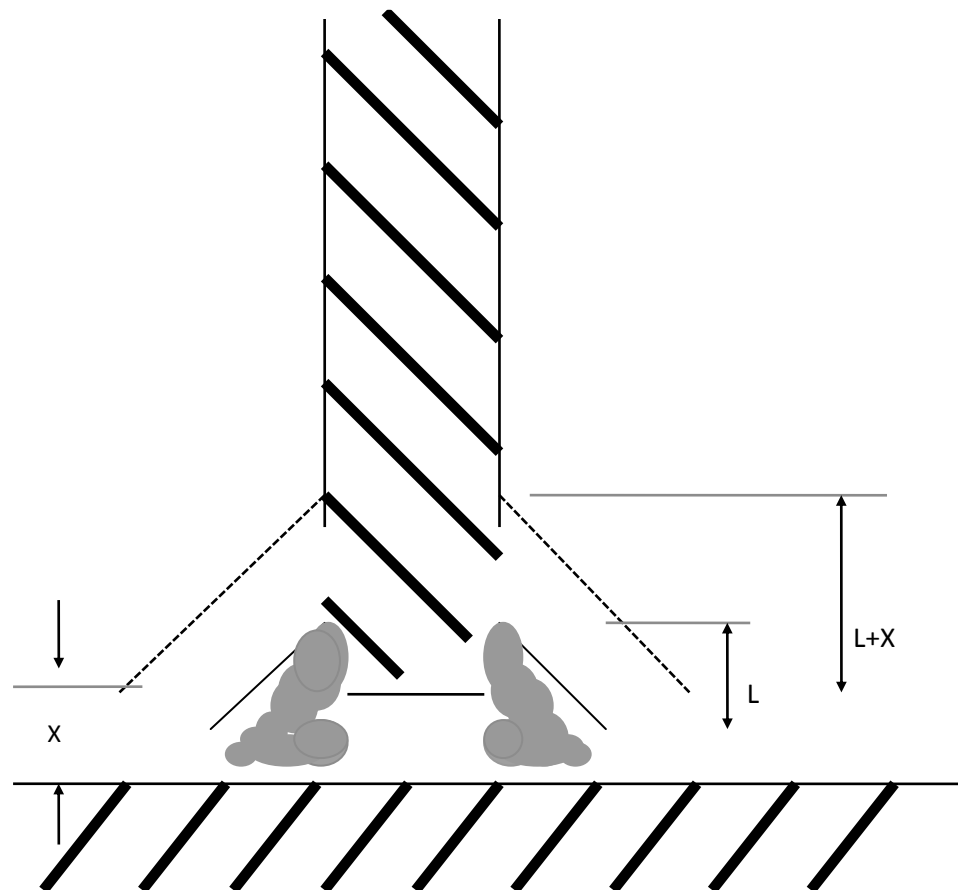
El inspector debe verificar y obtener copias de los resultados de las pruebas de calificación de todos los soldadores, operarios de soldadura y armadores que efectúen soldaduras de calidad satisfactoria y cumplan con las especificaciones del proyecto y códigos aplicables.

Iniciar a soldar. El armado y alineamiento de las partes a ser soldadas debe realizarse de acuerdo con el procedimiento calificado.

Otro ejemplo de la necesidad de la inspección se muestra en la ilustración No. 4, la cual muestra un filete de soldadura en cada lado de una conexión. El tamaño

del pie de filete aparece especificado. Sin embargo, en el armado de las partes a ser unidas queda una abertura de raíz, mayor a 1/16" (1.59 mm), luego el tamaño del filete debe ser incrementado por la cantidad de la abertura de raíz. En muchos casos la luz de penetración (abertura de raíz) no puede ser determinada después que la soldadura está completa y el resultado del actual tamaño de soldadura puede ser menos que el especificado. Cuando se efectúa una inspección antes de soldar, un nuevo tamaño de soldadura puede ser marcado en las partes en donde se requiera sea incrementado.

**Figura 6. Un ejemplo de como un armado deficiente no puede ser detectado después de que la soldadura fue realizada, por esta razón, una inspección visual antes de iniciar a soldar es una condición necesaria.**



La condición de todas las superficies cortadas con oxígeno (Oxi - acetileno) para ser soldadas, deben tener una rugosidad no mayor que 1000 Uin, para materiales hasta 4 in de espesor y no mayor de 2000 Uin para materiales de 4 a 8 inch de espesor.

Superficies con rugosidades mayores a las especificadas, deben ser corregidas antes de soldar.

Revisión de las medidas a ser tomadas, si es necesario, controlar distorsión y contracción durante la soldadura.

**4.6.6 Inspección Durante la Soldadura.** Es la inspección durante la soldadura, la que ofrece el más grande desafío al inspector. La gerencia de fabricación o montaje pueden haber desarrollado excelentes procedimientos y secuencias de soldadura y suministrar esta información al supervisor de campo para la instrucción y la de su personal, pero, frecuentemente se encuentra que ésta información no ha sido suministrada, o en algunas ocasiones parcialmente.

El inspector debe constantemente esforzarse por mantener las comunicaciones abiertas, para ver que la calidad del trabajo sea conscientemente realizado.

El inspector debe verificar que los materiales usados cumplan con los requerimientos contractuales y con los certificados de calidad.

El inspector debe también determinar si toda la soldadura es realizada de acuerdo con los procedimientos de soldadura aprobados.

De otra manera, el inspector debe chequear, los documentos o certificación de los soldadores serán chequeados antes de soldar. Los certificados WPQ solamente significan que el soldador ha pasado una prueba.

Un soldador que realice soldaduras con pobres perfiles (tales como una apreciable desigualdad entre lados del filete, excesiva convexidad, socavados etc.) Salpicaduras, porosidad o cráteres, no necesariamente está efectuando soldaduras defectuosas, no debe permitirse a un soldador continuar haciendo el trabajo. Esto debe ser evaluado por el inspector.

Las características físicas y metalúrgicas de las soldaduras, son afectadas por variables tales como precalentamiento y temperatura entre pases, tanto en el metal base como en el depósito de soldadura. Un apropiado secado, lo mismo que el almacenamiento en hornos, es requerido para algunos consumibles de soldadura, tales como electrodos de bajo hidrogeno con el fin de evitar porosidad y prevenir agrietamiento por hidrogeno bajo el cordón. Las condiciones climáticas tales como baja temperatura, humedad y velocidad del viento, pueden ser críticas en la calidad de las soldaduras.

Una buena calidad en la mano de obra depende mucho de un buen equipo y unas condiciones de trabajo aceptables. Un deficiente mantenimiento de los equipos de soldar, cables mal añadidos, o inadecuado almacenamiento de los electrodos van justamente en detrimento de una buena soldadura. Lo mismo que unas condiciones de tiempo regulares o dificultades de acceso (falta de andamios seguros).

Las soldaduras de campo tienen un mayor nivel de dificultad que las soldaduras de planta, pero se requiere de un poco de esfuerzo para alcanzar unas condiciones de trabajo convenientes, lo cual se revierte en obtener unas soldaduras de campo de buena calidad.

Cualquier indicación de falla en equipo, debe requerir la atención del fabricante o el montador, con el fin de mantener la calidad de soldadura requerida.

**4.6.6.1 Inspección Después de Soldar.** La inspección después de soldar es frecuentemente la parte más fácil del trabajo del inspector. Una parte de esta inspección es asegurar que todas las juntas, hayan sido soldadas y que los cordones tengan el tamaño correcto, mientras se verifica la cantidad de las soldaduras, se inspecciona por segunda vez la calidad de las mismas. La calidad de la soldadura es continuamente chequeada durante el trabajo, de esta manera, la inspección posterior a la soldadura llega a ser un doble chequeo, una revisión de los planos de fabricación y montaje debe efectuarse, para determinar que todas las soldaduras han sido efectuadas y que tienen el tamaño correcto, el acabado y la longitud. Es necesario, verificar que no hayan sido aplicadas soldaduras no especificadas en los planos y las que están requeridas tengan el tamaño correcto.

Además de la cantidad las soldaduras deben ser inspeccionadas por calidad. Los cordones deben estar libres de grietas, escorias, quemones, proyecciones, falta de fusión y no tener excesiva porosidad superficial o socavados.

El inspector debe asegurarse que todos los ensayos no destructivos requeridos han sido realizados. Es también responsabilidad del inspector verificar que las pruebas sean realizadas por personal calificado y con técnicas apropiadas.

Reportes de las inspecciones y actividades deben ser realizados y suministrados a las personas acordadas en las especificaciones contractuales.

**4.6.7 Responsabilidad de Inspección** Supervisor de montaje, ingeniero QA/QC.

**4.6.8 Criterio de aceptación** Una soldadura será aceptable por inspección visual, cuando no se muestren los siguientes defectos:

- a. Donde no haya grietas de cráter, grietas en otra superficie o picaduras en áreas adyacentes en la soldadura.

- b. Cuando los socavados no excedan los límites que se dan en el párrafo 5.2.1.4 del Código API 650 para uniones verticales y horizontales. Para soldaduras de boquillas, manholes, puertas de limpieza y uniones permanentes, los socavados no deben exceder a 0.4mm (1/64”).
- c. La frecuencia de porosidades en la superficie de soldaduras no debe exceder un grupo de poros en cualquier longitud de 100mm (4”) y el diámetro de cada closter no debe exceder 2.5mm (3/32”).

Una soldadura que falle por cualquiera de los criterios anteriormente mencionados debe ser reparada antes de la prueba hidrostática como sigue:

- a. Cualquier defecto será removido por medios mecánicos o procesos térmicos como arc-air. Las picaduras en el área adyacente a la soldadura, deben ser removidas por disco de esmeril y reparada como se requiere. Las soldaduras deben quedar al mismo nivel del metal base,

### **EQUIPOS DE INSPECCIÓN**

Galga

Flexómetro

Linterna

Lupa.

**4.6.8.1 Sand Blasting** Durante la operación de limpieza por chorro de arena se puede presentar peligros potenciales, si no se tiene en cuenta factores de importancia como son:

El buen estado de la máquina, el buen estado del equipo, la electricidad estática y los elementos de protección personal.

El supervisor será el directo responsable de que se haga la inspección y mantenimiento constante a las líneas, válvulas, tolvas reguladores y todo elemento que involucre el proceso de sand blasting.

Esta verificación se deberá llevar a diario y cualquier irregularidad que se presente deberá solucionarse antes de reiniciar actividad.

La arena que se utiliza tiene alto contenido de sílice, que al chocar con la base metálica se pulveriza, por vía pulmonar puede generar enfermedades de tipo respiratorio: Por lo que el operador del equipo deberá utilizar una escafandra con entrada y salida de aire, con el fin de evitar enfermedades de tipo respiratorio y como protección contra el impacto de los granos de arena. El aire que llega a la escafandra debe estar completamente seco, libre de residuos de aceite etc. No se debe utilizar como fuente de aire el mismo compresor que se emplea para operación de Sandblasting.

Así mismo, deberá usar protección auditiva y estar provisto de ropa adecuada para evitar el efecto abrasivo con la piel, como son petos de cuero, ropas a prueba de polvo, guantes de cuero, gafas de seguridad.

Este trabajo estará aislado a una distancia prudente de cualquier otro tipo de actividad.

En caso de que el material sea muy liviano para la presión de chorro se deberá asegurar adecuadamente para evitar deslizamientos.

El operador estará ubicado de acuerdo a la dirección del viento.

El equipo de limpieza estará provisto de una válvula de control para garantizar la seguridad de la operación

En caso de que se requieran escaleras o andamios, éstas se deben utilizar según las especificaciones técnicas y normas de seguridad pertinentes.

El ingeniero QA/QC-HSE es responsable de cumplir con los procedimientos e informar a la interventoría de la realización de los ensayos.

**4.6.9 Descripción del método** El método de ensayo no destructivo por líquidos penetrantes consiste en la aplicación de estos sobre la superficie de la pieza, penetra en las discontinuidades. Posteriormente, una vez eliminado el exceso de penetrante de la superficie de la pieza, el líquido contenido en las discontinuidades se hace aparecer por medio de un polvo absorbente (revelador).

#### **4.6.9.1 Aplicación del método**

##### **A. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A SER EXAMINADA**

La superficie a examinar debe estar limpia, es decir exenta de aceite, grasa, óxidos, pintura, calamina, fundentes de soldadura, salpicaduras y otros cuerpos extraños capaces de ocultar los defectos en evidencia. Dicha limpieza se puede realizar dos métodos con SSPC10 Sandblasting y SSPC3 manual (grata metálica, cepillo o pulidora).

##### **B. APLICACIÓN DEL PENETRANTE**

El penetrante es un líquido capaz de penetrar en las más pequeñas discontinuidades abiertas a la superficie de una pieza, esta penetrabilidad es una combinación de la capilaridad, viscosidad y tensión superficial.

El tiempo de penetración es máximo 20 minutos, la aplicación se realiza a una distancia de 20-30 cms.

### **C. REMOCIÓN DEL EXCESO DE PENETRANTE**

Se entiende todo aquel que permanece en la superficie de la pieza luego de transcurrido el tiempo de penetración estimado, de manera que en la inspección final haya suficiente contraste de las posibles indicaciones sobre el fondo limpio. Se remueve con un líquido limpiador limpia y con trapo ó estopa.

### **D. SECADO DE LA SUPERFICIE**

El revelador debe ser aplicado sobre superficie seca, para ello se emplea la evaporación natural, trapos secos y limpios.

### **E. APLICACIÓN DEL REVELADOR**

Los reveladores atraen al penetrante por capilaridad y absorción fuera de los defectos revelando las anomalías, es en polvo muy fino que se extiende sobre la superficie a examinar. Se aplica el revelador a una distancia de 20-30 cms.

### **F. TEMPERATURA**

Para ejecutar el proceso de inspección por líquidos penetrantes la temperatura de la pieza debe permanecer entre el rango de temperatura de 10°C a 52°C.

### **G. INTERPRETACIÓN**

Deben evaluarse todas las indicaciones que aparezcan sobre el revelador, como resultado de la absorción del penetrante atrapado en el material. Debe tenerse cuidado de no confundir indicaciones resultantes de imperfecciones en el maquinado o marcas producidas por el acabado de la superficie con las indicaciones debidas a discontinuidades.

Esta interpretación debe estar conforme a los requerimientos del Código API 650, API 620 y ASME Sección V y VIII Div 1.

### **Líquidos Utilizados**

Penetrante

Revelador

Limpiador

**4.6.10 Montaje del fondo** Antes de iniciar el montaje del fondo del tanque realiza un chequeo topográfico de la base y sus pendientes, ya que fallas de la base, se notará en posibles abombamientos del fondo.

Al iniciar la colocación de lámina del fondo se debe determinar con toda exactitud el centro y el diámetro del tanque, para esto se traza con elemento que resalte como cal, tiza, etc., una vez determinado el centro se coloca sobre éste la primera lámina central del tanque y sobre ésta nuevamente se marca el centro observando la orientación de las láminas de acuerdo a planos.

El traslapo de láminas en los fondos será de un mínimo de 1' (pulg.).

Se deben puntear con soldadura las láminas que se van distribuyendo, para que éstas no se corran y des alineamiento.

Se recomienda redondear las puntas de las láminas para evitar abultamientos pronunciados y dar una mejor presentación a los cordones de soldadura.

#### **4.6.11 Secuencia de soldaduras en el fondo**

a. Teniendo las láminas del fondo correctamente distribuidas y aseguradas unas a otras con puntos de soldadura, se procede a iniciar la soldadura general del fondo, según procedimientos de soldaduras aplicados y soldadores calificados.

b. Se inicia la soldadura del fondo con las juntas transversales, luego las juntas longitudinales.

Algunas veces por el mal manejo de las láminas, éstas sufren desperfectos que hacen obligatorio el uso de "rigidizadores" para aplanarlas al momento de armar el fondo.

**ES IMPORTANTE LLEVAR UNA SECUENCIA EN LAS SOLDADURAS PARA EVITAR DEFORMACIONES Y COMBAS EN EL FONDO.**

c. Soldado el fondo del tanque se procede a colocar el (los) sumidero (s) y su soldadura se puede probar con líquidos penetrantes ó con ACPM.

d. Se procede a efectuar prueba con cámara de vacío entre 3 y 5 psi y espuma jabonosa a las soldaduras del fondo.

**MONTAJE DEL CUERPO O CASCO**

**MONTAJE DEL PRIMER ANILLO**

a. Por facilidades la primera lámina del primer anillo a montarse deber ser aquella que contenga "manholes" " boquillas", con el fin de que éstas sirvan para determinar en forma precisa la orientación del casco.

b. Esta primera lámina se soporta con vientos, o puntales, teniendo el cuidado de constatar el radio del tanque. Hecho este trabajo se colocan guías con puntos de soldadura en el fondo, tanto interior como exteriormente, para evitar se corra al montar las otras láminas.

c. A continuación se siguen montando las otras láminas observando siempre la tolerancia que indican los planos para soldaduras verticales.

La tolerancia para soldar se mantiene con espaciadores asegurados con cuñas, chicagos. etc.

Al terminar de colocar todas las láminas del primer anillo, se verifica nuevamente diámetro, perímetro, y verticalidad.

Soldar anillo perimetral. Se seguirá la misma secuencia de montaje de las láminas del fondo y se traslaparán 38mm típico (ver plano montaje).

Los refuerzos de soldadura a controlar son los siguientes:

Para láminas menores o igual a  $\frac{1}{2}$  "(pulg) de espesor, el refuerzo de soldadura debe ser de  $\frac{1}{16}$ " (pulg).

Para láminas mayores a  $\frac{1}{2}$  "hasta 1" (pulg) de espesor, el refuerzo de soldadura debe ser de  $\frac{3}{32}$ " pulg.

Para láminas mayores a 1" (pulg) de espesor, el refuerzo de soldadura debe ser de  $\frac{1}{4}$ " (pulg).

**4.6.12 Angulo Bocel** La colocación y soldadura del ángulo bocel se hace con el mismo procedimiento que el montaje y soldadura de los anillos.

## **4.7 MONTAJE DE TECHO CONICO CON ESTRUCTURA SOPORTE**

- a. Después que se tiene soldado el ángulo bocel, marque según los planos la distancia entre carteras.
- b. Proceda a puntear las cartelas al casco y ángulo bocel.

### **SI EL TANQUE ES PEQUEÑO Y SOLAMENTE LLEVA UNA SOLA COLUMNA**

- a. Utilice un cabrestante, malacate o la misma grúa que utilizó para izar el último anillo.
  - b. Levante la columna y sosténgala con vientos.
  - c. Levante los cabios, correas y coloque la tornillería. Estos deben quedar flojos.
  - d. Aplome correctamente la columna y apriete la tornillería.
  - e. Suelde completamente las carteras.
- No debe cruzar las soldaduras con las horizontales del ángulo bocel (último anillo).
- f. Suelde las guías en la zapata inferior de la columna.

#### **4.7.1 Instalación del techo**

- a. Coloque con malacate, cabrestante o grúa, tablas para formar andamios.
- b. Suba la primera lámina que deberá ser la central, determine el centro del tanque, e instale ésta con la orientación que fija el plano.
- c. Continúe tendiendo todas las láminas, teniendo el cuidado de observar el traslape mínimo que debe ser de 1.1/2"pulg.
- d. Para que no se le corran las láminas vaya colocando puntos de soldadura.
- e. Terminada la tendida de la lámina proceda a soldar utilizando la misma secuencia que emplea para soldar el fondo del tanque, dejando sueltas las láminas orilleras.
- f. Las láminas orilleras se deberán colocar según la secuencia recomendada.

g. La orientación de las láminas de techo deber ser a 90° o 45°\*, con respecto a la orientación de las del fondo.

h. La altura mínima de las boquillas en el techo deber ser de 6" pulgs (API-650).

Las soldaduras del techo no requieren prueba con cámara de vacío, solamente se realiza inspección visual a estas soldaduras.

**4.7.2. Prueba a Soldadores** Las primeras Pruebas que se efectúan son las de los soldadores, y se realizan de acuerdo al código aplicable (API-650 ó ASME SECC-IX)

A cada soldador se le asignará un número o letra STAMP para su posterior control de calidad de la soldadura aplicada

#### **4.7.2.1. Prueba en el Fondo**

a. Las diferentes, pruebas que se hacen en un tanque tienen una secuencia y se deben efectuar oportunamente.

b. Una de las primeras pruebas, se hace con la cámara de vacío a las soldaduras que se han aplanado de las láminas orilleras. Es importante efectuarla antes de colocar el primer anillo del casco. Una vez montado éste, no se puede hacer la prueba.

c. Se debe probar con cámara de vacío todas las soldaduras del fondo. Es importante efectuar ésta prueba antes de levantar estructuras y de montar el techo.

d. Antes de aplicar soldaduras externas entre el fondo y el primer anillo se deben probar las soldaduras interiores de los mismos con líquido penetrante o con A.C.P.M. sí hay fallas, aparecerá la lámina manchada por el lado externo.

e. Se debe probar la soldadura de los sumideros, con líquidos penetrantes ó ACPM

#### **4.7.3. Pruebas en el casco**

a. El control de calidad en el casco se debe efectuar por medio de radiografías según el Código API 650.

b. Cada soldador deberá colocar el STAMP en cada uno de los trabajos que ejecute.

d. PRUEBA DE BANDING.

Se realiza a todos los anillos para comprobar toda su redondez.

e. PRUEBA DE PEAKING.

Se realiza a todos los anillos para comprobar toda su verticalidad.

**4.7.3.1. Prueba de refuerzos** Las pruebas de refuerzos en manholes y boquillas se deben hacer con aire y jabón (neumática).

**4.7.3.2. Prueba de los techos** Para las pruebas de los techos cónicos se utilizó el mismo procedimiento que para el fondo, es decir con cámara de vacío ó solamente una inspección visual a la soldadura a criterio de la interventoría.

Para las pruebas de los techos flotantes se aplica la prueba de A.C.P.M. a los compartimentos de los pontones antes de colocar la tapa superior.

Cuando se arma y suelda el techo flotante se debe efectuar prueba con cámara de vacío o con A.C.P.M.

Se debe probar la estanqueidad del sello en el techo flotante. Nota: Nunca rellene el sello con A.C.P.M. u otro derivado del petróleo, lo deteriora.

**4.7.3.3. Procedimiento de inspección** Para dar cumplimiento a lo requerido en los códigos mencionados en el capítulo de inspección se realizará inspección por partículas magnéticas así:

Una vez terminado el pase de raíz y el pase final y estos hayan sido limpiados con grata o esmeril, se verificará que la zona a inspeccionar esté libre de grasas, pinturas, escorias, aceites etc., y además se verificará que la temperatura del área a inspeccionar no sea mayor a 600°.

Identificar la dirección del flujo magnético en el área de soldadura utilizando el indicador de campo magnético.

El eje del cordón de soldadura debe permanecer a 90° con respecto a la dirección de las líneas de flujo magnético.

Una vez realizado los dos pasos anteriores, utilizando el método continuo, magnetizar y a la vez aplicar el medio de inspección (Partículas magnéticas Secas o húmedas).

Para las partículas magnéticas secas debe tenerse en cuenta el contraste que estas presentan, con el color de la superficie de inspección (Debe disponerse de partículas que ofrezcan el mejor contraste).

Cuando no se disponga de fluido eléctrico se utilizará el imán permanente.

Una vez magnetizado, utilizando el método continuo, evaluar cada una de las indicaciones observadas de acuerdo al código aplicable (API 650, ASME SECC VIII Div 1 API 1104. Etc.).

El área de inspección comprende la soldadura y la zona afectada térmicamente.

#### **4.8 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO**

El poder de magnetización de los Yokes debe ser chequeado al menos una vez al año.

Cada Yoke electromagnético debe tener un poder de levante de 10 libras cuando trabaja con corriente alterna.

El Yoke electromagnético que trabaja con corriente directa y el Yoke de imán permanente deben tener un poder de levante de 40 libras.

#### **4.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El inspector debe diligenciar el respectivo permiso de trabajo ante el director del área respectiva.

El inspector debe disponer de cada uno de los elementos de protección personal.

El equipo de inspección debe permanecer en excelentes condiciones de funcionamiento en lo que respecta a la parte eléctrica, para no provocar algún tipo de incidente por efecto de cortos circuitos.

En lo posible en necesario utilizar conexiones a prueba de explosión-proof.

Averías:

Existen una serie de factores que bien sea actuando aisladamente o combinados provocan alteraciones en las condiciones físicas originales causando en ocasiones averías

Estos factores son:

- Asentamiento.
- Corrosiones internas por decantación de agua en el fondo.
- Corrosión interna por producto almacenado.
- Corrosión interna y externa por factores medioambientales.
- Sobretensiones en los materiales. Las averías pueden afectar a distintas partes del tanque. Las partes en las que dividimos el tanque a efectos de determinar el tipo de avería son:
  - Basamento del tanque.
  - Fondo del tanque.
  - Paredes del tanque.
  - Techo fijo del tanque.
  - Techo o pantalla flotante.
- **Accesorios del tanque.** Según el lugar del tanque al que afecte las averías se clasifican en:

**4.9.1 Corrosión interior del fondo.** El fondo del tanque puede verse afectado por la corrosión, ésta se presenta especialmente en su cara superior y de diversas formas:

- **Pitting generalizado** Su origen se debe a la presencia del agua decantada en el fondo del tanque. Cuando el pitting es profundo, la corrosión es severa y puede originar una disminución de espesor del fondo del tanque de gran importancia.
- **Corrosión en uniones de chapas** Es un tipo de corrosión que afecta a soldaduras o los roblones de unión de chapa. Provoca grietas por las que se fuga el producto.
- **Perforaciones pasantes** Las corrosiones localizadas en ciertas áreas se convierten en perforaciones y posteriormente en agujeros pasantes. Estos agujeros provocan la pérdida del producto que existe en el interior del tanque.

Este tipo de perforaciones se origina en los puntos de apoyo de las patas de los techos y pantallas flotantes. Lo mismo puede ocurrir en los puntos bajo las bocas de medición si no se dotan de una placa de refuerzo.

**4.9.2 Corrosión exterior del fondo** Su origen está en la presencia del agua en contacto con la chapa y a la acidez del suelo. Es una corrosión difícil de medir y controlar ya que no puede verse, una forma de evitarla es instalando un sistema de protección catódica.

**4.9.3. Avería en paredes de tanques** Estas averías pueden presentarse debido a fenómenos de corrosión en la parte interior y exterior del tanque.

#### **4.9.3.1. Averías en paredes internas de tanques**

- En virola inferior. Su origen se debe a la presencia de agua en decantación no drenada adecuadamente en el fondo del tanque. Esta corrosión es muy intensa en la parte inferior de la primera virola del tanque y va acompañada de una considerable pérdida de espesor.
- En virola intermedia. Su origen se debe a la oxidación originada por condensación del agua ambiental y al arrastre de óxido por la pantalla al oscilar la altura del líquido en el tanque. En tanques con pantalla flotante y techo flotante se presenta, generalmente, una disminución de espesor en las virolas comprendidas en el tercio superior del tanque.

### **4.10 PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

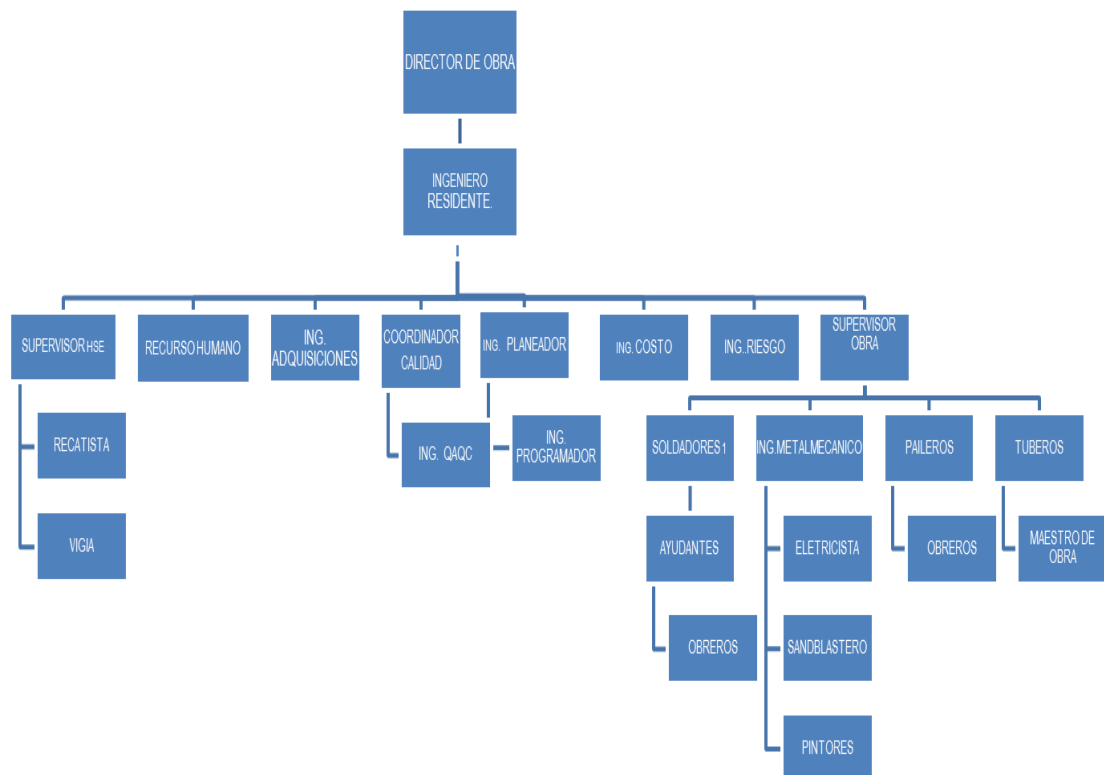
**4.10.1 Planificar gestión recurso humano** Los recursos humanos para el proyecto de mantenimiento de tanques se basan principalmente en establecer la fecha de ingreso del personal del equipo de trabajo administrativo, técnico

mecánico, como de electricidad son los primeros para el alistamiento planificación de la actividad y personal operativo calificado para la ejecución del proyecto.

El contratista para el personal operativo, informa el perfil del personal requerido que está en los documentos del contrato de mantenimiento tanque y la gestoría administrativa deberá asegurar que el personal contratado cumpla con el perfil.

Se define roles, responsabilidades y habilidades en el equipo de trabajo, como así también la comunicación, que permita el proceso de organizar los recurso humanos, en cargos y nivel jerárquico de cada persona. Definidos en un organigrama

**Figura 7. Organigrama del Proyecto**



A continuación relaciono las funciones y el perfil de los cargos definidos en el organigrama del tanque -109.

**Tabla 7. Perfil requerido para mantenimiento t-k 109**

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
<b>DIRECTOR DE PROYECTO</b>	Profesional en áreas de ingeniería y/o administración de proyectos, con experiencia de 7 años como director de proyectos en mantenimiento en el sector hidrocarburos. Apoyar y dar soporte en todos los aspectos técnicos y administrativos al Ingeniero Residente para desarrollar y cumplir los proyectos de acuerdo con los presupuestos programación calidad y con la fecha de entrega de la obra pactada con el cliente. Responder por las observaciones del cronograma y cambios que se presenten. Tener una dedicación del 100% constantemente vinculado a las actividades y cumplimiento objeto del contrato.
<b>INGENIERO RESIDENTE</b>	Profesional en área de ingeniero y/o administración de proyectos con experiencia de 6 años como residente en metalmecánicos. Apoyar al 100% en campo el cumplimiento de las tareas programadas y verificar con los interventores la revisión de las actividades ejecutadas y alertar las evidencias de las desviaciones que se presenten con respeto a lo planeado semanalmente. Asistir a todas las reuniones de seguimiento con el cliente e internas; Supervisión diaria del avance del mantenimiento del tanque. Manejo de Personal. Supervisión de actos seguros del personal operativo. Velar por el cumplimiento de las actividades en campo. Apoyar el levantamiento de actas. Revisar la programación de avance de los trabajos.
<b>COORDINADOR HSE</b>	Profesional en áreas de la Administración, Ingeniería o afines. Experiencia 5 años, Con Curso en ISO 9001, licencia en salud ocupacional. Experiencia en el sector de hidrocarburos y en cargos similares. Entre sus funciones es Coordinar todas las actividades encaminadas a dar calidad en los servicios que se desarrollan en la obra, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del Sistema Integrado de Gestión del proyecto al que se encuentra vinculado,

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
	<p>cumpliendo con los lineamientos estratégicos y la normatividad vigente. Manejar el registro documental del Sistema de gestión de HSE. Controlar los documentos y registros generados por el Sistema de Gestión HSE. Coordinar el desarrollo de las capacitaciones del personal.</p>
	<p>SUPERVISOR HSE deben cumplir el perfil definido a continuación: ESTUDIOS: Profesional en Ingeniería ambiental, química, o carreras afines Indispensable tener licencia de salud ocupacional. EXPERIENCIA: Experiencia</p>
<b>SUPERVISOR HSE</b>	<p>mínima de tres (3) años como supervisor HSEQ en las operaciones de mantenimiento de tanque y líneas incluidas las relacionadas con competencias en HSE como Trabajo en Alturas, manejo Seguro de Productos Químicos, cumplimiento y aprobación satisfactoria de la fases I, II y III del curso de Fomento de Trabajo Seguro, Limpio y Saludable. Charlas diaria de seguridad al personal, presencia en campo 100%.</p>
<b>VIGIA</b>	<p>Se requiere Tecnólogo en Salud Ocupacional con licencia, supervisión de ejecución de actividades en campo, certificado trabajo seguro en alturas avanzado. Experiencia de 2 años.</p>
<b>RECURSO HUMANO</b>	<p>Profesional en áreas de ingeniera y/o administración con experiencia de 2 años como gestor de recurso humanos. Como soporte en procesos de Selección, Contratación, Bienestar, Gestión Administrativa de Recurso Humano y tareas inherentes al área.</p>
<b>ING. ADQUISICIONES</b>	<p>Profesional en el área de ingeniería y/o administración con experiencia de 3 años como gestor de adquisición. Responsable por estructuración del plan de adquisición para la ejecución del contrato y asegurar el cumplimiento; llevar el balance de material instalados en obra y diligenciar documentación requerida para la obra ante el cliente. Dedicación 100% y estar directa en la ejecución de las actividades del objeto del contrato.</p>

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
<b>COORDINADOR DE CALIDAD</b>	Profesional en áreas de ingeniería, experiencia de 5 años como coordinador de calidad, responde por el plan de calidad específico para la ejecución del contrato y asegurar el cumplimiento y diligenciar la documentación requerida para la ejecución del proyecto y presentar al cliente. Debe asistir a las reuniones de seguimiento y administrativo.
<b>ING. QA/QC</b>	Profesión: ingeniero mecánico. Experiencia: 4 años en gestión de calidad en proyectos sector del hidrocarburos. Responsable en la gestión de calidad, estructura del dossier y revisión de las actividades del mantenimiento de tanque. Dedicación 100% en campo.
<b>ING.PLANEADOR</b>	Profesional Ingeniero y/o administración de proyectos. Experiencia: 4 años en los cronogramas, debe certificar mediante documentos el conocimiento y habilidades en software de programación como Project o primavera. Asistirá las reuniones seguimiento y administrativas. Responder a las llamadas de observaciones, requerimientos del cliente .Deberá tener una dedicación del 100% estar vinculado con las tareas ejecutadas del contrato, informes al cliente. Otro requisito Trabajo seguro en altura nivel avanzado.
	Profesional en áreas de ingeniería y/o administración de proyectos con de 3 años como programador de obra, manejo de Excel y Project, experiencia mínima de 3 años en el sector hidrocarburos, Funciones: Realizar PDT, el acta de inicio, informes de obra (diario, semanal y mensual), revisa según programación las actividades para la siguiente semana. Actualizar las líneas de balance con los tiempos de ejecución real de la obra. Revisar y verificar las actividades se cumplieron a lo programado; Con registro fotográficos Asistir a las reuniones de seguimiento y administrativos, deberá tener trabajo seguro en altura nivel avanzado.

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
<b>ING.COSTOS</b>	<p>Profesional en áreas de ingeniería y/o administración, con experiencia de 4 años con experiencia en el control de costos y presupuestos de obra. Debe tener experiencia en Consolidación de información enviada por las obras para informes de costos, revisión y presentación del control de costos, realizar facturación mensualmente. Seguimiento del costo del mantenimiento del tanque, Análisis de rendimientos. Elaboración de presupuesto creación de insumos AP.U e ítem. Aprobación de pedidos adicionales. - Revisión y trámite de proyecciones de obra con alta capacidad de análisis orientada al logro. Buen manejo de Excel tablas dinámicas. Entregar los soportes al cliente para tramitar los cortes de obra para estructuración de los pagos. Asistir a las reuniones de seguimiento y administrativas. Deberán tener una dedicación del 100% y estar vinculado en la ejecución de las actividades del objeto del contrato.</p>
<b>ING, RIESGOS</b>	<p>Profesional (Administrador de empresas, economista, contador, finanzas, o ingeniero) con al menos un posgrado en: Gestión de Riesgos, Gestión de Riesgos Financieros, Administración de Riesgos y Seguros, gestión de riesgos y control de instituciones financieras, estadística aplicada, finanzas cuantitativas. Administración de Riesgos, Finanzas, mercado de capitales, economía o matemáticas. Mínimo 7 años, gerente de auditoría en riesgos, especialista de riesgos, analista de riesgos o auditor de gestión de riesgos o encargado de implementar y/o ejecutar Sistemas de Gestión de Riesgo del proyecto.</p>
<b>SUPERVISOR DE OBRA</b>	<p>Tecnólogo o técnico mecánico con experiencia 5 años en Supervisar, coordinar las actividades de los trabajadores en el mantenimiento del tanque y verificar los tiempos que dura en cada actividad que realicen en un documento suministrado por el ingeniero planeador. Debe tener curso de altura y coordinador de izaje de alturas.</p>

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
<b>SOLDADOR 1A</b>	Formación académica Tecnólogo o técnico Soldador 1A, Con experiencia mínimo de 4 años en mantenimiento de tanque, Tecnólogos 5 años de experiencia y bachiller técnico 10 años de experiencia, certificación para trabajo en alturas y certificación para trabajos en espacios confinados. Con conocimientos en la aplicación de soldadura en tuberías, tanques, con certificación en procedimientos de aplicación de soldadura API y ASME.
<b>METALMECANICO</b>	Formación académica tecnólogo o profesional ingeniero metalmeccánico, con experiencia 3 años en el sector de hidrocarburo, inspeccionar las actividades de armado del techo y fondo, Participar activamente en la implementación de sistemas de gestión o cualquier otra actividad en pro de la optimización y mejoramiento en el proceso del mantenimiento del tanque y sus colaboradores. Debe tener curso de altura en avanzado.
<b>TUBERO</b>	Formación académica: secundaria o técnico Experiencia: 4 años en montajes de tanques de almacenamiento, propio del cargo, con labores específicas técnico práctico, aptitud y manejo de máquinas y herramientas, interpretar planos de montaje mecánico, coordinar e inspección de ayudantes,
<b>AYUDANTES</b>	Formación académica: Básica secundaria con experiencia de 3 años, recibir las instrucciones del maestro y/o supervisor y cumplir con las tareas especificadas en los plazos estimados, desarrollar las actividades de construcción de acuerdo a las especificaciones dadas por el ingeniero residente. Optimizar el uso de los recursos utilizados en la ejecución del proyecto, Cumplir con las labores asignadas, cumplir con todos los procedimientos de trabajo, normas y reglamentos que establezca el contratista, Cumplir con las normas y especificaciones de seguridad. Contar con certificado de territorialidad y ser del área de influencia. Certificado de territorialidad.
<b>OBREROS</b>	Formación académica: Básica primaria para realizar excavación manual, rocería, retiro de escombros y replanteo, contar con certificado de territorialidad y ser del área de influencia. Certificado de territorialidad

<b>PERFIL REQUERIDO PARA MANTENIMIENTO T-K 109</b>	
<b>ELETRICISTA</b>	Profesional Ingeniero Electricista, Electrónico con experiencia de 5 años en mantenimiento de tanque en el manejo de información de ingeniería (diagramas, reportes, conexión, otros), Conocimiento en aplicación de normas de seguridad industrial. • Conocimiento y/o experiencia en análisis y diagnóstico de fallas en equipos de facilidades industriales, Conocimiento y/o experiencia específica en aplicación de metodologías y técnicas análisis de causa raíz (RCA). Conocimientos en: medición de tanques, , toma y registro de reportes de equipos. • Conocimientos en indicadores de gestión de mantenimiento. Asistir a reuniones de seguimiento, certificado en curso de altura.
<b>SANDBLASTERO</b>	Formación académico: Secundaria se requiere Sandblastero para laborar en limpieza Abrasiva de tanque. Con experiencia 3 años en limpieza SSPC-10.
<b>PINTOR</b>	Formación Académico: secundaria o tecnólogo con experiencia de 4 años en el sector de hidrocarburos. Para operar equipos de preparación de superficie, manejo de pintura industrial. Cumplir con todo las especificaciones del objeto contrato para la aplicación de pintura, Certificado altura avanzado.
<b>MAESTRO DE OBRA</b>	Formación académica : nivel secundario, con experiencia 3 años en Ejecutar y coordinar todo lo pertinente para que se lleven a cabo dentro de las normas establecidas, todas las actividades de obras civiles y todas las demás instrucciones emitidas por su superior jerárquico en ejercicio de sus funciones. Deberá tener carta territorialidad.
<b>RESCATISTA</b>	Formación académica: Tecnólogo con experiencia de 3 años en rescate. Certificado en competencia de rescatista; responderá por la elaboración e implementación del plan de rescate.

**4.10.2 Proceso de gestión de Recursos Humanos** Según acuerdos sociales con la comunidad se estableció la mano de obra no calificadas será 80% de la región 20%, el administrativo es 80% y 20% acordado.

Política de empresa el personal recibirá inducción y capacitación en la política de seguridad de la empresa y del proyecto mediante una charla se informara el alcance de los trabajos, aspecto administrativo y técnicos. El director de proyecto realizara una evaluación de desempeño al equipo de trabajo bimestral en el cual será incluido en el informe de novedades de la persona; asegura que el personal conozca la política del cliente, ya que las labores se realizan dentro de sus instalaciones.

**4.10.3 Plan de Gestión de Comunicaciones** Determinar los canales de comunicación y las necesidades de información de los interesados, es necesario identificar la frecuencia del informe y el tipo de información que se quiere transmitir. Para este proceso se tiene en cuenta: Personas responsables de comunicar, recibir la comunicación, tecnología utilizada, frecuencia de comunicar. Se definió una matriz de comunicaciones permita realizar el seguimiento del proyecto para su ejecución.

**Tabla 8. Matriz de comunicaciones**

MANTENIMIENTO TANQUE K-109						
ITEM	ACTIVIDAD	FRECUENCIA DE INFORMES	MEDIO	RESPONSABILIDAD DE INTERESADO		
				Int.1	Int.2	Int.3

#### **4.11 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO**

Iniciar con la ejecución del proyecto si un análisis de riesgo se determina las reservas para contingencias de plazos y costos que deben Incluir en el plan de dirección del proyecto. Implica una metodología para la identificación del riesgo en cada fase de proyecto tanque k-109 determinada por una evaluación cuantitativa y cualitativa para plan de acción.

El plan de gestión de riesgo en un proyecto, es importante mencionar que se trabajará con riesgos que puedan tener efecto positivo y negativo en los objetivos del proyecto Y se pretende evaluar y priorizar los riesgos para definir planes de acciones para estos, lo cuáles podrán mitigar, reducir y eliminar los causas y potenciar efectos de los riesgos en los objetivos.

Este Plan está alineado con plan de gestión de riesgos de la empresa, y dispondrá de categoría de riesgos pertinentes.

Con un Propósito de ir eliminando los riesgos en la ejecución de las tareas programadas.

**4.11.1 Riesgos en tanques** La causa principal de casi todos los accidentes destructivos en tanques que contienen materiales inflamables, es el incendio. Consecuentemente, los riesgos principales que tratan de eliminarse, son aquellos que causan fuego. Otra causa de accidentes de tanques es lo que se llama falsa operación; que consiste en abrir válvulas equivocadas, derrames, uso impropio de técnicas de limpieza y reparación del tanque. Otro aspecto a tener en cuenta, es lo concerniente a equipo defectuoso.

Los defectos en el equipo incluyen derrames causados por la corrosión, grietas en las soldaduras, válvulas de alivio de presión o de vacío que no funcionan adecuadamente, sistemas de venteo diseñados incorrectamente, y protección inadecuada contra electricidad estática. La pérdida de material por derrames en tanques y sus tuberías, puede traer consigo riesgos a otras propiedades y al personal a considerables distancias, y en el mejor de los casos una continua pérdida económica por el posible escape de materiales valiosos. En lo referente a tanques aéreos sin protecciones físicas, el principal riesgo a los que están sometidos es el golpeo de su estructura portante o paredes por vehículos durante operaciones de carga/descarga. La electricidad estática es una carga eléctrica que

proviene del contacto y separación entre dos cuerpos siendo al menos uno de ellos aislante.

**4.11.2 Proceso de Gestión de Riesgo** La gestión de los riesgos de este proyecto deberá ser realizado en la etapa de planeación y será liderado por el director de proyectos en las reuniones de seguimiento y control del proyecto serán expuesto riesgo presentado en la actividades que no se hayan contemplado en la matriz propuesta; en las reuniones de seguimiento las aprueben.

**Tabla 9. Matriz de Riesgo**

Plan de gestión de riesgos				DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS						
DATOS DE ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS		IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO		Conceptos	Definición	Herramienta y técnicas usadas	Definido por	Aprobado por	Fecha de definición (día/mes/año)	Formato usado para documentación
Presentado por:	LUZ ESTELA RODRIGUEZ VILLA	Nombre del proyecto:	ESTUDIO TECNICO Y FINANCIERO PARA MEJORAS TECNOLOGICA EN MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ECOPEPETROL S.A, EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA	Riesgo	Riesgo es la contingencia de un daño u oportunidad. Un suceso o circunstancia indeterminada que de llegarse a concretar, tiene una consecuencia positiva o negativa en los objetivos de un proyecto.	*@Risk"	Equipo de Trabajo	Director del Proyecto	06/06/2011	M. 091
				Probabilidad	De que el evento del riesgo se presente. (¿Cuál es la probabilidad?) Puede ser expresada como Muy Alto, Medio, Muy Bajo ó como porcentaje (10%).	Software de Estadística				
				Impacto	Consecuencia cuantificable	Matriz Probabilidad impacto				
				Tolerancia al riesgo	Es el nivel, proporción o medida de una circunstancia indeterminada que puede soportar un individuo o una empresa.	Caracterizaciones				
				Categorías de riesgos	Son listas de riesgos que la empresa ha experimentado en proyectos similares (información histórica).	RBS				

PROCESO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS												
Actividad	Descripción general	Recursos necesarios (Financieros, humanos, físicos)	Desarrollo del proceso					Documentación			Se informa a	
			Herramientas y técnicas usadas	Descripción general de la herramienta o técnica	Responsable(s)	Fecha de realización	Frecuencia de aplicación	Formato que se usará	Responsable de			
									Crear	Aprobar		Diligenciar
Identificación de riesgos	Determinar los riesgos que podrían afectar el proyecto y documentar sus características.	Equipo de trabajo, Honorarios de expertos.	Encuestas. Juicio de expertos	Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc. Según el resultado apropiado para la actividad que se está llevando a cabo.	Equipo de trabajo	11/05/2015	Una vez	MPR. 001	Equipo de trabajo	Director del proyecto	Todos los consultados	Equipo de Trabajo
			Lluvia, tormenta de ideas	Una técnica general de recolección de datos y creatividad que puede usarse para identificar los riesgos, ideas o soluciones a incidentes mediante el uso de un grupo de miembros del equipo o expertos en el tema.		08/05/2015		MPR. 002			Equipo de trabajo	
			Método Delphi	Una técnica para recabar información que se utiliza como método para lograr el consenso de expertos en un tema.		11/05/2015		MPR. 003				
			Mátriz Dofa	Esta técnica evalúa cada proyecto desde las perspectivas de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.		15/05/2015		MPR. 004				
			Categorización de riesgos	Son listas de riesgos que la empresa ha experimentado en proyectos similares (información histórica).		20/05/2015		MPR. 005			Director del proyecto	
Valoración cualitativa	Determinar los riesgos principales que se van a analizar más a fondo a través de los procesos de Cuantificación del Riesgo o Definir Planes de Respuesta a los Riesgos	Equipo de trabajo.	Matriz probabilidad impacto	Es una forma usual de establecer si un riesgo se califica bajo, intermedio o elevado a través de la mezcla de las dos dimensiones de un riesgo: su posibilidad de que suceda y su impacto en los objetivos, si el riesgo llegase a ocurrir.	Equipo de trabajo	25/05/2015	Una vez	MPR. 006	Equipo de trabajo	Director del proyecto	Equipo de trabajo	Director del proyecto

PROCESO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS												
Actividad	Descripción general	Recursos necesarios (Financieros, humanos, físicos)	Desarrollo del proceso					Documentación			Se informa a	
			Herramientas y técnicas usadas	Descripción general de la herramienta o técnica	Responsable(s)	Fecha de realización	Frecuencia de aplicación	Formato que se usará	Responsable de			
									Crear	Aprobar		Diligenciar
Valoración cuantitativa	Proceso de analizar numéricamente el efecto de riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.	Equipo de riesgos. Software especializado.	Simulaciones monte Carlo. (gráficas)	Técnica que calcula el costo del proyecto o el cronograma del proyecto al iterar muchas veces utilizando valores de datos iniciales seleccionados al azar a partir de distribuciones de Costos o Duraciones posibles, para calcular la distribución de los Costos totales del proyecto o Fechas de conclusión posibles.	Analista de riesgos	28/05/2015	Una vez	MPR. 007	Analista de riesgos	Director del proyecto	Analista de riesgos	Equipo de Trabajo
			Análisis de sensibilidad.	Una técnica de análisis cuantitativo de riesgos y simulación utilizada para ayudar a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto posible sobre el proyecto.				MPR. 008				
			Árboles de decisión	Técnica que permite analizar decisiones secuenciales basada en el uso de resultados y probabilidades asociadas.				MPR. 009				
Plan de respuesta	El proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.	Equipo de riesgos	Juicio de expertos.	Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, mantenimiento, industria, etc. Según resulte apropiado para la actividad que se está llevando a cabo.	Equipo de riesgos	30/05/2015	Una vez	MPR. 010	Expertos	Director del proyecto	Equipo de riesgos	Equipo de Trabajo
Seguimiento y control	Monitorear nuevos riesgos, riesgos existentes y ejecución de respuestas.	Equipo de riesgos	Reevaluación de riesgos	Los miembros del equipo necesitan periódicamente evaluar los planes de riesgo y ajustarlos de acuerdo a lo que haya sucedido.	Equipo de riesgos.	31/05/2016	Permanente	MPR. 011	Equipo de trabajo	Director del proyecto	Equipo de trabajo	Equipo de trabajo
			Análisis y varianzas de tendencias	Estimación y control de datos basado en el uso de herramientas de estadísticas computacionales, que permite el control de la información.				MPR. 012				
			Reuniones de seguimiento	Los miembros del equipo deben obedecer al cumplimiento en el control de las actividades acordadas en el proceso de planeación.				MPR. 013				

**4.11.3 Análisis cualitativo y cuantitativo del riesgo** Permite una evaluación cuantitativa y cualitativa de los riesgos identificados, se plantea para su valoración de las siguientes tablas de probabilidades.

**Tabla 10. Lista de Probabilidad**

LISTA DE PROBABILIDADES Y VALORES			
Nivel	Probabilidad	Descripción	Rango
5	Muy frecuente	Se espera que el riesgo ocurra en la mayoría de las circunstancias.	51% - 100%
4	Probable	Hay buenas razones para creer que se ocurrirá el riesgo en la mayoría de las circunstancias. Eventualidad de frecuencia alta	21% - 50%
3	Puede ocurrir	Puede ocurrir en algún momento. Eventualidad con frecuencia moderada.	6% - 20%
2	Eventual	Eventualidad poco común o relativa frecuencia.	2% - 5%
1	Rara vez	Eventualidad que no es probable o es muy poco probable.	0% - 1%

Por su parte, el impacto de un riesgo sobre los objetivo del proyecto también se clasifica en escala para poder hacer una priorización delos riesgos.

**Tabla 11. Escala de Impacto**

LISTA DE IMPACTO Y CONSECUENCIAS			
Nivel	Impacto	Consecuencias	Rango en Millones
1	Insignificante	Riesgo que puede tener un pequeño o nulo efecto en el desarrollo del proceso y que no afecta el cumplimiento en el costo	De 0 a 5
2	Menor	Riesgo que causa un daño menor en el desarrollo del proceso y que no afecta mayormente el cumplimiento en el costo	De 5 a 10
3	Moderado	Riesgo cuya materialización causaría un deterioro en el desarrollo del proceso dificultando o retrasando el cumplimiento del en el costo, impidiendo que éste se desarrolle en forma adecuada.	De 10 a 100
4	Mayor	Riesgo cuya materialización dañaría significativamente el desarrollo del proceso y el cumplimiento en el costo, impidiendo que éste se desarrolle en forma normal.	De 100 a 500
5	Catastrófico	Riesgo cuya materialización influye gravemente en el desarrollo del proceso y en el cumplimiento del en el costo, impidiendo finalmente que éste se cumpla.	Mayor a 1.000

## 4.12 PLAN DE LA GESTIÓN DE ADQUISICION

**4.12.1 Planificar la gestión de las Adquisiciones** La gestión de adquisiciones de este proyecto, se rigen sobre política establecida y procedimiento con documentación necesaria para realizar los pedidos de propuesta y presupuesto que están establecidos en los criterios que se utilizan para el proceso de selección de proveedores y contratación de la empresa **Diseño y montajes industriales**.

**Figura 8. Proceso de selección de proveedor**



**4.12.2 Efectuar las Adquisiciones** El proceso de los materiales para realizar la ejecución de este proyecto al coordinador de compras gestionar las relaciones con los proveedores para su aprovisionamiento de material para el proyecto.

## 5. CONCLUSIÓN

El desarrollo de esta monografía permite una contribución al conocimiento de la dirección de proyectos aplicado área de mantenimiento de tanques del sector hidrocarburos, que sirva de guía a otros proyectos en la empresa *Diseño y montaje industriales Ltda.* En este trabajo se logra implementar; buenas prácticas de la administración de proyecto.

Por medio del trabajo desarrollado se logra evidenciar que al planificar un mantenimiento correctivo en un tanque de almacenamiento, es necesario establecer los procedimientos adecuados para la reparación, contemplado las normas y procedimiento específicos, control de calidad, tomando en cuenta el equipo necesario, las herramientas, materiales, mano de obra y el equipo de seguridad para ejecución de las actividades de la correspondientes.

La herramienta Microsoft Project, facilita al director del proyecto, programador y equipo de especialista, el seguimiento y control de las actividades a ejecutar y el presupuesto.

Con la guía del PMBOK® Quinta Edición, se logra asegurar una planeación más detalla para la gestión del proyecto en al que se tuvieron en cuenta las mejoras en el uso de herramientas y equipos, así minimizando costos por demora en la entrega de los trabajos.

Con este proyecto permite tener una guía para la empresa, estar enfocado en trabajar en la mejora permanente en la gestión de proyectos; cuidando de asegurar la calidad y minimización tiempo de entrega de los trabajos.

## BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTO Normas API 650 Novena edición

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTO Normas API 653 segunda edición

DEPÓSITOS Y TANQUES: Tipo mantenimiento y causa de rotura [en línea]  
disponible en:  
[Documentacion/publico/i18n/catalogoimagenes/grupo.cmd?path=1030494](http://Documentacion/publico/i18n/catalogoimagenes/grupo.cmd?path=1030494)

LLEDÓ Pablo. Como aprobar el examen PMP® segunda Edición-Victoria, BC  
Canadá. 2013

PMBOK Fundamentos para la dirección de proyectos quinta edición

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Base de datos Biblioteca