

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO ANZOÁTEGUI**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**"ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS DE TIEMPO PARA UN  
PROYECTO DE INVERSIÓN DE CAPITAL DE UNA EMPRESA  
PETROLERA"**

**Trabajo de grado presentado a la Universidad de Oriente como requisito  
parcial para optar al título de INGENIERO INDUSTRIAL**

Realizado Por:

---

**Br. Rosavirginia Del Valle Fuentes Rojas**

**CI: V-16.798.885**

Barcelona, Marzo de 2009

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO ANZOÁTEGUI**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**"ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS DE TIEMPO PARA UN  
PROYECTO DE INVERSIÓN DE CAPITAL DE UNA EMPRESA  
PETROLERA"**

Revisado y Aprobado Por:

Ing. Marvelis González

---

Asesor Académico

---

Firma

Ing. Ana María Cipriani

---

Asesor Industrial

---

Firma

Barcelona, Marzo de 2009

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO ANZOÁTEGUI**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS**  
**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INDUSTRIALES**



**"ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS DE TIEMPO PARA UN  
PROYECTO DE INVERSIÓN DE CAPITAL DE UNA EMPRESA  
PETROLERA"**

EXCELENTE

Calificación

Revisado y Aprobado Por:

Ing. Marvelis González

Asesor Académico

Firma

Ing. Ana Márquez

Jurado

Firma

Ing. Nayi Wells

Jurado

Firma

Barcelona, Marzo de 2009

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los trabajos son propiedad exclusiva de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento expreso del Consejo de Núcleo respectivo, quien participará al Consejo de Universidades”

## DEDICATORIA

Este logro está dedicado en primer lugar a mi abuela Rosina, que aunque no se encuentra físicamente entre nosotros, se que siempre estuvo y estará a mi lado como un ángel, guiándome, iluminándome y protegiéndome. Sé que en el cielo te sientes orgullosa de tu nieta mayor.

A mis padres, esto, es por ustedes y para ustedes. Por darme el amor, apoyo y las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día. Son mi ejemplo, mi orgullo y mi vida entera. Es por ustedes, por lo que valen, porque admiro su inteligencia y fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A toda mi familia: mi abuelo, mis tíos, hermanos y primos, quienes siempre han creído en mí y me han brindado todo el cariño y apoyo necesario e incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Antes que nada, dar gracias a DIOS, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón, iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi abuela, porque sé que desde el cielo guiaba y siempre guiará cada uno de mis pasos.

A mis padres, por ser mi fuerza y mi apoyo para seguir adelante con éste, y todos los proyectos de mi vida, por estar siempre a mi lado y ser mi ejemplo a seguir.

A mi hermosa familia, por siempre procurar mi bienestar, brindarme su apoyo y amor, y por siempre estar pendiente de mi crecimiento personal y profesional.

A la profesora Marvelis González, por su asesoría, colaboración, sugerencias y confianza, mi más sincero agradecimiento.

Al Ing. Ana María Cipriani, por su invaluable colaboración, asesoría, disponibilidad y amistad brindada desde el primer día de mis pasantías.

Al Ing. Fernando Galvis, siempre generoso y dispuesto como pocos, que compartió conocimientos y experiencias de tipo profesional y personal que fueron de gran valor.

Al Ing. Salomón Rivas, por su valiosa ayuda que me permitió continuar con mi proyecto cuando más lo necesitaba.

Al Sr. Numa Reyes, porque siempre le voy a agradecer el haberme ayudado a conseguir mis pasantías.

En general, quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de este trabajo de grado, con sus altos y bajos y que no necesito nombrar porque tanto ellos como yo sabemos que desde los más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

## ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
RESUMEN	XV
CAPITULO I: EL PROBLEMA	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 ALCANCE	18
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 JUSTIFICACIÓN	19
1.5 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	21
1.5.1 Reseña histórica	21
1.5.2 Autoridades y responsabilidades	24
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	40
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	40
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	43
2.2.1 Riesgos	43
2.2.2 Riesgo en un proyecto	43
2.2.3 Gerencia del riesgo	44



2.2.4	Análisis de riesgos de tiempo	45
2.2.5	Factores de riesgos típicos que pueden afectar la realización de un proyecto	53
2.2.6	Cronograma de ejecución	55
2.2.7	Principios generales de la gestión de riesgos	55
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO		57
3.1	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	57
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	57
3.4	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	58
3.5	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	59
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL		61
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES	61
4.1.1	Ubicación	61
4.1.2	Rol de la refinería Puerto La Cruz	62
4.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA REFINERÍA	63
4.2.1	Unidades de procesos	64
4.2.1.1	Unidad de destilación DA-1	64
4.2.1.2	Unidad de destilación DA-2	67
4.2.1.3	Unidad de fraccionamiento de nafta – unidad 03	70
4.2.1.4	Unidad de Destilación Atmosférica DA-3	72
4.2.1.5	Unidad de craqueo catalítico	76
4.2.1.6	Unidad de tratamiento Merox	81
4.2.1.7	Unidad de alquilación	82
4.2.2	Unidades de tratamiento y recuperación de azufre	87
4.2.2.1	Unidad de amina (sistema de tratamientos de gases, STG)	87

4.2.1.2 Unidad despojadora de aguas agrias (DAA)	88
4.2.2.3 Unidad recuperadora de azufre	88
4.2.3 Servicios industriales Refinería Puerto La Cruz	89
4.2.3.1 Sistema de agua potable	90
4.2.3.2 Sistema de agua de enfriamiento	92
4.2.3.3 Osmosis inversa	93
4.2.3.4 Sistema de generación de vapor	94
4.2.3.5 Sistema de aire comprimido	94
4.2.3.6 Sistema de generación eléctrica	95
4.2.3.7 Sistema de tratamiento de aguas servidas	96
4.2.3.8 Sistema de tratamiento de efluentes de proceso (STEP)	97
4.2.3.9 Sistema lagunar Guaraguao	97
4.2.3.10 Sistema lagunar El Chaure	98
4.2.4 Plantas de hidroprocesos	98
4.2.4.1 Unidad hidrotratadora de Nafta unidad 19.	98
4.2.4.2 Unidad de reformación CCR – unidad 20	99
4.2.4.3 Sistema de mechorrio	100
4.2.4.4 Unidad de despojamiento de aguas agrias (U46)	100
4.2.4.5 Unidad de recuperación de azufre - U48	101
4.2.4.6 Unidad de tratamiento de gas de cola – CLAUSPOL/ incineración - U49	102
4.2.4.7 Sistema de recuperación de condensado	103
4.2.4.8 Sistema de gas combustible	103
4.2.4.9 Unidad de hidrotatamiento de diesel – unidad 45	104
4.2.4.10 Unidad de amina	104
4.2.4.11 Sistema de agua de enfriamiento	105
4.2.4.12 Sistema de gas inerte	106

CAPITULO V PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	108
5.1 TIPOS DE RIESGOS IDENTIFICADOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	108
5.2 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO	121
5.3.1 Severidad de los factores de riesgo potenciales	121
5.3.2 Duraciones para el análisis de montecarlo	131
5.3.3 Resultados de la simulación montecarlo	136
CAPITULO VI: PLAN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS	170
6.1 PLAN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS PARA EL PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ	170
CAPITULO VII: ESTIMACIÓN DE COSTOS	174
7.1 COSTOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN TIEMPO	174
7.1.1 Pago durante el periodo de pasantía	174
7.1.2 Cursos para el manejo de los Softwares	174
7.1.3 Costos de papelería	176
7.1.4 Costos asociados a las propuestas del Plan de Mitigación	176
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
8.1 CONCLUSIONES	178
8.2 RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA	183
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Pag.</b>
4.1. Rendimientos de la unidad DA-1	66
4.2. Calidad de los productos de la unidad DA-1	67
4.3. Rendimiento de la unidad DA-2	70
4.4. Rendimiento de la unidad DA-3	75
4.5. Calidad de los productos de la unidad DA-3	76
4.6. Rendimientos de la unidad FCC	81
4.7. Rendimientos de la unidad de alquiler	87
4.8. Características de los turbogeneradores de la Refinería	96
5.1. Factores de riesgo	113
5.2. Severidad de los factores de riesgo	123
5.3. Duraciones para el análisis montecarlo	132
5.4. Resultados de la simulación	137
5.5. Análisis de sensibilidad	158
7.1 Pago de pasantías	174
7.2 Cursos para el manejo de softwares	175
7.3 Costos de papelería	176
7.4 Resumen de costos asociados a la elaboración del proyecto	177

## LISTA DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Pág.</b>
1.1. Organigrama proyecto CPRPLC	32
1.2. Organigrama Gerencia de Operación, Mantenimiento y Arranque	33
1.3. Organigrama Gerencia de Procura	34
1.4. Organigrama Gerencia de Construcción	35
1.5. Organigrama Gerencia de Calidad y Mejores Prácticas	36
1.6. Organigrama Gerencia SI-AHO	37
1.7. Organigrama Gerencia de Recursos Humanos	38
1.8. Organigrama Gerencia de Finanzas y Administración	39
4.1 Ubicación de las Refinerías Puerto la cruz y San Roque	61
4.2 Distribución de crudos y productos de la Refinería P.L.C	62
4.3 Dieta y productos de la Refinería Puerto La Cruz	63
4.4. Unidad de craqueo catalítico	77
4.5. Diagrama de la planta de alquilación simplificado	83
4.6. Agua de enfriamiento P.L.C	92

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Nº</b>	<b>Pág.</b>
5.1 Fin del proyecto	157
5.2 Análisis de sensibilidad	160
5.3 Duración de la ingeniería básica	161
5.4 Duración de la ingeniería de detalles	162
5.5 Duración de la contratación (Ejecución de obras electromecánicas)	163
5.6 Duración de la ejecución de obras electromecánicas	164
5.7 Duración de la contratación (Ejecución obras automatización)	165
5.8 Duración de la ejecución de obras de automatización	166
5.9 Duración del precommissioning	167
5.10 Duración del commissioning	168
5.11 Duración del arranque	169

## RESUMEN

Este análisis se realizó debido a que el proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, el cual permitirá procesar el crudo pesado proveniente de la faja del Orinoco (16° API) y convertirlo en destilados de alto valor comercial, requiere conocer los riesgos que afectarían sus objetivos de tiempo de ejecución. Constó de 3 etapas: la primera de ellas fue la identificación de riesgos, donde se determinaron mediante reuniones con expertos y personal con experiencia, los factores que tendrían impacto sobre los objetivos de tiempo del proyecto. Seguidamente fue necesario establecer la severidad de estos factores en nuevas reuniones y entrevistas, lo cual permitió recolectar datos para continuar con la etapa de evaluación de riesgos realizándose una simulación mediante el método montecarlo utilizando el software @Risk. Los resultados de esta simulación determinaron que la probabilidad acumulada de que el proyecto finalice en la fecha planificada (30 de Marzo de 2012) es menor al 5%, y que el valor del 80% de probabilidad acumulada, corresponde al 31 de Mayo de 2012, la cual representa la fecha más pesimista de finalización; la ruta crítica del proyecto está conformada por actividades sobre las cuales se deben tomar las debidas medidas para controlar los factores de riesgos que tienen impacto sobre las mismas. Para esto, se realizó un plan de mitigación de riesgos usando métodos de resolución de problemas considerando las características las opciones, estrategias y contingencias.

# **CAPITULO I: EL PROBLEMA**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Todo proyecto de inversión de capital tiene cierto grado de incertidumbre, ya sea negativa o positiva, acerca del nivel de desempeño del proyecto que se puede lograr.

El análisis de riesgos de tiempo es una herramienta que permite identificar, analizar y evaluar los riesgos en tiempo de ejecución de un proyecto para diseñar estrategias de mitigación.

Mediante el análisis de riesgos de tiempo se determina la variabilidad del tiempo de ejecución de un proyecto. Las variaciones de tiempo dependen de las duraciones optimista, deseada y pesimista asignadas a cada actividad. Su aplicación a proyectos específicos requiere de sentido común y del uso de buenos criterios de gerencia y de ingeniería. Este análisis debe ser cualitativo y cuantitativo.

Cada proyecto involucra una serie de riesgos que impactan sobre los objetivos de tiempo. El logro de estos objetivos requiere que los riesgos asociados sean identificados tempranamente y mitigados como una parte integral del proceso de gerencia de un proyecto.

Petróleos de Venezuela S.A. es la corporación estatal de la República Bolivariana de Venezuela que se encarga de la exploración, producción,



manufactura, transporte y mercadeo de los hidrocarburos. PDVSA cumple con todas las actividades propias del negocio petrolero, constituyéndose en una corporación verticalmente integrada, que abarca todos los procesos, desde la explotación hasta la comercialización de los hidrocarburos gaseosos, no gaseosos, y sus derivados.

La refinería Puerto la Cruz es uno de los centros de procesamientos de crudo más importantes de PDVSA e integra un circuito de manufactura del petróleo extraído en los campos de los estados Monagas y Anzoátegui. Actualmente procesa 180 MBD de crudos livianos y medianos y cuenta con una capacidad instalada de 210 MBD. No cuenta con las facilidades y adecuación necesarias para el procesamiento de crudos pesados y extrapesados (P/XP).

PDVSA ha decidido llevar adelante un proceso de conversión profunda de su refinería de Puerto la Cruz, con el objeto de procesar principalmente crudo pesado merey 16 °API, procedente de la faja Petrolífera del Orinoco y aumentar la recuperación de destilados de alto valor comercial. El Proyecto cuenta con la aprobación de la junta directiva de PDVSA y está enmarcado dentro del plan de desarrollo de la corporación. Además utilizará tecnología propia desarrollada por INTEVEP/PDVSA: HDHPLUS ®. El objetivo de este proyecto es maximizar el procesamiento de crudos pesados en la refinería para cubrir la demanda interna y exportar combustibles (gasolina, jet, diesel y naftas) que cumplan con las regulaciones del mercado internacional y darle cumplimiento a las premisas establecidas en la Unidad de Negocios de Refinación y al Plan de Desarrollos de PDVSA 2005-2012.

El proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz requiere de la elaboración de un análisis de riesgos de tiempo, tomando en cuenta las indicaciones de un procedimiento aplicable a todos los proyectos de PDVSA.

El análisis de riesgos de tiempo para el proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto La Cruz se realizó con la finalidad de identificar, evaluar, mitigar y controlar los riesgos que tienen impacto sobre los objetivos de tiempo del proyecto. Este análisis permitió obtener información más precisa para la toma de decisiones, equilibrando el riesgo y el beneficio, otorgando al equipo de proyecto una herramienta para identificar y controlar riesgos y así tomar mayor conciencia del mismo como una variable que debe ser gerenciada. De igual manera se minimiza la incertidumbre y reduce la posibilidad de desviarse de los objetivos de tiempo.

## **1.2 ALCANCE**

Este proyecto se desarrolló en la Gerencia de Refinación, específicamente en el Proyecto Conversión Profunda Refinería de Puerto la Cruz. Abarcó desde la identificación de los factores de riesgos de tiempo, el análisis correspondiente, la clasificación de dichos riesgos y la implantación de acciones que permitan reducirlos o controlarlos, para maximizar las posibilidades de éxito del proyecto.

Dado el alto grado de confidencialidad de algunos datos y elementos del Proyecto Conversión Profunda, la utilización de algunos softwares se realizó de manera controlada y los datos obtenidos de las reuniones de trabajo para el análisis de riesgo sólo permitieron el acceso a divulgar los

resúmenes y conclusiones: de estos resúmenes se recabó suficiente información para la elaboración del análisis.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Elaborar un plan de riesgos de tiempo para un proyecto de inversión de capital de una empresa petrolera.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Definir la situación actual del proyecto Conversión Profunda Refinería de Puerto La Cruz.
2. Identificar los factores de riesgo que son críticos para el logro de los objetivos de tiempo del proyecto.
3. Establecer la severidad de los factores de riesgo potenciales.
4. Hallar la probabilidad de logro de los objetivos de tiempo del proyecto.
5. Desarrollar un plan de mitigación de los riesgos inherentes al proyecto.
6. Estimar los costos asociados a la realización del análisis de riesgos.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Venezuela posee grandes reservas de petróleo pesado y extra pesado en la faja petrolífera del Orinoco. Este petróleo debe ser procesado para convertirse en crudos livianos y aumentar el proceso de recuperación de destilados, los cuales son de alto valor comercial. Todo esto permitirá cubrir

la demanda interna y los excedentes se podrán exportar incrementando el ingreso de recursos para el país.

La refinería de Puerto la Cruz tiene en la actualidad capacidad para procesar doscientos diez mil barriles diarios (210 MBD) de crudo liviano pero no cuenta con la infraestructura necesaria para el procesamiento de crudo pesado (P) ni extra pesado (XP).

Estudios previos realizados por PDVSA determinaron la necesidad de reacondicionar la refinería de Puerto la Cruz mediante un proyecto de transformación de los patrones de refinación conocido como Conversión Profunda, el cual permitirá procesar crudos de 16° API procedentes de la faja Petrolífera del Orinoco logrando obtener, con tecnología propia desarrollada por INTVEP/PDVSA, gasolina, jet, diesel y naftas para consumo interno y para la exportación.

Dada la importancia del Proyecto de Conversión Profunda de la Refinería de Puerto La Cruz, se hace necesaria la elaboración de un análisis de riesgos de tiempo, siguiendo los parámetros internos, con lo cual se podrá identificar, evaluar, mitigar y controlar los riesgos que impactarían sobre el proyecto, a fin de gerenciarlos y minimizar la incertidumbre que podría ocasionar desvíos de los objetivos de tiempo de implementación y desarrollo del proyecto.

## **1.5 GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.5.1 Reseña histórica**

Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima (PDVSA), es una empresa estatal venezolana que se dedica a la explotación, producción, refinación, mercadeo y transporte del petróleo venezolano. Fue creada por decreto gubernamental para ejercer tales actividades luego de la nacionalización de la industria petrolera, comenzando actividades el 1 de enero de 1976. PDVSA fue catalogada en 2005 como la tercera empresa petrolera a nivel mundial. Actualmente, es la petrolera con mayores reservas petrolíferas del mundo, alcanzando una suma total de 3,1 billones de barriles.

La totalidad de acciones de la empresa le pertenece al estado venezolano y se encuentra adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo. En la Constitución de 1999 está contemplado que la empresa mantenga el monopolio exclusivo de los hidrocarburos que se encuentren en el subsuelo venezolano (petróleo, gas natural y orimulsión, entre otros) y que sus acciones no pueden ser vendidas a particulares. No obstante, la empresa puede asociarse y entregar concesiones para la prestación de cualquier servicio relacionado con sus productos.

### **División y estructura de la empresa**

PDVSA está dividida en cuatro unidades de trabajo, según las funciones que realiza cada una:

- Exploración y producción: área encargada de la evaluación, exploración, certificación y perforación de yacimientos de petróleo. Siendo el primer eslabón de la cadena, cubre además la perforación y construcción de los pozos petrolíferos.
- Refinación: área encargada de la separación, mejoramiento y obtención de productos o derivados del petróleo a través de plantas de procesamiento y refinerías.
- Distribución y comercialización: área encargada de colocar los productos obtenidos (crudo y derivados) en los diferentes mercados internacionales.
- Gas: con unas reservas probadas por 147 billones de pies cúbicos, Venezuela es una de las potencias mundiales del sector de hidrocarburos gaseosos.

Petróleos de Venezuela es la tercera empresa en el mundo en capacidad de refinación, capaz de procesar 3,3 millones de barriles diarios de petróleo. Posee 24 refinerías en todo el mundo, 18 de ellas en el exterior y 6 en el país. Entre las instalaciones en suelo venezolano, destaca la refinería más grande del mundo: el Complejo Refinador Paraguaná, en el estado Falcón, con una capacidad de procesamiento de 940.000 barriles diarios de crudo, así como las refinerías de Puerto La Cruz, con una capacidad de procesamiento de 210.000 barriles diarios y El Palito, que refina 130.000 barriles diarios.

La refinería Puerto la Cruz es uno de los centros de procesamientos de crudo más importantes de PDVSA e integra un circuito de manufactura del petróleo extraído en los campos de los estados Monagas y Anzoátegui.

La refinería Puerto la Cruz está ubicada en la costa nor-oriental del país al este de la ciudad de Puerto la Cruz en el estado Anzoátegui; esta refinería cuenta con facilidad de acceso desde el mar Caribe y está conectada por oleoductos con los campos de producción de Oriente.

Geográficamente, esta planta abarca tres áreas operacionales: Puerto la Cruz, El Chaure y San Roque, ubicadas en el norte y centro del estado Anzoátegui.

El manejo de estos volúmenes de producción requiere de 129 tanques de almacenamiento con capacidad para 13,5 millones de barriles de crudo y productos, que son despachados a otras partes del país y al extranjero por el Terminal Marino de Guaraguao, el cual admite en sus siete muelles un promedio de 55 buques mensuales, que pueden transportar 20,2 millones de barriles mensuales. Para la distribución de combustibles al circuito de estaciones de servicio de los estados de Nueva Esparta, Sucre, Monagas, Delta Amacuro, Bolívar, Guárico y Anzoátegui, la refinería porteña cuenta con el sistema de suministro de oriente (SISOR).

Por su ubicación estratégica la refinería cumple con los siguientes roles principales:

- 1) Suplir la demanda del mercado interno de la región Sur-Oriental del país.
- 2) Colocar los productos excedentes en el mercado de exportación.
- 3) Manejar y distribuir la producción de crudos del Oriente del país hasta los mercados de exportación y a las otras filiales.

### **1.5.2 Autoridades y responsabilidades**

Las responsabilidades de los gerentes del equipo de trabajo del proyecto de inversión, básicamente son:

#### **Gerente/subgerente del proyecto Conversión Profunda**

- Responsable de implantar el sistema de la calidad en toda la organización del Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA Refinería Puerto La Cruz (RPLC) y de hacer el seguimiento necesario para garantizar el cumplimiento de este sistema; también tiene la responsabilidad de elaborar el plan de la calidad del proyecto, indicando los requisitos de calidad a ser cumplidos.
- Asegura la asignación y administración de los recursos necesarios para ejecutar el proyecto de acuerdo con los parámetros de calidad, costo, tiempo y seguridad establecidos, entregando como producto el proyecto terminado que incluye los planos “Como Construido” y demás documentación técnica que avalan una operación segura y confiable de las instalaciones asociadas.
- Asegura la protección de la información manejada por terceros, a través de los convenios de confidencialidad, en los casos que se requiera.
- Establece la organización del proyecto.
- Realiza el cierre del proyecto y entrega toda la documentación técnica y administrativa al archivo técnico de la función cliente.
- Identifica y solicita la asistencia técnica requerida por el proyecto.



- Establece el nivel de comunicación para asegurar el intercambio de información oportuno con el cliente.

### **Gerente de ingeniería**

- Coordina y administra el grupo multidisciplinario que conforma la supervisión de ingeniería del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC.
- Supervisa la ingeniería de detalles, ejecutada por terceros para el proyecto, a fin de obtener productos ajustados a los estándares de calidad del proyecto y de PDVSA.
- Apoya al departamento de contratación del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC, en lo relativo a la preparación de los paquetes de licitación, aclaratorias técnicas a los licitantes en obras del proyecto y en la evaluación técnica de ofertas.
- Apoya al departamento de construcción del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC, en lo concerniente a consultas de ingeniería de campo y en la ejecución de ingeniería interna e ingeniería de campo.
- Apoya al departamento de procura del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC al emitir las solicitudes de pedidos (SOLPED) de los materiales de acuerdo con el plan de procura establecido, para cada obra del proyecto, participar en las reuniones aclaratorias con los fabricantes y evaluar las ofertas técnicas recibidas.
- Revisa y efectúa la remisión de los planos “como construido” y los manuales de operación y mantenimiento, a la gerencia de refinación.

### **Gerente de construcción**

- Administra y coordina el grupo multidisciplinario que conforma la supervisión de construcción del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC.
- Efectúa la implantación efectiva del sistema de la calidad en la supervisión de la construcción.
- Revisa los paquetes de construcción de obras y la planificación de estos para impartir los lineamientos y estrategias de ejecución de la construcción.
- Supervisa la construcción ejecutada por los sub-contratistas para el proyecto, a fin de obtener productos ajustados a los estándares de seguridad, higiene, ambiente, calidad, normas y especificaciones establecidas en los contratos de obra.
- Revisa directamente las políticas y planes de seguridad industrial a ser empleados por los sub-contratistas, de manera que garanticen el máximo control en seguridad durante la ejecución de las obras.
- Asegura el control de la construcción de las obras en todos sus aspectos técnicos, administrativos y en concordancia con el plan maestro del proyecto.
- Hace el seguimiento al plan de adiestramiento del personal bajo su cargo.

### **Gerente de planificación y control**

- El propósito general es el de crear y controlar la aplicación de metodologías y normativas para el seguimiento de la ejecución física y financiera del proyecto, de forma tal que permita al gerente del proyecto y empresas contratistas, ejecutar las actividades de ingeniería, procura, contratación, construcción y puesta en marcha, cumpliendo con las metas de tiempo establecidas en los programas maestros para la ejecución física y financiera del proyecto, verificando que la construcción se realice en el tiempo y costos previstos para tal fin.
- Coordina, la elaboración de presentaciones del proyecto ante las diferentes funciones organizacionales y entes externos. Igualmente coordina al personal que conforma la sección de control de ejecución del proyecto.
- Apoya a las gerencias de ingeniería, construcción y gerente de procura, en la aplicación de métodos y técnicas para el control de la ejecución física y financiera de los proyectos.
- Implementa en conjunto con la gerencia de apoyo técnico de la gerencia ingeniería y proyectos, los paquetes computarizados para el control de avance de las obras.
- Analiza la información de avance de la ejecución de los proyectos, a fin de contribuir en su calidad.

**Gerente de procura**

- Responsable de realizar los trámites necesarios para adquirir los equipos y materiales requeridos por el proyecto.
- Elabora el plan de procura del proyecto en función de las necesidades de construcción y coordina junto con el supervisor de ingeniería y el de control de ejecución, la planificación y emisión de las solicitudes de pedido de los materiales y equipos en el tiempo adecuado de acuerdo a lo estipulado en el plan maestro de ejecución del proyecto, realizado por control de ejecución
- Establece el sistema de control de materiales del proyecto.
- Define el tipo de inspección a efectuarse a los materiales y equipos, según su grado de criticidad.
- Coordina junto con el gerente de construcción y el supervisor de control de materiales el cierre contable de materiales entregados a contratistas (consolidación de materiales), utilizando el sistema de control de materiales.
- Establece y supervisa el sistema para el manejo, almacenamiento, preservación y entrega de los materiales y equipos a contratistas.
- Responsable por la elaboración y ejecución del plan de adiestramiento del personal bajo su cargo.

**Gerente de contratación y administración de contratos**

- Lideriza la ejecución de los procesos de contratación, de acuerdo con los planes y estrategias formulados por la gerencia del proyecto, a fin de garantizar la contratación de las obras y servicios en la fecha prevista, según

las normas de contratación de obras y servicios del manual de contratación de PDVSA, así como velar por el cumplimiento de lo establecido en dicho manual.

- Lideriza la conformación de los paquetes de contratación a fin de asegurar que cuenten con información comercial, planos y especificaciones normalizadas y actualizadas de acuerdo con los procedimientos y normas de la empresa y con las leyes, decretos y resoluciones oficiales aplicables.
- Coordina la revisión y evaluación para la disponibilidad de las empresas especializadas en ejecución de obras y servicios requeridos en el proyecto, así como también su actuación y experiencia, principalmente en la industria, a objeto de definir el universo de empresas que participarían en procesos de selección.
- Gerencia la administración de los contratos a ser ejecutados en el proyecto, hasta su cierre definitivo, a fin de lograr el cumplimiento de las condiciones y términos contractuales.
- Lideriza las actividades de registro y control de documentos del proyecto, de acuerdo a procedimientos establecidos y a los lineamientos corporativos.

#### **Gerente de aseguramiento de la calidad**

- Revisa y aprueba los planes de calidad presentados por cada una de las organizaciones ejecutoras en la construcción del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC.
- Coordina y dirige al personal bajo su cargo en todo lo relacionado al aseguramiento y control de calidad del proyecto, garantizando estricto

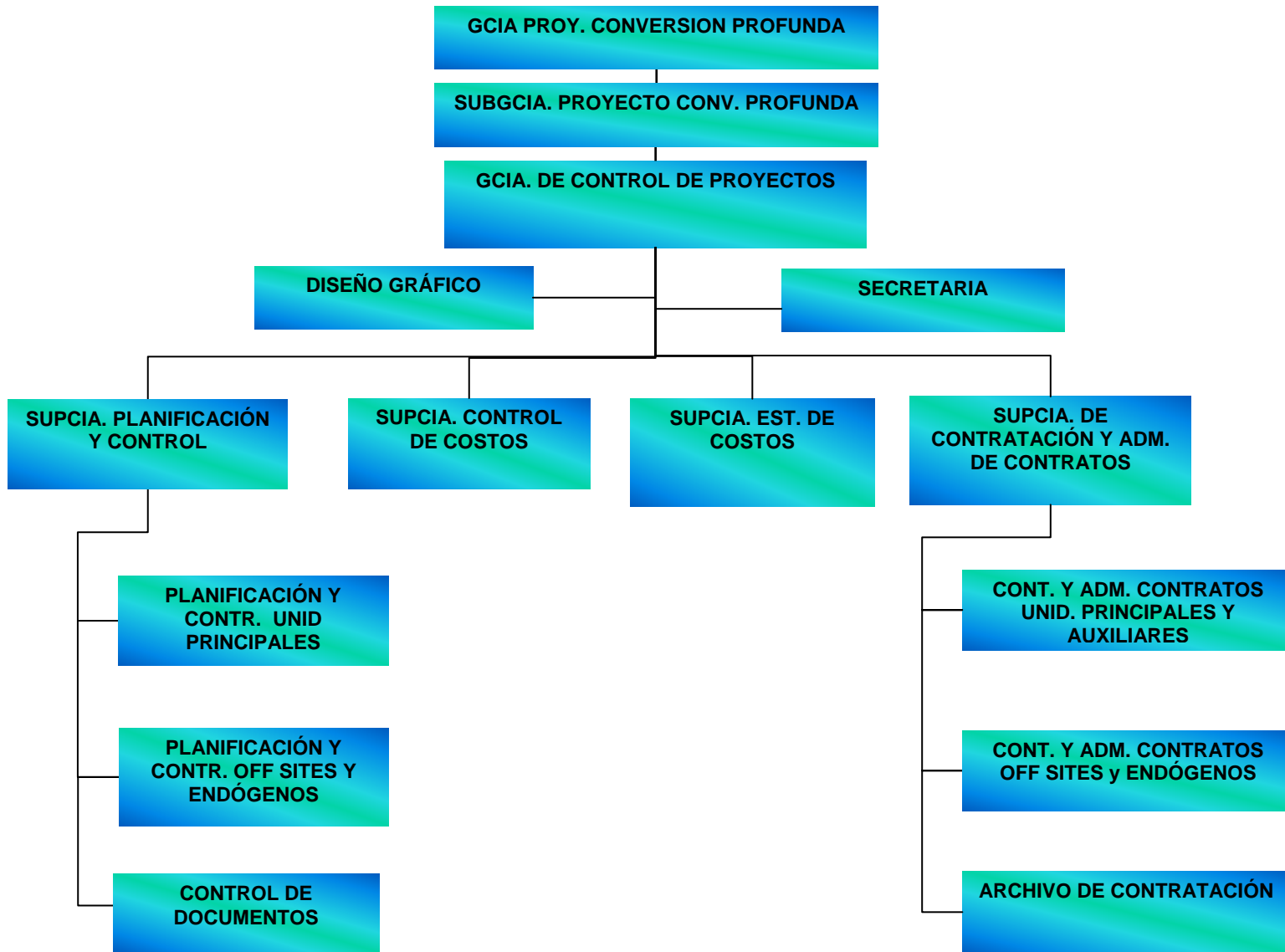
cumplimiento de las especificaciones, planos, normas y códigos aplicables al proyecto.

- Elabora, implementa y hace seguimiento a todos los procedimientos internos de PDVSA en relación al aseguramiento y control de calidad en la construcción del proyecto.
- Planifica y coordina la implementación de un sistema de información continua y auditable con las actividades de Aseguramiento y control de calidad en construcción (ACCC) a fin de suministrar a la gerencia los elementos necesarios para la oportuna toma de decisiones, antes de llegar a niveles de calidad inaceptables, durante la construcción del proyecto.
- Diseña un sistema de retroalimentación para prevenir recurrencia de desviaciones similares.
- Revisa y aprueba todos los planes de Inspección y ensayos a ser utilizados en la construcción de la obra.
- Elabora, implementa y hace seguimiento al procedimiento de acciones correctivas.
- Vela por el buen uso de las horas-hombre contratadas por PDVSA para el personal de Inspección en campo y debe proporcionar, a tiempo y de manera adecuada, el personal de inspección necesario para así evitar demoras en la ejecución del proyecto.
- Emite, a la gerencia del proyecto, el Informe final de ACCC del proyecto, en el cual quedan todas las evidencias de que el proyecto fue construido de acuerdo a la calidad exigida por el diseño de ingeniería. Este documento es transferido al dueño de la obra.
- Aprueba la organización y el personal de control de calidad de las contratistas/subcontratistas.

En el desempeño de sus funciones el titular asiste a las siguientes reuniones entre otras:

- Reunión semanal de seguimiento de la gerencia del proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC.
- Con los gerente de construcción PDVSA, a fin de mantenerlos informados de cualquier desviación a los estándares de calidad establecidos en el diseño.
- Con el gerente de control de la calidad del contratista ejecutor de la obra, para la revisión, implementación y seguimiento del plan de calidad.
- Participa en las reuniones aclaratorias relacionados con el plan de calidad propuesto por cada contratista del proyecto.

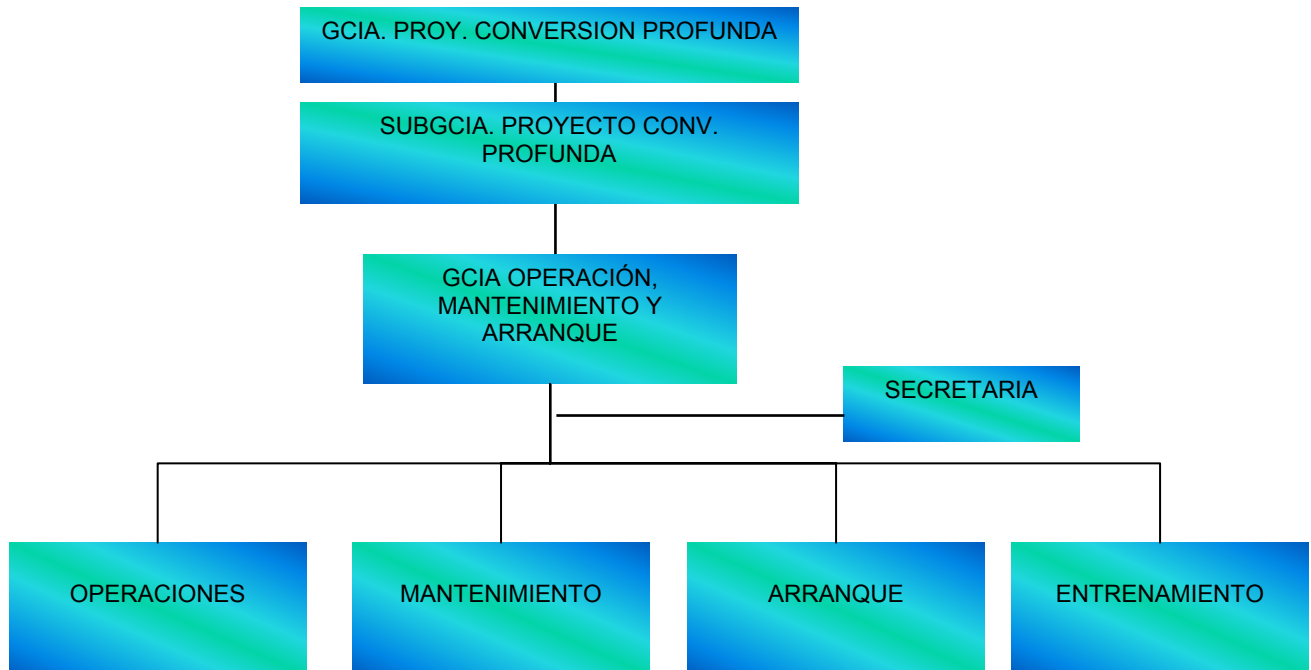
A continuación se presentan los organigramas de las diferentes gerencias involucradas en el Proyecto Conversión Profunda. Ver Figura 1.1 Organigrama proyecto CPRPLC, Figura 1.2 Organigrama Gerencia de Operación, Mantenimiento y Arranque, Figura 1.3 Organigrama Gerencia de Procura, Figura 1.4 Organigrama Gerencia de Construcción, Figura 1.5 Organigrama Gerencia de Calidad y Mejores Prácticas, Figura 1.6 Organigrama Gerencia SI-AHO, Figura 1.7 Organigrama Gerencia de Recursos Humanos, Figura 1.8 Organigrama Gerencia de Finanzas y Administración.



**Figura 1.1. Organigrama Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**

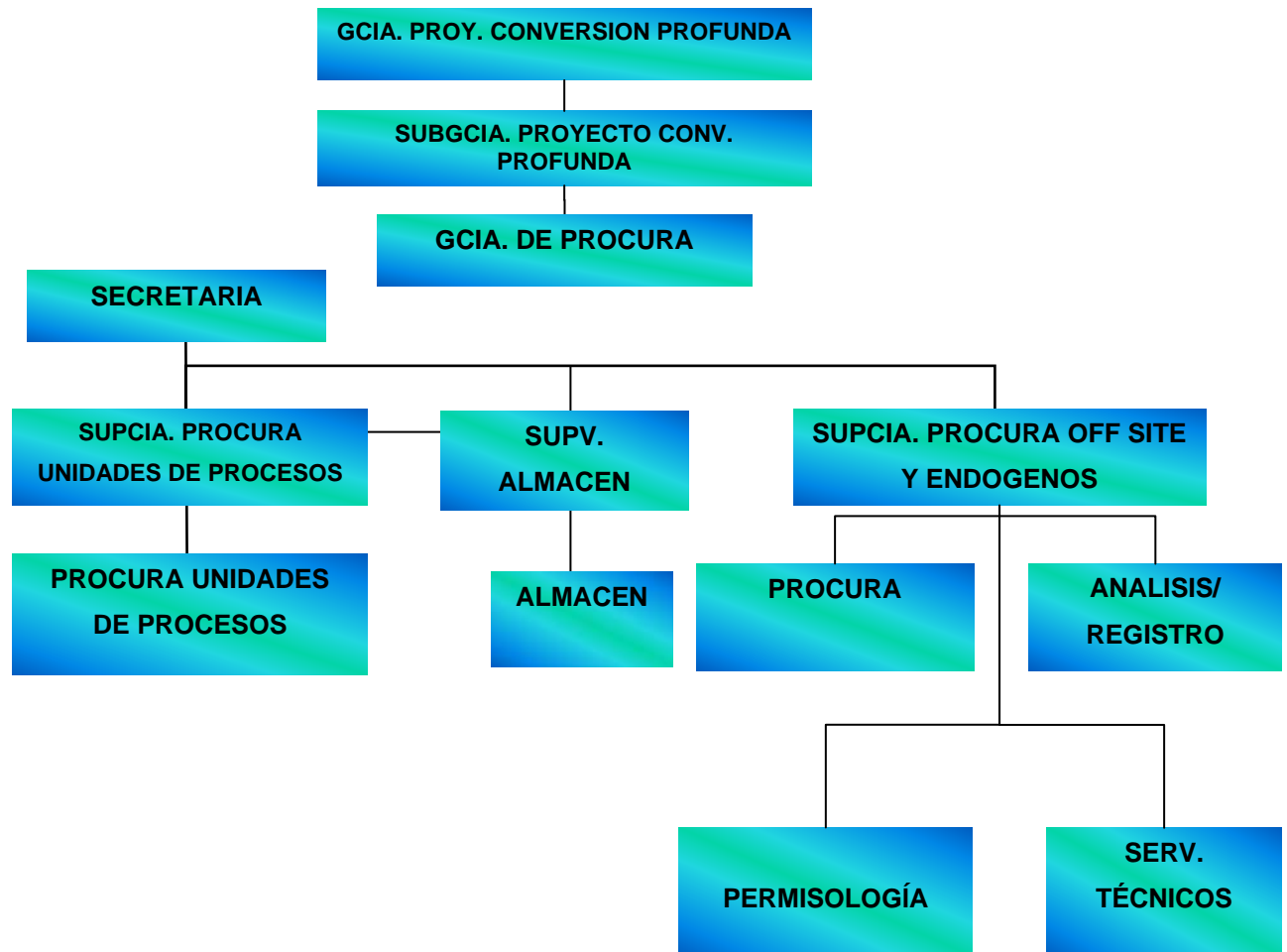
**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**





**Figura 1.2. Organigrama Gerencia de Operación, Mantenimiento y Arranque**

**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**



**Figura 1.3. Organigrama Gerencia de Procura**

**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**

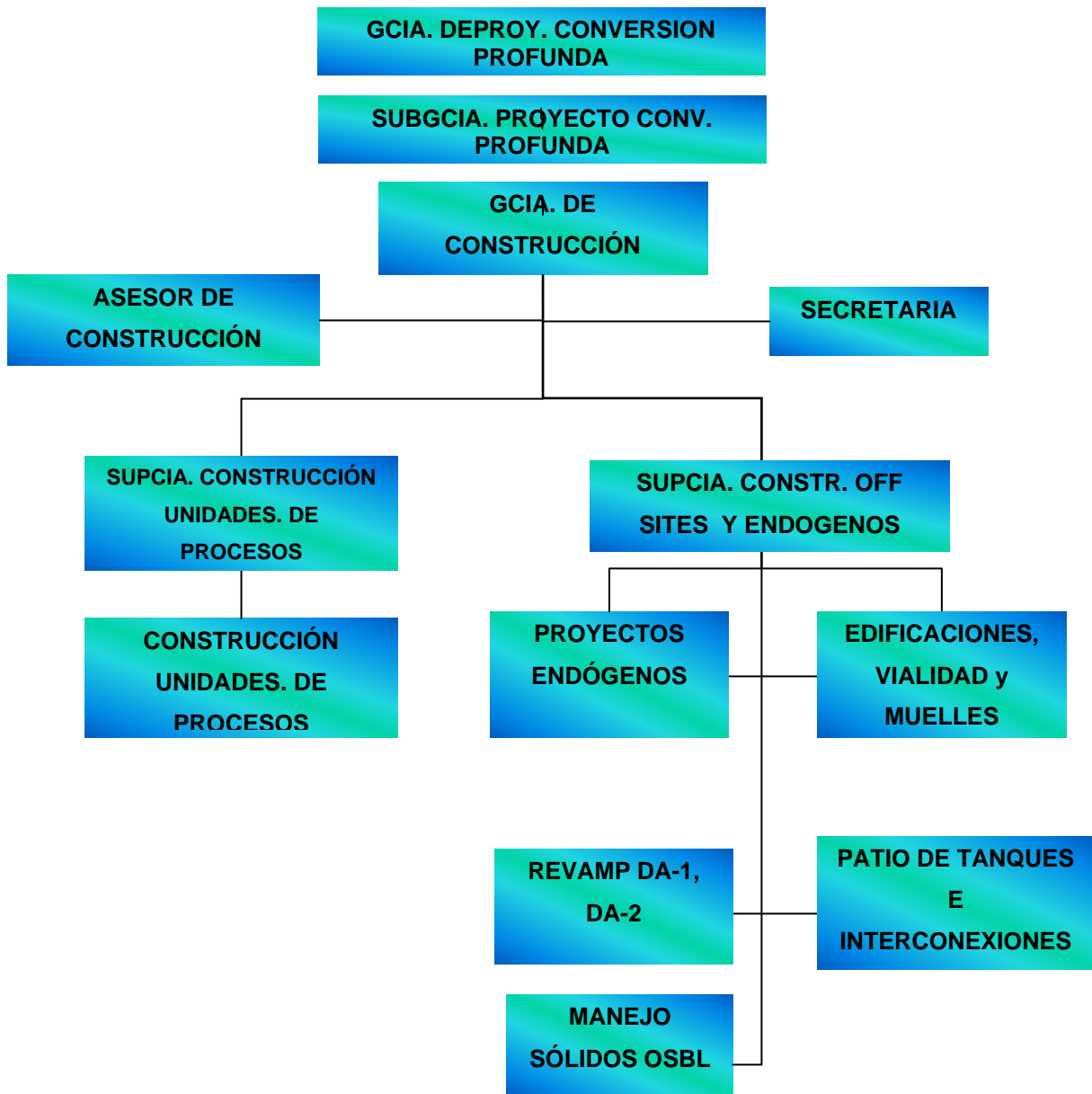
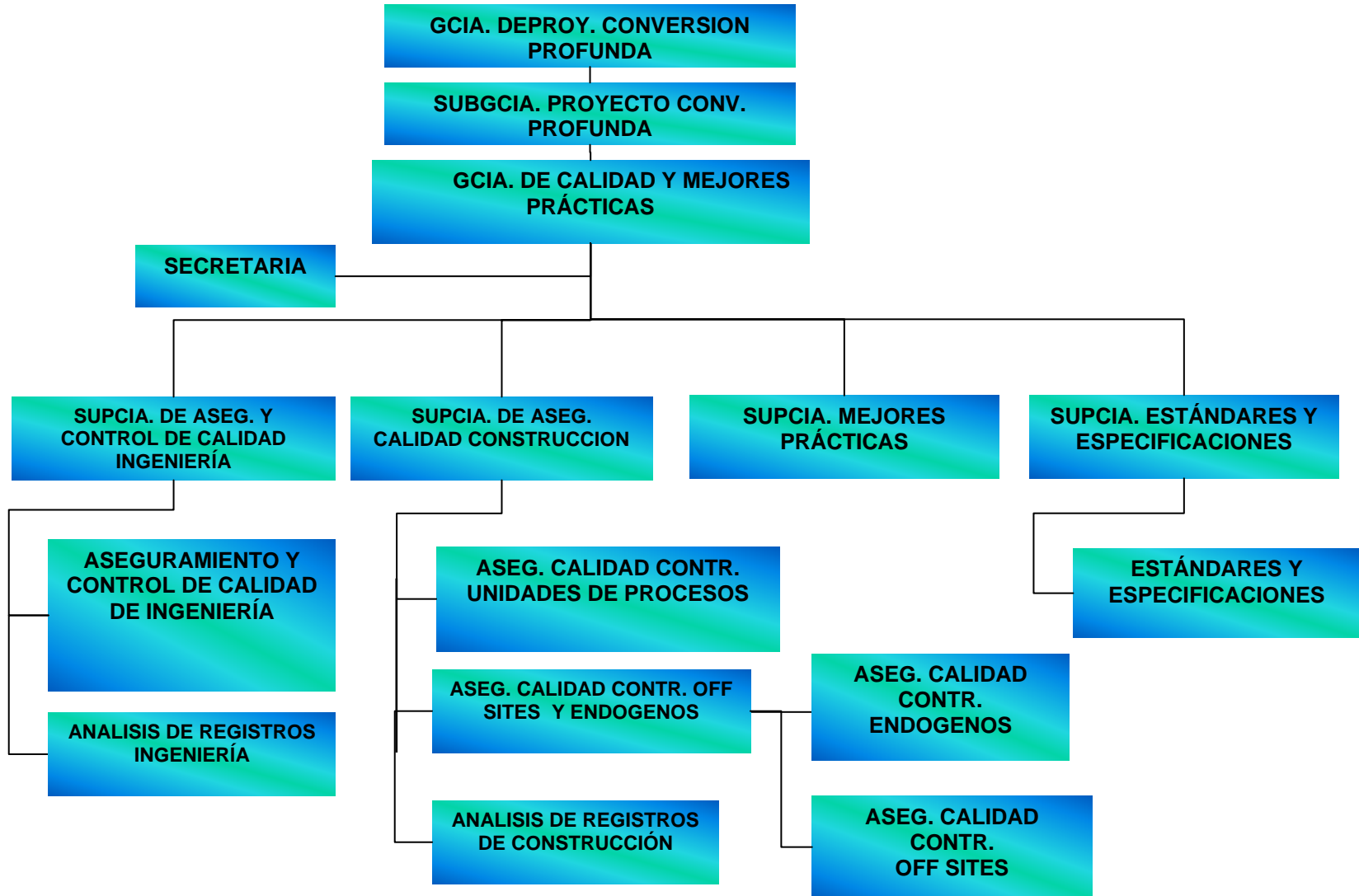


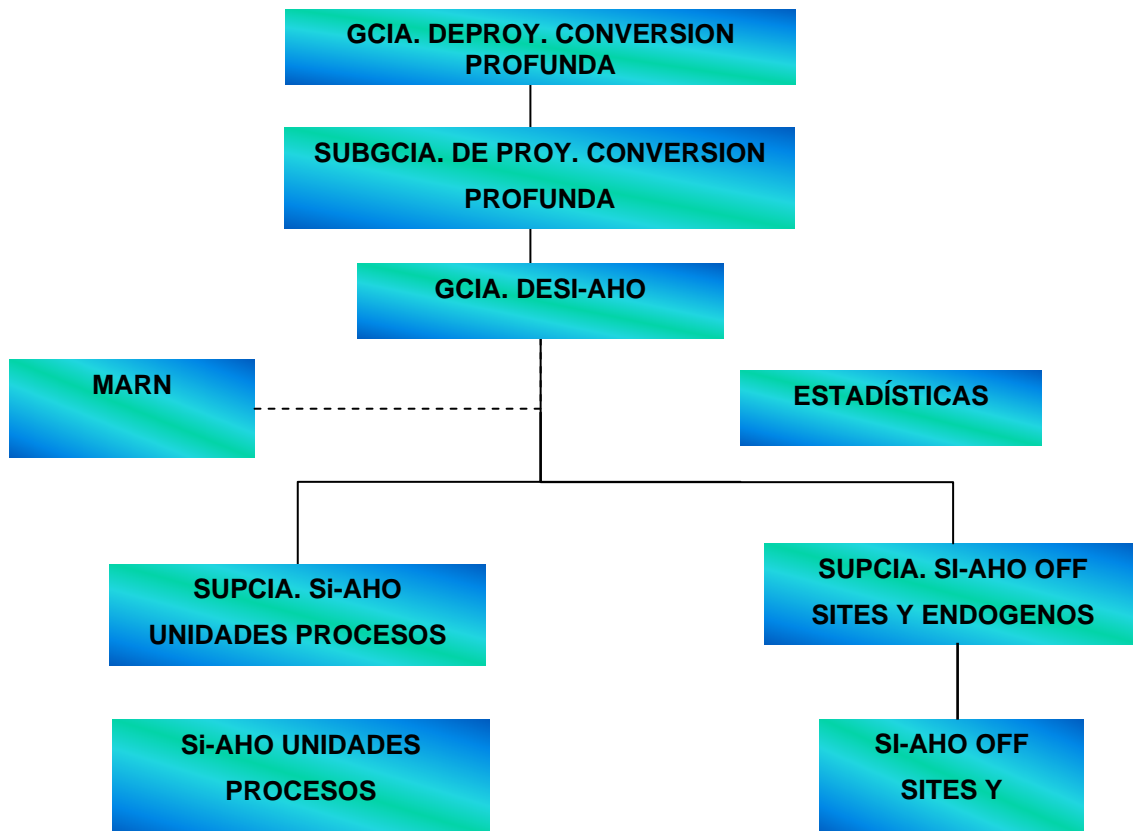
Figura 1.4. Organigrama Gerencia de Construcción

Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC



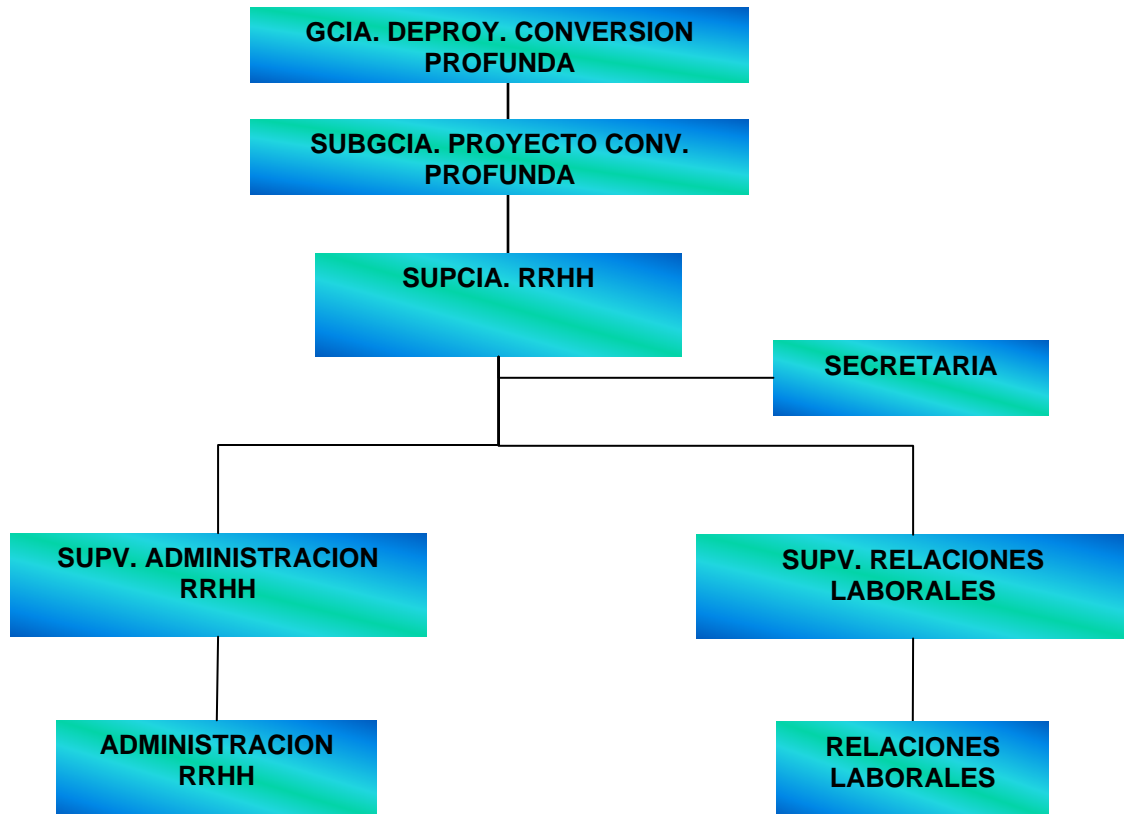
**Figura 1.5. Organigrama Gerencia de Calidad y Mejores Prácticas**

**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**

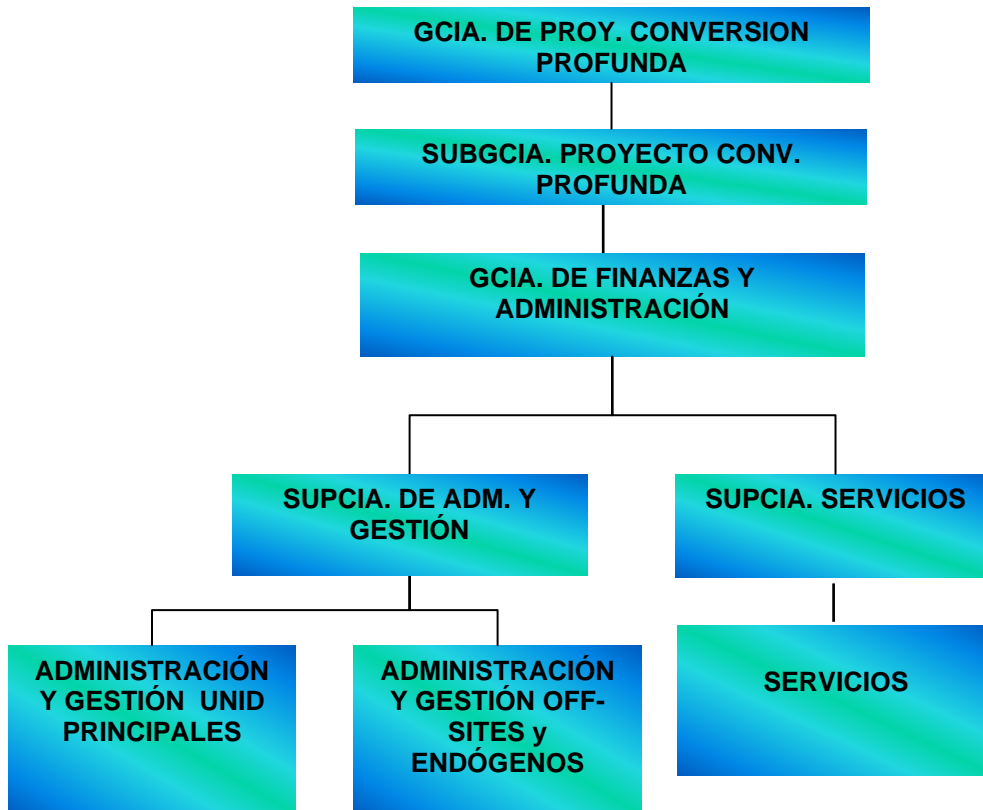


**Figura 1.6. Organigrama Gerencia SI-AHO**

**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**



**Figura 1.7. Organigrama Gerencia de Recursos Humanos**  
**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**



**Figura 1.8. Organigrama Gerencia de Finanzas y Administración**  
**Fuente: Plan de Calidad Proyecto CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC**

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración del proyecto, se revisaron trabajos realizados anteriormente relacionados con la investigación, se hace referencia a los siguientes:

Hernández, N. (1999). **“Análisis de riesgo de tiempo y costos para el proyecto facilidades de manejo y tratamiento de gas Norte de Monagas”** Informe análisis de plan de ejecución, ingeniería y proyectos, PDVSA, Monagas.

En este trabajo se identificaron y evaluaron los riesgos de tiempo y costo del proyecto facilidades de manejo y tratamiento de gas en el Norte de Monagas, el cual consistía en la instalación de un múltiple conformado por dos cabezales de segregación (uno en operación y otro para mantenimiento) de 430 millones de pies cúbicos estandar por día (MMPCSD) de Gas de capacidad y un tren de deshidratación de gas de 430 MMPCSD, con el objeto de aumentar la capacidad de segregación, el manejo y tratamiento del gas del Complejo Muscar y su confiabilidad operativa. Con el desarrollo del análisis de riesgos de costo y tiempo para este proyecto se buscaba diseñar estrategias mitigantes de los factores de riesgo que así lo requieran. Algunas de estas recomendaciones estaban referidas a la procura y la construcción. En cuanto a la procura se recomendó, entre otras estrategias, lo siguiente:



Establecer una estrategia de procura temprana de equipos y materiales mayores para el múltiple, para lo cuál el grupo de ingeniería debe elaborar las requisiciones y especificaciones asociadas y cargar el sistema SAP con las solicitudes de pedidos.

Ingeniería y Proyectos (2001). **“Proyecto de inversión de Nitrógeno en Carito. Análisis de riesgo de tiempo y costos”** Informe análisis de plan de ejecución, Gerencia de Ingeniería y Proyectos, PDVSA, Monagas.

Entre los resultados del análisis de tiempo del proyecto, se contempla que:

Una vez establecidos los rangos de duraciones, se obtuvieron las gráficas de las probabilidades acumuladas de ocurrencias de las fechas de terminación del proyecto, reflejando éstas, la probabilidad acumulada de un 17,3% de que el proyecto sería finalizado en la fecha planificada. Sin embargo se obtuvo un 80% de probabilidad acumulada de que el proyecto sería finalizado 5 meses más tarde, y un 100% de que la finalización del proyecto sería antes de 7 meses después de la fecha planificada.

En cuanto al análisis de costos, se observa que:

La gráfica de probabilidad de costo para el fin del proyecto, representa un 88% de que el estimado de costos clase IV realizado al proyecto, tiene un 88% de probabilidad acumulada de que ocurra, sin embargo, es importante mencionar que a diferencia de otros análisis, en éste se ha considerado la contingencia dentro del estimado.

Manufactura y Mercadeo, (2001). **“Proyecto Reparación y Adecuación puesto 1 muelle El Palito. Análisis de Riesgo de Costo y Tiempo”**. Informe Análisis de Plan de Ejecución, Manufactura y Mercadeo, PDVSA, Carabobo.

Este proyecto tenía como objetivo reparar los daños ocasionados en el puesto 1 por la colisión del B/T “Bárbara Palacios”, de acuerdo con las inspecciones civiles, mecánicas, estructural y la ingeniería de reparación.

Se realizó un análisis de riesgos en costo y tiempo, del cual se destacan los siguientes resultados:

La existencia de un 80% de probabilidad de iniciación del permiso de M.A.R.N. para el 15 de Junio del 2001. Igualmente se observa que la fecha planificada, 23 de Mayo 2001, no presenta una probabilidad acumulada de cumplimiento.

Un 80% de probabilidad de que se finalice el proyecto para el 15 de Mayo del 2006. Igualmente se observa que la fecha planificada, 25 de Marzo del 2005, no presenta probabilidad de ocurrencia.

Probabilidad acumulada de un 80% de que el proyecto se realizaría en un costo menor al estimado.

Una de las acciones mitigantes que se consideraron, fue “Completar la organización con una clara definición de los roles y responsabilidades en la etapa de transición cuando el equipo de trabajo está pasando de la dirección de definición a la dirección de implantación. Se debe definir conjuntamente con Implantación el soporte que requerirá el equipo de trabajo en cuanto a seguimiento de procura, las garantías en el logro de las metas en los procesos licitatorios, a la inspección efectiva de las obras, protección integral y apoyo en el área de relaciones laborales.”

## **2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **2.2.1 Riesgos**

Es una medida del potencial de pérdida económica o humana en términos de la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado, junto con la medida de sus consecuencias adversas. (Norma venezolana Covenin 2270:1995.)

- **Clasificación de los riesgos según su severidad/impacto**

-Bajo riesgo: las consecuencias no son severas y las pérdidas asociadas serán relativamente pequeñas. Las ocurrencias individuales tienen muy poco o ningún efecto en la continuidad de provisión de servicios o productos.

-Riesgo medio: riesgos que tienen un efecto notable en la producción. Originan interrupción en la provisión de servicios o productos. No ocurren frecuentemente y son difíciles de predecir.

-Alto riesgo: pueden tener un efecto catastrófico en la operación de la organización o el servicio. Crean interrupciones en los procesos y son extremadamente difíciles de predecir. (IPA, 2002)

### **2.2.2 Riesgo en un proyecto**

El riesgo se puede definir como un suceso posible, que puede obstaculizar el cumplimiento de las metas de un proyecto. El riesgo tiene

asociado una probabilidad de ocurrencia y un impacto sobre el proyecto con consecuentes desviaciones.

Son las implicaciones de la existencia de incertidumbre acerca del nivel de desempeño del proyecto que se puede lograr. Todos los proyectos tienen un cierto grado de incertidumbre, negativa o positiva. (Heredia, 1995)

### **2.2.3 Gerencia del riesgo**

Es un proceso que consiste en controlar el impacto de los riesgos dentro de la inversión, los costos operacionales, el tiempo de ejecución, la calidad del proyecto y los objetivos de mercado, mediante la toma de medidas apropiadas para mitigarlos o eliminarlos.

La gerencia del riesgo es entendida como el proceso de medir, determinar y desarrollar estrategias para manejar el riesgo. Las estrategias empleadas incluyen generalmente la transferencia del riesgo, las formas de evitarlo y la reducción del efecto negativo del riesgo en los casos particulares. La gerencia del riesgo tradicional se centra en los riesgos que provienen de causas físicas o legales. La gerencia de

riesgo financiera, por otra parte, se centra en los riesgos que se pueden manejar usando los instrumentos financieros de negociación. La gerencia de riesgo intangible se centra en los riesgos asociados al capital humano, tal como riesgo del conocimiento, riesgo de la relación, y riesgo del contrato-proceso. (López, 2005)

- **Roles en la gerencia de riesgos**

- **Negocio:** asegurar que los recursos adecuados estén disponibles para manejar los riesgos.

- **Alta gerencia:** debe promulgar y apoyar las políticas de gerencia de riesgo.

- **Gerente del proyecto:** manejo y control de los riesgos dentro del proyecto.

- **Gerente de riesgo:** responsabilidad y autoridad para que el proceso de gerencia de riesgo sea aplicado efectivamente.

- **Miembros equipo del proyecto:** identificación, evaluación y desarrollo de soluciones. (Graves, 2000)

## **2.2.4 Análisis de riesgos de tiempo**

- **Definición**

Es una metodología de gerencia que le permite al nivel de decisión correspondiente analizar opciones de manejo de riesgos, de tal manera de eliminar la posibilidad de exceder los límites establecidos en cuanto al tiempo de ejecución.

El análisis de riesgos de tiempo puede realizarse en todas las fases del proyecto, siendo estrictamente obligatorio para efectos de aprobación durante la fase de definición. El análisis de riesgos de tiempo efectuado durante la fase de implantación es una herramienta que ayuda

considerablemente en la ejecución del proyecto. Este análisis debe ser cualitativo y cuantitativo. (PDVSA, 2001)

- **Ventajas del análisis de riesgos de tiempo**

- Información más precisa para la toma de decisiones (equilibrando el riesgo y el beneficio)

- Mayor conciencia del riesgo como una variable del proyecto que debe ser gerenciada.

- Otorga al equipo de proyecto una herramienta para identificar y controlar riesgos.

- Minimiza el sobre optimismo o pesimismo de la gerencia de proyectos.

- Minimiza la incertidumbre.

- Reduce la posibilidad de desviarse de los objetivos de tiempo.

- Permite determinar el riesgo remanente, el cual puede ser gerenciado con muchas posibilidades de éxito. (IPA, 2002)

- **Etapas del análisis de riesgos de tiempo**

- 1) Identificación de riesgos**

- Descripción:

- Se determinan que riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y se documentan las características de cada uno.

- Debe ser ejecutado sobre una base regular de la duración del proyecto.

Debe atender tanto a riesgos internos como externos. Los riesgos internos son aquellos que el equipo del proyecto puede controlar o influenciar. Los externos son los que están fuera del alcance del equipo del proyecto.

- Recursos necesarios

- Documentación disponible del proyecto.
- Políticas de la organización con respecto a riesgos.
- Expertos en la materia. Generalmente consume el tiempo de las personas más ocupadas, con más experiencia y más conocimiento sobre el proyecto y proyectos similares.

- Técnicas

Listas de chequeo: lista de actividades para la recolección de datos necesarios para el análisis.

Tormenta de Ideas: el equipo de proyectos, contratistas y expertos, generan ideas a “mente abierta” de los potenciales riesgos del proyecto. Generalmente existe la presencia de un facilitador que guía/orienta a los participantes.

Tabla FODA: tabla de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, muy útil en la identificación de riesgos. La tabla FODA es una herramienta de análisis estratégico, que permite analizar elementos internos o externos de programas y proyectos.

Flujogramas de causa efecto: es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa (por su creador, el Dr. Kaoru Ishikawa, 1943), ó diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de la causa.

Diagramas de análisis de fuerzas: en estos diagramas se categorizan los factores de riesgos positivos y negativos según su potencial para generar o evitar cambios en el proyecto.

Reuniones con expertos: la experiencia de personas con conocimiento sobre el proyecto ayuda a identificar los riesgos según su fuente (leyes y regulaciones, socios, operaciones, evaluación del diseño), tipo, impacto, etc.

- Resultados

Se genera una lista de riesgos potenciales, fuentes, causas de riesgo, agrupados en categorías de posibles eventos o impacto. Igualmente se determinan los pasos a seguir en el análisis de riesgo.

## **2) Evaluación de riesgos**

- Descripción

Su objetivo es determinar los eventos de riesgos (factores) que merecen el desarrollo de una respuesta.

El equipo de trabajo pudo haber identificado una cantidad importante de riesgos, pero por limitaciones, sólo puede analizar los riesgos que más impacten.



- Recursos necesarios

- Lista de riesgos
- Procedimientos establecidos (plan de gestión de riesgos)
- Lecciones aprendidas (información disponible en la organización, registro de riesgos)
- Apoyo de personal con experiencia.

- Técnicas

a) Método cualitativo: evalúa impacto y probabilidad. Se dan prioridades a los riesgos de acuerdo con su efecto en los objetivos del proyecto (costo, cronograma, calidad, etc)

b) Método cuantitativo: métodos numéricos más específicos. Para este método se utilizan herramientas como:

-Análisis de sensibilidad: este se refiere al impacto que sobre las metas del proyecto tendrían las posibles variaciones de los parámetros dependientes pero tomados individualmente.

- Evaluación por escenarios: brinda la oportunidad de analizar el impacto sobre las metas del proyecto al combinar más de una variable o aspecto al mismo tiempo (escenarios). Generalmente se puede plantear como escenarios optimistas y pesimistas.

- Árbol de decisión: consiste en identificar los hechos y las decisiones posibles. El árbol de decisión es un diagrama que representan en forma secuencial condiciones y acciones; muestra qué condiciones se consideran

en primer lugar, en segundo lugar y así sucesivamente. Este método permite mostrar la relación que existe entre cada condición y el grupo de acciones permisibles asociado con ella.

- Simulación Montecarlo: es un método estadístico que combina todas las posibles combinaciones derivadas de parámetros de un proyecto. El método montecarlo es un método no determinístico o estadístico numérico usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud.

La simulación de montecarlo fue creada para resolver integrales que no se pueden resolver por métodos analíticos. Es un proceso computacional que utiliza números aleatorios para derivar una salida, por lo que en vez de tener entradas con puntos dados, se asignan distribuciones de probabilidad a alguna o todas las variables de entrada. Esto, generará una distribución de probabilidad para una salida después de una corrida de la simulación.

Existen varios softwares que realizan análisis de riesgos utilizando el método montecarlo para evaluar los posibles escenarios en la realización de un proyecto. Entre ellos está el programa @Risk, el cual permite ver todos los resultados posibles de una situación, e indica la probabilidad de que ocurran.

- Resultados

- Registro actualizados de riesgos.

- Probabilidad de lograr los objetivos de tiempo.

- Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo.

### 3) Plan de mitigación

- Descripción

Consiste en elaborar un plan de acción para los factores de riesgo que impactan sobre el proyecto.

Usa métodos de resolución de problemas considerando las características las opciones, estrategias y contingencias.

Un plan de mitigación de riesgos debe ser apropiado a la gravedad de los mismos. Se deben considerar las oportunidades de tener éxito y al mismo tiempo ser realista en el contexto del proyecto.

La efectividad de una respuesta planificada determinará directamente si el riesgo aumenta o disminuye para el proyecto.

- Recursos necesarios

- Análisis de riesgos
- Plan de ejecución del proyecto (cronograma)
- Políticas de la empresa con respecto a riesgos.

- Técnicas

Para cada uno de los riesgos, altos y/o medios, se deben definir los posibles planes de respuesta.

Para cada alternativa de respuesta identificada se debe definir el tiempo de implementación y el porcentaje de eficiencia del plan.

Se debe seleccionar cual es la mejor respuesta para el riesgo, en función de su eficiencia.

Para cada riesgo identificado se debe presentar su causa, impacto, responsable y rol, respuesta y plazo para implementar la respuesta, plan de contingencia y reserva.

- Resultados

-Lista de riesgos con:

Descripción

Causa e impacto

Respuesta

Plazo para implementar la respuesta

Plan de contingencia y reserva. (IPA, 2002)

Forma de presentación

Los análisis de riesgos de tiempo se presentarán en un informe bajo la siguiente estructura:

- Hoja de portada: identifica la propuesta de inversión o gasto, la organización que la origina (área o división de PDVSA), el nombre e indicador de los responsables de la preparación, revisión y aprobación del análisis y su fecha de emisión.

- Hoja de contenido o índice: referencia de las secciones que integran el cuerpo del informe del análisis de riesgos de tiempo.

- Cuerpo del informe del análisis de riesgos de tiempo:

- Alcance
- Identificación y evaluación de riesgos potenciales de tiempo
- Resultados del análisis de riesgos de tiempo
- Plan de mitigación
- Recomendaciones
- Anexos. (PDVSA, 2001)

### **2.2.5 Factores de riesgos típicos que pueden afectar la realización de un proyecto**

Riesgos externos - impredecibles

- Peligros naturales - (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos)
- Eventos al azar - (por ejemplo: sabotaje, vandalismo, colisiones)
- Cambios reguladores - (por ejemplo: estándar de diseño, producción, ambiente)
- Influencia del gobierno

Riesgos externos - predecibles

- Condiciones del mercado - (por ejemplo: suministro y precio de insumos, demanda, competencia, precio del producto)
- Condiciones operacionales - (por ejemplo: gastos)
- Fluctuaciones de moneda

- Tendencias de inflacionarias
- Cambios en los impuestos
- Influencia cultural
- Condiciones de mercado para productos y servicios de proyectos - (por ejemplo: talleres especializados, contratistas, carga de trabajo, precios)
- Condiciones ambientales

#### Riesgos internos - técnicos

- Condiciones heredadas - (por ejemplo: el "site", facilidades existentes, problemas ambientales)
- Cambios en la tecnología
- Manejo inapropiado de nueva tecnología
- Riesgos de "performance"

#### Riesgos internos - no técnicos

- Alcance pobre de definición y control
- Carencia de planificación
- Alineamiento y trabajo en equipo pobre
- Estimados y tiempos de duración no realísticos
- Retrasos en las aprobaciones de fondos y diseños
- Gerencia de proyecto no efectiva
- Recursos inadecuados
- Aplicación no efectiva del procedimiento de análisis de riesgos de costo y tiempo.
- Carencia de fondos propios
- Seguridad pobre en la construcción
- Relaciones adversas

### Riesgos de Ejecución

- Condiciones ambientales adversas
- Baja efectividad en la contratación
- "Performance" pobre de la contratista y del proveedor
- Condiciones adversas de labor, costos y productividad

### Riesgos Legales

- Licencias, patentes
- Riesgos contractuales
- Riesgos ambientales - permisos. (PDVSA, 2001)

## **2.2.6 Cronograma de ejecución**

El cronograma de ejecución (preferiblemente a través de redes de precedencia de actividades, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos) determina la secuencia lógica a seguir en esta fase del proyecto. Igualmente indica las fechas programadas de inicio y finalización de las actividades, representando en forma de barra la duración de las actividades. (PDVSA, 2001)

## **2.2.7 Principios generales de la gestión de riesgos**

Principio 1: la gestión de riesgos debe adoptar un enfoque estructural (formal)

Principio 2: la protección de la salud humana debe ser la consideración primordial en las decisiones sobre gestión de riesgos.

Principio 3: la gestión de riesgos debe comprender una comunicación clara e interactiva con todas las partes interesadas en todos los aspectos del proceso.

Principio 4: la determinación de la política de evaluación de riesgos debe constituir un componente específico de la gestión de riesgos.

Principio 5: la gestión de riesgos debe ser un proceso continuo, que toma en cuenta todos los datos que se van generando en la evaluación y el examen de las decisiones adoptadas. (IPA, 2002)



## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Según el nivel o profundidad de conocimiento que se desea obtener, la investigación es descriptiva porque se persigue fundamentalmente la caracterización del problema o característica en estudio a un contexto particular. (Ander Egg, 1987). Los estudios descriptivos son aquellos cuyo objetivo es caracterizar un evento o situación concreta, indicando sus rasgos peculiares o diferenciadores.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

También la investigación pertenece al tipo explicativa, ya que según sus características conceptuales permite al autor descubrir, analizar, comprobar y comprender la realidad de un tema, partiendo de los efectos generales hasta llegar a los particulares estudios y comportamientos de las estructuras, al referirse a los estudios explicativos, Méndez (1996), sintetiza "... ellas se proponen mediante la prueba de alguna hipótesis, encontrar relaciones entre variables que nos permitan conocer el por qué y cómo se producen los fenómenos en estudio."

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Esta investigación se basa en el análisis de riesgos de tiempo como parte del proyecto Conversión Profunda de la Refinería de Puerto la Cruz. La población en estudio la constituye la refinería en su totalidad y la muestra es igual a la población, constituyendo la unidad de estudio.

### 3.4 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de la información necesaria para el desarrollo de este trabajo de investigación se recurrió a la utilización de las siguientes técnicas:

- **Análisis documental:** con el propósito de tener una base teórica más amplia, se revisaron datos secundarios obtenidos de material bibliográfico relacionado con el proyecto, utilizando el apoyo de tesis, libros, manuales y normativas de la empresa. Se consultaron los manuales de procedimientos internos de PDVSA, como el Procedimiento SCIP-MP-G-04-P del Manual de Procedimientos del Sistema Unificado de la Calidad y el Plan de calidad del Proyecto Conversión Profunda, Nro. SC-CP-GG-01-M.
- **Entrevistas de tipo no estructurada:** es una técnica de gran utilidad a emplear, considerada como un proceso de comunicación verbal recíproca, con el fin de recopilar información. Las entrevistas no se limitaron a un cuestionario definido, sino que las preguntas fueron formuladas de acuerdo al tipo de proceso y del área en estudio. Para el desarrollo del proyecto se realizaron una serie de preguntas de tipo no estructuradas con gerentes, superintendentes y profesionales de diferentes ramos con experiencia en proyectos de esta naturaleza.
- **Brainstorming (Tormenta o lluvia de ideas):** es una herramienta de trabajo individual o grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas obvias y sencillas, pues cuando la mente está al límite, suelen surgir las ideas más creativas. El equipo de proyectos, contratistas y expertos, generan ideas a “mente abierta” de los potenciales riesgos del proyecto.

Generalmente se realizó con la presencia de un facilitador para orientar a los participantes.

### 3.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS

- **Análisis de datos:** luego de recopilar y ordenar la información recolectada a través de fuentes bibliográficas, observaciones directas y entrevistas no estructuradas, se procedió al análisis de la información con el fin de realizar un formato que permitiera establecer las acciones para dar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- **Diagrama de Gantt:** para la realización del análisis fue necesario elaborar la red lógica del proyecto o Diagrama de Gantt tomando en cuenta las precedencias de cada actividad.
- **Simulación (Software):** para la evaluación de los factores de riesgo identificados como potenciales, se utilizó la herramienta informática @Risk, la cual utiliza el método montecarlo para determinar la probabilidades ocurrencia de los riesgos.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

#### 4.1.1 Ubicación

La Refinería Puerto la Cruz está ubicada en la costa nororiental del país al este de la ciudad de Puerto La Cruz en el estado Anzoátegui; tiene facilidades de acceso desde el Mar Caribe y está conectada por oleoductos con los campos de producción de Oriente. La conforman las instalaciones de Puerto La Cruz, El Chaure y San Roque (a 40 Km de Anaco, vecina a la población de Santa Ana, Edo Anzoátegui). En la Figura 4.1 se muestra la ubicación de las refinerías Puerto la Cruz y San Roque.



Figura 4.1 Ubicación de las Refinerías Puerto la cruz y San Roque

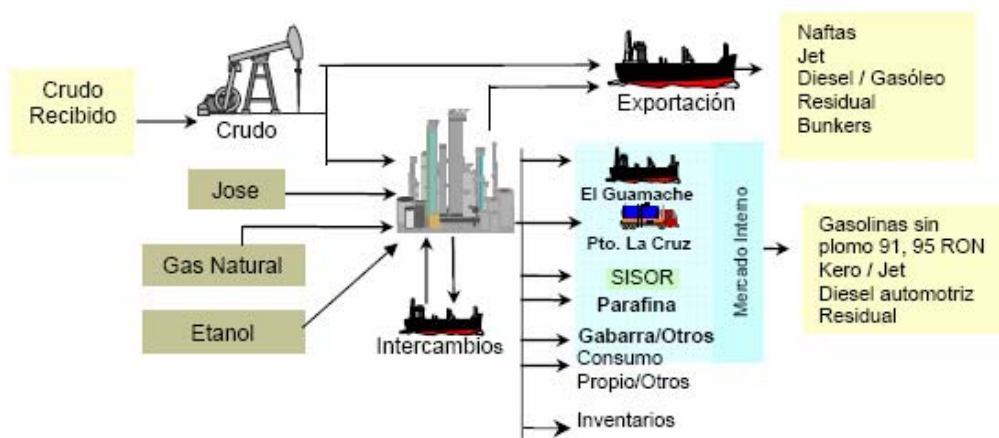
Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.

#### 4.1.2 Rol de la refinería Puerto La Cruz

Por su ubicación estratégica, la refinería Puerto la Cruz cumple tres roles principales:

- Suplir la demanda del mercado interno de la región sur-oriental del país.
- Colocación de los productos excedentes en el mercado de exportación.
- Manejo y distribución de la producción de crudos del oriente del país hacia los mercados de exportación y a las otras filiales.

A continuación, en la Figura 4.2, se muestra la distribución de crudos y productos de la Refinería PLC:



**Figura 4.2 Distribución de Crudos y Productos de la Refinería P.L.C**

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

## 4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA REFINERÍA

La Refinería Puerto la Cruz cuenta con una capacidad nominal para procesar 200 MBD de crudo en sus tres unidades de destilación, de los cuales 45% corresponde a crudo pesado.

La dieta de la refinería es variada, entre los principales crudos tenemos los mostrados en la Figura 4.3:



**Figura 4.3 Dieta y productos de la Refinería Puerto La Cruz**

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

Como insumos a procesos se usa principalmente: isobutano, nafta pesada, gasóleo de vacío y residuo desparafinado (SRQ) y los insumos a mezcla: gas natural, gasolina natural, naftas, alquilato, gasolinas sin plomo y destilados.

## **4.2.1 Unidades de procesos**

Las unidades fundamentales de proceso se describen a continuación:

### **4.2.1.1 Unidad de destilación DA-1**

La unidad de destilación atmosférica DA-1 fue diseñada para procesar 44 MBD de crudo con una gravedad promedio de 30 °API. Sin embargo, debido a las mejoras realizadas en la unidad, se aumentó su capacidad nominal a 80 MBD. Los crudos que conforman las dietas típicas a la planta son: Mesa de 30 °API, Santa Bárbara de 39°API y Merey de 16 °API, este último hasta un 15% v/v. Actualmente, se procesan 79 MBD de crudo 100% Mesa 30°API.

La unidad consta de los siguientes equipos: un desalador eléctrico DS-2000, un tambor compensador de crudo FA-4, una fraccionadora principal, DA-1 cuatro despojadores DA-2/3/4/5, un tambor acumulador FA-1, dos hornos, uno de tiro natural H-751 de 19 MBD y el otro de tiro forzado BA-1 de 72 MBD, una torre despropanizadora DA-6, una torre fraccionadora de nafta DA-8, intercambiadores de calor y equipos rotativos. La instrumentación de la unidad es electrónica y se controla desde una sala central.

El crudo a separar, es bombeado hacia un tren de precalentamiento donde intercambia calor con productos destilados para alcanzar temperaturas cercanas a 250°F antes de ingresar al desalador, donde se le retira agua y sedimentos. El crudo, previamente desalado se continúa precalentando hasta 440°F en otro tren de intercambiadores de calor antes de entrar a los hornos BA-1 y H-751, de donde emerge a 735-740°F. Parcialmente vaporizado pasa a la zona "flash" de la columna de destilación

DA-1 donde ocurre la separación física de cada una de las fracciones de acuerdo al punto de ebullición de las mismas. En el tope se inyecta amoníaco gaseoso para controlar el pH del agua del tambor acumulador (FA-1), amina filmica como inhibidor de corrosión y adicionalmente se inyectan 42 GPM de agua de lavado para remover las sales de cloruro de amonio.

Los productos de esta unidad se distribuyen como sigue:

**Gases de tope:** se comprimen y se envían al sistema de gas combustible de Refinería o se procesa directamente en los hornos BA-1 y H-751. Actualmente es consumido en su totalidad como gas combustible en los hornos de la unidad.

**Gasolina:** una porción se retorna a la torre y la otra ingresa a la torre despropanizadora DA-6. Parte del producto de fondo se envía a la unidad 03 redestiladoras de gasolinas (U-051/052) para su fraccionamiento en nafta liviana (DPN) y nafta pesada (RTB). Esta última es alimentada a la unidad hidrotratadora de naftas.

**Nafta:** se envía a la fraccionadora de nafta DA-8 para obtener mezclas de nafta liviana y pesada. Con la filosofía operacional de “Maximización de Destilados”, la pesada se incorpora a la corriente de diesel pesado o a la corriente de jet, mientras que la liviana va al sistema de naftas. Con la filosofía operacional de “Maximización de Naftas”, ambas corrientes se envían al sistema de naftas. Actualmente, se opera la unidad bajo la filosofía “Maximización de Destilados”, incorporando toda la corriente de nafta al jet.

**Jet y destilados:** la unidad puede operar bajo dos esquemas: jet y diesel liviano. Todos los cortes pueden ser utilizados para mercado interno



y/o exportación. Actualmente, se produce jet que es enviado a la planta de tratamiento para su comercialización como combustible de aviación.

**Diesel pesado:** es enviado a tanques para utilizarse como alimentación a la unidad hidrotatadora de diesel.

**Gasóleo:** se utiliza en su totalidad como parte de alimentación a la unidad de craqueo catalítico en lecho fluidizado (FCC).

**Residual:** es enviado a tanques para ser comercializado como fuel oil 400 SSF (2,0-2,2 %S) con destino al mercado de exportación. La especificación de viscosidad de 380-400 SSF se logra con la adición de aceites de flujo provenientes de la unidad FCC.

Los rendimientos típicos se muestran en la Tabla 4.1:

**Tabla 4.1. Rendimientos de la unidad DA-1**

	<b>100% Mesa</b>	<b>92% M. /8% Merey</b>
<b>Rendimientos, % V</b>		
Gas	1.80	0.45
Gasolina	17.90	13.02
Nafta Total	0.20	1.93
Jet	14.20	12.98
Diesel Pesado	25.20	24.81
Gasóleo	14.00	12.50
Residual	26.80	34.31

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

En cuanto a las calidades de los productos, las podemos observar en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2. Calidad de los productos de la unidad DA-1**

Diesel Pesado, %S	0.90 Apróx.	0.85
Residual, %S	2.00 Apróx	2.06
Viscosidad, (SSF 122 °F)	4000	4700

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

Las calidades del Jet A-1 son: punto final: 560 °F máx, punto de congelación -49 °C máx, punto de humo: 19 °F mín., punto de inflamación: 120 °F mín y azufre: 0.17%.

#### **4.2.1.2 Unidad de destilación DA-2**

La unidad de destilación atmosférica DA-2 estaba diseñada (según capacidad de equipos) para procesar una carga de 90 MBD de crudo Merey con un rango de gravedades de 15.5 - 16.5 °API. Sin embargo, con el remplazo del horno existente sólo puede manejar hasta 72 MBD. Otros crudos que se han procesado en la unidad son: Mesa Monagas, Guafita, cada uno de 30° API (Carga: 30 MBD) y una mezcla de Mesa - Merey denominada Leona de 22 - 24 °API (Carga: 45 MBD). Actualmente se procesan 60 MBD de crudo 100% Merey 16 °API bajo el modo operacional “desalación”.

La unidad posee los siguientes equipos: una fraccionadora principal T-1, dos desaladores D-4A/B, un horno de tipo cilíndrico vertical de tiro natural

H-2 con capacidad nominal de 60 MBD (diseño para 72 MBD), un despojador de diesel T-2, intercambiadores, equipos rotativos.

En el año de 1997, se ejecutó un proyecto para mejorar la confiabilidad de la planta, el cual consistió básicamente en:

- Reemplazo por deterioro del horno (H-1 por H-2).
- Instalación de una nueva línea de transferencia.
- Reinstrumentación electrónica y centralizada de la planta.
- Reemplazo por obsolescencia de la bomba principal de carga P-1 por una bomba accionada con motor de velocidad variable.
- Instalación de bomba de respaldo para rebombeo de crudo a la salida del desalador.
- Reemplazo por capacidad de las bombas de diesel a almacenaje y reemplazo de las líneas de succión y descarga.
- Instalación de dos intercambiadores de calor diesel/crudo (E-10A/B) y uno de reflujo de diesel/crudo (E-4) en el tren de precalentamiento e instalación de un enfriador (con aire) de diesel (E-8C), a fin de disminuir la temperatura del diesel a almacenaje.
- Instalación de un intercambiador de calor residual/crudo (E-2F) para incrementar la temperatura de precalor en el crudo.

La unidad tiene dos filosofías operacionales: “modo desalación” y “modo destilación”.

Básicamente el crudo sigue el mismo proceso con algunas variantes de alineación a los intercambiadores para mayor o menores temperaturas de precalentamiento y transferencia.

El contenido de sal en el crudo Merey se reduce en los desaladores (a 260 °F y 165 psig) de 50 a 18 PTB y BS&W de 1.2%v a 0.4%v. Adicionalmente, se inyectan entre 50 a 70 GPM de agua de lavado. El crudo se precalienta hasta un rango de temperatura de 490-505°F en el tren de intercambiadores de calor antes de entrar al horno H-2, de donde emerge en un rango de temperatura entre 670 y 700 °F. El crudo parcialmente vaporizado pasa a la columna de destilación T-1 donde ocurre la separación física de cada una de las fracciones de acuerdo al punto de ebullición de las mismas. En el tope se inyecta amoníaco gas, para controlar el pH del agua del tambor D-1.

Los productos de esta unidad se distribuyen como sigue:

**Gasolina:** se envía a la unidad DA-1 para estabilizarse en la torre DA-6 y luego enviarse a la unidad 03 redestiladora de gasolina (051/052) para su fraccionamiento en nafta liviana (DPN) y nafta intermedia (RTB), Esta última es alimentada a la unidad hidrotatadora de naftas.

**Destilado:** es enviado a tanques para utilizarse como alimentación a la unidad hidrotatadora de diesel.

**Residual:** en modo desalación se envía a tanques para preparación de Merey desalado.

Los rendimientos típicos de acuerdo a la dieta se muestran en la Tabla 4.3:

**Tabla 4.3. Rendimiento de la unidad DA-2**

<b>MDB</b>	<b>Mesa 30</b>	<b>Merey 45 - 60</b>	<b>Leona 35 - 45</b>
<b>Rendimientos, % V</b>			
Gas	0.1	0.0	0.0
Gasolina	20.0	5.90	15.0
Diesel	36.1	11.9	34.9
Residual	43.8	82.2	50.1

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

#### **4.2.1.3 Unidad de fraccionamiento de nafta – unidad 03**

La unidad de fraccionamiento de nafta consiste en dos columnas, las cuales operarán en paralelo. La unidad 051 es una columna existente y la unidad 052 es una columna nueva.

La unidad de fraccionamiento de nafta está diseñada para operar como una sección de prefraccionamiento para la nueva unidad de “CCR Platformer” y futuras unidades “Penex Units”. Un corte de nafta desbutanizada en todo su rango de ebullición, proveniente de las unidades de destilación atmosférica de crudo, es fraccionada en dos cortes muy cercanos a su rango de ebullición. La fracción liviana contendrá benceno y componentes de parafina liviana que son enviada a almacenaje; en el futuro, este corte será enviado a “Penex Unit” para saturación de benceno e isomerización de normal parafina. El corte de nafta pesada será enviado a la unidad de “Platformer” para convertirla en tolueno y aromáticos pesados para material de mezcla de gasolina de alto octanaje.

### **Unidad de fraccionamiento de nafta 051**

El Separador de Nafta 051 existente procesará un total de 12600 BPSD de una mezcla de nafta de destilación directa de las unidades de crudo, nafta desde nuevo hidrotratador diesel y nafta desde almacenaje. La alimentación será dividida entre el separador 051 y la nueva columna separador 052, con 60% de carga al 052 y el 40% de carga al 051. Este es el caso para la operación intermedia.

### **Separador de nafta 052**

El separador 052 es completamente nuevo e incluye un tambor de alimentación, una torre de fraccionamiento y los enfriadores de productos. El tambor de alimentación y los enfriadores de productos se usan en la operación paralela de los separadores 051 y 052. El separador 052 procesa un total de 18900 BPSD de una mezcla de nafta de destilado directo de las unidades de crudo, nafta del nuevo hidrotratador de diesel y nafta importada almacenada en los tanques. La alimentación será dividida entre el separador 051 y la nueva columna separador 052 con el 60% de la carga al 052 y el 40% de la carga al 051. Este es el caso esperado para la operación intermedia.

Para el caso de diseño o futura operación del separador 052, la alimentación consiste de nafta de las unidades de crudo, y nafta importada desde la línea de Jose. El producto de tope del separador 051 será mezclado con el producto de tope del separador 052 y la corriente compuesta se bombeará al almacenaje. El producto de fondo del separador 051 se mezclará con el producto de fondo del separador 052. El separador de nafta # 052 incluye un tambor de alimentación con bombas, una torre de

fraccionamiento, un rehervidor, condensador con aire y enfriadores de productos. El tambor de alimentación y los enfriadores de productos se usan en la operación paralela de la unidad 051 y 052.

El intercambiador de alimentación/fondo precalienta la alimentación hacia el separador de nafta # 052. El rehervidor provee el trabajo de calentamiento utilizando vapor de media presión. El condensado proveniente del rehervidor es controlado para proveer una operación estable. La presión de la columna del separador de nafta # 052 es controlada en el condensador por medio de inundación de los tubos con líquidos para limitar el trabajo del condensador. El controlador de temperatura en la columna, el cual ajusta el producto de tope, mantiene la calidad del producto. El producto de fondo, bajo control de nivel de la columna, es enfriado a través del intercambiador de alimentación-fondo del separador de nafta y enviado a almacenaje mediante la bomba de producto de fondo.

#### **4.2.1.4 Unidad de destilación atmosférica DA-3**

La unidad DA-3 está ubicada en la Refinería El Chaure, a orillas de la Bahía de Bergantín, a 5 kilómetros de Puerto la Cruz. Su diseño original fue para procesar 40 MBD de crudo mediano y pesado entre 22 y 30 °API. En el año 1968 se ejecutaron algunas modificaciones para procesar crudo liviano y extraliviano (40-42 °API). Actualmente se procesa crudo Anaco Wax y/o Santa Barbara de 39 y 42 °API respectivamente y se le incorpora residuo desparafinado de la Refinería San Roque. Además se procesan mezclas entre los crudos WAX-Santa Barbara con Mesa Troncal 54, dependiendo de las economías favorables. El contenido de sal en el crudo natural está en el rango de 4 a 10 PTB, BS&W de 0.2%Vol. y no existe sistema de desalación.

La unidad consta de los siguientes equipos: un primer tren de precalentamiento, una torre preflash (V-1), un segundo tren de precalentamiento, una torre fraccionadora principal (V-3), dos despojadores, un horno (39 MBD) de tipo cilíndrico, vertical y de tiro natural, equipos rotativos y una torre estabilizadora. Dispone de generación propia de vapor (cuatro calderas), de aire comprimido y utiliza agua salada como fluido de enfriamiento. La instrumentación de la unidad es electrónica y se controla desde el búnker central.

Desde el punto de vista operacional, la unidad DA-3, es una unidad más de fraccionamiento atmosférico, provisto de una torre fraccionadora de crudo, tres despojadoras y una torre estabilizadora de gasolinas.

Lo resaltante de esta unidad, es la gran flexibilidad operacional que presenta, no solo en los equipos rotativos y en donde cada bomba eléctrica tiene una auxiliar de turbina a vapor, sino en la fraccionadora en si, al procesar diferentes crudos con rango de gravedad y propiedades muy amplio.

### **Sistema de enfriamiento**

La unidad DA-3 usa como medio enfriante el agua de mar, la cual es succionada a través de dos bombas de capacidad 5000 GPM c/u, manteniendo dos bombas auxiliares accionadas por motor de combustión diesel. La presión del cabezal de agua de enfriamiento saliendo de la estación de agua salada es 76 Psig y la temperatura 80 °F. El agua de enfriamiento se distribuye hacia la DA-3 y Planta de Servicios a través de una tubería de 30" de diámetro, retornando al mar a una temperatura de 130° F.



## **Sistema de Generación de vapor**

En la Refinería El Chaure existen dos cabezales de vapor de diferente nivel de presión: 180 y 20 Psig. El vapor de 180 psig es generado por tres calderas de capacidad nominal 36 Mlbs/Hr c/u para una operación normal de 22 Mlbs/Hr c/u y con la filosofía de operar tres de ellas (66 Mlbs/Hr, producción total), mientras una caldera es auxiliar. El vapor generado (sobrecalentado) se obtiene a una temperatura de 475 °F, y la presión del cabezal es 165 Psig. El agua de alimentación a calderas es de 312 GPM y proviene del sistema de suavización. Las unidades de suavización (320 pie cúbico c/u), son regeneradas cada 72 Horas con salmuera diluida al 10 % p de concentración. El crudo empieza su etapa de calentamiento en un primer tren de precalentamiento en el cual se incrementa su temperatura desde 90°F hasta 290°F, pasa por la torre Pre-Flash (V-1) donde la carga se vaporiza en un 4% aproximadamente, enviándose los vapores producidos al plato N° 6 de la fraccionadora principal y el líquido va al segundo tren de precalentamiento (290 a 405 °F) para dietas de 40-42 API, pasa al horno, donde alcanza una temperatura de transferencia de 590 a 595°F. En el tope se inyecta gas amoniacal de una concentración de 100%, para controlar el PH del agua del tambor acumulador V-7. En el circuito crudo/residual se utiliza un antifouling el cual evita la deposición de sedimentos y permite incrementar la eficiencia en la transferencia de calor.

Los productos de esta unidad se distribuyen como siguen:

**Gasolina estabilizada:** se envía a la torre estabilizadora donde se separa el gas de la gasolina estabilizada para su incorporación a las fraccionadoras de gasolina para obtener nafta liviana y pesada. El gas

estabilizado se mezcla con el gas natural (comprado) para ser utilizado como gas combustible al horno.

**Kerosén:** diesel liviano, es enviado a la unidad de hidrotratamiento de diesel o para mezclas de combustibles.

**Diesel pesado:** se incorpora al sistema de diesel de mercado interno y/o a la unidad hidrotratadora de diesel o para mezclas de combustibles.

**Residual de bajo azufre:** Se envía al mercado de exportación y/o cabotaje y como complemento de la carga a la unidad FCC.

Los rendimientos típicos se muestran en la Tabla 4.4:

**Tabla 4.4. Rendimiento de la unidad DA-3**

<b><u>37,5 MBD</u></b>	
<b>25% A. Wax. 75% Sta. Barbara</b>	
<b>Rendimientos, %V</b>	
Gas	1,00
Gasolina	38,3
Diesel Liviano	20,9
Diesel Pesado	14,6

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

En cuanto a las calidades de los productos la Tabla 4.5 indica lo siguiente:

**Tabla 4.5. Calidad de los productos de la unidad DA-3**

	25% A. Wax. 75% Sta. Barbara
Diesel Liviano, %S	0.20
Diesel Pesado, %S	0.57
Residual, % S	1.15

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

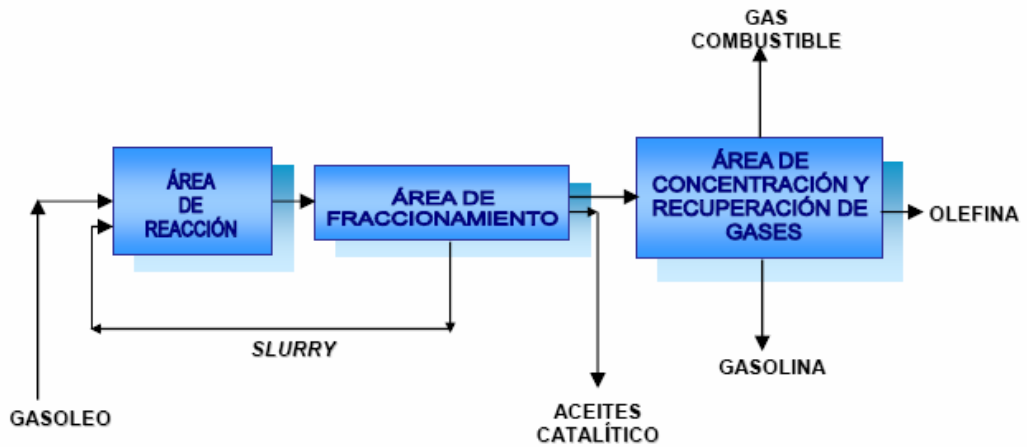
#### 4.2.1.5 Unidad de craqueo catalítico

La unidad de craqueo catalítico, procesa actualmente una mezcla formada por gasóleo atmosférico proveniente de la unidad de destilación DA-1, residual de crudo Anaco Wax y/o Santa Bárbara proveniente de la unidad de destilación atmosférica DA-3 y VGO foráneo. Los productos principales de la reacción de craqueo catalítico son: gas seco, olefinas, gasolina, aceite catalítico liviano, aceite catalítico pesado y aceite decantado.

El proceso completo está dividido en:

1. Pre calentamiento
2. Reacción
3. Regeneración
4. Fraccionamiento
5. Recuperación de gases

En la Figura 4.4 se muestran estas etapas:



**Figura 4.4. Unidad de Craqueo Catalítico**

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

### **Pre calentamiento**

La carga combinada es calentada en un tren de intercambiadores a 420 °F posteriormente es enviada al tambor de compensación de carga F-60 y a través de las bombas J-60 al horno B-51, donde se eleva su temperatura a 490-535 °F, para luego ser inyectada al reactor “riser”.

### **Reacción**

En el riser la carga entra en contacto con un flujo de catalizador circulante proveniente del regenerador cuya temperatura es de aprox. 1296 ° F, ésta temperatura es suficiente para vaporizar la carga y proveer la energía necesaria para las reacciones endotérmicas de craqueo catalítico. Los vapores de reacción y el catalizador son separados en los ciclones del desgasificador D-1 cuya función es la de recuperar los productos principales de reacción y enviarlos a las secciones de fraccionamiento y separación. En el despojador, el catalizador “gastado” entra en contacto con una corriente de

vapor favoreciendo la desorción de las fracciones más livianas de hidrocarburo adheridas al catalizador, el cual será enviado a la sección de regeneración.

### **Regeneración**

El catalizador que ha intervenido en la reacción pierde su actividad por efecto de hidrocarburos de muy baja relación hidrógeno/carbono o “coque”, los cuales bloquean los poros de las partículas y disminuyen el área necesaria para la reacción. La función principal del regenerador es la de quemar el coque depositado en el catalizador y recuperar su actividad, sin embargo la combustión del coque eleva la temperatura del catalizador y provee la energía necesaria para vaporizar la carga y para la reacción. Los gases de combustión son separados del catalizador en los ciclones primarios y secundarios del regenerador antes de ser enviados por la chimenea a la atmósfera.

### **Fraccionamiento**

Los productos vaporizados de la reacción provenientes del desgasificador son enviados a la fraccionadora principal E-1 de la cual se obtienen las siguientes corrientes:

- Vapores húmedos de tope, que son condensados parcialmente y enviados al tambor de baja presión F-2, una parte de la fracción líquida se refluja a la fraccionadora y otra se utiliza como medio absorbente en la sección de recuperación de gases, a la cual también es enviada la fracción gaseosa del tambor F-2.

Las siguientes son corrientes de retiro intermedias de la fraccionadora y son enviadas a almacenaje después de ser enfriadas:

- Aceite catalítico liviano
- Aceite catalítico pesado
- Aceite decantado
- Adicionalmente se dispone de una corriente slurry o aceite lodoso, que se recircula al riser con el objetivo de devolver parte del catalizador que no pudo ser retenido por los ciclones del desgasificador, y para controlar la temperatura del regenerador.

### **Recuperación de gases**

La corriente de vapores húmedos provenientes del tope de la fraccionadora E-1 es enviada a los condensadores de tope C-10, de allí al F2, luego es enviada al compresor J-12 y es condensada parcialmente por medio de los intercambiadores C-12, luego del cual son recibidos en el tambor F-4. En este tambor se retira el agua y se envía a la unidad de tratamiento de aguas agrias. Las corrientes de hidrocarburo líquida y gaseosa son tratadas como se explica a continuación:

- La corriente líquida del tambor F-4 es enviada al despojador E-51 cuya función es la de despojar el  $H_2S$  y las fracciones  $C_2$ - de la gasolina, ésta se obtiene por el fondo de la columna y es enviada a la desbutanizadora E-5 donde se separan las corrientes de gasolina a almacenaje y de olefinas, que son enviadas a la unidad de Alquilación. Los vapores de despojamiento de la columna E-51 son recirculados al tambor F-4.

- La corriente gaseosa del tambor F-4 es enviada al absorbedor primario E-3 donde los gases son puestos en contacto con dos corrientes de gasolina, una proveniente del tambor F-2 y otra proveniente de la desbutanizadora E-5. Los gases pobres se obtienen por el tope y son enviados al absorbedor secundario E-4 en el cual son puestos en contacto con aceite catalítico liviano. Por la acción de ambas columnas se recupera aprox. El 85% de las fracciones  $C_3 +$  de la corriente de gases. Por el tope del absorbedor E-4 se obtiene la corriente de gas seco que es enviada al sistema de tratamiento de gases (STG). Las corrientes líquidas provenientes de los absorbedores son recirculadas al tambor F-4.

Los rendimientos típicos de la unidad de acuerdo a la dieta alimentada (maximización de naftas) se muestran en la Tabla 4.6:

**Tabla 4.6. Rendimientos de la unidad FCC**

<u>14.7 MBD</u>	
11 MBD Gasóleo DA-1 / 3.1 MBD RECH / 0.6 VGO	
<b>Rendimiento, % Vol.</b>	
Gas Combustible	2.72
Olefinas:	24.2
- Propileno	6.1
- Propano	2.0
- Butileno	8.2
- Isobutano	2.6
- N. Butano	2.2
Nafta Catalítica	57.5
Aceite Liviano	9.6
Aceite Pesado	10.7
Aceite Decantado	7.6
Coque	4.8

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

Modos de operación:

Maximización de destilados (punto final: gasolina 380 – 390 °F)

Maximización de gasolinas (punto final: gasolina 435 – 445 °F)

#### **4.2.1.6 Unidad de tratamiento Merox**

La unidad de tratamiento Merox procesa una carga promedio de 7.5 a 8.0 MBD de gasolina desbutanizada proveniente de la unidad de craqueo catalítico con una gravedad de 56 – 58 °API y un RVP 6.5 a 7.5 psia.



La gasolina entra a un tambor de prelavado con cáustico, en donde se remueve el sulfuro de hidrogeno ( $H_2S$ ), de allí sale y se le inyecta aire y una solución de cáustico con catalizador Merox-WS el cual acelera la reacción de oxidación de los mercaptanos ( $R-SH$ ) en disulfuros ( $R-S-S-R$ ) usando el oxígeno del aire. Los disulfuros son menos corrosivos que los mercaptanos y adicionalmente no promueven las reacciones de polimerización (formación de gomas ) que producen estos últimos.

Posteriormente, la gasolina con algo de solución arrastrada de cáustico-merox, entra a un tambor asentador del agua a fin de remover las trazas de cáustico y finalmente va al sistema de mezclas de gasolinas para la producción de gasolinas de motor y gasolina sin plomo.

El jet proveniente de la unidad DA-1 entra a un circuito separado de la gasolina FCC, siguiendo un proceso similar. Primero lavado con caustico en el tambor FA-254 para removerle ácidos nafténicos y mercaptanos y lograr la acidez establecida. Luego con agua en el tambor FA-255 para eliminar las cantidades remanentes. Seguidamente es pasado por un filtro de sal FA-257 para retirar agua y humedad presente y por último al filtro de arcilla D-0608 donde se ajusta las especificaciones de JFTOT y Wisim.

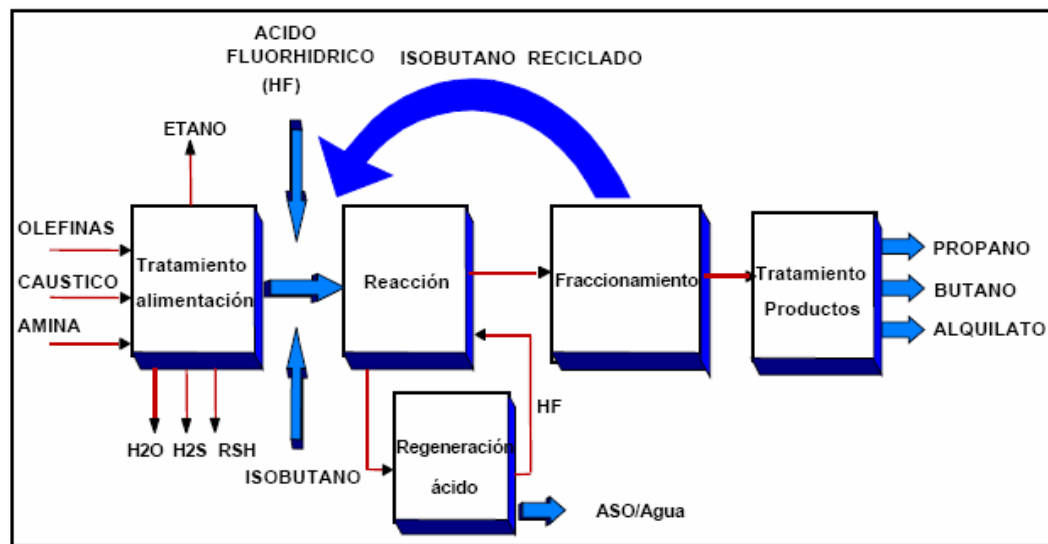
#### **4.2.1.7 Unidad de alquilación**

El proceso de alquilación consiste en la combinación de las olefinas (compuestos de hidrocarburos con doble enlace) provenientes de la unidad de craqueo catalítico con isobutano en presencia de un catalizador (ácido fluorhídrico) para producir compuestos parafínicos altamente ramificados en el rango de 7 a 8 átomos de carbono. La mezcla de estos compuestos posee un alto octanaje RON y MON y se denomina Alquilato.

La unidad de alquilación de la Refinería Puerto la Cruz consiste de cinco etapas:

- Tratamiento de olefinas
- Reacción
- Fraccionamiento
- Regeneración de ácido
- Tratamiento de productos

En la Figura 4.5 se muestran estas cinco etapas:



**Figura 4.5. Diagrama de la planta de alquilación simplificado**

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

### Tratamiento de olefinas

Las olefinas después de salir de la unidad de craqueo catalítico se tratan con dietanolamina (DEA) para remover el H<sub>2</sub>S y con cáustico para

remover los mercaptanos, luego se envían a la torre desetanizadora donde se remueven los compuestos C2 y más livianos juntos con algo de agua.

El isobutano utilizado viene del Complejo Criogénico de Jose y no requiere de tratamiento previo antes de entrar a la unidad. Adicionalmente la parte de tratamiento de las olefinas posee dos secadores que utilizan alúmina para remover el agua de las olefinas que entran en la planta; incluyendo las respectivas facilidades para la regeneración de la alúmina, decantación y remoción del agua de la misma.

### **Reacción**

En la etapa de reacción primero se mezclan las olefinas con el isobutano fresco (supplemental) y el isobutano de reciclo; posteriormente, la mezcla se divide y se introduce a través de boquillas especiales en los tubos elevadores de reacción en donde se mezclan con el ácido fluorhídrico (catalizador) y tiene lugar la reacción de alquilación.

El producto de la reacción pasa al tambor asentador (reactor), en donde se separa la fase de hidrocarburo de la fase de ácido y posteriormente, el hidrocarburo se bombea al tambor de recontacto en donde el hidrocarburo se pone nuevamente en contacto con ácido fluorhídrico (HF) de alta pureza, con el fin de reducir la cantidad de fluoruros orgánicos que se formaron en el reactor. En el tambor de recontacto se recupera ácido arrastrado en el tambor asentador.

La fase de ácido del asentador desciende por gravedad hacia los enfriadores en los cuales se remueve el calor de la reacción de alquilación.

En el diseño Phillips la corriente de ácido cumple dos funciones:

1. Proveer la cantidad de ácido necesaria para catalizar las reacciones de alquilación.
2. Mezclar ácido en exceso (se mantiene una relación volumétrica de 4:1) de ácido por hidrocarburo, a fin de que este absorba el calor de reacción y la mezcla mantenga una temperatura menor a los 100° F, evitándose de esta forma reacciones colaterales (formación de polímeros)

### **Fraccionamiento**

En la etapa de fraccionamiento se utiliza una torre despropanizadora, una despojadora de isobutano y una desbutanizadora; estas torres se encargan de separar el propano, isobutano (que se recicla en el reactor), butano y alquilato.

El propano y el butano fraccionados pasan a la sección de tratamiento donde se remueven los fluoruros orgánicos y trazas de HF, usando alúmina de hidróxido de potasio sólido (remueve trazas de agua). Posteriormente, estos productos se envían al sistema de GLP para su venta al mercado interno.

El alquilato se trata con hidróxido de potasio sólido para remover cualquier traza de HF, y se envía al sistema de mezclas de gasolina como un componente de alto octanaje para la preparación de las mismas.

### **Regeneración de ácido**

El proceso posee una etapa de regeneración de ácido en la cual una pequeña fracción del ácido (5 a 6 BPH) se envía continuamente a una torre despojadora en donde se remueve el polímero (producto de reacciones colaterales y de la presencia de contaminantes en la carga, tales como: azufre y diolefinas) y el agua. Estas salen por el fondo de la torre para ir a un tambor separador donde se separa el polímero (Acid Soluble Oil) de la mezcla azeotrópica agua-ácido, posteriormente se neutraliza, y se envía al residual.

### **Tratamiento de productos**

Una vez separados los productos en la sección de fraccionamiento, es necesario remover las impurezas que conllevan de forma de garantizar un seguro almacenamiento, para llevar a cabo esta labor se cuenta con defluorinadores y tratadores los cuales remueven los fluoruros orgánicos producidos en reacciones secundarias en el reactor y las trazas de HF que puedan acarrear problemas de corrosión en las tuberías.

Los rendimientos de la unidad de alquilación dependen de la pureza (contenido de propileno y butileno) de las olefinas producidas en la unidad de craqueo catalítico. Para un volumen de olefinas de 3.6 MBD y una pureza de 58%, los rendimientos se muestran en la Tabla 4.7:

**Tabla 4.7. Rendimientos de la unidad de alquilación**

<b>Carga</b>	<b>MBD</b>
Olefinas	3.6
IC4	2.2
<b>Rendimientos</b>	
C3	0.5
C4	0.2
Alquilato	4.2

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

#### **4.2.2 Unidades de tratamiento y recuperación de azufre**

El sistema de tratamiento de gases ácidos, aguas agrias y recuperación de azufre de la Refinería Puerto la Cruz, está conformado por tres unidades que se indican a continuación:

##### **4.2.2.1 Unidad de amina (sistema de tratamientos de gases, STG)**

La unidad de endulzamiento de gases ácidos está diseñada para remover el sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono y porciones de sulfuro de carbonilo de los gases producidos en la planta de desintegración catalítica.

La unidad está conformada por un sistema de absorción y uno de regeneración; en este último se centraliza la regeneración de la amina rica proveniente del absorbedor principal.

Al gas se le retiran los hidrocarburos más pesados en un separador y los gases ácidos se remueven en una torre de absorción con una solución de

dietanolamina (DEA). El gas dulce sale por el tope de la torre absorbadora y se envía al sistema de gas combustible de la refinería. La solución de amina rica de H<sub>2</sub>S y CO<sub>2</sub> (gases ácidos) salen por fondo de la torre absorbadora y pasan a la sección de regeneración.

En la torre regeneradora se separan de la amina parte de los hidrocarburos disueltos y de los gases ácidos absorbidos. La amina regenerada se envía de nuevo al sistema de absorción y los gases ácidos a la unidad recuperadora de azufre.

#### **4.2.1.2 Unidad despojadora de aguas agrias (DAA)**

La unidad despojadora de aguas agrias está diseñada para remover el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), contenido en las aguas agrias resultantes del proceso de desintegración catalítica y de la unidad recolectora de azufre.

El agua agria, se almacena en un tanque y posteriormente se bombea hacia un intercambiador de carcaza y tubos para calentarse antes de entrar a la parte superior de la torre despojadora, en donde por efecto del calor se le despoja el H<sub>2</sub>S y el NH<sub>3</sub>; el agua que sale de la unidad se enfría y bombea al sistema de efluentes de la refinería para su tratamiento final antes de disponerlo al mar.

#### **4.2.2.3 Unidad recuperadora de azufre**

La planta recuperadora de azufre transforma el H<sub>2</sub>S en azufre elemental y agua, usando oxígeno del aire. El azufre producido en esta planta es líquido y se mantiene en ese estado para su manejo y despacho, la

unidad está diseñada para producir 18.3 Ton/Día de azufre con una recuperación global del 96 %, aproximadamente. Adicionalmente, la planta produce vapor de agua que es consumido por ella misma y la planta de tratamiento con amina. Así mismo, la planta posee un incinerador donde se destruye el H<sub>2</sub>S convertido a dióxido de azufre el cual es menos tóxico.

#### **4.2.3 Servicios industriales Refinería Puerto La Cruz**

Los servicios Industriales en el área de Puerto La Cruz y El Chaure están conformados por las siguientes unidades:

- Sistema de agua potable
- Sistema de agua de enfriamiento
- Sistema de osmosis inversa
- Sistema de generación de vapor
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de generación eléctrica
- Sistema de tratamiento de aguas servidas
- Sistema de tratamiento de efluentes de procesos

En las unidades de servicios industriales para agua potable, de enfriamiento y generación de vapor es común el uso de agentes coagulantes / floculantes como el sulfato de aluminio e igualmente se utilizan inhibidores antincrustantes y antiespumantes como la soda ash y el sulfuro de sodio para el control de pH y la remoción de oxígeno.

Las características de cada sistema se detallan a continuación:



#### **4.2.3.1 Sistema de agua potable**

La planta de tratamiento de agua potable Río Neverí tiene como función suministrar el agua necesaria para: consumo humano, sistema de enfriamiento de productos, sistema contra incendio y sistema de generación de vapor, siendo imprescindible para generar parte de los servicios industriales necesarios en los procesos existentes en la refinería, por eso, antes de ser transferida debe ser sometida a ciertos procesos de potabilización, con la finalidad de disminuir principalmente la cantidad de sólidos suspendidos y solubles presentes, la dureza del agua sobre la base de su contenido de calcio y magnesio, y someter al agua a un proceso de desinfección con cloro.

Inicialmente es succionada por dos bombas, de allí pasa al proceso de clarificación, el cual se lleva a cabo en cuatro precipitadores, tres de los cuales poseen una capacidad normal de operación 1550 gpm y una capacidad máxima de producción de 1825 gpm, y el cuarto posee una capacidad normal de operación de 1600 gpm y una capacidad máxima de operación de 2000 gpm, el agua preclorada es enviada al canal de mezcla rápida de los clarificadores, en conjunto con la de retrolavado de los filtros.

Es importante mencionar que antes de llegar a los precipitadores, el agua es tratada con una serie de químicos, los cuales tienen como finalidad remover el material suspendido y el color mediante tres procesos básicos: coagulación, floculación y sedimentación; actualmente el coagulante utilizado se dosifica directamente en la línea de agua cruda del río, después del punto de dosificación de cloro; esto permite lograr una adecuada mezcla del coagulante, y una mejor efectividad en el proceso de coagulación. Seguidamente, entra al canal de mezcla rápida donde se le dosifica una

solución de hidróxido del calcio y un coagulante/floculante con la finalidad de lograr un ablandamiento parcial del agua y una adecuada formación de los flóculos que permita su rápida sedimentación. De allí, pasa a una zona de mezcla lenta del mismo clarificador, donde se favorece la floculación y la sedimentación de los lodos producto de las reacciones químicas de precipitación ocurridas en el proceso.

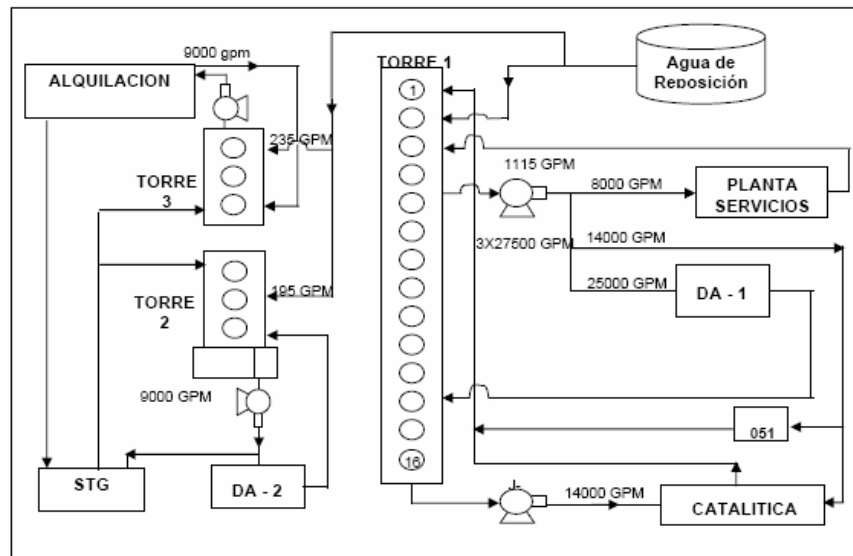
Posteriormente, tanto el agua como los precipitados formados, pasan a la zona de filtración del clarificador, donde una parte de los lodos se mantienen suspendidos a un nivel determinado por encima del concentrador (actualmente entre 70-80 pulgadas desde la superficie del sobrenadante) constituyendo un manto que actúa como filtro, de modo que el agua ascienda a través del mismo reteniendo las partículas finas que puedan arrastrarse y obtener finalmente el agua clara; las partículas de mayor tamaño se reciclan entre la zona de filtración y la de mezcla lenta, y la otra parte se drena del clarificador en forma automática o manual mediante una tubería perforada ubicada al fondo del concentrador de lodos. El agua clarificada es transferida a los tanques de agua precipitada (T2 y T2-A) y el lodo separado es enviado a un tanque de lodos en exceso de donde es succionado por medio de tres bombas verticales (GA-1A/B/C) de 240 GPM de capacidad y enviado a la planta de tratamiento de lodos. El agua precipitada es succionada por dos bombas de 3750 gpm y enviada al sistema de filtración, el cual está conformado por una batería de 16 filtros de 430 gpm de capacidad nominal y 516 gpm de capacidad máxima, es importante mencionar que existen cuatro bombas de igual capacidad para enviar el agua a los filtros (P-2/2A/2B/2S), de las cuales dos se usan como respaldo y al hacer el retrolavado de los filtros. Una vez que ha sido filtrada pasa a los tanques de almacenamiento (T-1 y T-1A), siendo transferida a Puerto la Cruz a través de 3 bombas de transferencia (P-3A/F/G) de 1750 GPM de capacidad.

Adicional a estas tres bombas existen 2 bombas más, el uso de estas bombas está sujeto a los requerimientos de agua en la Refinería, la cual es transferida por medio de dos líneas, una de 24" y una de 16".

#### 4.2.3.2 Sistema de agua de enfriamiento

El agua utilizada en el sistema de enfriamiento de la Refinería de Puerto la Cruz proviene de cuatro torres, numeradas como torres 1, 2, 3 y M-6501. La torre 1 tiene una capacidad de 72000 gpm y surte agua para enfriamiento a las plantas de craqueo catalítico FCC (14000 gpm), la planta de destilación atmosférica DA-1 y la unidad 051 (55000 gpm) y a la planta de servicios industriales (3000 gpm).

Las torres 2 y 3 tienen tres celdas, cada una con una capacidad de 9000 gpm y alimentan a la planta de destilación atmosférica DA-2 y a la planta de alquilación, respectivamente, como se muestra en la Figura 4.6:



**Figura 4.6. Agua de Enfriamiento P.L.C**

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA**

#### 4.2.3.3 Osmosis inversa

Se define como ósmosis inversa el proceso en el cual el agua es obligada a pasar a través de una membrana semi- permeable, desde una solución más concentrada a una solución menos concentrada, mediante la aplicación de presión. La corriente que pasa a través de la membrana y que se purifica, se conoce como permeado; aquella que se concentra en sales, se conoce como rechazo.

Las variables de peso que afectan la operación de un sistema de ósmosis Inversa, son:

**Temperatura:** que afecta tanto a la presión osmótica como la permeabilidad del agua a través de la membrana. Normalmente se acepta que el flujo de permeado se incrementa alrededor de 3 % por cada °C de incremento de temperatura a la misma tasa de flujo y la calidad del permeado disminuye.

**Presión:** para condiciones constantes de alimentación, aumentar la presión significa aumentar el flujo de permeado.

**PH:** si la membrana es de acetato de celulosa, se debe trabajar a pH entre 5,5- 6,5 para evitar hidrólisis del polímero. Si la membrana es de poliamida, el rechazo disminuye al bajar el pH.

**Concentración:** a mayor concentración, disminuye el flujo de permeado, ya que aumenta la presión osmótica a vencer, por lo tanto disminuye la presión neta aplicada.

**Recuperación:** al aumentar la recuperación, se concentran las sales de la alimentación en un menor volumen de agua.

**Velocidad de alimentación/concentración:** al disminuir la velocidad del flujo, disminuye la turbulencia en el flujo y se aumenta la tendencia a la polarización de la concentración, así como se disminuye la eficiencia en arrastre de material particulado atrapado en la malla de concentrado.

#### **4.2.3.4 Sistema de generación de vapor**

La unidad consta de dos plantas: una planta desmineralizadora de ósmosis inversa, en la cual se le hace tratamiento al agua potable para eliminar sólidos suspendidos y sales minerales, y una unidad de generación de vapor, en la cual se genera el vapor sobrecalentado de alta presión que se distribuye en toda la refinería.

El sistema de generación de vapor en la refinería PLC consta de cuatro calderas que funcionan con gas natural o aceite combustible y, de las cuales tres tienen capacidad nominal de 80 Mlb/h y una de 100 Mlb/h. Generalmente están las cuatro calderas operando en un rango de 60 a 70 % de su capacidad.

#### **4.2.3.5 Sistema de aire comprimido**

En Puerto la Cruz el aire comprimido se utiliza básicamente en la instrumentación de las diferentes plantas de procesos, así como también en la limpieza y soplado de instrumentos y para servicios en las áreas de los talleres.

El consumo promedio de aire comprimido es de 2300 pies<sup>3</sup>/min. en el área de Puerto la Cruz y en el área de El Chaure 685 pies<sup>3</sup>/min.

La capacidad de generación en Puerto La Cruz está formada por cuatro compresores; dos de 1275 pies<sup>3</sup>/min, uno de 1085 pies<sup>3</sup>/min, y uno de 1324 pies<sup>3</sup> /min, normalmente hay dos en operación y dos en espera.

#### **4.2.3.6 Sistema de generación eléctrica**

El sistema de generación y distribución eléctrica de la refinería de Puerto la Cruz, posee instalaciones en el área de la refinería (P.L.C. y El Chaure) y en el área del terminal de embarque.

En la planta generadora ó planta eléctrica, la capacidad eléctrica instalada actualmente es de 55.7 MW, con una demanda promedio de 23 MW, y está constituida por tres unidades Turbogeneradoras cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 4.8:

**Tabla 4.8. Características de los Turbogeneradores de la Refinería**

<b>TURBOGENERADOR</b>	<b>TG6</b>	<b>TG7</b>	<b>TG8</b>
<b>MARCA</b>	WESTINGH OUSE	GENERAL ELECTRIC	AEG KANIS/G.E.
<b>MODELO</b>	W-191G	MS-5001	MS-5001
<b>POTENCIA DE SALIDA DEL GENERADOR</b>	15.7 MW	20 MW	20MW
<b>VOLTAJE</b>	13.800 V	13.800 V	13.800 V
<b>TIEMPO EN SERVICIO</b>	16 AÑOS	8 AÑOS	8 AÑOS
<b>COMBUSTIBLE</b>	DUAL GAS/DIESEL	DUAL GAS/DIESEL	DUAL GAS/DIESEL
<b>POTENCIA DE SALIDA TURBINA</b>	17.700 KW	23.400 KW	23.400 KW
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	232.0 MBT/H	292.7 MBT/H	292.7 MBT/H

**Fuente: Libro de Refinería. PDVSA.**

#### **4.2.3.7 Sistema de tratamiento de aguas servidas**

Las plantas de tratamiento de aguas servidas tienen por objeto depurar los efluentes domésticos provenientes de las áreas residenciales (campo Guaraguao y campo El Chaure), Refinería, edificio sede, y urb. de la Guardia Nacional. Funcionan conforme al sistema de tratamiento que corresponde a un proceso de lodos activados, a velocidad convencional, con circulación de lodos, digestión aeróbica de lodos secundarios y desinfección de efluentes.

La Refinería dispone de dos plantas de tratamiento: la planta de Guaraguao, diseñada para una capacidad hidráulica de 734 GPM, con flujo promedio de 317 GPM y la planta de El Chaure, diseñada para una capacidad hidráulica de 158 GPM con un flujo promedio de 23 GPM.

#### **4.2.3.8 Sistema de tratamiento de efluentes de proceso (STEP)**

La planta de tratamiento está diseñada para tratar los efluentes generados en los procesos de refinación, agua de drenaje de los tanques de la Refinería, aguas de lluvia de las áreas de proceso y diques. La capacidad de procesamiento de la planta es de 1285 GPM, y opera a una capacidad máxima de diseño de la planta de 7.000 m<sup>3</sup>/día.

#### **4.2.3.9 Sistema lagunar Guaraguao**

Este sistema está integrado por un canal y cinco lagunas en serie. El canal es usado como receptor principal de lastre, luego, el lastre es transferido a las lagunas 1,2,3 y 4, que actúan como un reservorio de amortiguación de flujo.

En cada una de estas lagunas se dispone de barreras y compuertas para desnatado que contribuyen a retener el crudo existente en su superficie. Posteriormente, el crudo es recolectado de estas lagunas y una vez recuperado libre de sólidos en suspensión y agua, es enviado a una tanquilla y de allí al tanque de lastre, impulsado por un sistema de bombeo ubicado entre el final del canal y el inicio de la laguna 1. El agua de lastre decantada, libre de aceites y grasas, pasa a través del resto de las lagunas y luego es descargada al mar. El sistema está en capacidad de manejar un caudal de 2640 m<sup>3</sup>/día de aguas de lastre y drenajes de tanques.



#### **4.2.3.10 Sistema lagunar El Chaure**

El sistema lagunar El Chaure, procesa el agua de lastre de tanqueros y el drenaje de aguas aceitosas del área (DA-3, drenaje de fondo de tanques y de otras instalaciones). Este sistema esta integrado por tres lagunas. Las lagunas 1 y 2 son usadas para recuperar hidrocarburos. El aceite recuperado es transferido a un tanque de slop, para ser procesado en planta. El agua decantada, libre de aceites y grasas, pasa a la laguna 3 y de allí es descargada al mar.

#### **4.2.4 Plantas de hidropcesos**

##### **4.2.4.1 Unidad hidrotatadora de Nafta Unidad 19.**

La unidad de hidrotatamiento de nafta (NHT) está diseñada para procesar una carga mínima de 17.5 MBSPD y una carga máxima de 35 MBSPD.

La unidad NHT es la primera etapa en el Complejo de Mejoramiento de Nafta que en sí mismo abarca a la NHT y a la Unidad de Reformación CCR.

El proceso de NHT es un proceso de refinación catalítico, el cual, con la ayuda de un catalizador y una corriente de gas rica en hidrógeno, busca descomponer los compuestos azufrados, nitrogenados, oxigenados y halogenados, satura las olefinas, y remueve los metales presentes en la corriente de hidrocarburos (nafta). Su importancia estriba en la adaptación de gasolina a las nuevas leyes ambientales que a escala mundial rigen, y en la

remoción de los contaminantes del catalizador del proceso de reformación catalítica.

Catalizador: está compuesto por una base de alúmina impregnada por compuestos de cobalto y/o níquel y molibdeno. Depositiones de carbón en porcentajes relativamente altos no afectan su selectividad y sensibilidad.

#### **4.2.4.2 Unidad de reformación CCR – unidad 20**

##### **Propósito de la unidad**

La unidad de reformación por regeneración catalítica continua (Reformación CCR) está diseñada para una alimentación de 35.000 BPSD y para producir un reformado que tenga un RON en el rango de 95-102. La sección de regeneración está diseñada sobre la base de diseño para 2.000 lb/hr. de catalizador regenerador, la alimentación a la unidad es la nafta tratada que proviene de la unidad NHT.

La corriente de producto de la unidad es como sigue:

- El producto de reformación el cual es llevado al tanque de reformado.
- El flujo de producto C3 GLP proveniente del deetanizador, el cual es llevado al Tanque de Almacenaje de LPG.
- El producto C4 LPG proveniente del depropanizador, el cual es llevado al tanque de almacenaje de butano / unidad de alquilación.
- El LPG fuera de especificación, el cual se envía al sistema de gas combustible de la refinería vía el vaporizador LPG.
- El gas neto, el cual es enviado al sistema de gas combustible de la refinería.

- El gas neto enviado a la descarga del compresor de gas de reciclo, en la unidad NHT.
- El gas neto, el cual es enviado al tambor KO de compensación, en la unidad hidrotratadora de diesel.
- Las aguas agrias son enviadas a la unidad de despojamiento de aguas agrias.

#### **4.2.4.3 Sistema de mecurrio**

El sistema de mecurrio de las plantas está compuesto de lo siguiente:

- Nuevo sistema de mecurrio de hidrocarburos.
- Nuevo sistema de mecurrio de gas ácido.

El nuevo sistema de mecurrio ha sido diseñado para deshacerse de los hidrocarburos y del gas ácido durante el arranque, operación normal, emergencias y proceso fuera de especificación. El mecurrio asegura una operación segura de las unidades de proceso. En esta planta, todos los gases de alivio son quemados en el mecurrio multi-punto (mecurrio bajo tipo bujía) y los productos de combustión se liberan a la atmósfera. El sistema de mecurrio de hidrocarburos recolecta la descarga de los venteos y de las válvulas de seguridad de los siguientes procesos y unidades de servicio del Proyecto VALCOR.

#### **4.2.4.4 Unidad de despojamiento de aguas agrias (U46)**

Esta unidad tiene una capacidad de 250 GPM y recibe todos los flujos de aguas agrias generados por las siguientes unidades nuevas de proceso:

- Unidad hidrotadora de nafta.
- Unidad de hidrotamiento de diesel.
- Unidad de amina.
- Unidad de recuperaci3n de azufre.

El sulfuro de hidr3geno y el amon3aco son despojados de las aguas agrias a niveles residuales bajos y enviados como gas agrio a la unidad de recuperaci3n de azufre.

El agua despojada, la cual contiene menos de 5 ppm (peso) de H<sub>2</sub>S y menos de 25 ppm (peso) de NH<sub>3</sub>, es reutilizada parcialmente en la Unidad de Hidrotamiento de Diesel como agua de lavado y en el desalador de la Planta DA-1. El agua despojada tambi3n puede ser enviada al sistema de Tratamiento de Efluentes de Procesos STEP.

#### **4.2.4.5 Unidad de recuperaci3n de azufre - U48**

El prop3sito de esta unidad es el tratamiento de gases 3cidos y agrios provenientes de tres unidades de procesos, a trav3s de la oxidaci3n parcial del H<sub>2</sub>S y NH<sub>3</sub> contenido en las corrientes de gases, para producir azufre elemental.

Las unidades de proceso que alimentan gases 3cidos y agrios a la unidad de recuperaci3n de azufre son:

- La nueva unidad de amina – DEA, la cual produce un efluente que contiene primordialmente el H<sub>2</sub>S.
- La nueva despojadora de agua agrias, la cual produce un efluente que contiene H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>.

- La despojadora de agua agria existente.

La unidad de recuperación de azufre consiste de dos trenes CLAUS idénticos (A y B) con una fosa de desgasificación de azufre, un tanque de almacenaje de azufre líquido y facilidades de manejo de azufre líquido. Esta unidad tiene una capacidad de alrededor de 100 t/d del azufre líquido distribuida en dos trenes CLAUS con una capacidad de 50 t/d cada uno.

#### **4.2.4.6 Unidad de tratamiento de gas de cola – CLAUSPOL/ incineración - U49**

Esta unidad consiste de una sección de tratamiento de gas de cola - CLAUSPOL y una sección de incineración.

El propósito de la unidad de tratamiento de gas de cola - CLAUSPOL es la eliminación de la parte principal de los compuestos de azufre presentes en el gas de cola producto de la unidad de recuperación de azufre Claus aguas arriba. La unidad tiene una capacidad de alrededor de 4,65 t/d de azufre líquido. El gas tratado CLAUSPOL y el gas de salida de la fosa de azufre se envía al Incinerador.

El principal objetivo de procesamiento de esa unidad es de recuperar el 5% H<sub>2</sub>S azufre presente en el gas de cola CLAUS con el fin de cumplir con la siguiente especificación en la salida de la chimenea del incinerador.

- Contenido SO<sub>2</sub>: 3000 mg/m<sup>3</sup> (máx.)@ 298 K y 1 atm. (base seca)
- Contenido H<sub>2</sub>S: 5,0 mg/m<sup>3</sup> (máx.)@ 298 K y 1 atm. (base seca)

El proceso CLAUSPOL se basa en el uso de la reacción CLAUS entre el  $H_2S$  y  $SO_2$  residuales aun presentes en el gas de cola CLAUS. La reacción se realiza en solvente, polietilenglicol, peso molecular 400, con la presencia de un catalizador disuelto en el reactor.

El azufre líquido producido en el reactor se separa del solvente en la bota, luego es enviado por gravedad a través del sello de azufre a la fosa de azufre.

#### **4.2.4.7 Sistema de recuperación de condensado**

El sistema de recuperación de condensado fue diseñado con el siguiente propósito:

- Recolectar el condensado de baja presión producido en las nuevas unidades de proceso y en el sistema de agua de enfriamiento (unidad 65), incluyendo futuras unidades de proceso.
- Suministrar condensado a las nuevas unidades de proceso, incluyendo futuras unidades de proceso, como agua tratada después de bombeada y enfriada.
- Enviar el condensado al sistema de condensado existente y/o nuevo desaerador.

#### **4.2.4.8 Sistema de gas combustible**

El sistema de gas combustible en las plantas de hidroprocesos está diseñado con el siguiente propósito:

- Recoger en el tambor de mezcla, el gas combustible producido en las unidades de proceso nuevas incluyendo unidades futuras.
- Suministrar gas combustible a 125 psig a las unidades de proceso nuevas incluyendo unidades futuras.
- Suministrar 63 MMBtu/hr de gas combustible al FA-12 existente.
- Suministrar gas natural a 175 psig a las unidades de proceso incluyendo unidades futuras, desde el Tambor K.O.

El gas combustible usado en la nueva separadora de nafta es suministrado desde la separadora de nafta existente (051) independientemente de esta Unidad 72.

#### **4.2.4.9 Unidad de hidrotratamiento de diesel – unidad 45**

La unidad original está diseñada para tratar cinco tipos de cargas provenientes de las unidades de destilación atmosférica y al Vacío en dos secciones de reacción combinadas, con la finalidad de desulfurar y saturar los aromáticos.

El principal objetivo del hidrotratamiento de diesel es reducir significativamente el contenido de contaminantes como azufre, nitrógeno y producir una saturación de aromáticos con el fin de obtener las especificaciones requeridas en el producto.

#### **4.2.4.10 Unidad de amina**

La unidad está diseñada para remover sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) de los efluentes de hidrocarburos gaseosos. La unidad de amina toma la amina rica de todos los depuradores de amina de la unidad 45, regenera la amina y regresa la amina regenerada a estos depuradores como amina pobre. El gas

ácido que se retira en el regenerador de amina se envía a la unidad de recuperación de azufre.

La remoción de H<sub>2</sub>S de los efluentes de hidrocarburos gaseosos se logra en los siguientes depuradores, usando una solución de dietanolamina (DEA) de 20% peso:

- Depurador de amina de alta presión, el cual incluye un lavado con agua del efluente de gas.
- Depurador de amina de baja presión.

El gas de alimentación que recibe es gas agrio de reciclaje proveniente del separador frío de alta presión. El gas de alimentación que recibe es una mezcla de gas despojado y gas de descarga de la Unidad 19.

#### **4.2.4.11 Sistema de agua de enfriamiento**

##### **Torre de enfriamiento**

Las condiciones de diseño para la torre de enfriamiento están resumidas a:

Capacidad: 16000 gpm

Temperatura del agua de entrada: 120 °F

Temperatura del agua de salida: 90 °F

Temperatura de diseño del bulbo húmedo: 83 °F

Tipo de torre de enfriamiento: torre de contraflujo - tiro inducido

Número de celdas: 2



Perdida por evaporación (diseño): 2,49%

Perdida por arrastre: 0,002%

### **Piscina de la torre de enfriamiento**

La piscina de la torre de enfriamiento está diseñada para tener un tiempo de almacenamiento de 15,4 min. para un flujo de circulación de agua de enfriamiento de 16000 gpm. La capacidad de almacenamiento es 1150 m<sup>3</sup> por debajo del nivel alto de líquido.

### **Distribución de agua de enfriamiento**

El sistema esta provisto de dos bombas de agua de enfriamiento. El sistema de distribución y retorno están diseñadas para alcanzar la condición de límite de batería.

#### **4.2.4.12 Sistema de gas inerte**

El sistema de gas inerte está diseñado con el siguiente propósito:

- Suministrar nitrógeno de alta pureza a la sección “CCR” de la unidad 20.
- Suministrar nitrógeno de baja pureza a todos los usuarios excepto a la sección “CCR” de la unidad 20.
- Instalar una línea de respaldo para nitrógeno de baja pureza del nitrógeno de alta pureza.

Está instalada una línea independiente de 3” para nitrógeno de alta pureza para la sección de “CCR” de la unidad 20. Un cabezal de distribución

de nitrógeno interconectado de 4" está instalado para suministrar nitrógeno a todos los usuarios excepto a la sección de "CCR" de la unidad 20.

## CAPITULO V PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 TIPOS DE RIESGOS IDENTIFICADOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Por medio de entrevistas y reuniones con personal calificado y con experiencia, tanto perteneciente al equipo de trabajo del Proyecto Conversión Profunda como ajeno al mismo, se identificaron una serie de factores de riesgo que tienen probabilidad de afectar el desarrollo del proyecto en cuanto a su tiempo de ejecución. Estos factores forman parte de la tabla de duraciones optimistas y pesimistas para el análisis de riesgos en los formatos mostrados a continuación. Ver tabla 5.1.

- **Condiciones climáticas:** el clima es uno de los factores que pueden representar mayor riesgo en ciertas actividades del proyecto, más específicamente en las actividades de construcción. Las variaciones del tiempo pueden demorar la ejecución de algunas etapas del proyecto que por su naturaleza y normativa no permiten el avance a etapas posteriores de construcción.
- **Ruta:** la ubicación geográfica del proyecto puede ocasionar retrasos en algunas etapas del mismo. Su accesibilidad es importante a la hora de transportar suministros, equipos y materiales para la ejecución del proyecto. Los obstáculos naturales o los creados artificialmente pueden entorpecer en función del tiempo los cronogramas de entrega de bienes y servicios.

- **Compra de terreno:** la tenencia del terreno para la ejecución del proyecto es importante en función de la naturaleza del mismo, razón por la cual y en base a elementos de seguridad, se debe marcar la faja de protección. Esto implica desplazar a grupos familiares que se encuentran alrededor de la Refinería de Puerto la Cruz. Debido a lo engorroso del proceso desde el punto de vista legal y social, existen posibilidades de retraso a la hora de ejecutar el proyecto.
- **Permisería:** debido a la naturaleza del proyecto y por su impacto respecto al ambiente y seguridad, se hace necesario obtener todos los permisos a nivel ministerial previo estudio de impacto, que permitan su ejecución cumpliendo con la normativa existente. Dado el tamaño del proyecto se deben identificar y tramitar los permisos necesarios para cumplir con ciertas etapas del mismo.
- **Aprobaciones:** por su alcance, este proyecto debe ser presentado ante diferentes comisiones para su aprobación. Los tiempos que puedan ocupar cada una de ellas para su análisis y posterior aprobación dependerá de la entrega de la documentación necesaria que facilite la comprensión del proyecto. Debido a que existe precedencia en las comisiones, pueden ocurrir ciertos retrasos en el cronograma.
- **Paros laborales - Sistema de democratización del empleo (SISDEM):** se debe considerar la influencia de los sindicatos a la hora de ejecutar el proyecto. La fuerza laboral amparada por las leyes y reglamentos existentes pueden ocasionar, por la naturaleza de sus reclamos sociales y de seguridad, situaciones que originen pérdida de tiempo durante la ejecución del proyecto, razón por la cual es

importante considerar este factor a la hora de planificar en función del tiempo, por lo impredecible de sus acciones.

- **Recursos disponibles:** se refiere a los recursos humanos con la especialidad o pericia necesaria para la ejecución de la obra. Para llevar adelante este tipo de proyectos es necesario contar con personal especializado o con las habilidades que permitan su desarrollo sin contratiempos, razón por la cual es importante conocer la presencia de proyectos con zonas cercanas que puedan influir en la cantidad de recursos disponibles.
- **Procura nacional:** existen en el proyecto un conjunto de bienes y servicios necesarios para su ejecución que se pueden conseguir en el mercado nacional. Es importante conocer si el volumen de la oferta es suficiente para satisfacer la demanda del proyecto, si hay otros proyectos cercanos que puedan influir en la procura de bienes, si existen varios fabricantes capaces de suministrar lo requerido y que cumplan con la normativa existente. El conocimiento real de la situación de producción de nuestras empresas permite determinar su influencia en el tiempo para el desarrollo del proyecto.
- **Procura internacional:** la procura a nivel internacional se debe tomar en cuenta para los efectos del tiempo de ejecución de la obra, pues ésta depende de diferentes factores que podrían, pese a los compromisos adquiridos, retrasar la entrega de insumos contratados. Es importante mencionar que la disponibilidad de recursos económicos, compromiso de los fabricantes extranjeros, transporte al

país, transporte interno hasta la obra, son sujetos de innumerables factores que podrían causar efectos en los cronogramas del proyecto.

- **Transportes:** a fin de facilitar el transporte de los materiales para la ejecución del proyecto, se deben considerar las diferentes rutas de acceso hasta el sitio de construcción y los espacios adecuados para su almacenamiento y distribución. Es importante verificar si durante el proceso de construcción se ejecutarán proyectos viales que ocasionen retardos. En todo caso si las rutas existentes son frágiles o con niveles de servicios inadecuados es fácil inferir que cualquier incidente que se produzca en ellos ocasionará retardos en el transporte.
- **Relación con el entorno:** el entorno de la zona donde se ejecutará el proyecto debe ser analizado a fin de que el impacto a ejercer sobre éstos sea mínimo, no solo desde el punto de vista ambiental, también es importante considerar el impacto social. Este último es algo imprescindible ya que dependerá del grado de organización comunal que tenga la población aledaña. Esta situación debe considerarse a la hora de estimar tiempos.
- **Regulaciones legales y contractuales:** para el desarrollo de los diferentes aspectos del proyecto se deben considerar las normativas legales existentes a fin de verificar las regulaciones en ellas planteadas. El conocimiento de estos aspectos legales influirá en las variables de tiempo a considerar para el desarrollo óptimo del proyecto Conversión Profunda Refinería de Puerto la Cruz.

- **Impacto por riesgos ocupacionales:** la posibilidad de ocurrencia de un evento de características negativas en el trabajo, que puede ser generado por una condición de trabajo capaz de desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador, como daño en los materiales y equipos, puede ocasionar retrasos importantes en las actividades del proyecto.

A continuación se presenta la Tabla 5.1 de actividades del Proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz con los factores de riesgo identificados en la primera etapa del análisis. Esta tabla se utilizó para dar inicio a la etapa de evaluación de riesgos, en la cual fue necesaria para recolectar de manera organizada los datos de tiempos optimistas y pesimistas para cada actividad, dependiendo de los factores que afectan los objetivos del cronograma.

















### Continuación Tabla 5.1 Factores de riesgo

CONVERSION PROFUNDA RPLC  
ANALISIS DE RIESGO EN TIEMPO

CATEGORIAS DE RIESGOS, CONTRIBUCION EN DIAS

#	ACTIVIDADES	D	INICIO	FINAL	CONDICIONES CLIMATICAS		RUTA		COMPRA DE TERRENO		PERMISERIAS		APROBACIONES		PAROS LABORALES (SISDEM)		RECURSOS DISPONIBLES		PROCURA NACIONAL		PROCURA INTERNACIONAL		TRANSPORTES		RELACION CON EL ENTORNO		REGULACIONES LEGALES / CONTRACTUALES.		IMPACTO POR RIESGOS OCUPACIONALES		DURACIONES PARA ANALISIS DE RIESGO					
					O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P				
	CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC																																			
<b>CONSTRUCCIÓN</b>																																				
1001	Adecuación DA-1 y DA-2 (Tie-ins)	22	30/05/2008	30/06/2008																																
1002	Adecuación DA-1 y DA-2 (Torres/Hornos)	22	30/05/2008	30/06/2008																																
1003	Patio de Tanques	430	12/09/2008	06/05/2010																																
1004	Construcción Edificio Administrativo	364	16/04/2008	07/09/2009																																
1005	Muelles	430	01/07/2009	22/02/2011																																
1006	Interconexiones	430	08/04/2009	30/11/2010																																
1007	Caseta de Vigilancia y Portones de Acceso	430	18/03/2008	09/11/2009																																
1008	Reubicacion Lineas de Crudo y Gas	430	18/03/2008	09/11/2009																																
1009	Reubicación Línea 115 Kv	430	18/03/2008	09/11/2009																																

Fuente: elaboración propia

## **5.2 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO**

En esta etapa del análisis, se evaluó el impacto de los factores de riesgo identificados en cada actividad del proyecto y se determinaron los tiempos optimistas y pesimistas según la experiencia de los expertos en proyectos similares. Luego se procedió a realizar la simulación con el software @Risk para hallar la probabilidad de logro de los objetivos de tiempo del proyecto.

### **5.3.1 Severidad de los factores de riesgo potenciales**

A continuación se presenta la Tabla 5.2 con los tiempos Optimistas (O) y Pesimistas (P) para cada actividad del proyecto. Estos datos se recolectaron en entrevistas y reuniones con el personal del proyecto, los cuales, en base a su experiencia, evaluaron el impacto que sobre las actividades del proyecto pueden tener los factores de riesgo identificados.

Esta tabla muestra los valores en días que cada factor de riesgo puede aumentar y/o recortar el tiempo de duración de cada actividad. Dado a que la duración de las actividades puede verse afectada por varios factores, los valores que se utilizaron para el análisis montecarlo son un promedio de los tiempos pesimistas y optimistas. Por ejemplo: para la actividad “Permiso Ministerio Ambiente” se determinó un valor de 132 días de retraso debido al factor de riesgo “Aprobaciones”. Una posibilidad de retraso de 10 días por los “Recursos disponibles” y 44 días de posible retraso por “Regulaciones legales / contractuales”. El promedio de estas 3 duraciones (62 días)



conforma la duración pesimista (P) de esta actividad utilizada en el análisis de riesgo.

Esta tabla sirvió como guía para continuar con la etapa de evaluación de los factores de riesgo.

### Continuación Tabla 5.2 Severidad de los factores de riesgo

CONVERSION PROFUNDA RPLC  
ANALISIS DE RIESGO EN TIEMPO

CATEGORIAS DE RIESGOS, CONTRIBUCION EN DIAS

#	ACTIVIDADES	D	INICIO	FINAL	CONDICIONES CLIMATICAS		RUTA		COMPRA DE TERRENO		PERMISERIAS		APROBACIONES		PAROS LABORALES (SISDEM)		RECURSOS DISPONIBLES		PROCURA NACIONAL		PROCURA INTERNACIONAL		TRANSPORTES		RELACION CON EL ENTORNO		REGULACIONES LEGALES / CONTRACTUALES.		IMPACTO POR RIESGOS OCUPACIONALES		DURACIONES PARA ANALISIS DE RIESGO					
					O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P				
CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC																																				
GENERAL																																				
0	Inicio Fase Definición	0	07/11/2005																																	
PERMISO MINISTERIO AMBIENTE																																				
CONSTRUCCIÓN PLANTAS																																				
55	Permiso Ministerio Ambiente	132	16/08/2007	20/02/2008										132			10										44							62		
ESTUDIOS ESPECIALES																																				
70	Topografía	94	30/01/2006	08/06/2006	5		5				10		5	20		10						5	10		5							5	7			
75	Geotécnica	84	13/02/2006	08/06/2006	5		5				10		5	5		10						5	10		5							5	7			
80	Hidrología / Vientos	47	05/06/2007	08/08/2007	5		5				10		5	5		10						5	10		5							5	7			
85	Impacto Ambiental	69	05/06/2007	07/09/2007	10		10				5		5	15		10																		8		
LICENCIAS																																				
100	Elaboración y Firma Contrato SHP	125	06/08/2007	25/01/2008																																
90	Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc. de H2	137	26/06/2007	02/01/2008																																
95	Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc de Azuf	205	20/09/2006	03/07/2007																																
CATASTRO																																				
105	Permiso Acceso Terreno por parte Alcaldía	253	03/10/2005	20/09/2006						22	22	44	10	22												10	22					14	28			
110	Adquisición del Terreno - Area Macotal	361	10/02/2006	29/06/2007						44	44		22												10	22					10	33				
APROBACIÓN INICIO TEMPRANO (CONST/PROCLTE)																																				
65	Aprob Inicio Temprano	0	02/05/2007																																	
PROJECT MANAGEMENT CONTRACTOR (PMC)																																				
215	Contratación Project Management Contractor	134	18/07/2008	21/01/2009									22	22			5										22					22	16			
DEFINIR																																				
CONTRATACIÓN																																				
70	Contratación Ing. Básica Unid Prin,Und	152	02/10/2006	01/05/2007									22	22			5										22				22	16				







## Continuación Tabla 5.2 Severidad de los factores de riesgo

### CONVERSION PROFUNDA RPLC ANALISIS DE RIESGO EN TIEMPO

#### CATEGORIAS DE RIESGOS, CONTRIBUCION EN DIAS

#	ACTIVIDADES	D	INICIO	FINAL	CONDICIONES CLIMATICAS		RUTA		COMPRA DE TERRENO		PERMISERIAS		APROBACIONES		PAROS LABORALES (SISDEM)		RECURSOS DISPONIBLES		PROCURA NACIONAL		PROCURA INTERNACIONAL		TRANSPORTES		RELACION CON EL ENTORNO		REGULACIONES LEGALES / CONTRACTUALES.		IMPACTO POR RIESGOS OCUPACIONALES		DURACIONES PARA ANALISIS DE RIESGO			
					O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
					CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC																													
360	Fabricación/Transporte/Nacionalización	716	02/08/2007	29/04/2010				5															22		10		5		10		10			
<b>HORNOS (UNID)</b>																																		
490	Contratación Bariven	88	09/06/2008	08/10/2008									22			5							10					5						
500	Fabricación/Transporte/Nacionalización	379	09/10/2008	23/03/2010				5															10		10		5		10		10			
<b>SEPARADORES</b>																																		
510	Contratación Bariven	88	09/06/2008	08/10/2008									22			5							10					5						
540	Fabricación/Transporte/Nacionalización	716	09/10/2008	07/07/2011				5															10		10		5		10		10			
<b>COMPRESORES</b>																																		
550	Contratación Bariven	68	09/06/2008	10/09/2008									22			5							10					5						
560	Fabricación/Transporte/Nacionalización	545	11/09/2008	13/10/2010				5															10		10		5		10		10			
<b>COLUMNAS</b>																																		
570	Contratación Bariven	69	09/06/2008	11/09/2008									22			5							10					5						
580	Fabricación/Transporte/Nacionalización	653	12/09/2008	15/03/2011				5															10		10		5		10		10			
<b>IMPLANTACIÓN</b>																																		
<b>UNIDAD DE PROCESOS Y AUXILIARES</b>																																		
<b>INGENIERÍA DE DETALLES</b>																																		
425	Aprobación Inicio	0	02/07/2007																															
585	Ingeniería de Detalle	435	26/08/2008	26/04/2010									22			22												10						
<b>PROCURA NACIONAL PDVSA</b>																																		
590	Equipos	567	24/10/2008	27/12/2010		10		5				10						15			22				10		5		10		5			
600	Materiales	716	24/10/2008	22/07/2011		10		5				10					15			15				5		5		10		5				



## Continuación Tabla 5.2 Severidad de los factores de riesgo

CONVERSION PROFUNDA RPLC  
ANALISIS DE RIESGO EN TIEMPO

CATEGORIAS DE RIESGOS, CONTRIBUCION EN DIAS

#	ACTIVIDADES	D	INICIO	FINAL	CONDICIONES CLIMATICAS		RUTA		COMPRA DE TERRENO		PERMISERIAS		APROBACIONES		PAROS LABORALES (SISDEM)		RECURSOS DISPONIBLES		PROCURA NACIONAL		PROCURA INTERNACIONAL		TRANSPORTES		RELACION CON EL ENTORNO		REGULACIONES LEGALES / CONTRACTUALES.		IMPACTO POR RIESGOS OCUPACIONALES		DURACIONES PARA ANALISIS DE RIESGO			
					O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P
					CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC																													
AREAS EXTERNAS (OFF-SITES)																																		
INGENIERÍA DE DETALLES																																		
ADECUACIÓN DA-1																																		
760	Adecuación Unidad DA-1	89	25/01/2008	28/05/2008										44																				44
ADECUACIÓN DA-2																																		
810	Adecuación Unidad DA-2	89	25/01/2008	28/05/2008										44																				44
PATIO DE TANQUES E INTERCONEXIONES																																		
870	Tanques/Interconexiones - Areas Externas	137	29/09/2008	07/04/2009										44															5				25	
EDIFICACIONES Y VALDAD																																		
960	Edificio Administrativo	223	25/09/2006	01/08/2007										22			15											5					14	
970	Cecom	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
980	Tanques - Areas Externas	132	03/08/2007	04/02/2008										22			15											5					14	
990	Almacén Materiales	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1000	Talleres	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1010	Puente de Acceso	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1020	Puente Carretera Nacional	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1030	Casetas de Vigilancia	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1040	Estacionamientos	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1050	Edificaciones Adiestramiento	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1060	Reubicacion Lineas de Crudo y Gas	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
1070	Reubicación Línea 115 Kv	66	03/08/2007	02/11/2007										22			15											5					14	
PROCURA																																		
1130	Materiales / Equipos	409	16/04/2008	09/11/2009		5		5									5		10					10			5		5					6



## Continuación Tabla 5.2 Severidad de los factores de riesgo

CONVERSION PROFUNDA RPLC  
ANALISIS DE RIESGO EN TIEMPO

### CATEGORIAS DE RIESGOS, CONTRIBUCION EN DIAS

#	ACTIVIDADES	D	INICIO	FINAL	CONDICIONES CLIMATICAS		RUTA		COMPRA DE TERRENO		PERMISERIAS		APROBACIONES		PAROS LABORALES (SIDEM)		RECURSOS DISPONIBLES		PROCURA NACIONAL		PROCURA INTERNACIONAL		TRANSPORTES		RELACION CON EL ENTORNO		REGULACIONES LEGALES / CONTRACTUALES.		IMPACTO POR RIESGOS OCUPACIONALES		DURACIONES PARA ANALISIS DE RIESGO				
					O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	O	P	
					CONSTRUCCIÓN																														
1001	Adecuación DA-1 y DA-2 (Tie-ins)	22	30/05/2008	30/06/2008		5		10					10		10		10								10		10		5		5				8
1002	Adecuación DA-1 y DA-2 (Torres/Hornos)	22	30/05/2008	30/06/2008		5		10					10		10		10							10		10		5		5				8	
1003	Patio de Tanques	430	12/09/2008	06/05/2010		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1004	Construcción Edificio Administrativo	364	16/04/2008	07/09/2009		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1005	Muelles	430	01/07/2009	22/02/2011		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1006	Interconexiones	430	08/04/2009	30/11/2010		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1007	Caseta de Vigilancia y Portones de Acceso	430	18/03/2008	09/11/2009		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1008	Reubicación Líneas de Crudo y Gas	430	18/03/2008	09/11/2009		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	
1009	Reubicación Línea 115 Kv	430	18/03/2008	09/11/2009		5		10					10		10		10							10		10		5		15				9	

Fuente: elaboración propia

### 5.3.2 Duraciones para el análisis de montecarlo

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 5.2, es posible obtener las duraciones para el análisis de montecarlo. La Tabla 5.3, presentada a continuación, muestra dichas duraciones (optimistas, esperadas y pesimistas), con las cuales el software @Risk, mediante el método estadístico montecarlo, realizó la simulación para el análisis.

Las duraciones esperadas son iguales a las planificadas; las optimistas son el resultado de la sustracción del promedio de tiempos optimistas para cada actividad a su respectiva duración planificada; y las pesimistas se obtuvieron a partir de la suma del promedio de las duraciones pesimistas a la duración planificada de cada actividad respectivamente. Por ejemplo: para la actividad “Permiso Ministerio Ambiente” se tiene una duración planificada de 135 días; una duración optimista de 135 días ya que se determinó que no existe una posibilidad de que este tiempo sea menor al planificado; una duración esperada de 135 días, ya que ésta es igual a la planificada; y una duración pesimista de 197 días resultante de la suma de los 62 días, determinados en el paso anterior (ver Tabla 5.2), a la duración planificada de 132 días.

Tabla 5.3 Duraciones para el análisis montecarlo

CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC GENERAL	Inicio	Fin	Duración	Optimista	Esperada	Pesimista
Inicio Fase Definición	07/11/2005		0	0	0	0
<b>PERMISO MINISTERIO AMBIENTE</b>						
<b>CONSTRUCCIÓN PLANTAS</b>						
Permiso Ministerio Ambiente	16/08/2007	20/02/2008	135	135	135	197
<b>ESTUDIOS ESPECIALES</b>						
Topografía	30/01/2006	08/06/2006	94	89	94	102
Geotécnica	13/02/2006	08/06/2006	84	79	84	92
Hidrología / Vientos	05/06/2007	08/08/2007	47	42	47	55
Impacto Ambiental	05/06/2007	07/09/2007	69	69	69	77
<b>LICENCIAS</b>						
Elaboración y Firma Contrato SHP	06/08/2007	25/01/2008	125	125	125	125
Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc. de H2	26/06/2007	02/01/2008	137	137	137	137
Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc de Azuf	20/09/2006	03/07/2007	205	205	205	205
<b>CATASTRO</b>						
Permiso Acceso Terreno por parte Alcaldía	03/10/2005	20/09/2006	253	239	253	281
Adquisición del Terreno - Area Macotal	10/02/2006	29/06/2007	361	351	361	394
<b>PROJECT MANAGEMENT CONTRACTOR (PMC)</b>						
Contratación Project Management Contractor	13/08/2007	14/02/2008	134	112	134	151
<b>DEFINIR</b>						
<b>CONTRATACION</b>						
Contratación Ing. Básica Unid Prin,Und	02/10/2006	01/05/2007	152	130	152	169
<b>DISEÑOS BÁSICOS DE PROCESOS</b>						
<b>UNIDADES DE PROCESOS</b>						
<b>UNIDADES DE PROCESOS HDH (INTEVEP)</b>						
U75 Preparación de Catalizador	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U75 HDHPLUS®	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U78 H2 Comprimido	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U79 Residue Work-up	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U80 Emergency Quench & Blowdown	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U81 Solidification Flakes	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U82 Almacenaje Slop Pesado	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
<b>UNIDADES DE PROCESOS SHP (AXENS-SA)</b>						
U74 Vacío	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
U77 SHP	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247

Continuación Tabla 5.3 Duraciones para el análisis montecarlo

CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC	Inicio	Fin	Duración	Optimista	Esperada	Pesimista
U88 Recup. Gas	07/11/2005	28/06/2007	220	220	220	247
<b>UNIDADES DE AUXILIARES AMBIENTALES (AXENS-NA)</b>						
U84 Despoja. Aguas Agrias	03/05/2005	28/06/2007	88	88	88	115
U85 Regenera. Aminas	20/04/2005	28/06/2007	88	88	88	115
U86 Recupera. Azufre, Gas Cola	20/04/2005	28/06/2007	88	88	88	115
U83 Producción H2	12/04/2005	28/06/2007	88	88	88	115
U87 Recuperación H2	18/11/2005	28/06/2007	88	88	88	115
Pre Hazop/Manual de Operaciones	15/06/2007	27/06/2007	27	27	27	54
<b>INGENIERÍA BÁSICA (Contratista FEED+EPCm)</b>						
<b>UNIDADES DE PROCESOS</b>						
<b>UNIDADES DE PROCESO HDH</b>						
U75 Preparación de Catalizador	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U75 HDHPLUS®	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U78 H2 Comprimido	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
Residue Work-up	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U80 Emergency Quench & Blowdown	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U81 Solidification Flakes	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U82 Almacenaje Slop Pesado	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
<b>UNIDADES DE PROCESOS SHP</b>						
U74 Vacío	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U77 SHP	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
U88 Recup. Gas	02/05/2007	12/05/2008	220	220	220	247
<b>UNIDADES DE AUXILIARES AMBIENTALES</b>						
U84 Despoja. Aguas Agrias	02/05/2007	02/11/2007	88	88	88	115
U85 Regenera. Aminas	02/05/2007	02/11/2007	88	88	88	115
U86 Recupera. Azufre, Gas Cola	02/05/2007	02/11/2007	88	88	88	115
U83 Producción H2	02/05/2007	02/11/2007	88	88	88	115
U87 Recuperación H2	02/05/2007	02/11/2007	88	88	88	115
<b>SERVICIOS INDUSTRIALES</b>						
U89 Suministro de Agua Cruda y Pretratada	02/05/2007	25/01/2008	193	193	193	220
U90 Alimentación Agua a Calderas, Vapor	02/05/2007	24/03/2008	234	234	234	261
U91 Agua de Enfriamiento	02/05/2007	15/04/2008	250	250	250	277
U92 Aire Comprimido	02/05/2007	19/05/2008	274	274	274	301
U93 Gas Combustible	02/05/2007	15/04/2008	250	250	250	277

Continuación Tabla 5.3 Duraciones para el análisis montecarlo

CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC	Inicio	Fin	Duración	Optimista	Esperada	Pesimista
U94 Producción de Nitrógeno	02/05/2007	07/04/2008	244	244	244	271
U69 Sistema Contra Incendios	02/05/2007	22/04/2008	255	255	255	282
U61 Distribución y Potencia	02/05/2007	03/06/2008	285	285	285	312
U60 Sistema de Control	02/05/2007	03/06/2008	285	285	285	312
U68 Fosas de Azufre	02/05/2007	18/03/2008	230	230	230	257
U67 Preparación del sitio	02/05/2007	26/02/2008	215	215	215	242
U97 sistema Flare	02/05/2007	23/04/2008	256	256	256	283
U95 SETP II	02/05/2007	23/04/2008	256	256	256	283
U Tratto. Aguas Servidas	02/05/2007	14/05/2008	271	271	271	298
<b>UNDADES PRINCIPALES/UND AUXILIARES</b>						
Ingeniería Básica	02/05/2007	27/05/2008	330	330	330	357
<b>AREAS EXTERNAS (OFF-SITE)</b>						
Adecuación DA-1	02/05/2007	10/12/2007	159	159	159	186
Adecuación DA-2	02/05/2007	10/12/2007	159	159	159	186
Patio de Tanques	02/05/2007	14/04/2008	249	249	249	276
Muelles	02/05/2007	14/04/2008	249	249	249	276
Interconexiones	02/05/2007	14/04/2008	249	249	249	276
<b>PROCURA TEMPRANA LARGO TIEMPO DE ENTREGA</b>						
<b>REACTORES (12 UNID)/SEPARADORES</b>						
Contratación Bariven	19/01/2007	01/08/2007	88	88	88	99
Fabricación/Transporte/Nacionalización	02/08/2007	29/04/2010	716	716	716	727
<b>HORNOS (9 UNID)</b>						
Contratación Bariven	22/02/2008	27/05/2008	88	88	88	99
Fabricación/Transporte/Nacionalización	28/05/2008	09/11/2009	379	379	379	388
<b>SEPARADORES</b>						
Contratación Bariven	19/01/2007	01/08/2007	88	88	88	99
Fabricación/Transporte/Nacionalización	02/08/2007	29/04/2010	716	716	716	725
<b>COMPRESORES</b>						
Contratación Bariven	22/02/2008	27/05/2008	68	68	68	79
Fabricación/Transporte/Nacionalización	28/05/2008	29/06/2010	545	545	545	554
<b>CO LUMNAS</b>						
Contratación Bariven	04/10/2007	08/01/2008	69	69	69	80
Fabricación/Transporte/Nacionalización	09/01/2008	09/07/2010	653	653	653	662

Continuación Tabla 5.3 Duraciones para el análisis montecarlo

CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC	Inicio	Fin	Duración	Optimista	Esperada	Pesimista
<b>IMPLANTACIÓN</b>						
<b>UNIDAD DE PROCESOS Y AUXILIARES</b>						
<b>INGENIERÍA DE DETALLES</b>						
Ingeniería de Detalle	30/06/2008	26/02/2010	435	435	435	453
<b>PROCURA NACIONAL PDVSA</b>						
Equipos	30/06/2008	31/08/2010	567	567	567	578
Materiales	30/06/2008	28/03/2011	716	716	716	725
<b>CONSTRUCCIÓN</b>						
<b>PAQUETE 1 - PREPARACIÓN DEL SITIO</b>						
Contratación	17/08/2007	18/12/2007	88	75	88	102
Ejecución Preparación del Sitio	21/02/2008	30/01/2009	247	239	247	257
<b>PAQUETE 2 - OBRAS CIVILES</b>						
Contratación	20/08/2008	19/12/2008	88	75	88	102
Ejecución Obras Civiles	03/02/2009	16/08/2010	400	400	400	413
<b>PAQUETE 3 - OBRAS ELECTROMECÁNICAS</b>						
Contratación	20/08/2008	19/12/2008	88	75	88	102
Ejecución Obras Electromecánicas	23/12/2009	21/12/2010	440	400	440	455
<b>PAQUETE 4 - OBRAS AUTOMATIZACIÓN</b>						
Contratación	27/05/2009	29/09/2009	90	77	90	104
Ejecución Obras Automatización	01/10/2009	30/11/2011	565	565	565	577
<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>						
Contratación	16/03/2009	20/07/2009	91	78	91	105
Ejecución	22/07/2009	01/06/2010	225	225	225	233
<b>ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA</b>						
Precommissioning	02/11/2011	27/12/2011	40	40	40	62
Commisioning	29/12/2011	29/03/2012	66	44	66	110
Arranque	29/12/2011	29/03/2012	66	44	66	110
Fin del Proyecto		30/03/2012	0	0	0	0
<b>AREAS EXTERNAS (OFF-SITES)</b>						
<b>INGENIERÍA DE DETALLES</b>						
<b>ADECUACIÓN DA-1</b>						
Adecuación Unidad DA-1	25/01/2008	28/05/2008	89	89	89	133

Continuación Tabla 5.3 Duraciones para el análisis montecarlo

CONVERSIÓN PROFUNDA RPLC	Inicio	Fin	Duración	Optimista	Esperada	Pesimista
<b>ADECUACIÓN DA-2</b>						
Adecuación Unidad DA-2	25/01/2008	28/05/2008	89	89	89	133
<b>PATIO DE TANQUES E INTERCONEXIONES</b>						
Tanques/Interconexiones - Areas Externas	16/04/2008	23/10/2008	137	137	137	162
<b>EDIFICACIONES Y VIALIDAD</b>						
Edificio Administrativo	25/09/2006	01/08/2007	223	223	223	237
Cecom	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Tanques - Areas Externas	03/08/2007	02/11/2007	132	132	132	146
Almacén Materiales	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Talleres	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Puente de Acceso	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Puente Carretera Nacional	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Casetas de Vigilancia	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Estacionamientos	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Edificaciones Adiestramiento	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Reubicación Líneas de Crudo y Gas	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
Reubicación Línea 115 Kv	03/08/2007	02/11/2007	66	66	66	80
<b>PROCURA</b>						
Materiales / Equipos	16/04/2008	09/11/2009	409	409	409	416
<b>CONSTRUCCIÓN</b>						
Adecuación DA-1 y DA-2 (Tie-ins)	30/05/2008	30/06/2008	22	22	22	31
Adecuación DA-1 y DA-2 (Torres/Hornos)	30/05/2008	30/06/2008	22	22	22	31
Patio de Tanques	12/09/2008	06/05/2010	430	430	430	440
Construcción Edificio Administrativo	16/04/2008	07/09/2009	364	364	364	374
Muelles	01/07/2009	22/02/2011	430	430	430	440
Interconexiones	08/04/2009	30/11/2010	430	430	430	440
Caseta de Vigilancia y Portones de Acceso	18/03/2008	09/11/2009	430	430	430	440
Reubicación Líneas de Crudo y Gas	18/03/2008	09/11/2009	430	430	430	440
Reubicación Línea 115 Kv	18/03/2008	09/11/2009	430	430	430	440

Fuente: elaboración propia

### 5.3.3 Resultados de la simulación montecarlo

Mediante el método de simulación Montecarlo, utilizando el Software @Risk, se evaluaron los factores de riesgo, arrojando los siguientes resultados:

- **Probabilidad de duración de las actividades y fecha de finalización del proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, según distribución triangular para la red lógica del proyecto.**

Con la red de precedencias del proyecto cargada en Microsoft Project (Ver Anexo 1) se insertaron las duraciones optimistas, esperadas y pesimistas mostradas en la Tabla 5.3. Estos datos se utilizaron en la simulación mediante el método estadístico Montecarlo con la herramienta @Risk efectuando 1000 iteraciones.

La Tabla 5.4 muestra el reporte estadístico obtenido una vez realizada la simulación. El valor al 80% de probabilidad acumulada, resaltado en la tabla, representa la duración más pesimista para cada actividad y en el caso del fin del proyecto, la fecha de finalización más pesimista. También se pueden observar los valores de duraciones y fechas límites (mínimo, máximo y media) para cada actividad y para la finalización del proyecto.



Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Inicio Fase Definicion/ Duración (Dist.1)	Permiso Ministerio Ambiente/ Duración (Dist.2)	Topografía/ Duración (Dist.3)	Geotécnica / Duración (Dist.4)	Hidrología / Vientos/ Duración (Dist.5)	Impacto Ambiental/ Duración (Dist.6)
<b>Distribución</b>	TRIANG (0,0,0)	TRIANG (135,135,197)	TRIANG (89,94,102)	TRIANG (79,84,92)	TRIANG (42,47,55)	TRIANG (69,69,77)
<b>Tareas</b>	<b>Task 2</b>	<b>Task 4</b>	<b>Task 6</b>	<b>Task 7</b>	<b>Task 8</b>	<b>Task 9</b>
<b>Minimo</b>	0,000	135,023	89,234	79,180	42,183	69,000
<b>Maximo</b>	0,000	196,576	101,858	91,713	54,824	76,846
<b>Media</b>	0,000	155,047	95,063	85,039	47,943	71,757
<b>Desviación Estandar</b>	0	14,5477232	2,69096495	2,70290246	2,69060024	1,88072333
<b>Varianza</b>	0	211,636251	7,24129238	7,30568168	7,23932965	3,53712023
<b>Asimetría</b>	65535	0,56511371	0,27234529	0,21090983	0,2098428	0,496007
<b>Curstosis</b>	65535	2,44137446	2,51579887	2,47978829	2,47945942	2,31505991
<b>Moda</b>	0,000	136,614	95,166	84,611	47,274	70,574
<b>5,0%</b>	0,000	136,307	90,879	80,699	43,650	69,189
<b>10,0%</b>	0,000	137,517	91,611	81,489	44,414	69,429
<b>15,0%</b>	0,000	139,077	92,194	82,125	44,985	69,685
<b>20,0%</b>	0,000	140,809	92,736	82,715	45,464	69,910
<b>25,0%</b>	0,000	142,108	93,171	83,116	46,027	70,176
<b>30,0%</b>	0,000	144,271	93,597	83,476	46,381	70,440
<b>35,0%</b>	0,000	146,247	93,905	83,806	46,794	70,665
<b>40,0%</b>	0,000	148,314	94,190	84,165	47,111	70,943
<b>45,0%</b>	0,000	150,656	94,513	84,565	47,427	71,220
<b>50,0%</b>	0,000	152,881	94,768	84,854	47,752	71,450
<b>55,0%</b>	0,000	155,169	95,136	85,156	48,145	71,776
<b>60,0%</b>	0,000	157,777	95,519	85,569	48,505	72,043
<b>65,0%</b>	0,000	160,420	95,912	85,989	48,872	72,327
<b>70,0%</b>	0,000	162,660	96,311	86,417	49,456	72,698
<b>75,0%</b>	0,000	164,704	96,856	86,890	49,798	73,169
<b>80,0%</b>	<b>0,000</b>	<b>167,944</b>	<b>97,471</b>	<b>87,420</b>	<b>50,270</b>	<b>73,552</b>
<b>85,0%</b>	0,000	171,223	98,116	88,075	50,900	73,988
<b>90,0%</b>	0,000	176,581	98,832	88,720	51,604	74,399
<b>95,0%</b>	0,000	182,807	100,019	89,953	52,809	75,264

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Elaboración y Firma Contrato SHP/ Duración (Dist.7)	Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc. de H2/ Duración (Dist.8)	Contrat. Y Des. Diseño Básico de Proc de Azuf/ Duración (Dist.9)	Permiso Acceso Terreno por parte Alcaldía/ Duración (Dist.10)	Adquisición del Terreno - Area Macotal/ Duración (Dist.11)	Contratación Project Management Contractor/ Duración (Dist.12)
<b>Distribución</b>	TRIANG (125,125,125)	TRIANG (137,137,137)	TRIANG (205,205,205)	TRIANG (239,253,281)	TRIANG (351,361,394)	TRIANG (112,134,151)
<b>Tareas</b>	<b>Task 11</b>	<b>Task 12</b>	<b>Task 13</b>	<b>Task 15</b>	<b>Task 16</b>	<b>Task 18</b>
<b>Minimo</b>	125,000	137,000	205,000	240,162	351,854	112,258
<b>Maximo</b>	125,000	137,000	205,000	279,678	393,212	150,444
<b>Media</b>	125,000	137,000	205,000	258,260	368,628	132,238
<b>Desviación Estandar</b>	0	0	0	8,77593727	9,24563374	8,17388729
<b>Varianza</b>	0	0	0	77,0170749	85,4817432	66,8124334
<b>Asimetría</b>	65535	65535	65535	0,26741149	0,42075721	-0,15715307
<b>Curstosis</b>	65535	65535	65535	2,32009076	2,404455	2,3275616
<b>Moda</b>	125,000	137,000	205,000	255,197	358,369	131,845
<b>5,0%</b>	125,000	137,000	205,000	245,000	355,148	118,085
<b>10,0%</b>	125,000	137,000	205,000	247,192	357,151	120,624
<b>15,0%</b>	125,000	137,000	205,000	248,959	358,724	122,614
<b>20,0%</b>	125,000	137,000	205,000	250,149	360,116	124,331
<b>25,0%</b>	125,000	137,000	205,000	251,591	361,355	126,330
<b>30,0%</b>	125,000	137,000	205,000	252,724	362,411	127,989
<b>35,0%</b>	125,000	137,000	205,000	253,947	363,448	129,204
<b>40,0%</b>	125,000	137,000	205,000	255,124	364,778	130,572
<b>45,0%</b>	125,000	137,000	205,000	255,955	366,250	131,794
<b>50,0%</b>	125,000	137,000	205,000	257,142	367,640	132,794
<b>55,0%</b>	125,000	137,000	205,000	258,758	368,985	133,874
<b>60,0%</b>	125,000	137,000	205,000	260,241	370,364	134,881
<b>65,0%</b>	125,000	137,000	205,000	261,569	371,837	135,944
<b>70,0%</b>	125,000	137,000	205,000	262,896	373,521	136,952
<b>75,0%</b>	125,000	137,000	205,000	264,711	375,132	138,370
<b>80,0%</b>	<b>125,000</b>	<b>137,000</b>	<b>205,000</b>	<b>266,476</b>	<b>376,740</b>	<b>139,624</b>
<b>85,0%</b>	125,000	137,000	205,000	268,367	378,898	141,094
<b>90,0%</b>	125,000	137,000	205,000	270,927	382,259	142,931
<b>95,0%</b>	125,000	137,000	205,000	273,685	385,474	145,137

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Contratación Ing. Básica Unid Prin,Und / Duración (Dist.13)	U75 Preparación de Catalizador/ Duración (Dist.14)	U75 HDHPLUS® / Duración (Dist.15)	U78 H2 Comprimido/ Duración (Dist.16)	U79 Residue Work-up/ Duración (Dist.17)	U80 Emergency Quench & Blowdown/ Duración (Dist.18)
<b>Distribución</b>	TRIANG (130,152,169)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)
<b>Tareas</b>	<b>Task 21</b>	<b>Task 25</b>	<b>Task 26</b>	<b>Task 27</b>	<b>Task 28</b>	<b>Task 29</b>
<b>Minimo</b>	130,332	220,001	220,013	220,032	220,040	220,015
<b>Maximo</b>	168,571	246,657	246,866	246,086	246,449	246,649
<b>Media</b>	149,768	228,730	228,757	228,995	228,780	229,498
<b>Desviación Estandar</b>	8,04962957	6,41586541	6,28794857	6,30078736	6,36881074	6,63683633
<b>Varianza</b>	64,7965362	41,1633289	39,5382973	39,6999214	40,5617502	44,0475965
<b>Asimetría</b>	-0,04116741	0,60942102	0,55308987	0,56256472	0,68557126	0,53506358
<b>Curtosis</b>	2,35332888	2,39602794	2,41524855	2,47224521	2,61799688	2,3698603
<b>Moda</b>	149,678	223,620	222,296	221,682	220,192	221,334
<b>5,0%</b>	136,245	220,599	220,555	220,738	220,758	220,659
<b>10,0%</b>	138,735	221,307	221,221	221,465	221,547	221,334
<b>15,0%</b>	140,707	221,887	221,974	222,009	222,228	222,142
<b>20,0%</b>	142,352	222,615	222,498	222,771	222,810	223,147
<b>25,0%</b>	143,703	223,270	223,275	223,598	223,354	223,933
<b>30,0%</b>	145,152	223,956	224,218	224,422	224,071	224,601
<b>35,0%</b>	146,560	224,770	224,994	225,340	224,877	225,691
<b>40,0%</b>	147,817	225,549	225,747	226,202	225,609	226,715
<b>45,0%</b>	148,800	226,491	226,815	227,079	226,558	227,681
<b>50,0%</b>	149,848	227,471	227,627	228,156	227,386	228,400
<b>55,0%</b>	150,853	228,489	228,789	229,045	228,520	229,417
<b>60,0%</b>	152,180	229,410	229,912	230,114	229,729	230,421
<b>65,0%</b>	153,239	230,621	230,986	231,209	230,639	231,556
<b>70,0%</b>	154,128	231,730	232,172	232,139	231,641	232,808
<b>75,0%</b>	155,431	233,044	233,435	233,296	233,246	234,062
<b>80,0%</b>	<b>157,100</b>	<b>234,906</b>	<b>234,491</b>	<b>234,348</b>	<b>234,386</b>	<b>235,645</b>
<b>85,0%</b>	158,626	236,751	235,791	236,161	235,856	237,428
<b>90,0%</b>	160,583	238,368	237,773	238,176	238,053	239,494
<b>95,0%</b>	162,980	240,593	240,656	240,948	241,956	241,973

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U81 Solidification Flakes/ Duración (Dist.19)	U82 Almacenaje Slop Pesado/ Duración (Dist.20)	U74 Vacío/ Duración (Dist.21)	U77 SHP/ Duración (Dist.22)	U88 Recup. Gas/ Duración (Dist.23)	U84 Despoja. Aguas Agrias/ Duración (Dist.24)
<b>Distribución</b>	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (88,88,115)
<b>Tareas</b>	<b>Task 30</b>	<b>Task 31</b>	<b>Task 33</b>	<b>Task 34</b>	<b>Task 35</b>	<b>Task 37</b>
<b>Mínimo</b>	220,003	220,030	220,009	220,048	220,009	88,016
<b>Máximo</b>	246,453	246,382	246,060	245,798	246,841	114,935
<b>Media</b>	229,207	229,245	229,284	228,721	229,078	97,418
<b>Desviación Estandar</b>	6,26081571	6,35482002	6,43378693	6,20969224	6,54945098	6,52377063
<b>Varianza</b>	39,1978134	40,3837375	41,3936142	38,5602777	42,8953081	42,5595832
<b>Asimetría</b>	0,53429181	0,54463774	0,53159908	0,65821693	0,54585526	0,50200747
<b>Curtois</b>	2,39933762	2,37048068	2,33591814	2,53715987	2,37900412	2,32833195
<b>Moda</b>	220,031	224,195	224,949	223,493	220,272	88,166
<b>5,0%</b>	220,763	220,962	220,818	220,792	220,517	88,718
<b>10,0%</b>	221,612	221,686	221,614	221,636	221,170	89,470
<b>15,0%</b>	222,360	222,393	222,232	222,297	221,970	90,192
<b>20,0%</b>	223,255	223,048	222,863	222,895	222,593	91,018
<b>25,0%</b>	224,083	223,790	223,784	223,521	223,375	91,952
<b>30,0%</b>	224,795	224,504	224,538	224,287	224,087	92,815
<b>35,0%</b>	225,641	225,415	225,387	225,024	225,218	93,595
<b>40,0%</b>	226,471	226,333	226,484	225,863	226,021	94,422
<b>45,0%</b>	227,249	227,241	227,440	226,556	227,122	95,328
<b>50,0%</b>	228,239	228,463	228,266	227,428	228,087	96,449
<b>55,0%</b>	229,088	229,243	229,357	228,255	229,109	97,567
<b>60,0%</b>	230,130	230,334	230,335	229,256	230,155	98,560
<b>65,0%</b>	231,181	231,551	231,296	230,521	231,121	99,703
<b>70,0%</b>	232,374	232,569	232,384	231,699	232,623	100,880
<b>75,0%</b>	233,604	233,559	233,870	233,026	233,779	102,141
<b>80,0%</b>	<b>234,904</b>	<b>234,932</b>	<b>235,153</b>	<b>234,276</b>	<b>235,023</b>	<b>103,630</b>
<b>85,0%</b>	236,641	236,568	236,784	235,967	237,038	105,154
<b>90,0%</b>	238,830	238,867	239,009	238,236	238,640	106,794
<b>95,0%</b>	240,725	241,367	241,323	240,799	240,924	109,287

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U85 Regenera. Aminas/ Duración (Dist.25)	U86 Recupera. Azufre, Gas Cola/ Duración (Dist.26)	U83 Producción H2/ Duración (Dist.27)	U87 Recuperación H2/ Duración (Dist.28)	Pre Hazop/Manual de Operaciones/ Duración (Dist.29)	U75 Preparación de Catalizador/ Duración (Dist.30)
<b>Distribución</b>	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (27,27,54)	TRIANG (220,220,247)
<b>Tareas</b>	<b>Task 38</b>	<b>Task 39</b>	<b>Task 40</b>	<b>Task 41</b>	<b>Task 42</b>	<b>Task 46</b>
<b>Minimo</b>	88,004	88,001	88,011	88,018	27,012	220,007
<b>Maximo</b>	114,503	114,405	114,293	114,110	53,361	246,783
<b>Media</b>	96,861	97,022	97,032	96,903	36,234	229,108
<b>Desviación Estandar</b>	6,44531876	6,41903937	6,47045763	6,3720341	6,3220704	6,37535165
<b>Varianza</b>	41,542134	41,2040665	41,866822	40,6028186	39,9685741	40,6451087
<b>Asimetría</b>	0,65124918	0,5961054	0,57731005	0,59162707	0,51810201	0,56308194
<b>Curtois</b>	2,48627195	2,42314203	2,37558724	2,41784101	2,33030974	2,33683316
<b>Moda</b>	101,712	88,721	97,018	88,820	31,123	225,072
<b>5,0%</b>	88,692	88,760	88,775	88,593	27,840	220,828
<b>10,0%</b>	89,406	89,342	89,323	89,324	28,507	221,641
<b>15,0%</b>	89,946	90,083	89,978	90,177	29,368	222,357
<b>20,0%</b>	90,803	90,862	90,787	90,774	30,208	223,053
<b>25,0%</b>	91,547	91,614	91,544	91,505	30,931	223,636
<b>30,0%</b>	92,392	92,476	92,373	92,400	31,657	224,456
<b>35,0%</b>	93,011	93,326	93,166	93,080	32,391	225,157
<b>40,0%</b>	93,885	93,952	93,966	93,964	33,371	226,111
<b>45,0%</b>	94,725	94,804	94,742	94,934	34,369	226,928
<b>50,0%</b>	95,529	95,820	95,810	95,722	35,239	227,953
<b>55,0%</b>	96,307	96,857	96,891	96,648	36,290	228,732
<b>60,0%</b>	97,113	97,923	97,864	97,636	37,123	229,823
<b>65,0%</b>	98,260	99,028	99,029	98,673	38,354	231,062
<b>70,0%</b>	99,907	100,110	100,427	99,969	39,504	232,341
<b>75,0%</b>	101,625	101,311	101,644	101,406	40,735	233,818
<b>80,0%</b>	<b>103,180</b>	<b>102,785</b>	<b>103,081</b>	<b>102,893</b>	<b>42,099</b>	<b>235,271</b>
<b>85,0%</b>	104,666	104,674	104,896	104,338	44,091	236,848
<b>90,0%</b>	106,610	106,897	106,521	106,463	45,740	238,794
<b>95,0%</b>	108,657	109,176	109,121	109,062	47,666	240,789

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U75 HDHPLUS® / Duración (Dist.31)	U78 H2 Comprimido/ Duración (Dist.32)	Residue Work- up/ Duración (Dist.33)	U80 Emergency Quench & Blowdown/ Duración (Dist.34)	U81 Solidification Flakes/ Duración (Dist.35)	U82 Almacenaje Slop Pesado/ Duración (Dist.36)
<b>Distribución</b>	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)
<b>Tareas</b>	<b>Task 47</b>	<b>Task 48</b>	<b>Task 49</b>	<b>Task 50</b>	<b>Task 51</b>	<b>Task 52</b>
<b>Minimo</b>	220,017	220,004	220,009	220,002	220,001	220,032
<b>Maximo</b>	246,949	246,477	245,793	245,909	245,622	246,862
<b>Media</b>	229,272	228,691	228,842	229,080	228,868	228,832
<b>Desviación Estandar</b>	6,35071849	6,20276688	6,3474218	6,29067417	6,38035748	6,34794467
<b>Varianza</b>	40,3316253	38,4743169	40,2897635	39,5725815	40,7089616	40,2964015
<b>Asimetría</b>	0,52316972	0,6167387	0,61115243	0,51893657	0,58135473	0,63916413
<b>Curtois</b>	2,45226455	2,58778858	2,44895483	2,35058558	2,38837101	2,52917706
<b>Moda</b>	225,286	220,414	221,724	220,466	222,605	223,981
<b>5,0%</b>	220,678	220,588	220,626	220,620	220,669	220,693
<b>10,0%</b>	221,284	221,253	221,248	221,279	221,410	221,386
<b>15,0%</b>	222,170	221,936	222,170	222,169	221,990	222,146
<b>20,0%</b>	223,018	222,675	222,783	223,121	222,687	222,824
<b>25,0%</b>	224,064	223,582	223,584	223,970	223,423	223,648
<b>30,0%</b>	225,105	224,452	224,305	224,644	224,145	224,284
<b>35,0%</b>	225,923	225,180	224,981	225,427	224,892	225,080
<b>40,0%</b>	226,610	225,940	225,846	226,216	225,717	225,784
<b>45,0%</b>	227,293	226,598	226,859	227,132	226,656	226,752
<b>50,0%</b>	228,249	227,682	227,662	228,188	227,651	227,811
<b>55,0%</b>	229,422	228,564	228,495	229,047	228,919	228,471
<b>60,0%</b>	230,508	229,549	229,390	229,939	229,968	229,388
<b>65,0%</b>	231,430	230,545	230,476	231,115	231,062	230,502
<b>70,0%</b>	232,367	231,576	232,078	232,343	231,974	231,721
<b>75,0%</b>	233,378	232,737	233,414	233,572	233,087	233,253
<b>80,0%</b>	<b>234,987</b>	<b>234,318</b>	<b>234,682</b>	<b>235,017</b>	<b>234,471</b>	<b>234,798</b>
<b>85,0%</b>	236,595	236,154	236,326	236,699	236,363	236,214
<b>90,0%</b>	238,692	237,750	238,382	238,151	238,816	238,364
<b>95,0%</b>	240,768	240,044	240,993	240,788	240,950	240,930

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U74 Vacío/ Duración (Dist.37)	U77 SHP/ Duración (Dist.38)	U88 Recup. Gas/ Duración (Dist.39)	U84 Despoja. Aguas Agrias/ Duración (Dist.40)	U85 Regenera. Aminas/ Duración (Dist.41)	U86 Recupera. Azufre, Gas Cola/ Duración (Dist.42)
<b>Distribución</b>	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (220,220,247)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)
<b>Tareas</b>	<b>Task 54</b>	<b>Task 55</b>	<b>Task 56</b>	<b>Task 58</b>	<b>Task 59</b>	<b>Task 60</b>
<b>Minimo</b>	220,001	220,016	220,020	88,027	88,009	88,026
<b>Maximo</b>	246,150	246,797	246,867	114,552	113,508	113,849
<b>Media</b>	228,773	229,251	229,331	97,304	96,949	97,163
<b>Desviación Estandar</b>	6,44763959	6,25995644	6,44404325	6,4299829	6,33332288	6,46658392
<b>Varianza</b>	41,5720563	39,1870547	41,5256934	41,3446801	40,1109787	41,8167076
<b>Asimetría</b>	0,70824021	0,54069054	0,54090999	0,54380974	0,58107179	0,55417532
<b>Curiosis</b>	2,65780396	2,49502893	2,35965844	2,34572835	2,43777508	2,29521608
<b>Moda</b>	222,950	232,736	224,694	93,522	89,169	94,384
<b>5,0%</b>	220,568	220,894	220,781	88,774	88,737	88,758
<b>10,0%</b>	221,372	221,584	221,600	89,602	89,310	89,527
<b>15,0%</b>	222,100	222,309	222,330	90,377	90,118	90,130
<b>20,0%</b>	222,716	223,096	223,066	91,057	90,890	90,992
<b>25,0%</b>	223,513	223,926	223,999	91,801	91,630	91,666
<b>30,0%</b>	224,149	224,875	224,718	92,695	92,340	92,473
<b>35,0%</b>	224,872	225,693	225,529	93,558	93,177	93,407
<b>40,0%</b>	225,585	226,560	226,338	94,556	94,032	94,328
<b>45,0%</b>	226,453	227,548	227,334	95,189	94,928	94,987
<b>50,0%</b>	227,407	228,488	228,266	96,171	95,907	95,736
<b>55,0%</b>	228,420	229,381	229,174	97,109	96,877	96,897
<b>60,0%</b>	229,556	230,289	230,176	98,017	97,795	98,015
<b>65,0%</b>	230,634	231,520	231,432	99,271	98,923	99,220
<b>70,0%</b>	231,745	232,482	232,574	100,333	100,212	100,408
<b>75,0%</b>	233,000	233,561	233,975	101,653	101,443	101,737
<b>80,0%</b>	<b>234,516</b>	<b>234,857</b>	<b>235,404</b>	<b>103,355</b>	<b>102,638</b>	<b>103,408</b>
<b>85,0%</b>	236,200	236,205	236,983	105,414	104,324	105,076
<b>90,0%</b>	238,571	238,240	239,024	107,139	106,392	107,116
<b>95,0%</b>	241,348	240,730	241,100	109,287	109,266	109,012

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U83 Producción H2/ Duración (Dist.43)	U87 Recuperación H2/ Duración (Dist.44)	U89 Suministro de Agua Cruda y Pretratada/ Duración (Dist.45)	U90 Alimentación Agua a Calderas, Vapor/ Duración (Dist.46)	U91 Agua de Enfriamiento/ Duración (Dist.47)	U92 Aire Comprimido/ Duración (Dist.48)
<b>Distribución</b>	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (88,88,115)	TRIANG (193,193,220)	TRIANG (234,234,261)	TRIANG (250,250,277)	TRIANG (274,274,301)
<b>Tareas</b>	<b>Task 61</b>	<b>Task 62</b>	<b>Task 64</b>	<b>Task 65</b>	<b>Task 66</b>	<b>Task 67</b>
<b>Minimo</b>	88,010	88,005	193,005	234,052	250,006	274,030
<b>Maximo</b>	114,543	114,811	218,414	260,028	276,210	300,401
<b>Media</b>	97,080	97,019	201,920	242,692	258,523	282,623
<b>Desviación Estandar</b>	6,33306507	6,35024129	6,25294175	6,23209364	6,175123	6,22662476
<b>Varianza</b>	40,1077131	40,3255645	39,0992805	38,8389912	38,132144	38,7708559
<b>Asimetría</b>	0,45918754	0,59732904	0,52151066	0,54283116	0,6400907	0,63051816
<b>Curstosis</b>	2,24617441	2,5754075	2,38523168	2,36656934	2,56166955	2,47285213
<b>Moda</b>	92,450	88,700	194,107	240,995	259,246	274,750
<b>5,0%</b>	88,546	88,656	193,659	234,601	250,433	274,750
<b>10,0%</b>	89,274	89,367	194,247	235,209	251,173	275,250
<b>15,0%</b>	89,997	90,087	194,872	235,831	252,068	276,012
<b>20,0%</b>	90,851	90,841	195,779	236,482	252,825	276,722
<b>25,0%</b>	91,483	91,758	196,522	237,254	253,493	277,423
<b>30,0%</b>	92,414	92,541	197,405	237,984	254,154	278,337
<b>35,0%</b>	93,363	93,271	198,329	238,905	254,868	278,950
<b>40,0%</b>	94,255	94,280	199,158	239,963	255,518	279,643
<b>45,0%</b>	95,311	95,102	199,977	240,812	256,486	280,373
<b>50,0%</b>	96,259	96,034	200,909	241,814	257,328	281,235
<b>55,0%</b>	97,244	97,090	202,011	242,714	258,198	281,999
<b>60,0%</b>	98,090	98,047	203,067	243,572	259,195	283,210
<b>65,0%</b>	99,412	99,181	204,174	244,917	260,203	284,600
<b>70,0%</b>	100,275	100,002	205,173	246,126	261,396	285,679
<b>75,0%</b>	101,843	101,213	206,363	247,055	262,553	287,179
<b>80,0%</b>	<b>103,218</b>	<b>102,505</b>	<b>207,751</b>	<b>248,413</b>	<b>264,220</b>	<b>288,498</b>
<b>85,0%</b>	104,423	104,224	209,036	250,074	265,835	290,034
<b>90,0%</b>	106,430	106,373	210,997	251,534	267,563	291,879
<b>95,0%</b>	108,648	108,748	213,519	254,396	270,237	294,354



Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U93 Gas Combustible/ Duración (Dist.49)	U94 Producción de Nitrógeno/ Duración (Dist.50)	U69 Sistema Contra Incendios/ Duración (Dist.51)	U61 Distribución y Potencia/ Duración (Dist.52)	U60 Sistema de Control/ Duración (Dist.53)	U68 Fosas de Azufre/ Duración (Dist.54)
<b>Distribución</b>	TRIANG (250,250,277)	TRIANG (244,244,271)	TRIANG (255,255,282)	TRIANG (285,285,312)	TRIANG (285,285,312)	TRIANG (230,230,257)
<b>Tareas</b>	<b>Task 68</b>	<b>Task 69</b>	<b>Task 70</b>	<b>Task 71</b>	<b>Task 72</b>	<b>Task 73</b>
<b>Minimo</b>	250,007	244,003	255,003	285,011	285,001	230,006
<b>Maximo</b>	276,564	269,830	281,363	311,464	310,603	256,464
<b>Media</b>	259,203	253,135	263,813	293,711	293,426	239,178
<b>Desviación Estandar</b>	6,33454689	6,4775277	6,43351374	6,31975908	5,88225491	6,30792669
<b>Varianza</b>	40,1264843	41,9583652	41,390099	39,9393548	34,6009229	39,7899392
<b>Asimetría</b>	0,46059389	0,53972426	0,60360467	0,61462412	0,59348298	0,48094851
<b>Curtois</b>	2,25039693	2,36865465	2,39696455	2,48515	2,57507695	2,25217005
<b>Moda</b>	250,820	244,223	259,692	285,751	299,993	233,345
<b>5,0%</b>	250,693	244,622	255,561	285,614	285,514	230,739
<b>10,0%</b>	251,324	245,346	256,144	286,177	286,348	231,653
<b>15,0%</b>	252,130	245,983	256,860	287,018	287,154	232,366
<b>20,0%</b>	253,019	246,821	257,715	287,684	287,662	233,060
<b>25,0%</b>	253,839	247,570	258,465	288,365	288,563	233,633
<b>30,0%</b>	254,626	248,233	259,246	289,193	289,331	234,483
<b>35,0%</b>	255,431	249,165	259,999	290,030	290,021	235,263
<b>40,0%</b>	256,460	250,245	260,816	290,795	290,654	236,175
<b>45,0%</b>	257,317	251,061	261,632	291,471	291,478	237,119
<b>50,0%</b>	258,289	252,278	262,494	292,205	292,561	238,212
<b>55,0%</b>	259,355	253,173	263,392	293,507	293,381	239,256
<b>60,0%</b>	260,437	254,378	264,374	294,526	294,382	240,327
<b>65,0%</b>	261,390	255,237	265,566	295,723	295,333	241,545
<b>70,0%</b>	262,275	256,263	267,094	296,803	296,447	242,684
<b>75,0%</b>	263,904	257,716	268,416	298,090	297,361	244,075
<b>80,0%</b>	<b>265,347</b>	<b>258,902</b>	<b>269,901</b>	<b>299,610</b>	<b>298,723</b>	<b>245,231</b>
<b>85,0%</b>	266,796	260,696	271,627	301,333	300,068	246,394
<b>90,0%</b>	268,570	262,562	273,611	302,832	302,013	248,114
<b>95,0%</b>	270,914	265,335	276,131	305,561	304,493	250,601

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	U67 Preparación del sitio/ Duración (Dist.55)	U97 sistema Flare/ Duración (Dist.56)	U95 SETP II/ Duración (Dist.57)	U Tratto. Aguas Servidas/ Duración (Dist.58)	Ingeniería Básica/ Duración (Dist.59)	Adecuación DA- 1/ Duración (Dist.60)
<b>Distribución</b>	TRIANG (215,215,242)	TRIANG (256,256,283)	TRIANG (256,256,283)	TRIANG (271,271,298)	TRIANG (330,330,357)	TRIANG (159,159,186)
<b>Tareas</b>	<b>Task 74</b>	<b>Task 75</b>	<b>Task 76</b>	<b>Task 77</b>	<b>Task 79</b>	<b>Task 81</b>
<b>Minimo</b>	215,005	256,027	256,018	271,012	330,005	159,006
<b>Maximo</b>	241,675	282,871	281,987	297,246	356,684	185,354
<b>Media</b>	224,184	264,584	265,087	280,298	338,867	167,723
<b>Desviación Estandar</b>	6,34936177	6,26233419	6,46210123	6,6027956	6,37499966	6,20260247
<b>Varianza</b>	40,3143948	39,2168296	41,7587523	43,5969097	40,6406207	38,4722774
<b>Asimetría</b>	0,5518578	0,66072602	0,59149642	0,52400054	0,55928312	0,52749575
<b>Curtois</b>	2,43511827	2,65196147	2,40914901	2,26005266	2,34269948	2,36637328
<b>Moda</b>	216,354	259,989	259,203	273,661	330,724	159,720
<b>5,0%</b>	215,765	256,556	256,688	271,773	330,675	159,567
<b>10,0%</b>	216,546	257,290	257,339	272,402	331,320	160,145
<b>15,0%</b>	217,366	257,900	258,065	273,109	331,926	160,883
<b>20,0%</b>	218,026	258,440	258,968	273,689	332,654	161,696
<b>25,0%</b>	218,829	259,332	259,729	274,516	333,495	162,336
<b>30,0%</b>	219,490	260,007	260,516	275,338	334,257	163,249
<b>35,0%</b>	220,209	260,812	261,383	276,312	335,011	164,126
<b>40,0%</b>	221,232	261,683	262,170	277,325	335,826	164,854
<b>45,0%</b>	222,344	262,663	262,944	278,197	336,711	165,791
<b>50,0%</b>	223,438	263,518	263,751	279,072	337,737	166,655
<b>55,0%</b>	224,221	264,503	264,668	280,178	338,675	167,867
<b>60,0%</b>	225,126	265,413	265,877	281,302	339,805	168,718
<b>65,0%</b>	226,233	266,444	267,188	282,479	340,915	169,893
<b>70,0%</b>	227,135	267,485	268,133	283,887	342,184	171,049
<b>75,0%</b>	228,863	268,874	269,416	285,140	343,454	172,230
<b>80,0%</b>	<b>229,996</b>	<b>270,257</b>	<b>271,284</b>	<b>286,565</b>	<b>344,766</b>	<b>173,539</b>
<b>85,0%</b>	231,485	271,789	272,989	288,226	346,532	175,063
<b>90,0%</b>	233,472	273,567	274,793	290,193	348,204	176,461
<b>95,0%</b>	235,854	276,696	277,263	292,497	350,653	179,156

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Adecuación DA-2/ Duración (Dist.61)	Patio de Tanques/ Duración (Dist.62)	Muelles/ Duración (Dist.63)	Interconexiones / Duración (Dist.64)	Contratación Bariven/ Duración (Dist.65)	Fabricación/Tra nsporte/Nacion alización/ Duración (Dist.66)
<b>Distribución</b>	TRIANG (159,159,186)	TRIANG (249,249,276)	TRIANG (249,249,276)	TRIANG (249,249,276)	TRIANG (88,88,99)	TRIANG (716,716,727)
<b>Tareas</b>	<b>Task 82</b>	<b>Task 83</b>	<b>Task 84</b>	<b>Task 85</b>	<b>Task 88</b>	<b>Task 89</b>
<b>Minimo</b>	159,025	249,010	249,059	249,010	88,005	716,005
<b>Maximo</b>	185,184	274,894	275,638	275,552	98,744	726,911
<b>Media</b>	167,698	257,916	257,998	257,818	91,767	719,663
<b>Desviación Estandar</b>	6,19567789	6,3798708	6,66230037	6,09777807	2,57704617	2,63407556
<b>Varianza</b>	38,3864245	40,7027515	44,3862462	37,1828974	6,64116698	6,93835406
<b>Asimetría</b>	0,59293661	0,58507169	0,62007075	0,54909693	0,51354699	0,57554556
<b>Curtois</b>	2,46286131	2,40811129	2,40506928	2,47769792	2,34863352	2,34331928
<b>Moda</b>	176,993	250,521	250,024	266,162	88,166	716,337
<b>5,0%</b>	159,685	249,717	249,667	249,728	88,327	716,288
<b>10,0%</b>	160,444	250,395	250,249	250,318	88,641	716,542
<b>15,0%</b>	161,014	250,968	250,809	251,082	88,903	716,875
<b>20,0%</b>	161,610	251,752	251,563	252,046	89,313	717,152
<b>25,0%</b>	162,430	252,481	252,260	252,574	89,566	717,387
<b>30,0%</b>	163,131	253,209	252,956	253,404	89,921	717,722
<b>35,0%</b>	164,037	254,077	253,966	254,314	90,265	718,081
<b>40,0%</b>	164,744	254,863	254,813	255,127	90,581	718,440
<b>45,0%</b>	165,537	255,889	255,766	256,176	90,972	718,757
<b>50,0%</b>	166,656	256,752	256,739	256,955	91,311	719,151
<b>55,0%</b>	167,502	257,863	257,808	257,802	91,792	719,607
<b>60,0%</b>	168,723	258,789	258,577	258,757	92,160	720,072
<b>65,0%</b>	169,756	259,844	259,975	259,719	92,677	720,462
<b>70,0%</b>	170,798	261,033	261,184	260,987	93,172	720,918
<b>75,0%</b>	172,067	262,257	262,617	262,181	93,674	721,527
<b>80,0%</b>	<b>173,189</b>	<b>263,826</b>	<b>264,176</b>	<b>263,369</b>	<b>94,163</b>	<b>722,226</b>
<b>85,0%</b>	175,139	265,421	265,922	265,107	94,764	722,868
<b>90,0%</b>	176,964	267,363	268,309	266,401	95,417	723,689
<b>95,0%</b>	178,902	270,242	270,657	269,181	96,647	724,607

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Contratación Bariven/ Duración (Dist.67)	Fabricación/Transporte/Nacionalización/ Duración (Dist.68)	Contratación Bariven/ Duración (Dist.69)	Fabricación/Transporte/Nacionalización/ Duración (Dist.70)	Contratación Bariven/ Duración (Dist.71)	Fabricación/Transporte/Nacionalización/ Duración (Dist.72)
<b>Distribución</b>	TRIANG (88,88,99)	TRIANG (379,379,388)	TRIANG (88,88,99)	TRIANG (716,716,725)	TRIANG (68,68,79)	TRIANG (545,545,554)
<b>Tareas</b>	<b>Task 91</b>	<b>Task 92</b>	<b>Task 94</b>	<b>Task 95</b>	<b>Task 97</b>	<b>Task 98</b>
<b>Minimo</b>	88,013	379,003	88,003	716,003	68,000	545,000
<b>Maximo</b>	98,779	387,605	98,702	724,909	78,829	553,867
<b>Media</b>	91,685	381,966	91,533	719,040	71,616	548,016
<b>Desviación Estandar</b>	2,66790827	2,0706944	2,54608618	2,1334137	2,625436	2,15785888
<b>Varianza</b>	7,11773454	4,28777531	6,48255483	4,551454	6,89291417	4,65635493
<b>Asimetría</b>	0,59923926	0,51650233	0,57633722	0,57115591	0,57496991	0,5721984
<b>Curtois</b>	2,38042114	2,35494791	2,39239641	2,37289343	2,33573347	2,3728253
<b>Moda</b>	89,451	379,620	88,459	716,809	69,398	545,375
<b>5,0%</b>	88,301	379,196	88,250	716,297	68,253	545,235
<b>10,0%</b>	88,573	379,412	88,506	716,556	68,526	545,437
<b>15,0%</b>	88,829	379,728	88,803	716,733	68,816	545,715
<b>20,0%</b>	89,118	379,961	89,046	716,972	69,142	545,896
<b>25,0%</b>	89,437	380,204	89,307	717,233	69,412	546,137
<b>30,0%</b>	89,714	380,426	89,645	717,433	69,663	546,401
<b>35,0%</b>	90,086	380,747	90,000	717,741	69,969	546,782
<b>40,0%</b>	90,357	381,040	90,344	718,036	70,294	547,025
<b>45,0%</b>	90,719	381,336	90,669	718,267	70,646	547,356
<b>50,0%</b>	91,138	381,637	91,055	718,628	71,045	547,660
<b>55,0%</b>	91,602	382,016	91,485	719,008	71,565	547,953
<b>60,0%</b>	92,037	382,303	91,946	719,351	71,987	548,294
<b>65,0%</b>	92,551	382,660	92,433	719,698	72,531	548,613
<b>70,0%</b>	93,019	383,049	92,871	720,163	73,047	549,046
<b>75,0%</b>	93,510	383,483	93,274	720,636	73,563	549,520
<b>80,0%</b>	<b>94,249</b>	<b>383,947</b>	<b>93,823</b>	<b>721,134</b>	<b>74,209</b>	<b>550,044</b>
<b>85,0%</b>	94,929	384,443	94,547	721,574	74,696	550,558
<b>90,0%</b>	95,706	384,956	95,307	722,167	75,441	551,286
<b>95,0%</b>	96,799	385,630	96,266	723,051	76,574	552,042

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Contratación Bariven/ Duración (Dist.73)	Fabricación/Transporte/Nacionalización/ Duración (Dist.74)	Ingeniería de Detalle/ Duración (Dist.75)	Equipos/ Duración (Dist.76)	Materiales/ Duración (Dist.77)	Contratación/ Duración (Dist.78)
<b>Distribución</b>	TRIANG (69,69,80)	TRIANG (653,653,662)	TRIANG (435,435,453)	TRIANG (567,567,578)	TRIANG (716,716,725)	TRIANG (75,88,102)
<b>Tareas</b>	<b>Task 100</b>	<b>Task 101</b>	<b>Task 105</b>	<b>Task 107</b>	<b>Task 108</b>	<b>Task 111</b>
<b>Minimo</b>	69,007	653,003	435,015	567,006	716,000	75,521
<b>Maximo</b>	79,758	661,540	452,810	577,755	724,654	101,653
<b>Media</b>	72,647	655,973	440,811	570,602	718,860	88,178
<b>Desviación Estandar</b>	2,58845027	2,05749024	4,21520441	2,542921	2,0542106	5,46227942
<b>Varianza</b>	6,70007482	4,23326608	17,7679482	6,46644721	4,21978117	29,8364965
<b>Asimetría</b>	0,61890475	0,5399212	0,5895224	0,55949027	0,60041077	0,11906711
<b>Curtois</b>	2,50303634	2,39967678	2,36706139	2,38633309	2,54746407	2,44728356
<b>Moda</b>	71,590	653,176	436,748	567,490	716,360	87,508
<b>5,0%</b>	69,271	653,215	435,424	567,260	716,185	79,434
<b>10,0%</b>	69,620	653,503	435,928	567,520	716,373	81,053
<b>15,0%</b>	69,870	653,721	436,332	567,812	716,642	82,342
<b>20,0%</b>	70,130	653,996	436,748	568,138	716,876	83,298
<b>25,0%</b>	70,522	654,268	437,138	568,486	717,129	84,145
<b>30,0%</b>	70,795	654,504	437,698	568,825	717,403	85,117
<b>35,0%</b>	71,158	654,711	438,176	569,122	717,657	85,742
<b>40,0%</b>	71,456	655,068	438,778	569,396	717,924	86,487
<b>45,0%</b>	71,794	655,341	439,418	569,829	718,212	87,319
<b>50,0%</b>	72,166	655,639	440,009	570,191	718,461	87,923
<b>55,0%</b>	72,586	655,935	440,611	570,578	718,869	88,652
<b>60,0%</b>	72,919	656,272	441,244	570,960	719,241	89,350
<b>65,0%</b>	73,393	656,634	442,006	571,386	719,555	90,188
<b>70,0%</b>	73,894	656,965	442,986	571,850	719,912	91,011
<b>75,0%</b>	74,347	657,523	443,831	572,262	720,260	91,868
<b>80,0%</b>	<b>75,025</b>	<b>657,978</b>	<b>444,941</b>	<b>572,974</b>	<b>720,712</b>	<b>92,890</b>
<b>85,0%</b>	75,716	658,408	446,010	573,704	721,185	94,621
<b>90,0%</b>	76,596	658,875	447,073	574,477	721,779	95,909
<b>95,0%</b>	77,619	659,779	448,506	575,374	722,667	97,571

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Ejecución Preparación del Sitio/ Duración (Dist.79)	Contratación/ Duración (Dist.80)	Ejecución Obras Civiles/ Duración (Dist.81)	Contratación/ Duración (Dist.82)	Ejecución Obras Electromecánicas/ Duración (Dist.83)	Contratación/ Duración (Dist.84)
<b>Distribución</b>	TRIANG (239,247,257)	TRIANG (75,88,102)	TRIANG (400,400,413)	TRIANG (75,88,102)	TRIANG (440,440,455)	TRIANG (77,90,104)
<b>Tareas</b>	<b>Task 112</b>	<b>Task 114</b>	<b>Task 115</b>	<b>Task 117</b>	<b>Task 118</b>	<b>Task 120</b>
<b>Minimo</b>	239,138	76,660	400,001	75,129	440,003	78,060
<b>Maximo</b>	256,858	101,572	412,741	101,480	454,984	103,643
<b>Media</b>	247,574	88,551	404,196	88,158	444,916	90,579
<b>Desviación Estandar</b>	3,77285055	5,42230109	3,04410163	5,29021047	3,43026985	5,33693345
<b>Varianza</b>	14,2344013	29,4013491	9,26655473	27,9863268	11,7667512	28,4828586
<b>Asimetría</b>	0,09190893	0,08749647	0,65137992	0,05238295	0,5760283	0,03315323
<b>Curtois</b>	2,33395702	2,32481359	2,51124949	2,49626694	2,40612694	2,55962206
<b>Moda</b>	247,221	90,129	402,924	89,861	440,422	89,644
<b>5,0%</b>	241,360	79,684	400,356	79,551	440,445	81,537
<b>10,0%</b>	242,501	81,240	400,656	80,932	440,863	83,431
<b>15,0%</b>	243,323	82,386	400,972	82,204	441,263	85,025
<b>20,0%</b>	244,138	83,461	401,311	83,332	441,654	86,203
<b>25,0%</b>	244,851	84,665	401,646	84,436	442,050	86,975
<b>30,0%</b>	245,457	85,581	401,983	85,163	442,387	87,847
<b>35,0%</b>	245,886	86,214	402,340	85,934	442,838	88,554
<b>40,0%</b>	246,423	87,074	402,762	86,756	443,284	89,163
<b>45,0%</b>	246,986	87,766	403,159	87,492	443,846	89,673
<b>50,0%</b>	247,409	88,517	403,611	88,175	444,269	90,281
<b>55,0%</b>	247,887	89,144	404,003	88,902	444,857	90,956
<b>60,0%</b>	248,493	89,832	404,472	89,538	445,347	91,781
<b>65,0%</b>	249,005	90,440	405,144	90,177	446,019	92,555
<b>70,0%</b>	249,799	91,403	405,719	90,937	446,664	93,455
<b>75,0%</b>	250,321	92,440	406,334	91,832	447,302	94,228
<b>80,0%</b>	<b>251,044</b>	<b>93,560</b>	<b>406,865</b>	<b>92,712</b>	<b>448,177</b>	<b>95,047</b>
<b>85,0%</b>	251,860	94,702	407,676	93,789	449,032	96,541
<b>90,0%</b>	252,714	96,067	408,818	95,316	450,092	98,058
<b>95,0%</b>	254,051	97,700	410,027	97,379	451,257	99,618

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Ejecución Obras Automatización/ Duración (Dist.85)	Contratación/ Duración (Dist.86)	Ejecución/ Duración (Dist.87)	Precomisioning/ Duración (Dist.88)	Commissioning/ Duración (Dist.89)	Arranque/ Duración (Dist.90)
<b>Distribución</b>	TRIANG (565,565,577)	TRIANG (78,91,105)	TRIANG (225,225,233)	TRIANG (40,40,62)	TRIANG (44,66,110)	TRIANG (44,66,110)
<b>Tareas</b>	<b>Task 121</b>	<b>Task 123</b>	<b>Task 124</b>	<b>Task 126</b>	<b>Task 127</b>	<b>Task 128</b>
<b>Minimo</b>	565,000	78,141	225,000	40,002	44,415	45,862
<b>Maximo</b>	576,729	104,486	232,939	61,785	108,336	109,329
<b>Media</b>	569,054	91,428	227,770	47,017	73,739	72,863
<b>Desviación Estandar</b>	2,82267567	5,63124452	1,88952463	5,12727703	13,8898107	13,2748654
<b>Varianza</b>	7,96749794	31,7109148	3,57030332	26,2889698	192,92684	176,222051
<b>Asimetría</b>	0,54769212	-0,04745394	0,51982664	0,63175587	0,27641528	0,37329473
<b>Curtois</b>	2,44369967	2,36058635	2,43532757	2,53072778	2,37617168	2,53071702
<b>Moda</b>	565,700	90,468	225,321	40,282	68,695	72,315
<b>5,0%</b>	565,305	82,156	225,226	40,413	52,342	52,861
<b>10,0%</b>	565,666	83,658	225,450	40,982	55,463	56,843
<b>15,0%</b>	565,986	84,899	225,641	41,462	58,759	58,877
<b>20,0%</b>	566,291	86,121	225,941	42,108	61,132	60,813
<b>25,0%</b>	566,627	87,350	226,186	42,753	63,360	62,307
<b>30,0%</b>	567,050	88,486	226,458	43,288	65,029	64,398
<b>35,0%</b>	567,369	89,431	226,738	43,940	66,844	66,280
<b>40,0%</b>	567,812	90,065	226,938	44,634	69,104	68,128
<b>45,0%</b>	568,215	90,614	227,226	45,330	70,638	70,012
<b>50,0%</b>	568,588	91,404	227,512	46,182	72,337	71,411
<b>55,0%</b>	568,986	92,132	227,800	46,909	74,350	73,117
<b>60,0%</b>	569,527	93,198	228,115	47,788	76,410	75,121
<b>65,0%</b>	570,000	93,855	228,402	48,494	79,023	77,332
<b>70,0%</b>	570,557	94,674	228,719	49,389	81,004	79,502
<b>75,0%</b>	571,013	95,421	229,046	50,383	83,646	81,949
<b>80,0%</b>	<b>571,718</b>	<b>96,601</b>	<b>229,436</b>	<b>51,579</b>	<b>86,404</b>	<b>85,039</b>
<b>85,0%</b>	572,214	97,688	229,886	53,294	89,410	87,319
<b>90,0%</b>	573,127	98,802	230,567	54,672	93,591	91,380
<b>95,0%</b>	574,167	100,584	231,374	56,906	98,273	97,118

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Fin del Proyecto / Duración (Dist.91)	Adecuación Unidad DA-1/ Duración (Dist.92)	Adecuación Unidad DA-2/ Duración (Dist.93)	Tanques/Interc onexiones - Areas Externas/ Duración (Dist.94)	Edificio Administrativo/ Duración (Dist.95)	Cecom/ Duración (Dist.96)
<b>Distribución</b>	TRIANG (0,0,0)	TRIANG (89,89,133)	TRIANG (89,89,133)	TRIANG (137,137,162)	TRIANG (223,223,237)	TRIANG (66,66,80)
<b>Tareas</b>	<b>Task 129</b>	<b>Task 133</b>	<b>Task 135</b>	<b>Task 137</b>	<b>Task 139</b>	<b>Task 140</b>
<b>Minimo</b>	0,000	89,004	89,004	137,021	223,003	66,012
<b>Maximo</b>	0,000	131,017	132,217	161,496	236,532	79,386
<b>Media</b>	0,000	103,556	103,608	145,573	227,761	70,540
<b>Desviación Estandar</b>	0	10,3737679	10,5386282	6,11139171	3,35104592	3,27796248
<b>Varianza</b>	0	107,61506	111,062684	37,3491086	11,2295087	10,745038
<b>Asimetría</b>	65535	0,57694025	0,59284018	0,56112055	0,55337452	0,63295902
<b>Curtois</b>	65535	2,40867368	2,41721084	2,29065825	2,37549667	2,52773405
<b>Moda</b>	0,000	90,941	91,224	144,420	223,500	68,640
<b>5,0%</b>	0,000	90,251	89,956	137,651	223,371	66,306
<b>10,0%</b>	0,000	91,166	91,123	138,504	223,705	66,638
<b>15,0%</b>	0,000	92,319	92,390	139,088	224,161	67,001
<b>20,0%</b>	0,000	93,246	93,524	139,806	224,608	67,435
<b>25,0%</b>	0,000	94,506	94,743	140,413	224,946	67,823
<b>30,0%</b>	0,000	96,297	95,925	141,024	225,332	68,233
<b>35,0%</b>	0,000	97,590	97,264	141,572	225,714	68,612
<b>40,0%</b>	0,000	99,047	98,440	142,546	226,187	69,041
<b>45,0%</b>	0,000	100,266	100,216	143,604	226,691	69,449
<b>50,0%</b>	0,000	101,726	101,530	144,438	227,189	69,930
<b>55,0%</b>	0,000	103,128	103,114	145,247	227,720	70,447
<b>60,0%</b>	0,000	104,847	105,076	146,262	228,357	70,887
<b>65,0%</b>	0,000	106,538	107,065	147,477	228,839	71,476
<b>70,0%</b>	0,000	108,632	108,906	148,812	229,534	72,100
<b>75,0%</b>	0,000	110,964	110,798	150,009	230,120	72,806
<b>80,0%</b>	<b>0,000</b>	<b>113,605</b>	<b>113,104</b>	<b>151,372</b>	<b>230,769</b>	<b>73,469</b>
<b>85,0%</b>	0,000	116,074	116,239	153,028	231,678	74,349
<b>90,0%</b>	0,000	119,122	119,236	154,886	232,678	75,353
<b>95,0%</b>	0,000	122,184	123,323	156,836	234,104	77,051



Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Tanques - Areas Externas/ Duración (Dist.97)	Almacén Materiales/ Duración (Dist.98)	Talleres/ Duración (Dist.99)	Puente de Acceso/ Duración (Dist.100)	Puente Carretera Nacional/ Duración (Dist.101)	Casetas de Vigilancia/ Duración (Dist.102)
<b>Distribución</b>	TRIANG (132,132,146)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)
<b>Tareas</b>	<b>Task 141</b>	<b>Task 142</b>	<b>Task 143</b>	<b>Task 144</b>	<b>Task 145</b>	<b>Task 146</b>
<b>Minimo</b>	132,016	66,000	66,017	66,002	66,008	66,005
<b>Maximo</b>	145,944	79,387	79,541	79,755	79,709	79,650
<b>Media</b>	136,756	70,773	70,604	70,496	70,683	70,683
<b>Desviación Estandar</b>	3,27488131	3,32683071	3,22460054	3,32736629	3,33276276	3,35950708
<b>Varianza</b>	10,7248476	11,0678026	10,3980486	11,0713665	11,1073076	11,2862878
<b>Asimetría</b>	0,49886184	0,47317024	0,58422925	0,69710921	0,57616199	0,57488209
<b>Curtois</b>	2,33085378	2,20013153	2,42268215	2,60104394	2,37500275	2,39676976
<b>Moda</b>	132,153	68,605	68,975	69,816	67,686	67,009
<b>5,0%</b>	132,382	66,312	66,349	66,343	66,312	66,304
<b>10,0%</b>	132,754	66,700	66,810	66,685	66,737	66,686
<b>15,0%</b>	133,182	67,179	67,152	66,991	67,239	67,074
<b>20,0%</b>	133,468	67,576	67,566	67,329	67,525	67,428
<b>25,0%</b>	133,971	67,922	67,902	67,717	67,817	67,829
<b>30,0%</b>	134,359	68,330	68,273	68,096	68,191	68,155
<b>35,0%</b>	134,854	68,728	68,705	68,484	68,609	68,654
<b>40,0%</b>	135,362	69,136	69,106	68,890	69,040	69,099
<b>45,0%</b>	135,798	69,634	69,604	69,333	69,550	69,601
<b>50,0%</b>	136,369	70,211	69,942	69,848	70,120	70,104
<b>55,0%</b>	136,909	70,807	70,480	70,298	70,606	70,540
<b>60,0%</b>	137,342	71,377	71,093	70,869	71,114	71,141
<b>65,0%</b>	137,807	71,959	71,560	71,398	71,710	71,748
<b>70,0%</b>	138,346	72,709	72,194	71,962	72,308	72,408
<b>75,0%</b>	139,068	73,342	72,717	72,566	73,115	73,100
<b>80,0%</b>	<b>139,782</b>	<b>73,943</b>	<b>73,554</b>	<b>73,451</b>	<b>73,871</b>	<b>73,800</b>
<b>85,0%</b>	140,611	74,870	74,508	74,321	74,647	74,643
<b>90,0%</b>	141,570	75,674	75,447	75,554	75,649	75,668
<b>95,0%</b>	142,614	76,672	76,744	77,005	76,978	77,163

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Estacionamientos/ Duración (Dist.103)	Edificaciones Adiestramiento/ Duración (Dist.104)	Reubicación Lineas de Crudo y Gas/ Duración (Dist.105)	Reubicación Linea 115 Kv/ Duración (Dist.106)	Materiales / Equipos/ Duración (Dist.107)	Adecuación DA- 1 y DA-2 (Tie- ins)/ Duración (Dist.108)
<b>Distribución</b>	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (66,66,80)	TRIANG (409,409,416)	TRIANG (22,22,31)
<b>Tareas</b>	<b>Task 147</b>	<b>Task 148</b>	<b>Task 149</b>	<b>Task 150</b>	<b>Task 152</b>	<b>Task 154</b>
<b>Minimo</b>	66,008	66,008	66,009	66,001	409,003	22,000
<b>Maximo</b>	79,406	79,708	79,753	79,585	415,644	30,733
<b>Media</b>	70,779	70,574	70,555	70,543	411,304	24,918
<b>Desviación Estandar</b>	3,3713065	3,21899326	3,33493318	3,32972492	1,6759554	2,13356711
<b>Varianza</b>	11,3657075	10,3619176	11,1217793	11,087068	2,80882651	4,55210863
<b>Asimetría</b>	0,5425268	0,56653021	0,67819602	0,62401148	0,54309334	0,61132877
<b>Curtois</b>	2,34850355	2,4429707	2,59453795	2,45436411	2,2972837	2,48146558
<b>Moda</b>	68,284	69,337	68,964	69,474	409,968	23,269
<b>5,0%</b>	66,332	66,353	66,405	66,320	409,149	22,211
<b>10,0%</b>	66,701	66,725	66,726	66,626	409,303	22,393
<b>15,0%</b>	67,065	67,084	67,048	67,053	409,452	22,601
<b>20,0%</b>	67,460	67,484	67,344	67,366	409,639	22,866
<b>25,0%</b>	67,936	67,817	67,734	67,685	409,859	23,065
<b>30,0%</b>	68,396	68,254	68,091	68,112	410,047	23,337
<b>35,0%</b>	68,858	68,735	68,507	68,579	410,337	23,622
<b>40,0%</b>	69,265	69,092	68,948	68,885	410,533	23,905
<b>45,0%</b>	69,698	69,540	69,405	69,358	410,752	24,224
<b>50,0%</b>	70,325	70,061	69,895	69,850	410,990	24,532
<b>55,0%</b>	70,719	70,565	70,308	70,341	411,218	24,855
<b>60,0%</b>	71,203	71,112	70,921	70,874	411,572	25,244
<b>65,0%</b>	71,773	71,593	71,655	71,504	411,876	25,567
<b>70,0%</b>	72,529	72,180	72,173	72,291	412,209	25,997
<b>75,0%</b>	73,119	72,802	72,734	73,022	412,470	26,361
<b>80,0%</b>	<b>73,788</b>	<b>73,502</b>	<b>73,635</b>	<b>73,742</b>	<b>412,867</b>	<b>26,877</b>
<b>85,0%</b>	74,875	74,337	74,369	74,479	413,344	27,424
<b>90,0%</b>	75,941	75,282	75,453	75,359	413,768	28,056
<b>95,0%</b>	76,979	76,570	76,916	76,710	414,577	28,850

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

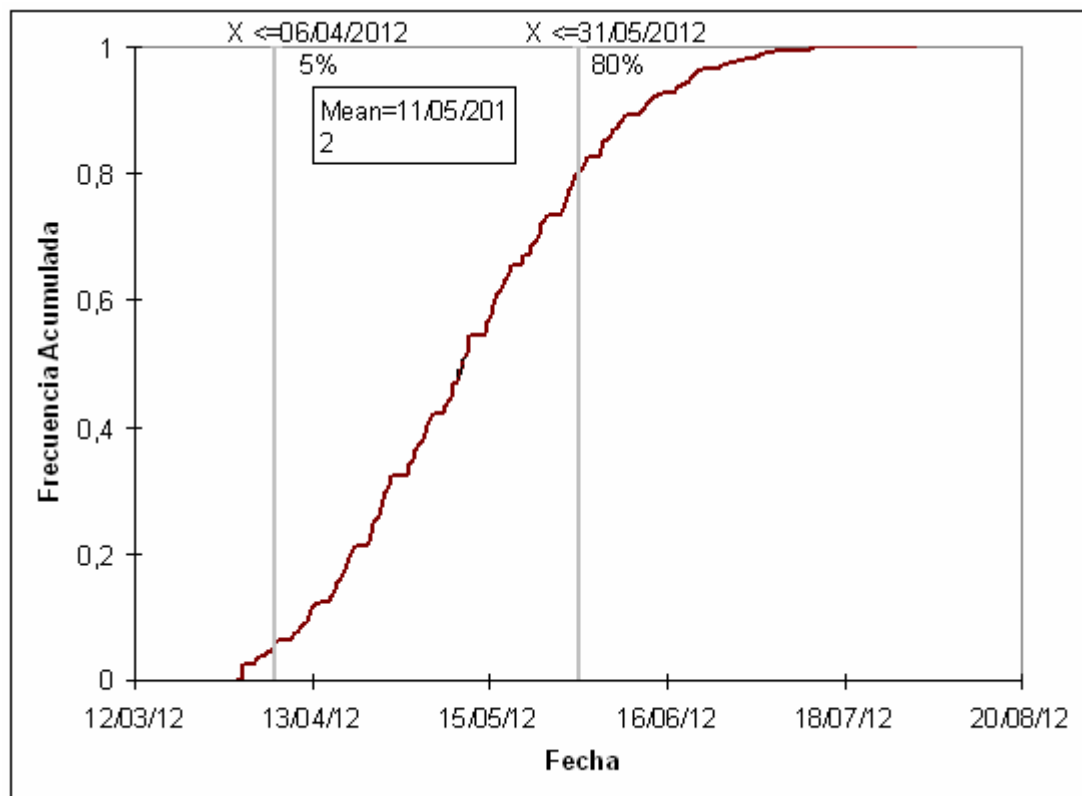
Actividades	Adecuación DA-1 y DA-2 (Torres/Hornos) / Duración (Dist.109)	Patio de Tanques/ Duración (Dist.110)	Construcción Edificio Administrativo/ Duración (Dist.111)	Muelles/ Duración (Dist.112)	Interconexiones / Duración (Dist.113)	Caseta de Vigilancia y Portones de Acceso/ Duración (Dist.114)
<b>Distribución</b>	TRIANG (22,22,31)	TRIANG (430,430,440)	TRIANG (364,364,374)	TRIANG (430,430,440)	TRIANG (430,430,440)	TRIANG (430,430,440)
<b>Tareas</b>	<b>Task 155</b>	<b>Task 156</b>	<b>Task 157</b>	<b>Task 158</b>	<b>Task 159</b>	<b>Task 160</b>
<b>Minimo</b>	22,014	430,011	364,011	430,006	430,002	430,008
<b>Maximo</b>	30,662	439,654	373,735	439,733	439,817	439,388
<b>Media</b>	24,909	433,435	367,293	433,451	433,266	433,169
<b>Desviación Estandar</b>	2,10103172	2,40244701	2,28012228	2,47767668	2,35931423	2,24933605
<b>Varianza</b>	4,41433427	5,77175162	5,19895761	6,13888176	5,56636364	5,05951268
<b>Asimetría</b>	0,59358121	0,52884019	0,58704465	0,53077034	0,6428843	0,65164186
<b>Curtois</b>	2,38990223	2,31588471	2,48993373	2,23569765	2,55400538	2,57199845
<b>Moda</b>	22,341	432,233	364,126	432,652	430,504	431,509
<b>5,0%</b>	22,202	430,280	364,345	430,251	430,242	430,290
<b>10,0%</b>	22,408	430,513	364,567	430,538	430,474	430,548
<b>15,0%</b>	22,670	430,840	364,832	430,795	430,766	430,808
<b>20,0%</b>	22,893	431,116	365,068	431,056	431,038	431,059
<b>25,0%</b>	23,143	431,378	365,341	431,285	431,226	431,280
<b>30,0%</b>	23,390	431,647	365,659	431,592	431,545	431,528
<b>35,0%</b>	23,627	431,966	366,020	431,917	431,859	431,817
<b>40,0%</b>	23,910	432,264	366,319	432,152	432,173	432,139
<b>45,0%</b>	24,153	432,659	366,599	432,650	432,550	432,453
<b>50,0%</b>	24,446	432,998	366,897	432,956	432,892	432,808
<b>55,0%</b>	24,770	433,414	367,274	433,392	433,232	433,128
<b>60,0%</b>	25,153	433,849	367,565	433,813	433,517	433,453
<b>65,0%</b>	25,611	434,223	367,937	434,316	433,863	433,805
<b>70,0%</b>	25,990	434,651	368,424	434,847	434,311	434,214
<b>75,0%</b>	26,360	435,191	368,922	435,270	434,814	434,611
<b>80,0%</b>	<b>26,864</b>	<b>435,752</b>	<b>369,393</b>	<b>435,830</b>	<b>435,438</b>	<b>435,136</b>
<b>85,0%</b>	27,453	436,281	369,965	436,472	436,012	435,692
<b>90,0%</b>	28,071	436,887	370,603	437,162	436,686	436,553
<b>95,0%</b>	28,810	437,984	371,503	438,049	437,818	437,682

Continuación Tabla 5.4 Resultados de la simulación

Actividades	Reubicacion Lineas de Crudo y Gas/ Duración (Dist.115)	Reubicación Linea 115 Kv/ Duración (Dist.116)	Fin del Proyecto /Fin
<b>Distribución</b>	TRIANG (430,430,440)	TRIANG (430,430,440)	Output
<b>Tareas</b>	<b>Task 161</b>	<b>Task 162</b>	<b>Task 129</b>
<b>Mínimo</b>	430,009	430,008	3/30/12
<b>Maximo</b>	439,637	439,810	7/31/12
<b>Media</b>	433,464	433,369	5/11/12
<b>Desviación Estandar</b>	2,38126338	2,39024971	22,6861324
<b>Varianza</b>	5,67041529	5,71329366	514,660601
<b>Asimetría</b>	0,50240835	0,59291081	0,27688193
<b>Curtois</b>	2,32705958	2,42885367	2,57916809
<b>Moda</b>	436,058	430,706	3/30/12
<b>5,0%</b>	430,269	430,257	4/6/12
<b>10,0%</b>	430,528	430,549	4/12/12
<b>15,0%</b>	430,819	430,788	4/17/12
<b>20,0%</b>	431,159	431,050	4/20/12
<b>25,0%</b>	431,478	431,382	4/24/12
<b>30,0%</b>	431,795	431,624	4/26/12
<b>35,0%</b>	432,051	431,963	5/1/12
<b>40,0%</b>	432,375	432,238	5/3/12
<b>45,0%</b>	432,744	432,643	5/8/12
<b>50,0%</b>	433,087	432,966	5/10/12
<b>55,0%</b>	433,431	433,297	5/14/12
<b>60,0%</b>	433,799	433,622	5/16/12
<b>65,0%</b>	434,299	434,039	5/18/12
<b>70,0%</b>	434,750	434,554	5/23/12
<b>75,0%</b>	435,224	434,997	5/28/12
<b>80,0%</b>	<b>435,716</b>	<b>435,546</b>	<b>5/31/12</b>
<b>85,0%</b>	436,183	436,254	6/4/12
<b>90,0%</b>	436,800	436,940	6/11/12
<b>95,0%</b>	437,932	437,862	6/20/12

## Fin del Proyecto

Como se puede apreciar en el Gráfico 5.1, el valor del 80% de frecuencia acumulada corresponde al 31 de Mayo de 2012, la cual representa la fecha más pesimista para la finalización del proyecto. El porcentaje acumulado para la fecha de finalización planificada es muy bajo, por lo cual se deben tomar previsiones importantes.



**Gráfico 5.1 Fin del proyecto**

- **Actividades con sensibilidad sobre la fecha de finalización del proyecto**

La Tabla 5.5, originada por la simulación, muestra las actividades que en su variación tienen mayor impacto sobre la fecha de finalización del proyecto y sus respectivos valores de regresión y correlación.

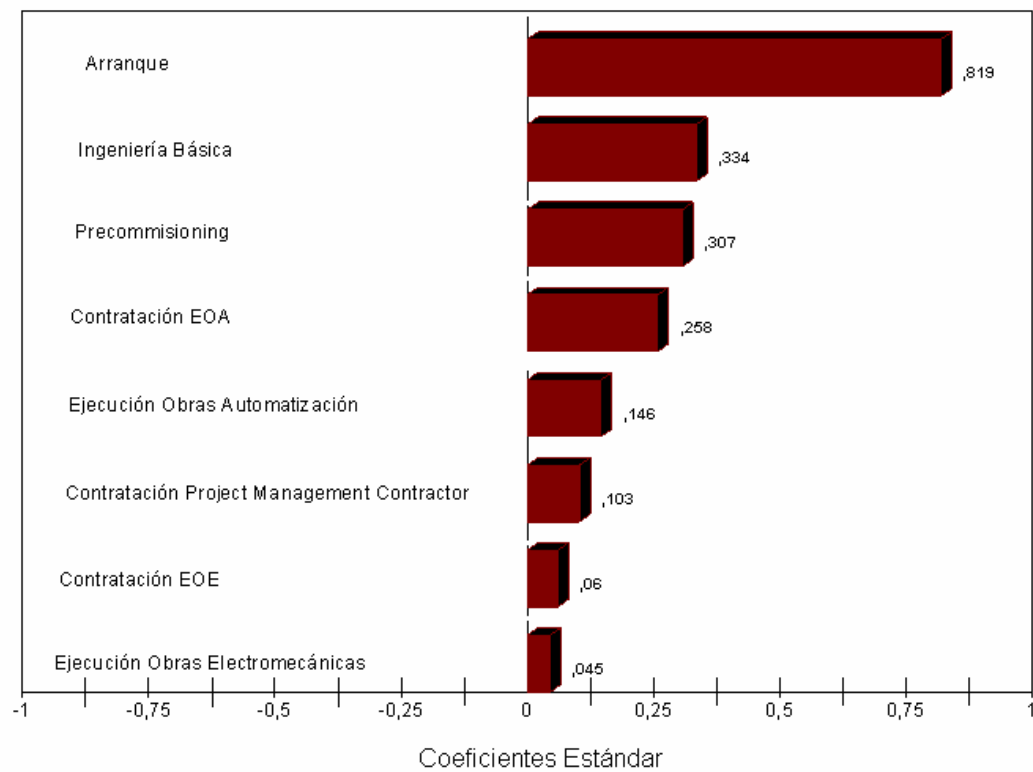
**Tabla 5.5 Análisis de Sensibilidad**

<b>Sensibilidad</b>			
<b>R</b> <b>ango</b>	<b>Nombre</b>	<b>Regresión</b>	<b>Correlación</b>
1	# Arranque/Duración (Dist.90) / Task 128	0,819	0,798
2	# Ingeniería Básica/Duración (Dist.59) / Task 79	0,334	0,317
3	# Precommissioning/Duración (Dist.88) / Task 126	0,307	0,279
4	# Contratación/Duración (Dist.84) / Task 120	0,258	0,249
5	# Ejecución Obras Automatización/Duración (Dist.85) / Task 121	0,146	0,158
6	# Contratación Project Management Contractor/Duración (Dist.12) / Task 18	0,103	0,104
7	# Contratación/Duración (Dist.82) / Task 117	0,060	0,074
8	# Ejecución Obras Electromecánicas/Duración (Dist.83) / Task 118	0,045	0,018
9	# U75 HDHPLUS® /Duración (Dist.31) / Task 47	0,015	0,002
10	# Contratación/Duración (Dist.86) / Task 123	-0,014	-0,007

Continuación **Tabla 5.5 Análisis de Sensibilidad**

<b>Sensibilidad</b>			
<b>Rango</b>	<b>Nombre</b>	<b>Regresión</b>	<b>Correlación</b>
# 11	Adecuación Unidad DA-2/Duración (Dist.93) / Task 135	0,013	0,048
# 12	Contratación Bariven/Duración (Dist.65) / Task 88	-0,013	-0,027
# 13	U95 SETP II/Duración (Dist.57) / Task 76	0,012	-0,006
# 14	U77 SHP/Duración (Dist.38) / Task 55	0,011	0,038
# 15	U80 Emergency Quench & Blowdown/Duración (Dist.18) / Task 29	0,011	-0,004
# 16	Inicio Fase Definición/Duración (Dist.1) / Task 2	0,000	0,000

A continuación, en el Gráfico 5.2, se muestran las actividades cuya variación tiene mayor impacto en la fecha de finalización del proyecto.



**Gráfico 5.2 Análisis de sensibilidad**

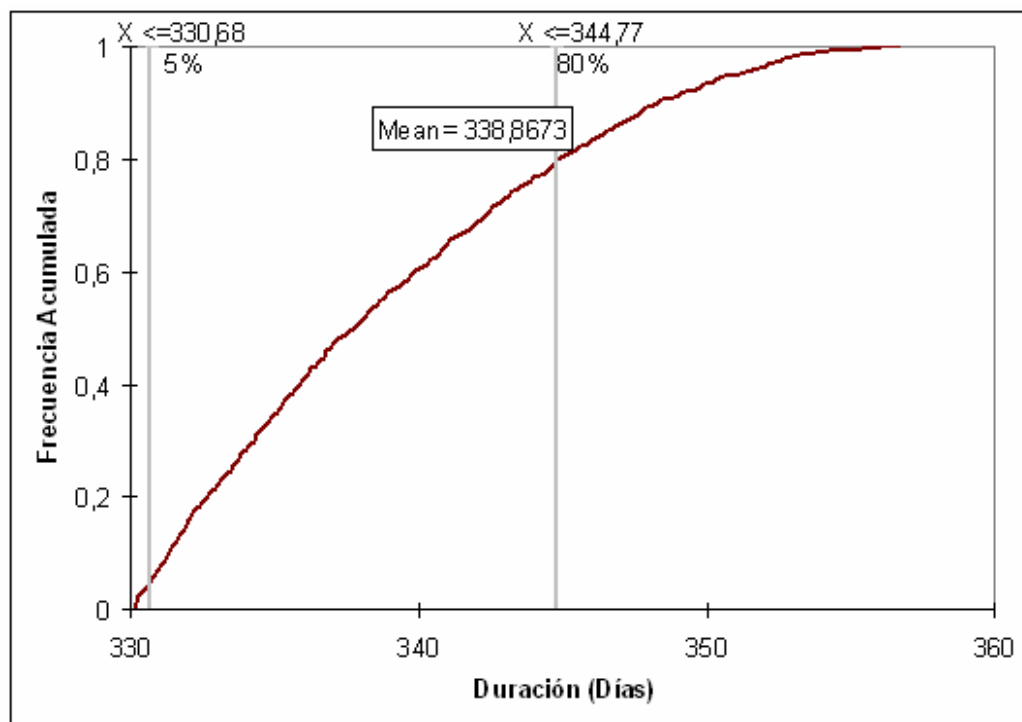


- **Actividades críticas**

Según la red lógica del proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, éste presenta una serie de actividades críticas sobre las cuales se deben tomar medidas de mitigación en los riesgos que pueden afectar las mismas. A continuación se presentan los gráficos de frecuencia acumulada para la duración de dichas actividades.

### Ingeniería básica

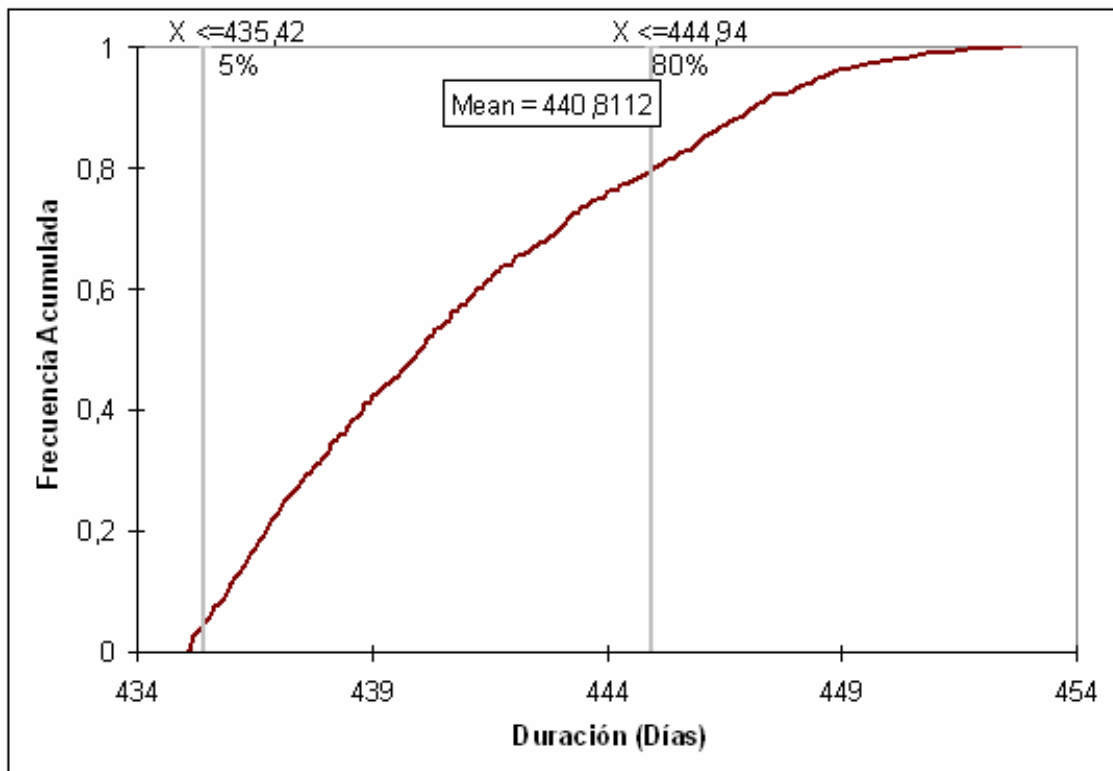
El Gráfico 5.3 muestra que el valor al 80% de frecuencia acumulada para la ingeniería básica corresponde a 344,77 días, lo cual representa la duración más pesimista.



**Gráfico 5.3 Duración de la ingeniería básica**

## Ingeniería de detalles

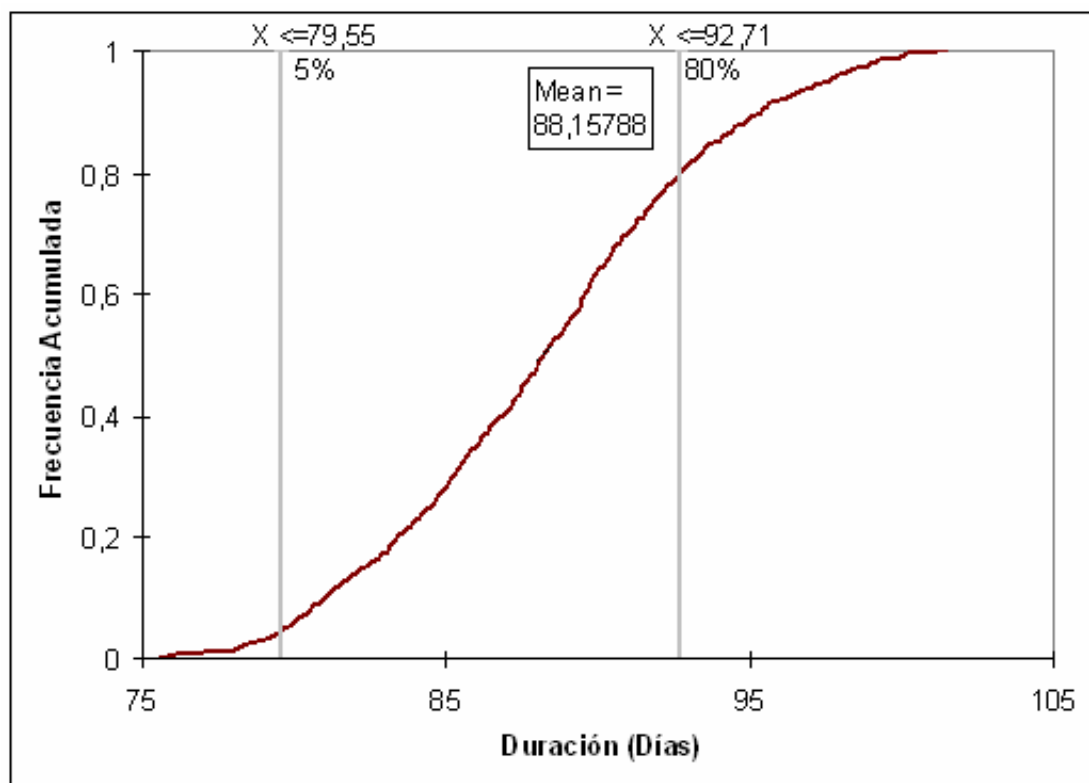
Como se puede apreciar en el Gráfico 5.4, el valor al 80% de frecuencia acumulada para la ingeniería de detalles corresponde a 444,94 días, lo cual representa la duración más pesimista.



**Gráfico 5.4 Duración de la ingeniería de detalles**

### Contratación (Ejecución de obras electromecánicas)

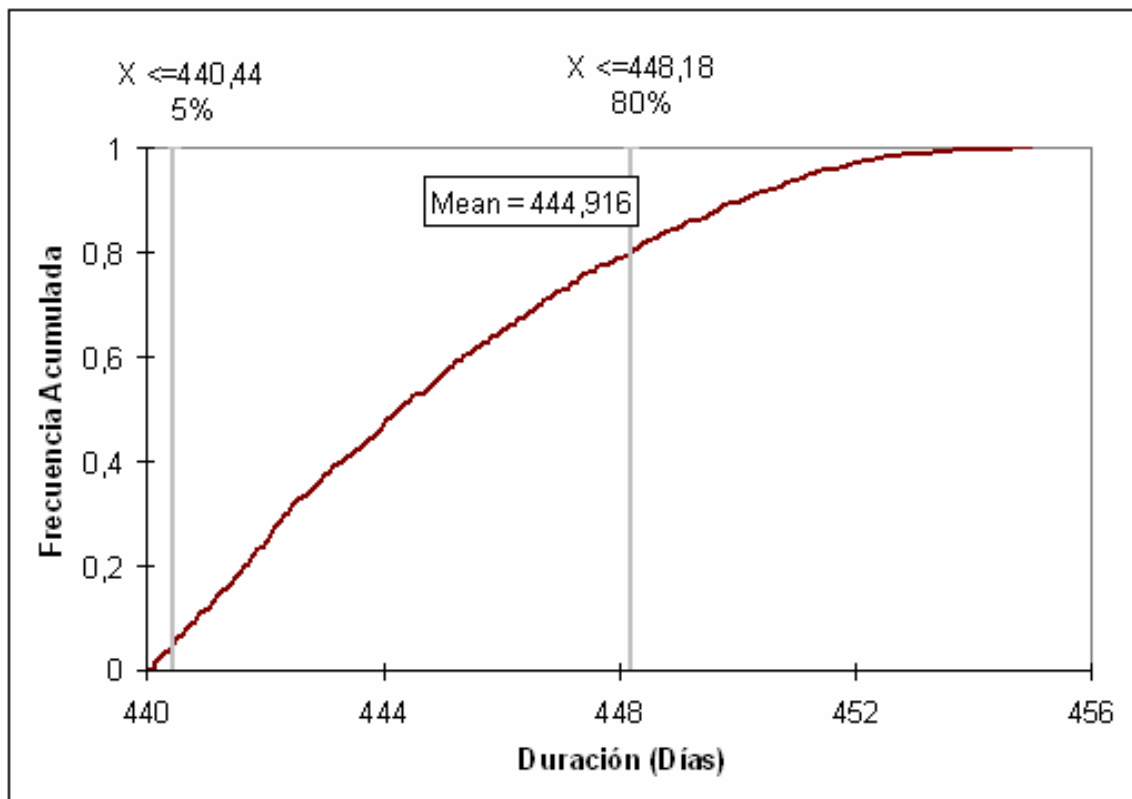
El valor al 80% de frecuencia acumulada para la Contratación (Ejecución de Obras Electromecánicas) corresponde a 92,71 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.5.



**Gráfico 5.5 Duración de la contratación (Ejecución de obras electromecánicas)**

### Ejecución obras electromecánicas

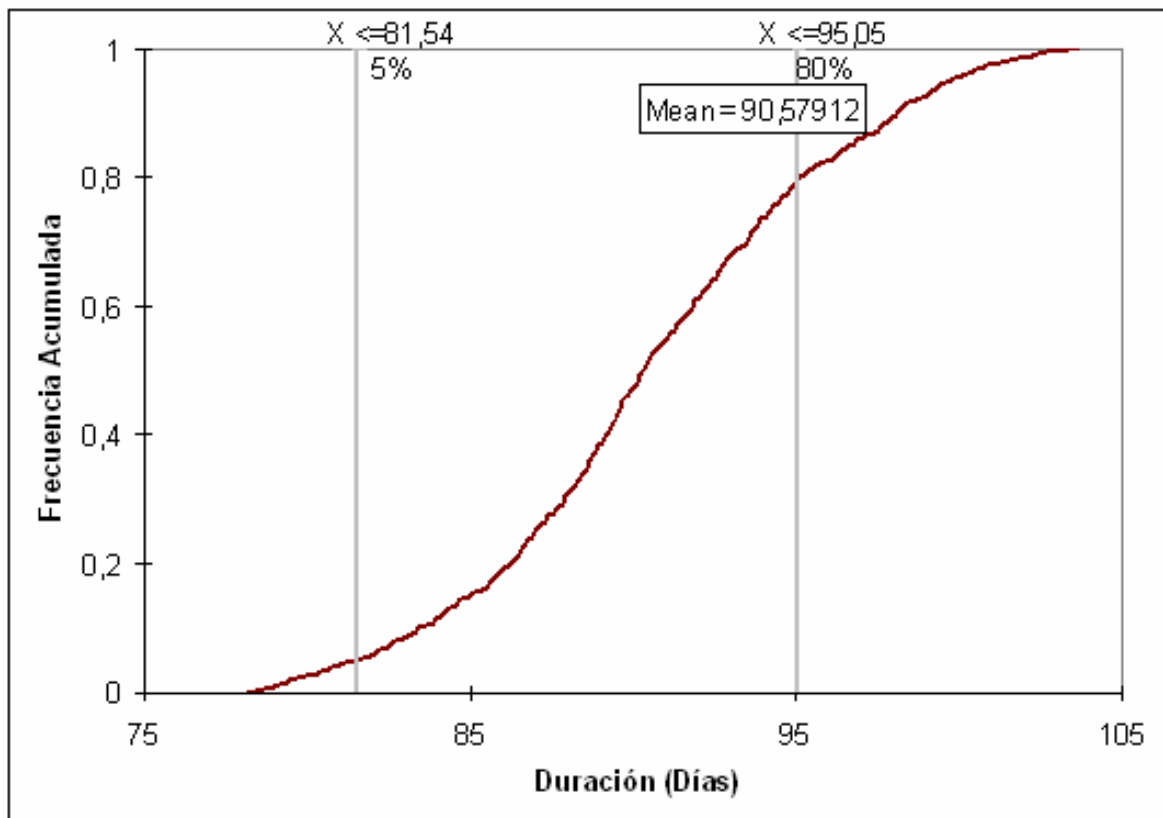
El valor al 80% de frecuencia acumulada para la ejecución de obras electromecánicas corresponde a 448,18 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.6.



**Gráfico 5.6 Duración de la ejecución de obras electromecánicas**

### Contratación (Ejecución obras automatización)

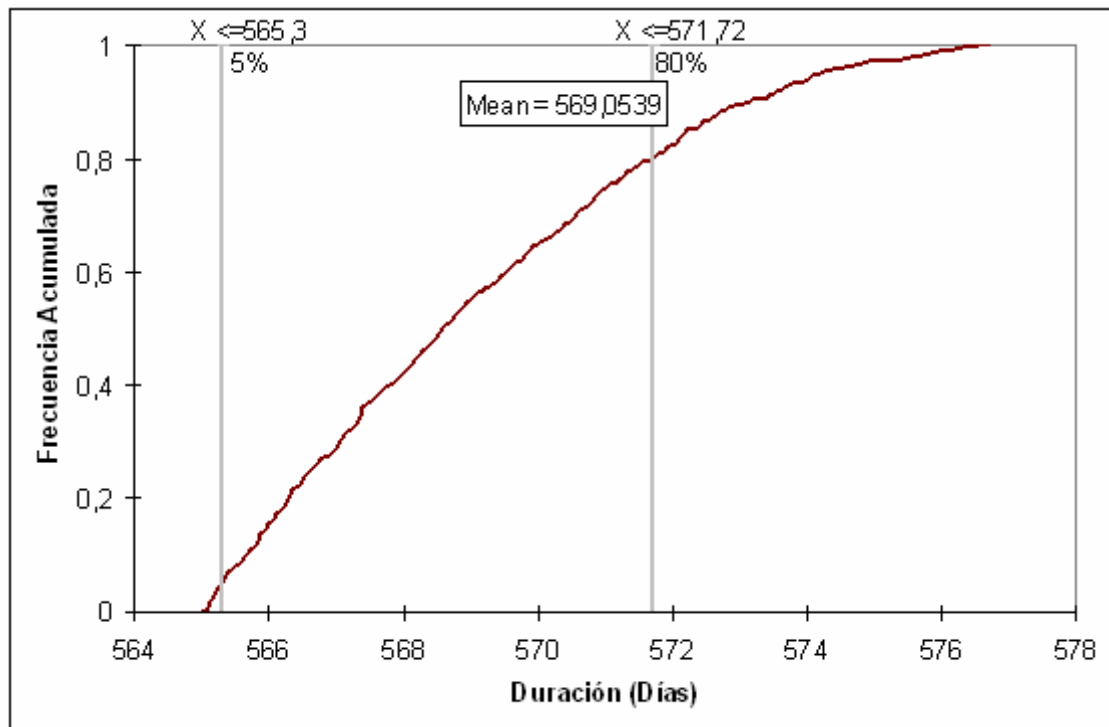
El valor al 80% de frecuencia acumulada para la contratación (Ejecución de obras automatización) corresponde a 95,57912 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.7.



**Gráfico 5.7 Duración de la contratación (Ejecución obras automatización)**

### Ejecución obras automatización

El valor al 80% de frecuencia acumulada para la Ejecución de obras de automatización corresponde a 571,72 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.8.



**Gráfico 5.8 Duración de la ejecución de obras de automatización**

## Precommissioning

El valor al 80% de frecuencia acumulada para Precommissioning corresponde a 51,58 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.9.

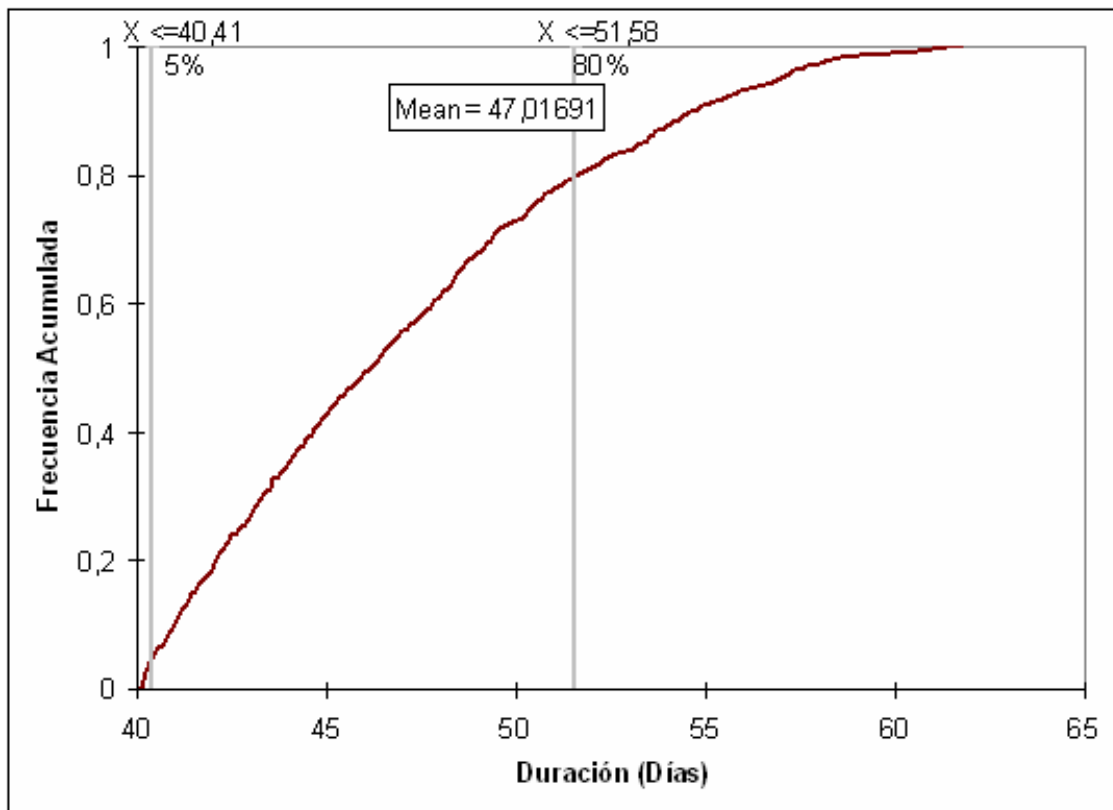


Gráfico 5.9 Duración del precommissioning

## Commissioning

El valor al 80% de frecuencia acumulada para el commissioning corresponde a 86,4 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.10.

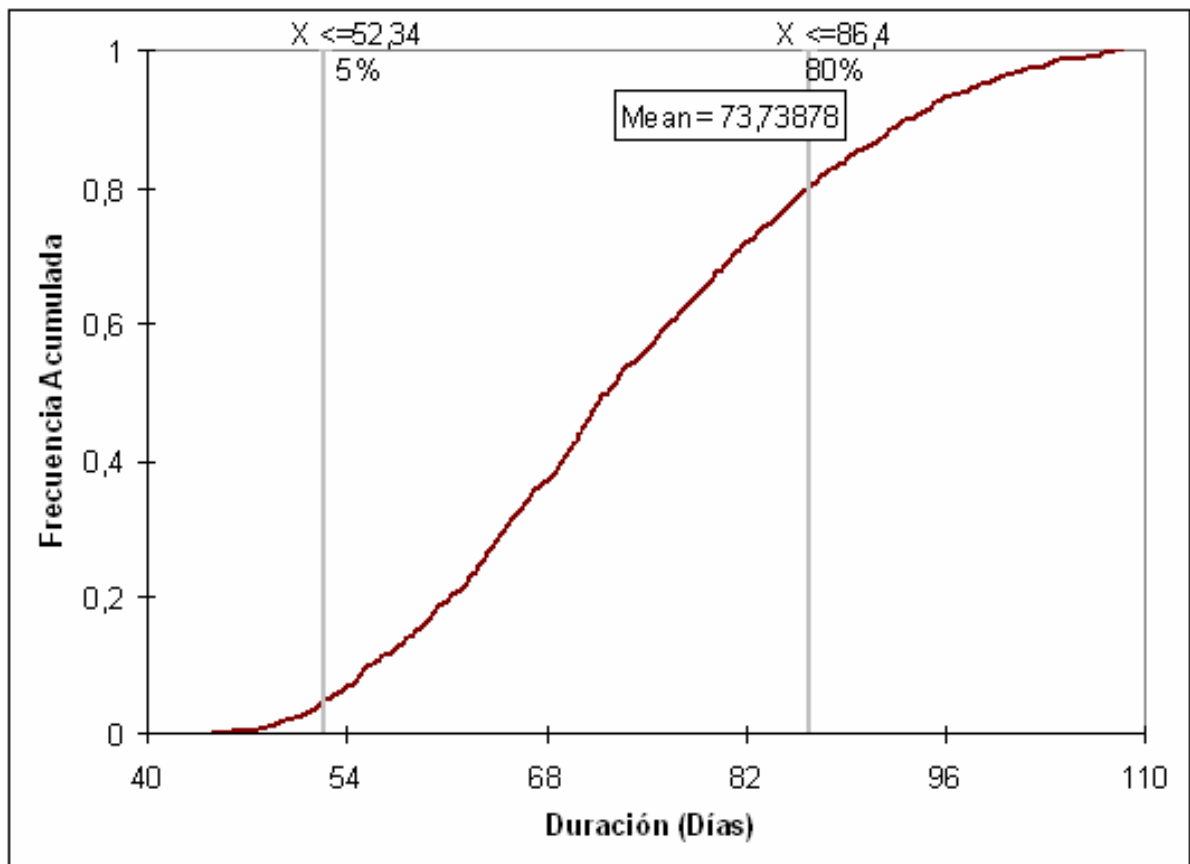
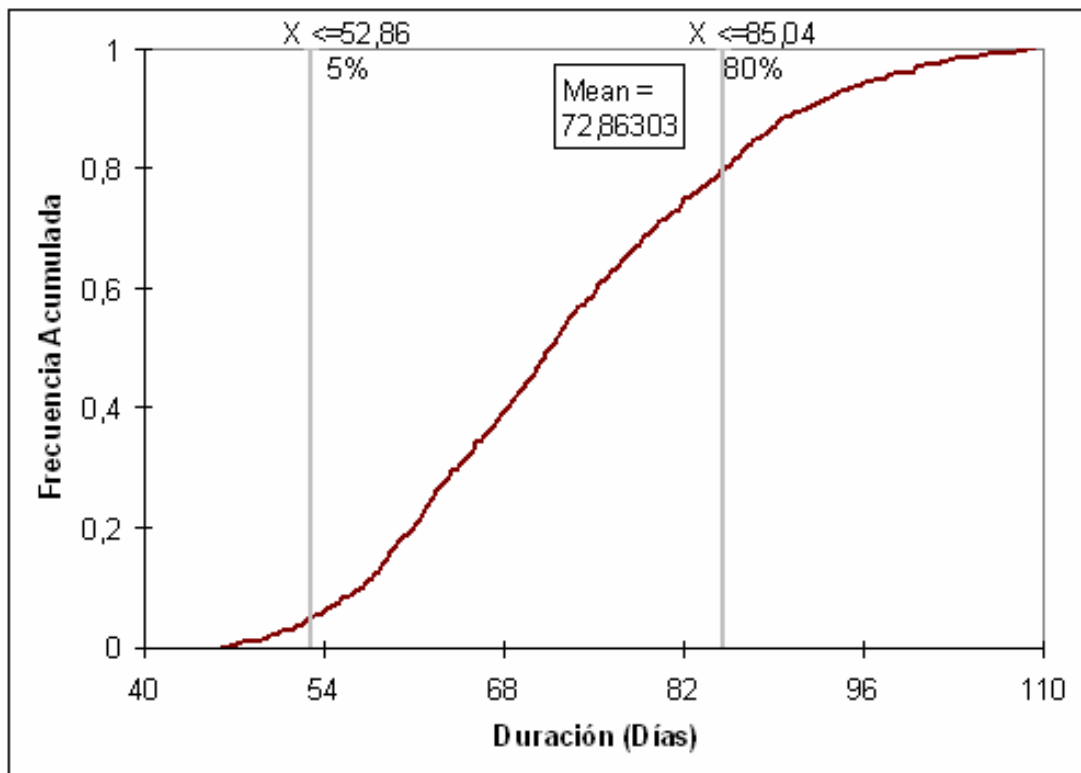


Gráfico 5.10 Duración del commissioning



## Arranque

El valor al 80% de frecuencia acumulada para el arranque corresponde a 72,86303 días, lo cual representa la duración más pesimista. Ver Gráfico 5.11.



**Gráfico 5.11 Duración del arranque**

## **CAPITULO VI: PLAN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS**

### **6.1 PLAN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS PARA EL PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ**

El resultado del análisis de riesgo determina que la probabilidad de que el proyecto termine en la fecha planificada es prácticamente nula, siempre y cuando ocurran eventos adversos. Sin embargo, es posible disminuir este efecto si se consideran ciertas acciones dentro de las cuales se enumeran las siguientes:

- La organización del proyecto debe ser definida y estructurada de forma tal que se consideren todos los cargos y responsabilidades relacionadas con la ejecución del proyecto hasta la puesta en marcha. Es recomendable, para mantener la continuidad del proyecto, que integrantes de la organización de definición, permanezcan en el proyecto hasta su finalización. En caso de que no sea posible, se debe asegurar que el pase de información garantice los aspectos más importantes.

Debe haber dentro de la organización, una persona dedicada exclusivamente, al control del proyecto tanto desde el punto de vista de avance físico como presupuestario.

- De acuerdo con las discusiones mantenidas durante la realización del ejercicio y en función al impacto que un retraso en la permisería pueda

causar, es indispensable que se cuente con personal dedicado exclusivamente al seguimiento de los trámites necesarios para la obtención de los diferentes permisos que se requieren.

Se ha constatado en obras anteriores que cuando los contratistas de construcción cuentan con todos los permisos, sus rendimientos de trabajo son mayores y sin interrupciones. Es por ello que es necesario prestar especial atención a este punto.

Se recomienda que se establezcan estrategias y logísticas acordadas entre las partes (custodios, personal SHA, etc.) para la emisión de los permisos necesarios durante la ejecución de las obras.

- Es claro que el proceso de contratación de los diferentes paquetes es un aspecto necesario para el arranque de la construcción. Por lo tanto, deberá velarse que el cronograma se cumpla tal como se ha considerado, para ello debe mantenerse un seguimiento continuo a las actividades que deban llevarse a cabo.
- Las empresas que se van a invitar para la licitación deben contar con un alto perfil técnico y con experiencia en obras similares. Adicionalmente, en el momento de la evaluación de las ofertas, debe prestarse atención a los recursos, equipos y maquinarias con los que cuenta cada una de las contratistas.

- Ya que el proyecto debe arrancar en Diciembre del 2011, debido a compromisos adquiridos con clientes, es importante que se destaque la importancia de finalización de los trabajos a tiempo. Para ello se recomienda solicitar a los contratistas en sus ofertas, planes detallados de ejecución, calendarios, números de turnos de trabajo y planes de contingencia.
- Deben mantenerse buenas relaciones con las comunidades cercanas a los puntos de ejecución de los trabajos, de forma tal que se reduzcan los efectos de huelgas, paros etc.
- Desde el inicio de las obras deben plantearse y acordarse en conjunto con la contratista y los organismos sindicales, las condiciones laborales que se regirán durante el desarrollo de los trabajos.
- Ya que se prevé que en el ámbito nacional se estarán desarrollando proyectos similares, es adecuado que se tomen acciones para la selección temprana de la mano de obra y los equipos requeridos.
- Durante la construcción deben aprovecharse los días en los que las condiciones climáticas sean favorables, ya que a partir de los meses de abril-mayo, comienza la temporada de lluvias, y es en ese momento cuando se estarán llevando a cabo los trabajos.
- Es importante que se garantice la alimentación eléctrica de los equipos de las estaciones para el momento del arranque, puesta en marcha y operación. Para ello deben hacerse los acuerdos y/o negociaciones pertinentes, con suficiente antelación.

- Es necesario realizar con suficiente antelación la evaluación de los planes de Precommissioning (Pre-arranque), la necesidad de hacer desvíos en las carreteras, contar con el personal adiestrado, etc. Adicionalmente, se debe contar con las herramientas y repuestos para enfrentar cualquier inconveniente en la puesta en marcha del sistema.

## CAPITULO VII: ESTIMACIÓN DE COSTOS

### 7.1 COSTOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN TIEMPO

Los costos asociados a la realización de este proyecto se pueden estimar de la siguiente manera:

#### 7.1.1 Pago durante el periodo de pasantía

La Tabla 7.1 muestra los costos asociados al pago de las pasantías en PDVSA.

**Tabla 7.1 Pago de pasantías**

CONCEPTO	ESPECIFICACIONES	(BsF.)
Pago mensual	Del 15 de Marzo al 15 de Diciembre de 2007 (9 meses)	200
<b>Total</b>		<b>1.800</b>

**Fuente: elaboración propia**

#### 7.1.2 Cursos para el manejo de los softwares

- **Curso de Microsoft Project 2007:** este es un curso para adquirir la capacitación completa que requiere el manejo de Microsoft Project 2003 y actualización al 2007. A lo largo del mismo se hacen ejercicios prácticos específicos en casos de la vida real, para lograr un aprendizaje práctico y

adecuado de esta herramienta para planificación y control de proyectos.  
Duración: 3 Semanas.

- **Curso de Primavera Project Planner P3:** proporciona la capacidad de manejar proyectos altamente sofisticados de gran escala, junto con todas sus fases de iniciación, desarrollo, seguimiento, reporte e impresión. Duración 30 horas.
- **Curso de Palisade @Risk:** son cursos profesionales diseñados para enseñar cómo aplicar las herramientas de análisis cuantitativo de riesgo y estadístico a problemas a los cuales se enfrenta una organización. Se utilizan el @Risk para Microsoft Project y Excel. El entrenamiento incluye ejercicios prácticos, una carpeta del curso y archivos ejemplo. Duración: 2 semanas.

Los costos asociados a la realización de estos cursos se muestran en la Tabla 7.2.

**Tabla 7.2 Cursos para el manejo de softwares**

<b>Cursos</b>	<b>Costo/ unidad (BsF.)</b>
Curso de Microsoft Project 2007	450
Curso de Primavera Project Planner P3	600
Curso de Palisade @Risk	800
<b>Total</b>	<b>1.850</b>

**Fuente: PDVSA**

### 7.1.3 Costos de papelería

En la Tabla 7.3 se presentan los costos de papelería.

**Tabla 7.3 Costos de papelería**

<b>Concepto</b>	<b>Costo (BsF.)</b>
Impresión de material de apoyo (encuestas, informes parciales, etc)	320
Impresión del proyecto para presentación a PDVSA	80
Papelería varia	60
<b>Total</b>	<b>460</b>

**Fuente: elaboración propia**

### 7.1.4 Costos asociados a las propuestas del Plan de Mitigación

El trabajo de grado se enfoca en el estudio del tiempo para el proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz. Para realizarlo se tomaron como parámetros tiempos ideales o esperados según la planificación, y tiempos optimistas y pesimistas para las diferentes actividades involucradas desde el inicio hasta el final del proyecto. El costo financiero del desarrollo de cada etapa se encuentra en la actualidad en estudio por parte de PDVSA, razón por la cual el aspecto financiero no fue considerado al cargar los datos para la simulación ya que aun no se cuenta con esos datos.

Igualmente es importante señalar que las soluciones que se presentan en el plan de mitigación para los riesgos que tienen impacto en las actividades críticas, se refieren a la manera de agilizar algunos trámites que



permitan recortes en el tiempo para la culminación de dichas actividades. Estos planteamientos no representan erogación de recursos económicos.

A continuación se muestra la Tabla 7.4, donde se aprecia el costo total asociado a la elaboración de este proyecto:

**Tabla 7.4 Resumen de costos asociados a la elaboración del proyecto**

<b>Tipo de costo</b>	<b>Monto (BsF)</b>
Pago durante el periodo de pasantía	1.800
Cursos para el manejo de los softwares	1.850
Costos de papelería	460
<b>Costo total</b>	<b>4.110</b>

**Fuente: elaboración propia**

## **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 CONCLUSIONES**

1. La refinería de Puerto la Cruz ejecutó trabajos de ampliación y mejoramiento con el Proyecto Valcor. En la actualidad se realizan las adaptaciones necesarias para el Proyecto Conversión Profunda con el fin de maximizar el procesamiento de crudos pesados en la Refinería de PLC para cubrir la demanda interna y exportar combustibles (gasolina, jet, diesel y naftas) que cumplan con las regulaciones del mercado internacional.
2. Mediante las reuniones de tormenta de ideas y entrevistas realizadas a personal interno y externo al Proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, se identificaron una serie de parámetros que según la experiencia con proyectos similares, tienen probabilidad de impacto sobre el cronograma de actividades.
3. Este estudio sirve de base para que la empresa aplique el análisis de riesgos a proyectos asociados a otras áreas y así descubrir condiciones de incertidumbre que pueden afectar los objetivos de tiempo.
4. A través de entrevistas y reuniones con personal perteneciente al equipo de trabajo del Proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, fue posible establecer la severidad de los factores de riesgo anteriormente identificados, permitiendo obtener las duraciones optimistas y pesimistas para cada actividad.

5. Según la experiencia del personal entrevistado para establecer la severidad de los factores de riesgo, se determinó que las aprobaciones relacionadas al permiso del ministerio del ambiente representan el mayor retraso posible en el cronograma con una duración de 132 días.
6. Mediante los resultados obtenidos en la simulación realizada a través del método estadístico Montecarlo efectuando 1000 iteraciones, se observó que para el día 31 de Mayo de 2012 se corresponde un valor del 80% de la frecuencia acumulada (valor estandarizado para este tipo de análisis), lo cual representa la fecha de finalización más pesimista.
7. Una vez realizada la simulación, los resultados arrojados permitieron identificar las actividades críticas del Proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, sobre las cuales se realizó el Plan de Mitigación con el objetivo de reducir el impacto que tienen los factores de riesgo en los objetivos de tiempo del proyecto.
8. El valor al 80% de frecuencia acumulada para la duración de la actividad de Commissioning, en la cual se realiza la revisión de la operación de equipos individuales en preparación para el arranque de la planta, corresponde a 86,4 días, aproximadamente 20 días calendario más que la duración planificada, siendo ésta la actividad con mayor retraso en el proyecto.

9. De acuerdo a la estimación de costos asociados a la realización de este plan de riesgos de tiempo, se tiene que para su elaboración se hizo una inversión de **4.110 BsF.**

## 8.2 RECOMENDACIONES

1. Para mantener la continuidad de las diferentes etapas del proyecto, es recomendable que integrantes de la organización de definición, permanezcan en el mismo hasta su finalización. En caso de que no sea posible, se debe asegurar que el pase de información garantice los aspectos más importantes.
2. Se deben establecer estrategias y logísticas acordadas entre las partes (custodios, personal SHA, etc.) para la emisión de los permisos necesarios durante la ejecución de las obras, de manera que se pueda hacer un seguimiento de los trámites necesarios para la obtención de los mismos.
3. Es necesario velar que el cronograma se cumpla tal como se ha considerado, para ello debe mantenerse un seguimiento continuo a las actividades que se lleven a cabo sobre todo al proceso de contratación de los diferentes paquetes, ya que es un aspecto obligatorio para el arranque de la construcción.
4. Prestar atención a los recursos, equipos y maquinarias con los que cuenta cada una de las contratistas, de manera de asegurar que posean un alto perfil técnico y con experiencia en obras similares
5. Mantener buenas relaciones con las comunidades cercanas a los puntos de ejecución de los trabajos, de forma tal que se reduzcan los efectos de huelgas, paros etc.

6. Realizar con suficiente antelación la evaluación de los planes de Precommissioning y Commissioning, a fin de garantizar la funcionalidad de los sistemas instalados.
  
7. En base a los problemas de tráfico y congestionamiento vehicular que existen en la actualidad, se debe prever la necesidad de hacer desvíos en las carreteras, a fin de garantizar el traslado de los recursos hasta la refinería.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANDER EGG, EZEQUIEL.** (1987). Investigación y diagnóstico para el trabajo social. Editorial Humanitas.

**CLELAND, D.I. Y KING, W.R.** (1975). Systems Analysis and Project Management. McGraw-Hill. USA.

**GRAVES, R.** (2000). "Evaluación Cualitativa de riesgos" Editorial PM Networks.

**HEREDIA, R.** (1995): Dirección Integrada de Proyecto –DIP-. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

**HERNÁNDEZ, N.** (1999). Análisis de riesgo de tiempo y costos para el Proyecto Facilidades de Manejo y Tratamiento de Gas Norte de Monagas. Informe Análisis de Plan de Ejecución, Ingeniería y Proyectos, PDVSA. Monagas.

**INDEPENDENT PROJECT ANÁLISIS, INC (IPA).** (2002). Gestión de Riesgos. USA.

**INGENIERÍA Y PROYECTOS.** (2001). Proyecto de Inversión de Nitrógeno en Carito. Análisis de Riesgo de Tiempo y Costos. Informe Análisis de Plan de Ejecución, Gerencia de Ingeniería y Proyectos, PDVSA, Monagas.

**KLIEN, RALPH.** (1997). Reducing Project Risk. Gower - Ashgate Publishing Company.

**LÓPEZ, DIEGO N.** (2005) Value at Risk for the Term Structure of Interest Rates: An Orthogonal Approach. SSRN Electronic Paper Collection.

**MANUFACTURA Y MERCADEO.** (2001). “Proyecto Reparación y Adecuación puesto 1 muelle El Palito. Análisis de Riesgo de Costo y Tiempo”. Informe Análisis de Plan de Ejecución, Manufactura y Mercadeo, PDVSA, Carabobo.

**MENDEZ ALVAREZ, CARLOS EDUARDO.** (1996) Metodología. Mc Graw-Hill. Bogotá.

**NORMA VENEZOLANA COVENIN 2270:1995.** Comités de Higiene y Seguridad Industrial. Integración y Funcionamiento.

**PDVSA.** (2000). Análisis de Riesgo de Costo y Tiempo con Montecarlo para Primavera.

**PDVSA.** (2001). Procedimiento SCIP-MP-G-04-P “Manual de Procedimientos. Análisis de Riesgos de Costos y Tiempo”



## **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

**Red lógica del proyecto**

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	noviembre	abril	septiembre	febrero	julio	diciembre					
					04/01	12/09	22/05	29/01	08/10	17/06	24/02	02/11	12/07	21/03	28/11
1	<b>GENERAL</b>	<b>863 días</b>	<b>lun 03/10/00</b>	<b>mié 21/01/09</b>											
2	Inicio Fase Definicion	0 días	lun 07/11/00	lun 07/11/00											
3	<b>PERMISO MINISTERIO AMBI</b>	<b>135 días</b>	<b>jue 16/08/00</b>	<b>mié 20/02/08</b>											
4	Permiso Ministerio Ambie	135 días	jue 16/08/00	mié 20/02/00											
5	<b>Estudios Especiales</b>	<b>420 días</b>	<b>lun 30/01/00</b>	<b>vie 07/09/07</b>											
6	Topografía	94 días	lun 30/01/00	jue 08/06/00											
7	Geotécnica	84 días	lun 13/02/00	jue 08/06/00											
8	Hidrología / Vientos	47 días	mar 05/06/00	mié 08/08/00											
9	Impacto Ambiental	69 días	mar 05/06/00	vie 07/09/00											
10	<b>Licencias</b>	<b>353 días</b>	<b>mié 20/09/00</b>	<b>vie 25/01/08</b>											
11	Elaboración y Firma Cont	125 días	lun 06/08/00	vie 25/01/00											
12	Contrat. Y Des. Diseño E	137 días	mar 26/06/00	mié 02/01/00											
13	Contrat. Y Des. Diseño E	205 días	mié 20/09/00	mar 03/07/00											
14	<b>CATASTRO</b>	<b>455 días</b>	<b>lun 03/10/00</b>	<b>vie 29/06/07</b>											
15	Permiso Acceso Terreno	253 días	lun 03/10/00	mié 20/09/00											
16	Adquisición del Terreno -	361 días	vie 10/02/00	vie 29/06/00											
17	<b>PROJECT MANAGEMENT CO</b>	<b>134 días</b>	<b>vie 18/07/00</b>	<b>mié 21/01/09</b>											
18	Contratación Project Man:	134 días	vie 18/07/00	mié 21/01/00											
19	<b>DEFINIR</b>	<b>1628 días</b>	<b>mar 12/04/05</b>	<b>jue 07/07/11</b>											
20	<b>CONTRATACION</b>	<b>152 días</b>	<b>lun 02/10/00</b>	<b>mar 01/05/07</b>											
21	Contratación Ing. Básica	152 días	lun 02/10/00	mar 01/05/00											
22	<b>DISEÑOS BÁSICOS DE PRO</b>	<b>595 días</b>	<b>mar 12/04/05</b>	<b>lun 23/07/00</b>											
23	<b>UNIDADES DE PROCES</b>	<b>595 días</b>	<b>mar 12/04/05</b>	<b>lun 23/07/00</b>											
24	<b>UNIDADES DE PRO</b>	<b>220 días</b>	<b>lun 07/11/00</b>	<b>vie 08/09/00</b>											
25	U75 Preparación	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											
26	U75 HDHPLUS@	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											
27	U78 H2 Comprin	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											
28	U79 Residue Wc	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											
29	U80 Emergency	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											
30	U81 Solidificator	220 días	lun 07/11/00	vie 08/09/00											













# **ANEXO 2**

**Análisis de riesgos de tiempo**



PDVSA

**PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC**

**PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA  
PLC ANÁLISIS DE RIESGOS DE TIEMPO**

**MARZO 2009**



PDVSA

## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO
3. METODOLOGÍA
4. PARTICIPANTES
5. ALCANCE DEL PROYECTO
6. BASES PARA EL ANÁLISIS
7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POTENCIALES
8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGO
9. RECOMENDACIONES – ACCIONES MITIGANTES



PDVSA

## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### 1.-INTRODUCCION

El Análisis de Riesgo es una herramienta que permite identificar, evaluar y mitigar los riesgos durante la ejecución de un proyecto, maximizando la posibilidad de éxito, al identificar y analizar riesgos que permitan diseñar estrategias de mitigación. Es por ello que se ha recomendado aplicar esta práctica a los proyectos de inversión de PDVSA, que se encuentren en un nivel de definición tal que permita hacer análisis sobre una información más confiable. Su resultado debe ser incluido en el Documento de Soporte de Decisión del Proyecto de la etapa correspondiente.

### 2.-OBJETIVO

El presente documento muestra los resultados obtenidos de la evaluación realizada al Proyecto "PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC" incluyendo áreas de atención y acciones que deben ser tomadas para reducir las posibilidades de riesgos que puedan afectar el normal desenvolvimiento del proyecto.

### 3. -METODOLOGIA

Para realizar el Análisis de Riesgo de Tiempo del Proyecto "CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC" se procedió de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento ISO 9001 SCIP-MP-G-4-P de PDVSA.

### 4.-PARTICIPANTES

De acuerdo con el Procedimiento SCIP-MP-G-04-P se procedió a conformar el equipo de trabajo para el análisis, el cual quedó integrado por personal con experiencia en las áreas de:

- Ingeniería y Proyectos
- SHA
- Recursos Técnicos
- Definición y Desarrollo

### 5.-ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto comprende el desarrollo de todas las fases de Ingeniería necesaria para la elaboración de los diseños de las instalaciones requeridas y la construcción de las obras necesarias para la erección de los diferentes sistemas que conformaran las diferentes unidades de proceso que forman parte del proyecto Conversión Profunda RPLC.



PDVSA

## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

Para ello esta previsto el diseño, adecuación e instalación de los siguientes sistemas:

- Adecuación DA-1/DA-2 (procesamiento de Merey 16).
- Unidad Vacío (130 MBD)
- HDHPLUS™/SHP (50/65 MBD)
- Unidades Auxiliares (Pta. H2, Complejo Azufre)
- Servicios Industriales completos.

Instalaciones Exteriores (Mechurrio, Tanques, Tratamiento de Aguas, etc.)

Importación de coque por muelle. Manejo de Sólidos en sector el Chaure. Almacén de sólidos en domos. Transportadores tipo tubería (pipe-conveyor) para transporte de coque y hojuelas de HDH (Flakes)

Nuevo muelle #8 (asfalto, azufre, sólidos)

Utiliza infraestructura existente (tanques, esferas, bombas, muelles)

Sinergia con nuevo proyecto eléctrico de CADAFE

Mediante este proyecto se podrá incrementar el procesamiento de crudo pesado/extrapeso en 99 MBD y volúmenes de productos de exportación en 98 MBD en el circuito, lo cual estaría en línea con el plan de negocios de la Corporación.

### 6.-BASES PARA EL ANÁLISIS

- La Estructura de Partición de Trabajo fue definida y ajustada previamente.
- El Cronograma de Ejecución (Red de Precedencias) propuesto se desarrolló basándose en la EPT definida y contiene las actividades que describen al Proyecto, con la definición de la fase actual de definición, para ser analizadas.
- Las duraciones propuestas para la Red de Precedencias se basan en el consenso de los especialistas que participaron en su elaboración, así como rendimientos históricos de proyectos similares.
- Se utilizó un calendario de trabajo de lunes a viernes, para la estimación de la duración de las actividades.
- Para el análisis de riesgo en tiempo, se formó una mesa de trabajo con personal multidisciplinario, para la consideración del riesgo en la Planificación del Proyecto, determinándose los resultados que se observarán en secciones posteriores.



PDVSA

## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### 7.-IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES DE TIEMPO

Se identificaron diferentes factores que podrían afectar el desarrollo de cada una de las actividades, ya sea a favor o en contra. Para efectos del ejercicio se promediaron los efectos de cada uno de los factores en función de establecer las duraciones optimistas y las pesimistas de cada actividad para el análisis de riesgo.

Esta información fue cargada en la red de Project, con lo que se determinaron duraciones optimistas, más esperadas (planificadas) y pesimistas de las actividades, en conjunto con las fechas de ocurrencia.

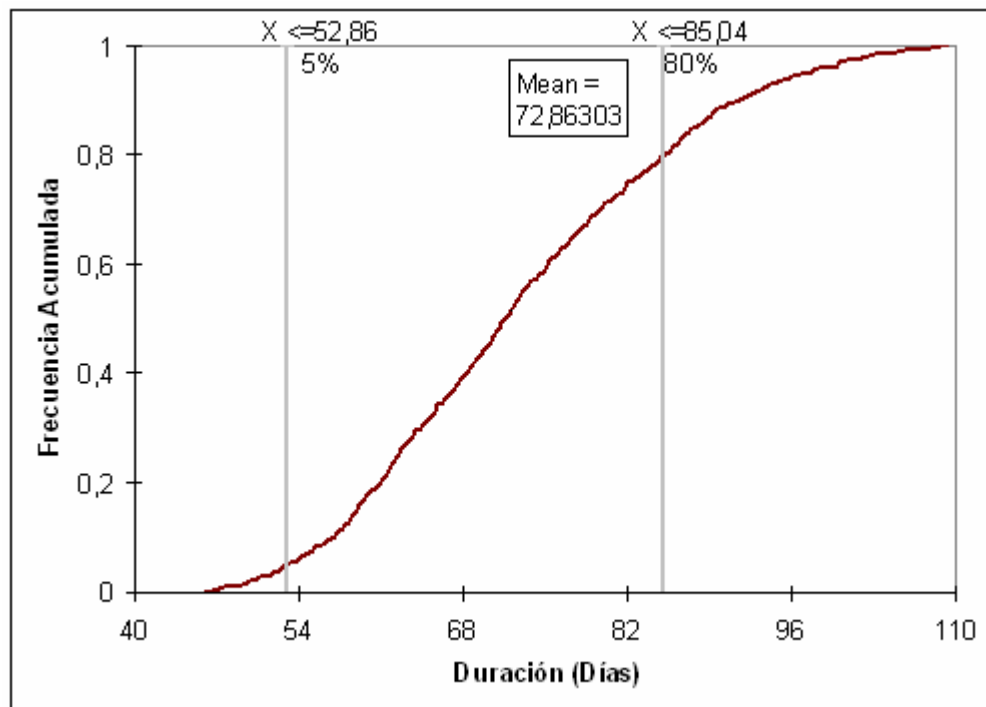
### 8.-RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RIESGO

Una vez establecidos los rangos de duraciones se hizo la corrida con el programa Montecarlo en Tiempo y se obtuvo un rango de fechas con sus probabilidades de ocurrencia tanto relativas como acumuladas, que se muestran en las tablas y gráficas siguientes:



## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### Fecha de Finalización de actividades de arranque:

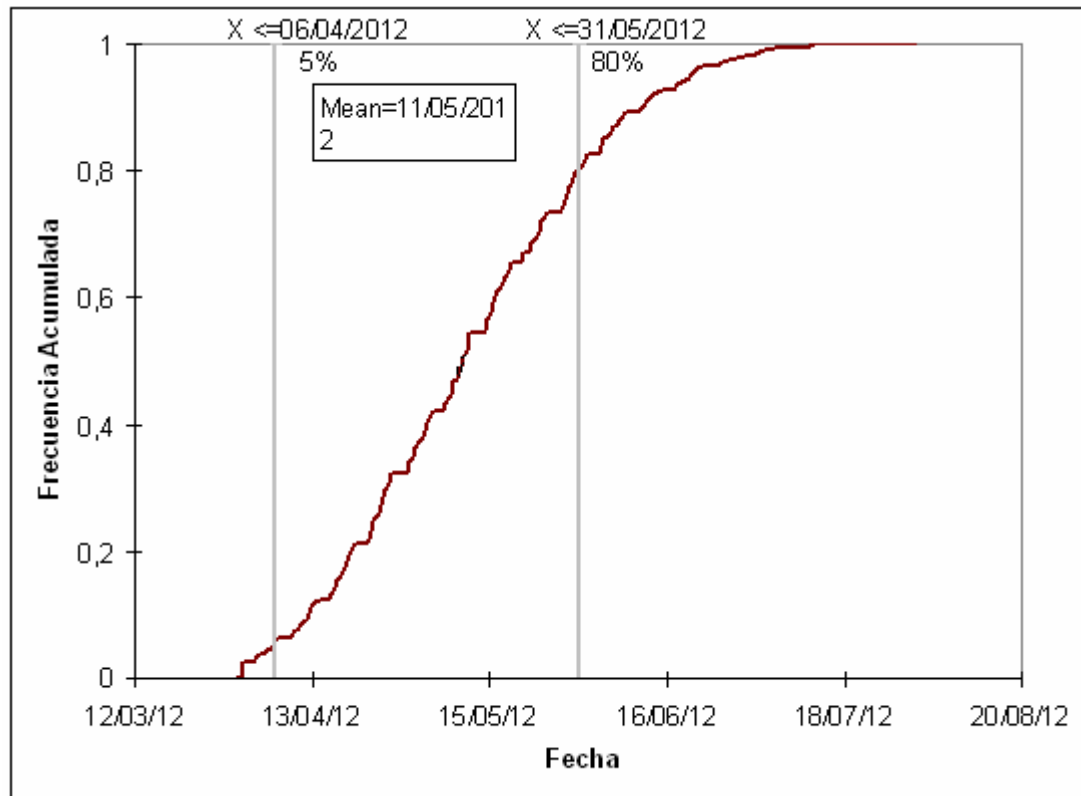


Lo que se puede observar es que de acuerdo a los tiempos optimistas y pesimistas que se determinaron, existe un 80% de probabilidad acumulada de que la duración del Arranque sea de 85 días, 19 días más que la duración planificada (66 días).



## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### Fecha de Finalización del Proyecto:



Lo que se observa es que tal como en el caso anterior, siempre que haya la incidencia de factores que puedan alterar el normal desarrollo del proyecto será prácticamente improbable que el proyecto finalice el 30 de Marzo de 2012. Sin embargo, se tiene un 80% de probabilidad acumulada de que el proyecto termine antes del 31 de Mayo de 2012.





## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

### 9.-RECOMENDACIONES - ACCIONES MITIGANTES

El resultado del análisis de riesgo determina que la probabilidad de que el proyecto termine en la fecha planificada es prácticamente nula, siempre y cuando ocurran eventos adversos. Sin embargo, es posible disminuir este efecto si se consideran ciertas acciones dentro de las cuales se enumeran las siguientes:

- La organización del proyecto debe ser definida y estructurada de forma tal que se consideren todos los cargos y responsabilidades relacionadas con la ejecución del proyecto hasta la puesta en marcha. Es recomendable, para mantener la continuidad, que integrantes de la organización de definición, permanezcan en el proyecto hasta su finalización. En caso de que no sea posible, se debe asegurar que el pase de información garantice los aspectos más importantes.

Debe haber dentro de la organización, una persona dedicada exclusivamente, al control del proyecto tanto desde el punto de vista de avance físico como presupuestario.

- De acuerdo con las discusiones mantenidas durante la realización del ejercicio y en función al impacto que un retraso en la permisería pueda causar, es indispensable que se cuente con personal dedicado exclusivamente al seguimiento de los trámites necesarios para la obtención de los diferentes permisos que se requieren.

Se ha constatado en obras anteriores que cuando los contratistas de construcción cuentan con todos los permisos, sus rendimientos de trabajo son mayores y sin interrupciones. Es por ello que es necesario prestar especial atención a este punto.

Se recomienda que se establezcan estrategias y logísticas acordadas entre las partes (custodios, personal SHA, etc.) para la emisión de los permisos necesarios durante la ejecución de las obras.

- Es claro que el proceso de contratación de los diferentes paquetes es un aspecto necesario para el arranque de la construcción. Por lo tanto, deberá velarse que el cronograma se cumpla tal como se ha considerado, para ello debe mantenerse un seguimiento continuo a las actividades que deban llevarse a cabo.

- Las empresas que se van a invitar para la licitación deben contar con un alto perfil técnico y con experiencia en obras similares. Adicionalmente, en el momento de la evaluación de las ofertas, debe prestarse atención a los recursos, equipos y maquinarias con los que cuenta cada una de las contratistas.



## PROYECTO CONVERSIÓN PROFUNDA REFINERÍA PLC

- Ya que el proyecto debe arrancar en Diciembre del 2011, debido a compromisos adquiridos con clientes, es importante que se destaque la importancia de finalización de los trabajos a tiempo. Para ello se recomienda solicitar a los contratistas en sus ofertas, planes detallados de ejecución, calendarios, números de turnos de trabajo y planes de contingencia.
- Deben mantenerse buenas relaciones con las comunidades cercanas a los puntos de ejecución de los trabajos, de forma tal que se reduzcan los efectos de huelgas, paros etc.
- Desde el inicio de las obras deben plantearse y acordarse en conjunto con la contratista y los organismos sindicales, las condiciones laborales que se regirán durante el desarrollo de los trabajos.
- Ya que se prevé que en el ámbito nacional se estarán desarrollando proyectos similares, es adecuado que se tomen acciones para la selección temprana de la mano de obra y los equipos requeridos.
- Durante la construcción deben aprovecharse los días en los que las condiciones climáticas sean favorables, ya que a partir de los meses de abril-mayo, comienza la temporada de lluvias, y es en ese momento cuando se estarán llevando a cabo los trabajos.
- Es importante que se garantice la alimentación eléctrica de los equipos de las estaciones para el momento del arranque, puesta en marcha y operación. Para ello deben hacerse los acuerdos y/o negociaciones pertinentes, con suficiente antelación.
- Es necesario realizar con suficiente antelación la evaluación de los planes de Precommissioning, la necesidad de hacer desvíos en las carreteras, contar con el personal adiestrado, etc. Adicionalmente, se debe contar con las herramientas y repuestos para enfrentar cualquier inconveniente en la puesta en marcha del sistema.

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

<b>TÍTULO</b>	<b>ELABORACIÓN DE UN PLAN DE RIESGOS DE TIEMPO PARA UN PROYECTO DE INVERSIÓN DE CAPITAL DE UNA EMPRESA PETROLERA</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

### AUTOR (ES):

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CULAC / E MAIL</b>
<b>FUENTES R. ROSAVIRGINIA D.</b>	<b>CVLAC: 16.798.885 E MAIL: virginia.fr@gmail.com</b>
	<b>CVLAC: E MAIL:</b>
	<b>CVLAC: E MAIL:</b>
	<b>CVLAC: E MAIL:</b>

### PALABRAS O FRASES CLAVES:

Análisis \_\_\_\_\_

Riesgos \_\_\_\_\_

Tiempo \_\_\_\_\_

Mitigación \_\_\_\_\_

Simulación \_\_\_\_\_

Criticidad \_\_\_\_\_

Incertidumbre \_\_\_\_\_

Planes \_\_\_\_\_

## **METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>ÁREA</b>	<b>SUBÁREA</b>
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial

### **RESUMEN (ABSTRACT):**

Este análisis se realizó debido a que el proyecto Conversión Profunda Refinería Puerto la Cruz, el cual permitirá procesar el crudo pesado proveniente de la faja del Orinoco (16° API) y convertirlo en destilados de alto valor comercial, requiere conocer los riesgos que afectarían sus objetivos de tiempo de ejecución. Constó de 3 etapas: la primera de ellas fue la identificación de riesgos, donde se determinaron mediante reuniones con expertos y personal con experiencia, los factores que tendrían impacto sobre los objetivos de tiempo del proyecto. Seguidamente fue necesario establecer la severidad de estos factores en nuevas reuniones y entrevistas, lo cual permitió recolectar datos para continuar con la etapa de evaluación de riesgos realizándose una simulación mediante el método montecarlo utilizando el software @Risk. Los resultados de esta simulación determinaron que la probabilidad acumulada de que el proyecto finalice en la fecha planificada (30 de Marzo de 2012) es menor al 5%, y que el valor del 80% de probabilidad acumulada, corresponde al 31 de Mayo de 2012, la cual representa la fecha más pesimista de finalización; la ruta crítica del proyecto esta conformada por actividades sobre las cuales se deben tomar las debidas medidas para controlar los factores de riesgos que tienen impacto sobre las mismas. Para esto se realizó un plan de mitigación de riesgos usando métodos de resolución de problemas considerando las características las opciones, estrategias y contingencias.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
CIPRIANI, ANA	ROL	CA	AS	TU	JU
			X		
	CVLAC:				
	E_MAIL				
GONZÁLEZ, MARVELIS	ROL	CA	AS	TU	JU
				X	
	CVLAC:				
	E_MAIL				
MÁRQUEZ, ANA	ROL	CA	AS	TU	JU
					X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
WELLS, NAYI	ROL	CA	AS	TU	JU
					X
	CVLAC:				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

<b>2009</b>	<b>03</b>	<b>19</b>
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
TESIS.Riesgos de tiempo.doc	Application/msword

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K L  
M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1 2 3 4  
5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero Industrial \_\_\_\_\_

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pre - Grado \_\_\_\_\_

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Sistemas Industriales \_\_\_\_\_

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui \_\_\_\_\_

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS**

**Art. 44**

"Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario"

---

---

---

---

**Fuentes Rojas Rosavirginia Del Valle**

**Autor**

González, Marvelis

**TUTOR**

Márquez, Ana

**JURADO**

Wells, Nayi

**JURADO**

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**