



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE LA DISCIPLINA OPERATIVA EN LA
ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES EN LA INDUSTRIA
PETROLERA DE GUATEMALA**

Rodolfo Obregón Chávez

Asesorado por el Ing. Alberto Raúl Duarte Sandoval

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA DISCIPLINA OPERATIVA EN LA
ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES EN LA INDUSTRIA
PETROLERA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RODOLFO OBREGÓN CHÁVEZ
ASESORADO POR EL ING. ALBERTO RAÚL DUARTE SANDOVAL
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Monzón Arriola
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE LA DISCIPLINA OPERATIVA EN LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES EN LA INDUSTRIA PETROLERA DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial, en febrero de 2006

Rodolfo Obregón Chávez

Guatemala, Marzo de 2007

Ingeniero José Francisco Gómez Rivera
Director de la Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho.

Respetable Ingeniero Gómez:

Me dirijo a usted en esta oportunidad, presentándole un cordial saludo para hacer de su conocimiento que ha sido concluido satisfactoriamente el trabajo de graduación: **“Implementación de la Disciplina Operativa en la administración de operaciones en la industria petrolera de Guatemala”**, elaborado por el estudiante Rodolfo Obregón, para el cual fui asignado como asesor.

Considero que se han cumplido los objetivos propuestos al inicio del trabajo, por lo que recomiendo se apruebe en el entendido de que el autor y el suscrito son los responsables de lo tratado y de las conclusiones del mismo.

Atentamente,

Ing. Alberto Raúl Duarte Sandoval
Colegiado No. 4697

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por darme vida y permitirme seguir creciendo al alcanzar esta meta
- MI MADRE** Iliana, como una recompensa a todos sus esfuerzos y sacrificios
- MI ABUELA** Doña Juanita, por todas las enseñanzas y formación
- MI ESPOSA** Carmen, por todo el soporte y amor que me brinda
- MI HIJO** José Rodrigo, principal fuente de inspiración y lucha
- MIS AMIGOS** En especial a todos los del F-28

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Historia de la Industria Petrolera en Guatemala	1
1.1.1. Historia de los contratos petroleros	5
1.2. Descripción de la Operación	11
1.2.1. Misión	16
1.2.2. Visión	16
1.2.3. Valores	17
1.3. Causas de los accidentes e incidentes	17
1.4. Medio ambiente y Protección Ambiental	22
1.5. Disciplina Operativa	24
1.5.1. Componentes de la Disciplina Operativa	25
1.6. El Cambio	28
1.6.1. La importancia del cambio	28
1.6.2. Resistencia al cambio	29
2. SITUACIÓN ACTUAL	33
2.1. Análisis del Entorno	33
2.1.1. Factores Externos	33

2.1.1.1.	Gobierno	33
2.1.1.2.	Comunidades	34
2.1.1.3.	Medio Ambiente	35
2.1.2.	Factores Internos	36
2.1.2.1.	Administración	36
2.1.2.1.1.	Cultura Organizacional	37
2.1.2.1.2.	Estructura Organizacional	38
2.1.2.2.	Operación	39
2.1.2.3.	Mantenimiento	40
2.1.2.4.	Materiales y Bodegas	41
2.1.2.5.	Seguridad Industrial	41
2.2.	Análisis FODA	42
3.	MÉTODO PROPUESTO	47
3.1	Modelo de administración de Disciplina Operativa	47
3.1.1.	Tecnología	47
3.1.1.1.	Tecnología del proceso	47
3.1.1.1.1.	Riesgo de los materiales	47
3.1.1.1.2.	Bases del diseño del proceso	48
3.1.1.1.3.	Bases para diseño de equipos	50
3.1.1.2.	Análisis de Riesgo del proceso	51
3.1.1.2.1.	Análisis de las consecuencias	51
3.1.1.2.2.	Revisión de riesgos del proceso	53
3.1.1.2.3.	Lista de control de riesgos	54
3.1.1.3.	Procedimientos de Operación	55
3.1.1.3.1.	Disponibilidad	57
3.1.1.3.2.	Calidad	57
3.1.1.3.3.	Comunicación	58
3.1.1.3.4.	Cumplimiento	59

3.1.1.4.	Normas Generales de Seguridad	63
3.1.1.5.	Administración del Cambio	63
3.1.1.5.1.	Lista de verificación de la aplicabilidad del cambio	64
3.1.1.5.2.	Documentación del cambio	64
3.1.2.	Instalaciones	67
3.1.2.1.	Integridad mecánica	67
3.1.2.1.1.	Filosofía de integridad mecánica	68
3.1.2.1.2.	Equipo Crítico	68
3.1.2.1.3.	Documentación de procesos , equipos y sistemas críticos	70
3.1.2.1.4.	Tareas Críticas	71
3.1.2.1.5.	Fichas de mantenimiento	72
3.1.2.1.6.	Procedimientos de mantenimiento	73
3.1.2.1.7.	Programas de mantenimiento preventivo	73
3.1.2.1.8.	Inspecciones y pruebas	74
3.1.2.1.9.	Revisiones de pre-arranque	75
3.1.2.2.	Aseguramiento de la calidad	77
3.1.2.2.1.	Identificación de servicios y materiales o partes de repuesto	78
3.1.2.2.2.	Selección del proveedor	79
3.1.2.2.3.	Recepción de materiales y equipo	79
3.1.2.2.4.	Inspección de especificaciones	80
3.1.3.	Personal	81
3.1.3.1.	Capacitación continua	81
3.1.3.2.	Análisis y difusión de incidentes	83
3.1.3.3.	Contratistas	84
3.1.3.4.	Emergencias	87
3.1.3.5.	Desviación a la Disciplina Operativa	89

3.1.3.6.	Motivación y Reconocimientos	89
3.1.3.7.	Auditorias	90
3.1.3.7.1.	Auditorias diarias	91
4.	IMPLEMENTACIÓN	95
4.1.	Establecimiento de nueva cultura organizacional	95
4.2.	Gerencia General	95
4.2.1.	Compromiso y Liderazgo	95
4.3.	Organización	96
4.3.1.	Política de Seguridad	96
4.3.2.	Metas y Objetivos	97
4.3.3.	Estructura del sistema	99
4.3.3.1.	Comité Central	100
4.3.3.2.	Comités	101
4.3.3.2.1.	Función de los comités	101
4.3.3.3.	Supervisor DO	109
4.3.3.4.	Ingeniero DO	110
4.4.	Responsabilidad de líneas de mando	110
4.5.	Nuevo papel del Supervisor de Seguridad Industrial	111
4.6.	Involucramiento de personal	111
4.7.	Base de datos	112
4.8.	Asignación de recursos	113
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	119
5.1.	Niveles de implementación	119
5.1.1.	Nivel 1. Evaluando el sistema y creando conciencia	121
5.1.2.	Nivel 2. Desarrollando el sistema	121
5.1.3.	Nivel 3. Estableciendo el sistema	129
5.1.4.	Nivel 4. Sistema establecido	130

5.1.5. Nivel 5. Mejoramiento continuo	133
5.2. Auditorías efectivas	136
5.3. Indicadores de desempeño	139
5.3.1. LTA (Accidentes con pérdida de tiempo)	139
5.3.2. LTIF (Frecuencia de accidentes incapacitantes)	139
5.3.3. Índice de difusión de procedimientos	140
5.3.4. Índice de actos seguros	141
5.3.5. Índice de Disciplina Operativa	141
5.4. Sustentabilidad	142
CONCLUSIONES	145
RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	149

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Exportación de Petróleo y Asfalto	4
2	Ubicación Geográfica de contratos e infraestructura de la Industria Petrolera en Guatemala	10
3	Ubicación geográfica de Oleoductos de la Industria Petrolera en Guatemala	15
4	Causa de los incidentes	18
5	Tipos de incidentes/ accidentes 2004-2005.	20
6	Daños causados por los incidentes 2004 al 2006	21
7	Comparativo de accidentes con/sin pérdida de tiempo 04-06	22
8	Causas de la resistencia al cambio	30
9	Organigrama Actual de Industria Petrolera en Guatemala	39
10	Plan estratégico de Industria Petrolera en Guatemala	45
11	Lista de control de Riesgos	56
12	Matriz de procedimientos	60
13	Matriz de conocimientos	61
14	Registro de la Administración del Cambio	66
15	Ficha de mantenimiento	72
16	Formato de auditorias diarias	93
17	Estructura organizacional para la implementación de la DO	99
18	Estructura de los comités de Disciplina Operativa	100
19	Costos de implementación para el primer año	115
20	Costos de implementación proyectados para el segundo año	116
21	Tabla de auto-evaluación DO nivel 1	123
22	Tabla de auto-evaluación DO nivel 2	125

23	Tabla de auto-evaluación DO nivel 3	127
24	Tabla de auto-evaluación DO nivel 4	131
25	Tabla de auto-evaluación DO nivel 5	134
26	Diagnóstico de nivel de implementación de DO	137
27	Objetivos para alcanzar nivel de implementación DO	138
28	Ciclo de mejoramiento continuo DO	143

TABLAS

I	Análisis FODA	43
II	Ponderación del riesgo según severidad	52
III	Ponderación del riesgo según frecuencia	52
IV	Ponderación del riesgo según impacto	53
V	Revisión de cumplimiento de procedimientos	62
VI	Problemas de los materiales críticos	77
VII	Ponderación del acto inseguro según potencialidad de lesión	91
VIII	Plan de acción para alcanzar nivel de implementación	98

GLOSARIO

Accidente	Es todo evento inesperado que interrumpe la operación y que causa lesiones al personal, o daños a las instalaciones o medio ambiente.
Acto inseguro	Es cualquier acción del personal que tiene el potencial de causar una lesión o dañar las instalaciones, o el medio ambiente.
Análisis de riesgo de proceso (ARP)	Un programa que estudia sistemáticamente los procesos para identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con la producción, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas.
API	(American Petroleum Institute) Instituto Americano de Petróleo. Normas internacionales con las que se rigen la construcción, diseño y mantenimiento de equipos, instalaciones y procesos de la industria petrolera. °API. Clasificación internacional de la Calidad del crudo en cuanto a su viscosidad.
ASTM (American Society for Testing and Materials)	Sociedad Americana para pruebas y materiales. Estándares técnicos para desarrollo y construcción de materiales.

Bases del diseño de equipo	Son las suposiciones y la lógica en que se fundamenta el diseño del equipo; incluyen datos y dibujos de ingeniería, cálculos del proceso y de las dimensiones del equipo, especificaciones del equipo, planos originales del proveedor, manuales de operación, etc.
Bases del diseño del proceso	Descripción que incluye la química del proceso, el equilibrio de los materiales y de la energía, los pasos del proceso, los parámetros para cada paso del proceso, (temperatura, presión, volumen, etc.) los límites de cada parámetro (máximo, mínimo, normal) y las consecuencias de las desviaciones (derrame, intoxicación con H ₂ S).
BBLs	Abreviatura de barriles, un barril equivale a 42 galones.
Cambio al proceso	Cualquier modificación que implique sustituir productos químicos, cambiar equipos y cambiar la condición de un proceso, de una manera tal que ésta se salga del macro de las bases del diseño del proceso.
Condición insegura	Es toda condición en el equipo o instalaciones, que pueden tener el potencial de ocasionar una lesión personal, o dañar las instalaciones o al medio ambiente.

**Disciplina Operativa
(DO)**

Sistema de administración de los procesos dirigida hacia la aplicación de controles administrativos, programas, procedimientos, auditorías y evaluaciones. Estos controles ayudan al personal a identificar, comprender y controlar los riesgos de los procesos, con el fin de que puedan eliminarse las lesiones y los incidentes.

H2S

Ácido sulfhídrico. Gas altamente tóxico; el crudo de Guatemala por naturaleza contiene gas H₂S. Entre las propiedades del gas están: en bajas concentraciones (menos de 10 partes por millón) huele a huevos podridos, en altas concentraciones es imperceptible ya que inhibe el sentido del olfato. En altas concentraciones es mortal, es incoloro, más pesado que el aire, corrosivo, es soluble en agua, altamente inflamable, al quemarse produce SO₂ (dióxido de azufre, gas que al respirarlo puede causar neumonía o edema pulmonar).

Incidente

Es todo evento inesperado que tuvo el potencial de interrumpir la operación, causar una lesión o dañar las instalaciones o al medio ambiente.

Instalaciones

Son todos los equipos de producción y transporte, tanques, vasijas, separadores, torres de destilación, tuberías, edificios que hay en la planta.

OSHA	(Occupational Safety and Health Administration). Administración de Seguridad y Salud Ocupacional; normas internacionales de seguridad que tienen como objetivo la prevención de lesiones, muertes y enfermedades relacionadas con el trabajo.
Proceso	Toda actividad que lleve a cabo un patrón y que implique el empleo de materiales o sustancias peligrosas, incluidos el almacenamiento, producción y transporte.
Riesgo	Una condición física o química con el potencial de causar lesiones a las personas, instalaciones, equipo o medio ambiente.
Riesgo del proceso	Una condición con el potencial de provocar la emisión o exposición a un producto o sustancia peligrosa, lo que a su vez pudiera causar lesiones graves al personal, y daños a instalaciones o medio ambiente.
Seveso	Directiva destinada a prevenir los accidentes graves en los que estén implicadas sustancias peligrosas, y limitar sus consecuencias para el hombre y para el medio, mediante la existencia de planes de emergencia interior y exterior, en las instalaciones con mayor riesgo de accidentes, con el fin de garantizar altos niveles de protección en toda la comunidad.

RESUMEN

La industria petrolera en Guatemala es muy importante en el desarrollo económico del país, y beneficia directamente e indirectamente a más de 10,000 personas. Es una operación geográficamente dispersa que tiene sus operaciones principalmente en los departamentos de Petén, Alta Verapaz e Izabal. El gobierno otorga tierras para estas actividades por medio de contratos. Las regulaciones del entorno externo obligan a que la operación se desarrolle en un marco de salud, seguridad y protección ambiental.

Local e internacionalmente, cada vez son más las regulaciones en cuanto a salud, seguridad y protección ambiental; los Gobiernos y Entidades que velan por la protección al medio ambiente obligan a las industrias que producen, transportan y almacenan productos peligrosos, a desarrollar sus operaciones en una forma tal que garanticen la protección a la salud, tanto de las personas que en ella laboran como el cuidado al medio ambiente que la rodea.

La Disciplina Operativa es un sistema de administración de la seguridad de los procesos, basado en la implementación de buenas prácticas que garantizan una forma de trabajo, en donde la salud y seguridad de los empleados y comunidades vecinas y la protección ambiental, son los pilares de su filosofía.

Con una buena administración de la Disciplina Operativa, no sólo se logra una operación más segura sino que más eficiente, al lograr reducir costos directos e indirectos en daños al equipo, costos por pago de incapacidades, costos de remediaciones de suelos por derrames, etc.

La Disciplina Operativa se logra a través del control y administración de tres grandes elementos: la tecnología, las instalaciones y el personal.

La tecnología sienta las bases para identificar y comprender los riesgos involucrados en los procesos, define los procedimientos y parámetros para una operación segura y administra los cambios en tecnología, instalaciones o equipo. La empresa vela que todo el equipo, instalaciones y proceso permanezcan íntegros, también porque las partes de repuestos y materiales que se fabriquen o sean proveídas, permanezcan según especificaciones de diseño, esto garantizará la integridad mecánica de los equipos.

Por último, y no menos importante, la acción que el personal juega sobre este sistema de seguridad, el compromiso, la capacitación, la responsabilidad, la detección oportuna de actos y condiciones inseguras, la investigación de los incidentes y accidentes, las auditorías constantes al sistema y control sobre los contratistas, deben ser parte de las mejores prácticas para el éxito de la administración de la Disciplina Operativa.

Para la implementación de la administración de la Disciplina Operativa, se requiere inicialmente del compromiso de gerencia, una gerencia comprometida al cambio de cultura, una política bien definida de salud, seguridad y protección ambiental y una estructura organizacional, que facilite y apoye la implementación por medio de la creación de comités y supervisores DO, que apoyen y asesoren a las jefaturas de área en el proceso de implementación.

OBJETIVOS

GENERAL

Implementar el programa de Disciplina Operativa a la administración de la operación de la Industria Petrolera en Guatemala, con el propósito de minimizar riesgos de lesiones personales, daños a equipos e instalaciones, paros en producción y daños ambientales.

ESPECÍFICOS

1. Conocer el modelo de Disciplina Operativa para la Industria Petrolera en Guatemala, que servirá de base para la implementación.
2. Hacer análisis del entorno de la empresa para la formulación de estrategias que apoyen el proceso de implementación de la Disciplina Operativa.
3. Definir la estructura organizacional que apoye la implementación de la Disciplina Operativa y sus funciones.
4. Asignar recursos necesarios para facilitar la implementación.
5. Definir niveles de seguimiento e indicadores de desempeño, que permitan ver el avance en la implementación de la Disciplina Operativa.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, graves accidentes en la industria con pérdidas humanas, le siguen costando millones de dólares anuales a empresas que en sus procesos manejan productos o materiales peligrosos, esta situación ha hecho que cada día más empresarios, empleados, contratistas, distribuidores, comunidades, gobiernos y demás involucrados, busquen la manera de cómo administrar de manera segura sus procesos.

El modelo de administración de la Disciplina Operativa, es una herramienta valiosa que permite a las industrias que manejan químicos y productos peligrosos, tener un programa que administre la seguridad de los procesos, con el fin de minimizar riesgos y tener control sobre todos los elementos que en determinado momento pueden poner en riesgo la salud de los empleados, la seguridad de los equipos e instalaciones y causar daños al medio ambiente.

Está claro que el beneficio directo e indirecto que brinda la operación petrolera en Guatemala, puede verse ensombrecido en determinado momento por una operación que ponga en riesgo la salud de los empleados, la integridad de los equipos o la de comunidades aledañas. Con la implementación de la Disciplina Operativa, se pretende proporcionar los controles administrativos necesarios y las bases de una administración de los procesos que permita a la industria desarrollar sus operaciones en un marco de salud, seguridad y protección ambiental.

La Disciplina Operativa básicamente contempla tener control sobre tres grandes elementos: la tecnología, las instalaciones y el personal. La parte de tecnología analiza todos los riesgos involucrados en los procesos y las

recomendaciones de cómo minimizarlos. Sienta las bases del diseño de proceso y equipos y establece parámetros seguros de operación por medio de procedimientos; por último administra los cambios en tecnología, instalaciones o procesos.

El segundo elemento es tener control sobre la integridad de los equipos e instalaciones críticas del proceso. Además, contar con un programa de aseguramiento de la calidad que garantice que la fabricación, reparación o modificación de estos equipos, estén realizadas de conformidad con las especificaciones de diseño. El último elemento y el más importante es el personal. Un personal capacitado, integrado y motivado operará el equipo, instalaciones y procesos en forma responsable y segura.

El éxito de la implementación del programa DO empieza a darse con el compromiso y liderazgo de la alta gerencia. Esta nueva forma de trabajo tiene que ir acompañada de una política de seguridad bien definida y un cambio de cultura organizacional en donde la gente se sienta involucrada y parte importante del sistema. La responsabilidad de línea juega un papel determinante en la implementación. El programa DO está diseñado para que cada jefatura de área asuma la responsabilidad de la implementación y se haga dueño del mismo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

La Industria Petrolera en Guatemala comprende actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, su refinación y transformación así como su transporte y comercialización. La actividad petrolera juega un papel importante en el desarrollo de la actividad económica, contribuye a la generación de divisas y emplea en forma directa e indirecta a más de 10,000 personas entre profesionales, técnicos y obreros.

Los beneficios directos son, generación de divisas, generación de empleos, generación de contratos de servicios para comunidades vecinas a la operación, así como obra social e infraestructura para las mismas, capacitación de personal. Entre los beneficios indirectos destacan la activación de importantes industrias de servicios (técnicos, de manufactura, transporte, hoteleros, bancarios etc.).

La operación de la Industria Petrolera por su naturaleza es de alto riesgo, tanto para el personal que labora en los diferentes procesos que la constituye como para el medio ambiente cercano, es por eso que es importante que estas operaciones se desarrollen bajo un marco de seguridad y protección ambiental. La Administración de la Disciplina Operativa proporciona a la industria petrolera una herramienta poderosa para minimizar estos riesgos y que la operación se desarrolle eficientemente y sin accidentes.

1.1 Historia de la Industria Petrolera en Guatemala

La exploración petrolera en Guatemala se inicia a finales de los años 30 cuando se realizó un programa foto geológico en las áreas de Petén y Alta Verapaz específicamente en las regiones de La Libertad, Río la Pasión y

Chinajá respectivamente. Del año 1944 al año 1949 se realizaron varios estudios geológicos los cuales fueron suspendidos por cambios en la Legislación Petrolera reiniciándose en el año 1955.

En esa época la Legislación petrolera denominada “Código Petrolero” permitía concesiones por 400,000 hectáreas, en un solo bloque o dividida en no más de 10 partes. En 1956 se reinician los trabajos de mapeo superficial en el área de Peten, Izabal y Amatique. Este año también se registraron los primeros estudios sísmicos e interpretaciones estratigráficas. El gobierno otorgó al final del 1957 un total de 44 concesiones.

El primer pozo exploratorio llamado Castillo Armas-1 fue perforado en 1958, le siguieron 13 pozos exploratorios más entre 1958 y 1962. En 1960 se completaron dos pozos: “Chinajá-1” perforado en 1959 en el cual se encontraron trazas de carbonatos del Cobán debajo de los 4,000 pies y la prueba de capacidad de productividad a 10,000 pies dio 60 pies de crudo ácido de 36 grados API, debido a problemas de H₂S el pozo se perdió, se realizó una desviación que terminó como un pozo seco. El segundo pozo fue San Román-1 que también resultó seco, con esto la exploración declina perforándose los pozos “El Canchacan-1” y la “Pita-1”

En el año 1964 se perforó el San José-1 en la cuenca del pacífico, este pozo alcanzó los 1730 pies y reportó buenos indicios de gas. Entre 1969 y 1972 se perfora Petrel-1 sin éxito; para el año 1974 los bloques del pacífico fueron devueltos. En 1967 un Decreto Gubernamental permitió explorar en áreas de los parques nacionales guatemaltecos, siendo los primeros trabajos en el área de Rubelsanto. En el área de tortugas se exploró encontrándose petrolero esto dio inicio a la era contemporánea de exploración petrolera.

En 1975 se publicó el Decreto Gubernamental 96-75 “Ley de Régimen Petrolero de la Nación” Cambiándose la modalidad de concesiones a contratos de exploración y explotación. Para fines del 1976 quedaron únicamente 2 grupos trabajando bajo estos nuevos términos, Shenandoah, (Shenandoah de Estados Unidos, SAGA de Noruega y BASIC) y Centram. Este año también se creó la Comisión Nacional Petrolera para controlar las operaciones petroleras guatemaltecas. Desde entonces se han perforado más de 40 pozos y se tiene registros sísmicos de más de 12,600 km.

En el período de 1976 a 1980 fueron perforados 7 pozos, incluyendo el descubrimiento del Campo Chinajá. En 1977 la operación conjunta de Shenandoah se disuelve y se fundó Petromaya la cual operaba Basic Resources Guatemala Ltd. En 1978 se inicia la construcción del oleoducto Rubelsanto-Santo Tomás con el objetivo de transportar la producción de petróleo para su exportación iniciando las operaciones en 1980. Entre 1980 y 1985 se perforó Yalpemech-1, el cual produjo 1500 bbls por día, se perforaron 5 pozos más los cuales resultaron secos.

Por el auge exploratorio y los inicios de producción en 1983 se instituyó Ministerio de Energía y Minas (MEM) promulgándose la nueva Ley de Hidrocarburos (decreto 109-83) y su reglamento vigente hasta la fecha. En los inicios de los 80 Texaco Exploración Guatemala Inc. Perfora 4 pozos exploratorios descubriéndose el campo Xan, posterior a eso se suscribe el contrato 2-85 en la nueva modalidad de operaciones petroleras. Posterior a esto se construye un nuevo oleoducto en el tramo Xan – Rubelsanto.

Entre 1985 y 1995 se perforaron también pozos en el área de Caribe, Rubelsanto, Atzam, Yalpemech, actividades realizadas por Hispanoil, Basic, Peten Petroleum. Basic Resources Bahamas Ltd operando el campo XAN

perforó hasta el año 2000 más de 33 pozos con una producción máxima en el año 2,000 de 27,000 Bbls diarios. En el año 1997 Norcen de Canadá adquirió Basic Resources y en 1998 UPR (Union Pacific Resources) compró Norcen. En el año 2000 UPR y Anadarko Petroleum Corporation se fusionan, convirtiéndose en la sexta compañía en producción de petróleo más grande de Estados Unidos .

En el año 2001 Perenco Guatemala Limited compañía de origen Francés, compra Basic Resources. En el primer año de Perenco la producción sube a 32,000 bbls diarios. Desde entonces Perenco a perforado más de 10 pozos en el área de Xan. En el año 2003 se perforan Yalcanix 1 y Yalcanix 2 los cuales se abandonan a finales de ese mismo año. La producción petrolera de Guatemala para el año 2006 se estabiliza en 15,000 bbls diarios.

Figura 1. Exportaciones de Petróleo y Asfalto



EXPORTACIONES DE PETROLEO Y ASFALTO
PERIODO 2002-2006
 (Unidad de Volumen: miles de barriles)

CONCEPTO/ AÑO	2002	2003	2004	2005	2006
EXPORTACIONES :					
Asfalto	108.99	211.00	138.39	95.41	13.97
Crudo Nacional	8,441.99	8,246.96	6,987.68	5,976.45	5,097.70
TOTALES:	8,550.98	8,457.96	7,126.07	6,071.86	5,111.68

NOTA: DATOS DEL AÑO 2006 HASTA NOVIEMBRE

Fuente: <http://www.mem.gob.gt/Portal/Documents/ImgLinks/2007-01/211/EXPORTACIONES.pdf>

En Guatemala, existen actualmente 4 contratos de explotación petrolera y uno de exploración siendo estos los siguientes:

- 1-85 localizado en los municipios de Chisec, Alta Verapaz y municipios de Sayaxché Petén (Pozo Rubelsanto)
- 2-85 Localizado en el Departamento de San Andrés Petén (Pozo Xan)
- 1-97 Localizado en Libertad Petén. Contratos operados por Perenco Guatemala Ltd.
- 1-91 Localizado en San Andrés Petén y Chisec Alta Verapaz operado por la compañía Petro Energy S.A.
- 6-93 de exploración petrolera operado por la compañía Petrolatina, localizado en Fray Bartolomé de las Casas, Cahabon y Chahal

1.1.1 Historia de los contratos petroleros

- **Contrato 2-85**

Por Acuerdos Gubernativos números 1085-84 y 1086-84, ambos de fechas 14 de diciembre de 1984, se aprobó el Modelo de Contrato de Operaciones Petroleras de Explotación y su Anexo Contable. Posteriormente se convocó a los interesados para presentar ofertas con el objeto de celebrar dicho contrato para evaluar si era factible producir los campos petroleros en los bloques seleccionados e identificados como K-9-84, J-9-84 y H-2-84 que en conjunto formaban el área de contrato 2-85. A lo cual, entidades Basic Resources International (Bahamas) Limited e HISPANICA de Petróleos Sociedad Anónima mostraron interés y fueron aprobadas para cederles dicha área.

El 5 de agosto de 1985 el Ministerio de Energía y Minas celebró con las entidades ya mencionadas, un contrato de Operaciones Petroleras de Exploración y Explotación con el número 2-85, bajo Acuerdo Gubernativo

número 675-85. Dicho contrato, entró en vigencia el 12 de agosto de 1985, fecha en la cual fue publicado en el Diario Oficial.

Con fecha 11 de mayo de 1994 y bajo Acuerdo Gubernativo No. 216-94, el Ministerio de Energía y Minas autorizó la construcción y operación de una línea de flujo para transportar petróleo crudo entre el área de Explotación Xan y una Refinería situada en el Municipio de la Libertad del Departamento del Petén. Debido a que por razones de protección al medio ambiente en la región de la Biosfera Maya, a la compañía interesada no le fue autorizada la construcción de la Refinería dentro del área del Contrato 2-85.

El día 22 de febrero de 2002 la entidad Basic Resources Internacional (Bahamas) Limited solicitó al Ministerio de Energía y Minas el registro del cambio de denominación social mediante Acuerdo Gubernativo No. 131-2002 de fecha 24 de abril de 2002 que el Ministerio aceptó, por lo cual ésta se denomina desde esa fecha Perenco Guatemala Limited. Siendo dicha firma quien actualmente realiza operaciones de explotación en esta área.

- **Generalidades del contrato 2-85**

Las características del contrato 2-85 son las siguientes:

Tipo de Contrato:	Operaciones Petroleras de Explotación
Compañía Contratista:	Perenco Guatemala Limited
Inicio de Vigencia:	13 de agosto de 1985 – 26 de abril de 2002
Razón Social:	Perenco Guatemala Limited
Finalización de Vigencia:	12 de agosto de 2010
Ubicación:	San Andrés, el Petén
Promedio de Trabajadores:	225
Calidad de crudo:	15.9º API 7.00% AZUFRE

- **Contrato 1-91**

El 5 de abril de 1988 el Ministerio de Energía y Minas celebró con la entidad Petén Petroleum S.A. el Contrato de Operaciones Petroleras de Explotación 1-88, el cual fue aprobado por Acuerdo Gubernativo 352-88 de fecha 1 de junio de 1988. Este acuerdo fue subrogado a favor de la compañía Pam Petroleum Incorporated a través del Contrato de Subrogación de Operaciones Petroleras de Explotación No.1-91, aprobado por Acuerdo Gubernativo 235-91 del 9 de abril de 1991 habiendo sido cedido finalmente a la Compañía General de Combustibles S.A., quien a su vez cedió el 30% a la compañía Basic Resources International Bahamas Limited, hoy Perenco Guatemala Limited.

Mediante Acuerdo Gubernativo No.137-98 de fecha 14 de abril de 1998 el Ministerio de Energía y Minas aprobó las modificaciones a los contratos de Participación en la Producción para realizar Operaciones Petroleras de Explotación No.1-88 y Subrogación de Operaciones Petroleras de Explotación 1-91 así como el texto ordenado de los mismos, suscrito el veinte de noviembre de mil novecientos noventa y siete entre el Ministerio de Energía y Minas, Compañía General de Combustibles S.A. y Basic Resources International (Bahamas) Limited. Derogando los Acuerdos Gubernativos emitidos en consejo de Ministros No.352-88 de fecha 1 de junio de 1988 y 235-91 de fecha 9 de abril de 1991.

El 2 de enero de 2004, los representantes de las compañías Perenco Guatemala Limited y Compañía General de Combustibles Sociedad Anónima se reunieron para ceder los derechos del contrato de modificación y texto ordenado del contrato de Operaciones Petroleras de Explotación número 1-91 a favor de la empresa Petro Energy, Sociedad Anónima con resolución número

2,946. Dicha compañía se encuentra actualmente operando los bloques antes descritos.

- **Generalidades del contrato 1-91**

Las características del contrato 1-91 son las siguientes:

Tipo de Contrato:	Operaciones Petroleras de Explotación
Compañía Operadora:	Petro Energy S.A.
Inicio de Vigencia:	10 de junio de 1988 a Petén Petroleum
Subrogación:	17 de mayo de 1991 a Pam Petroleum
Cesión:	13 de diciembre de 1996 a CGC, S.A. 2 de enero de 2004 a Petro Energy, S.A.
Texto Ordenado:	14 de abril de 1998
Finalización de Vigencia:	12 de diciembre de 2013
Ubicación:	Alta Verapaz y el Petén
Bloques Actuales:	H-3-88 "YALPEMECH" 9,796.43 Has. J-9-88 "CHOCOP" 9,976.64 Has.
Promedio de Trabajadores:	75
Calidad de crudo:	13.8° API 7.03% AZUFRE

- **Contrato 1-85**

El 13 de agosto de 1980 el Ministerio de Energía y Minas celebró con las entidades Basic Resources International (Bahamas) Limited, Shenandoah Guatemala, Inc., Saga Petroleum A/S (Sociedad Anónima) de Guatemala y ELF Aquitaine Guatemala un contrato de Operaciones Petroleras de Exploración y Explotación con el número 1-80, al amparo de la Ley de Régimen Petrolero de la Nación, Decreto No. 96-75 del Congreso de la República.

El 2 de abril de 1985 fue publicado en el Diario Oficial al Contrato de Conversión a la modalidad del Contrato de Participación en la Producción número 1-85, celebrado entre el Ministerio de Energía y Minas y las firmas Basic Resources Internacional (Bahamas) Limited e Hispánica de Petróleos, S.A. (HISPANOIL), previsto en la Ley de Hidrocarburos, Decreto Ley número 109-83 que derogó a la citada Ley de Régimen Petrolero de la Nación.

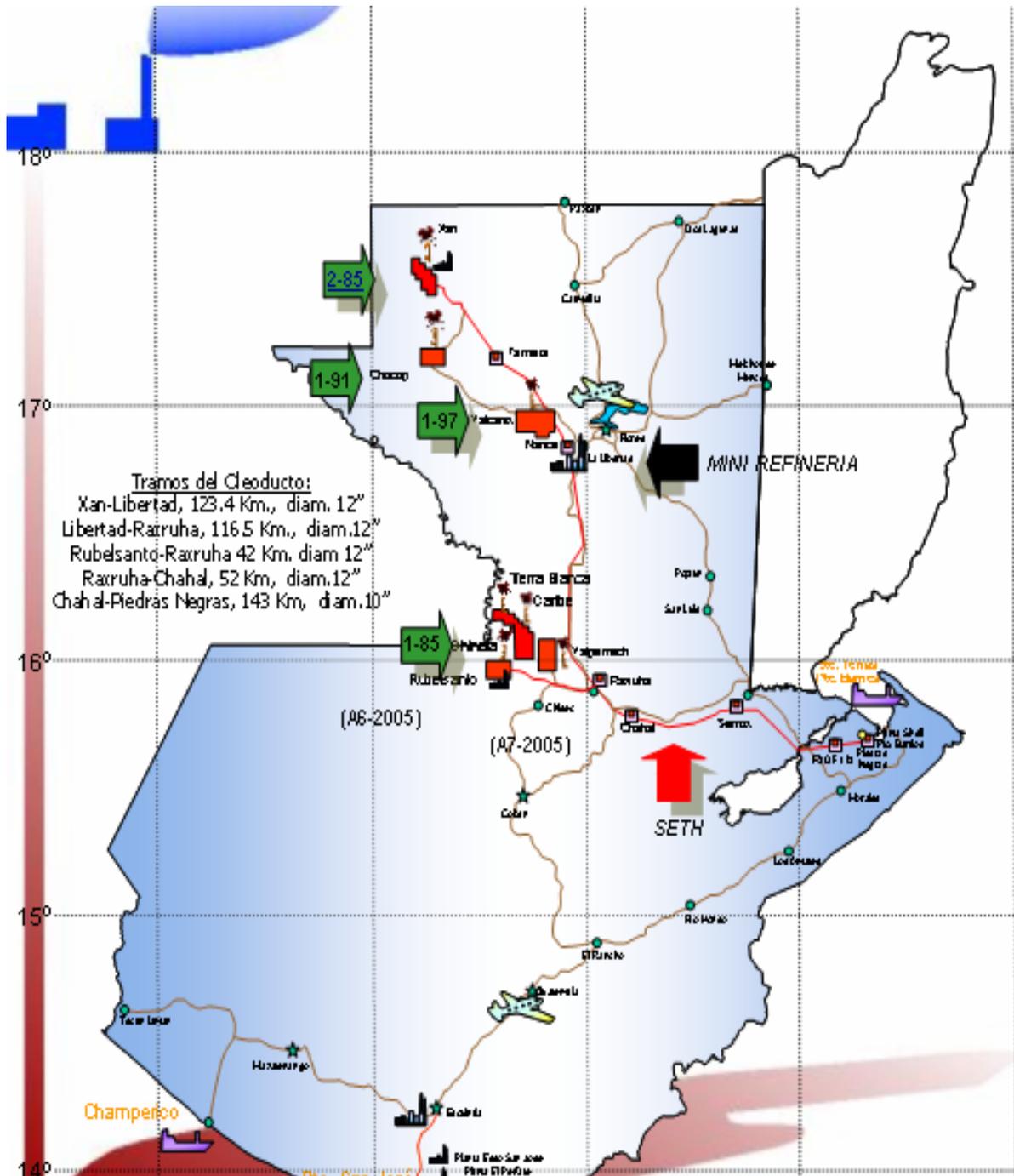
El 24 de abril del año 2002 la entidad Basic Resources Internacional (Bahamas) Limited cambia su razón social, denominándose desde esa fecha Perenco Guatemala Limited. Perenco es la que actualmente realiza operaciones de explotación en esta área. El contrato 1-85 cambio a modalidad de Contrato de Servicios Petroleros el 12 de agosto de 2005.

- **Generalidades del contrato 1-85**

Las características del contrato 1-85 son las siguientes:

Tipo de Contrato:	De Conversión a la Modalidad de Participación en la Producción
Compañía Contratista:	Perenco Guatemala Limited
Inicio de Vigencia:	13 de agosto de 1980
Conversión de Contrato:	2 de abril de 1985
Razón Social:	26 de abril de 2002 a Perenco Guatemala Limited
Finalización de Vigencia:	12 de agosto de 2005
Ubicación:	Chisec, Alta Verapaz, y Sayaxché, Petén
Promedio de Trabajadores:	75
Calidad de crudo:	23.2º API 3.52% AZUFRE

Figura 2. Ubicación Geográfica de contratos e infraestructura de la Industria Petrolera en Guatemala



Fuente: <http://www.mem.gob.gt/Portal/Documents/ImgLinks/2005-09/229/historia%20de%20la%20exploracion%20y%20explotacion%20petrolera.pdf>

1.2 Descripción de la operación

La operación de la Industria Petrolera en Guatemala la comprenden varias secciones:

- Operaciones de explotación de crudo en los campos: Xan, Rubelsanto, operado por Perenco Guatemala Limited; Yalpemech, Chocop (inactivo), operado por Petro Energy S.A. y Las Casas (inactivo) operado por Petrolatina.
- Operaciones de Refinación de Asfalto y Livianos en Refinería Libertad
- Operaciones bombeo y transporte de crudo en Estaciones de Bombeo y Oleoductos;
- Operaciones de exportación de crudo en Terminal Piedras Negras.

Todas operadas por Perenco Guatemala Limited. A continuación se hace una breve descripción de las características de cada uno de los campos que se encuentran activos.

- **Campo Xan**

El campo Xan ubicado en el noreste de Petén inicia sus operaciones en 1985 con la perforación del pozo Xan 1. El campo llega a su cima de producción en el año 2002 cuando produce 32,000 bbls diarios. Actualmente tiene una producción promedio de 14,000 bbls. La operación cuenta con 45 pozos en Xan de los cuales 35 son productores y 10 son inyectoros.

Xan cuenta con una planta de proceso, que básicamente es similar para todos los campos, donde se procesa el crudo proveniente de los pozos, este pasa por vasijas denominadas separadoras y tratadoras, los cuales retiran el

agua y el gas por medios mecánicos y eléctricos respectivamente. Al agua recobrada se le extrae el crudo remanente y se inyecta de nuevo al yacimiento por medio de pozos perforados para ese propósito. El gas extraído del crudo luego de ser limpiado por medios químicos es utilizado como combustible en los diversos generadores y bombas que la operación requiere, tanto en pozos como en planta.

Luego de pasar por la planta de proceso el crudo es almacenado en 4 Tanques de 15,000 bbls, 3 de 10,000 bbls y 2 de 4.5bbbls con una capacidad total de 100,000 bbls . Xan cuenta con una Estación de Bombeo que tiene una distribución típica 4 motores y 4 bombas de desplazamiento positivo con una capacidad de bombeo máxima de 30,000 bbls diarios. El crudo de Xan tiene un promedio de viscosidad API de 16° y un contenido de Azufre del 7%.

- **Campo Rubelsanto**

El Campo Rubelsanto ubicado en el municipio de Rubelsanto del departamento de Alta Verapaz comprende las áreas de Rubelsanto, Chinajá, Caribe y Tierra Blanca. Este campo con más de 25 años de existencia desde que fuese perforado el pozo RB-1 en 1970 tiene una producción neta diaria promedio para el año 2006 de 900 bbls. En el campo Rubelsanto hay 3 plantas de proceso que procesan el crudo de sus 11 pozos productores así: Planta de Rubelsanto, Chinajá y Tierra Blanca. La capacidad de almacenaje es de 30,000 bbls de crudo.

El crudo procesado en las plantas Tierra Blanca y Chinajá es bombeado por medio de oleoductos de 6” hacia la planta Rubelsanto. La capacidad de almacenamiento de la planta Rubelsanto es de 30,000 bbls. Luego almacenado acá es enviado por medio del oleoducto Rubelsanto – Raxruhá a una tasa

máxima de 5,000 bbls diarios. El crudo de Rubelsanto tiene una viscosidad API de 23° con un contenido de azufre del 3.5%.

- **Yalpemech**

Localizado al sur del municipio de San Andrés Petén y Chisec Alta Verapaz. Cuenta con 3 pozos perforados al año 2006, Yalpemech 1, 2 y 3, con una producción de 200 bbls diarios. El crudo de Yalpemech tiene un API de 14° y un contenido de azufre del 7%. Cuenta con una pequeña planta de proceso donde al crudo se le extrae el agua y gas que contiene. La capacidad de almacenaje es de 5,000 bbls. El crudo producido en Yalpemech se trasporta por medio de camiones cisterna a Refinería Libertad en donde es refinado para obtener asfalto.

- **Refinería**

La Refinería Libertad ubicado en el Municipio de la Libertad del departamento del Petén, cuenta con varios procesos de refinamiento en los cuales se obtienen principalmente los siguientes subproductos, Livianos (diesel con una concentración de azufre de hasta 3.5%), Diesel Clean (con una concentración de hasta 2% de azufre), VGO o aceite térmico usado para quemar en calderas. diferentes tipos de asfalto puro de gran calidad.

Los livianos son mezclados con Diesel comercial para obtener mezcla, esta mezcla es utilizada en los motores y generadores de toda la operación. Con livianos se obtienen asfaltos rebajados. El asfalto destilado es de alta pureza ya que no contiene aditivos ni modificadores además cumple sobradamente con las especificaciones ASTM. Se pueden elaborar varias “variedades” de asfalto clasificados por su viscosidad o su penetración, dos

propiedades del asfalto. El asfalto se produce por baches acorde a lo programado con una capacidad máxima 2,000 bbls diarios.

- **Oleoducto y Estaciones**

Guatemala, cuenta con 4 grandes oleoductos que atraviesan más de 500 Kms. del territorio nacional en los departamentos de Peten, Alta Verapaz e Izabal.

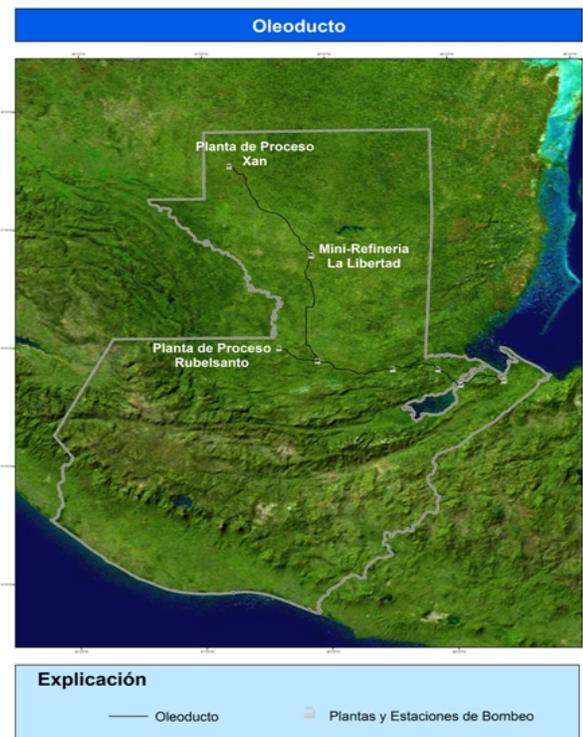
- Oleoducto Xan-Libertad, con una longitud de 123.4 Km. de tubería de 12 pulgadas de diámetro, expuesta ubicado en el departamento del Petén.
- Oleoducto Libertad-Raxruhá, con una longitud de 116.5Km. de tubería de 12 pulgadas, enterrada, ubicado también en el departamento del Petén.
- Oleoducto Rubelsanto-Raxruhá, con una longitud de 42 Km. de tubería de 12 pulgadas, expuesta, ubicado en el departamento de Alta Verapaz.
- Oleoducto Raxruhá-TPN (Terminal de embarque Piedras Negras), con una longitud de 195 Km. de tubería de 12 y 10 pulgadas, expuesta y partes enterradas, ubicados en los departamentos de Alta Verapaz e Izabal.

Para poder desplazar el petróleo, desde los pozos productores, hasta la Terminal de embarque, se cuentan con 7 estaciones de bombeo, colocadas a lo largo de los diferentes oleoductos:

- Xan, localizada en el Pozo Xan, departamento del Petén con capacidad de almacenamiento de 100,000 bbls

- Tamariz, localizada en Libertad, Petén, con capacidad de almacenamiento de 20,000 bbls
- Nance, localizada en la Libertad, Petén, con capacidad de almacenamiento de 15,000 bbls
- Raxruhá, localizada de Raxruhá, Alta Verapaz, con capacidad de almacenamiento de 14500 bbls.
- Chahal, localizada en Chahal, Alta Verapaz, con capacidad de almacenamiento de 20,000 bbls
- Semox, Localizada en Izabal, con capacidad de almacenamiento de 10,000 bbls.
- Río Frío, localizada en Izabal, Estación de levante.

Figura 3. Ubicación geográfica de Oleoductos de la Industria Petrolera en Guatemala



Fuente: <http://www.mem.gob.gt/portal/Home.aspx?tabid=79>

- **Terminal de Almacenamiento**

La Terminal de almacenamiento localizada Santo Tomas de Castilla tiene una capacidad nominal de 430,000 Bbls distribuida en 7 tanques de 55,000 bbls c/u, un tanque de 35 bbls y uno de 10,000 bbls. Cuenta con una estación de bombeo con capacidad de carga de 11,000 bbls/hr. Los tanqueros son cargados con 270,000 bbls cada 20 días por medio de un oleoducto de 18plg (tubería expuesta) de diámetro y 2.3 Km. de longitud que conecta la Terminal con el Puerto.

1.2.1 Misión

La declaración de Misión “Producir de manera responsable el recurso petrolero del país en beneficio y armonía con los empleados, las comunidades, el Estado y el medio ambiente” refleja el compromiso adquirido por las altas gerencias en desarrollar las operaciones petroleras en Guatemala de una manera eficiente y segura en beneficio de todos los interesados en le negocio y sienta las bases para poder implementar un sistema de seguridad estudio del cual es objeto este trabajo de tesis.

1.2.2 Visión

El norte que guía la organización y confirma la necesidad de trabajar bajo un marco de Disciplina Operativa está reflejado en la declaración de Visión “Nos comprometemos a ser una empresa que desarrolla sus operaciones y reserva, eficientemente sin derrames y accidentes”.

1.2.3 Valores

Los valores son los principios que rigen el comportamiento de los empleados en una organización. Estos sirven de guía y son competencias que la alta gerencia debe desarrollar en cada uno de sus empleados para poder iniciar una cultura de cambio. Los valores que deben tener los empleados en la industria petrolera están bien definidos y son los siguientes:

- Ser creativo e innovador
- Apoyar el desarrollo sostenible de la comunidad, respetar la identidad y diversidad cultural
- Lograr resultados operando con calidad y buscando el desarrollo personal
- Estar comprometidos con la seguridad propia y la de otros
- Estar comprometidos y orgullosos de la empresa
- Respetar el medio ambiente
- Ser éticos y responsables de las obligaciones recibidas.

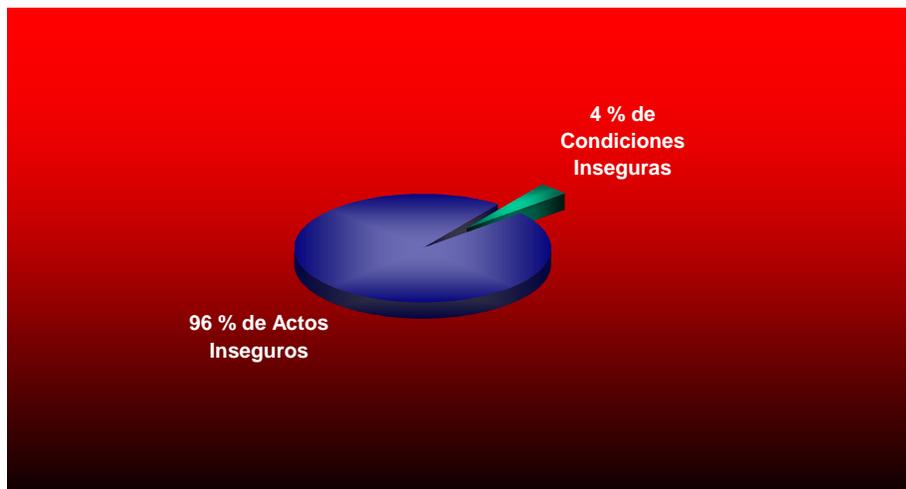
1.3 Causa de los Accidentes e Incidentes

Según estadísticas de du Pont, una de las empresas petroquímicas más grande del mundo y pionera en sistemas de Seguridad Industrial y Protección Ambiental desde hace más de 200 años, el 96 por ciento de los accidentes laborales que se producen son consecuencia de fallos humanos y sólo el 4 por ciento vienen ocasionados por condiciones inseguras asociadas a deficiencias en instalaciones o maquinaria.

Un acto inseguro es cualquier acción del personal la cual lo expone a el y a sus compañeros a sufrir una lesión, dañar una instalación y equipo o a

contaminar el ambiente. Una condición insegura es toda condición del equipo o instalaciones que puede tener el potencial de ocasionar una lesión personal o contaminar aire agua o suelo.

Figura 4. Causa de los incidentes. Fuente Dupont



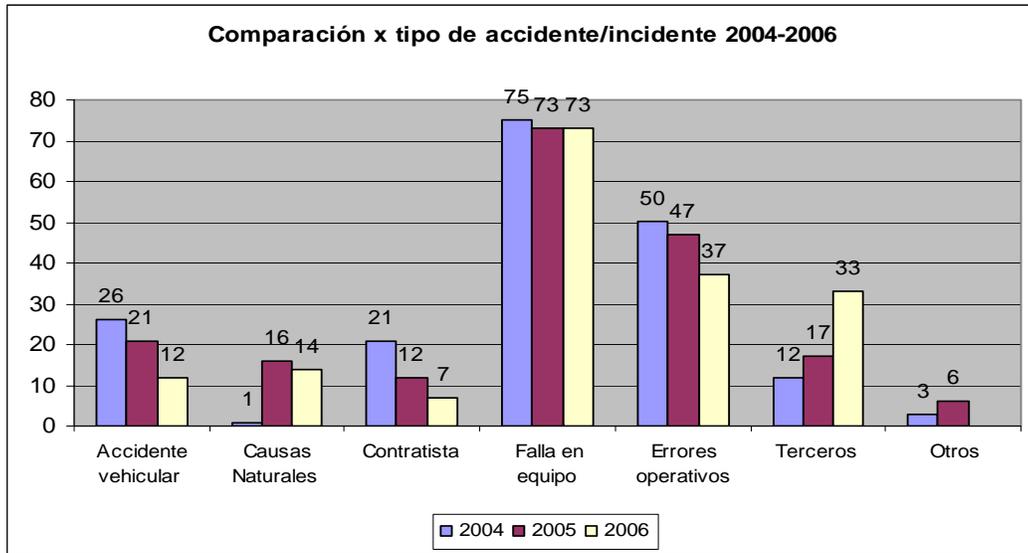
Los ejemplos típicos de actos inseguros son: no seguir procedimientos, no usar equipo de protección personal, utilizar una maquinaria o equipo en mal estado, no utilizar cinturón de seguridad, hablar por celular mientras se conduce, fumar en un lugar donde existe presencia de gases inflamables, violar alguna norma de seguridad, actitudes de exceso de confianza o negligencia etc.

Como condiciones inseguras podemos tener, falta de guardas de seguridad en equipos, instalaciones mal diseñadas, obstáculos, fosas sin señalizar, maquinaria, equipo e instalaciones con daños, fisuras o con desperfectos. Según las estadísticas en los últimos años la causa principal de los incidentes y accidentes en la industria petrolera han sido por desviaciones a la Disciplina Operativa. Esto quiere decir realizar actos y trabajar en condiciones inseguras.

La figura 5 muestra la comparación de los tipos de incidentes/accidentes que han ocurrido en la Industria Petrolera para los años del 2004 al 2005, la clasificación se hizo en base a su causa raíz según el siguiente criterio:

- Accidente Vehicular: todo accidente que involucre daños materiales a vehículos como: Pick –up, camiones, grúas, Gimpools.
- Falla en equipo: falla en válvulas y sistemas de seguridad, fugas por corrosiones, fatiga del material, fallas en sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos, neumáticos. Estos en su gran mayoría se deben a falta de mantenimiento preventivo.
- Errores en Operación: errores por desconocimiento, faltar a un procedimiento operativo, errores involuntarios.
- Causas Naturales: Ocasionados por fenómenos naturales; inundaciones, tormentas eléctricas, vientos huracanados, caídas de árboles, temblores.
- Contratistas: En este rubro se clasifican incidentes ocasionados por empresas contratistas trabajando en instalaciones de la industria petrolera
- Terceros: incidentes ocasionados por personas ajenas a la industria; intentos de sabotajes, sabotajes, falsas alarmas, tomas de instalaciones, choques de vehículos en el oleoducto etc.

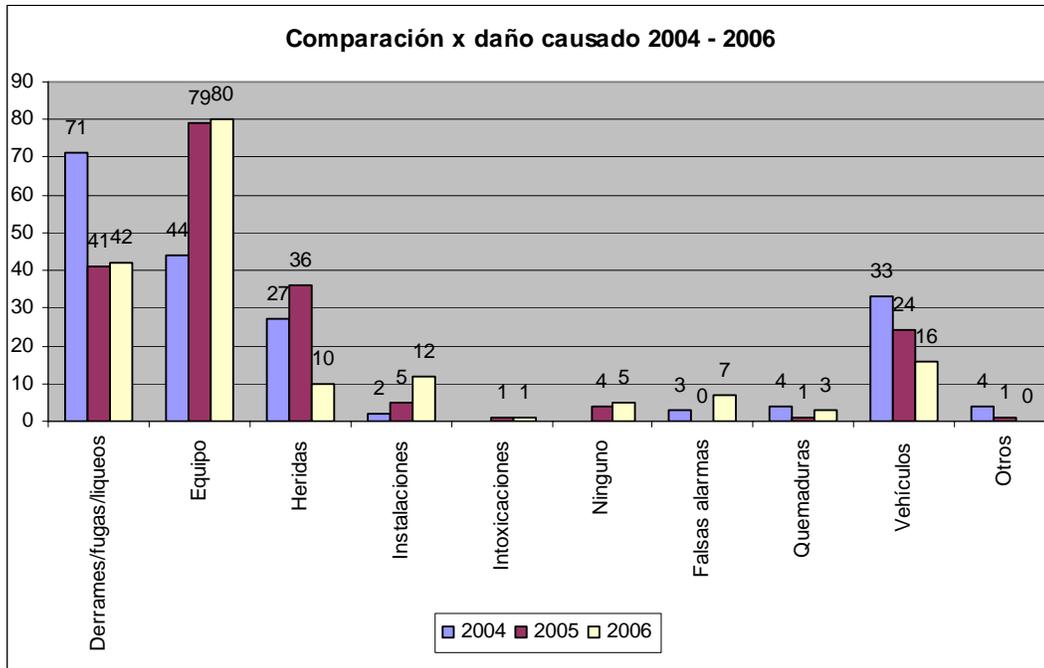
Figura 5. Tipos de incidentes/accidentes en la industria Petrolera 2004-2005



El promedio de los últimos años arroja que la mayor causa de incidentes en la industria petrolera se debe a fallas en equipo alcanzando un 41%. Se determinó que el 100% de las fallas en equipo se deben a fallas administrativas en control de programas de mantenimiento, especificaciones en materiales o parte de repuesto y faltas de procedimientos de mantenimiento. El segundo rubro importante de incidentes es debido a errores operativos con un 27% para el 2004 bajando a un 21% para el 2006. Los errores operativos obedecen a desconocimiento, falta o no seguir procedimientos.

La tercera causa de incidentes es debido a personas ajenas a la operación subiendo a un 19% para el 2006. Los incidentes vehiculares han bajado de entre 14% a 7%. Con respecto a los ocasionados por eventos naturales para el 2006 constituían el 8% del total de incidentes. Por último los contratistas también han causado incidentes bajando de 11% a 4% en el último año. Las estadísticas son congruentes respecto a las mostradas por Dupont ya que si quitamos el 8% ocasionado por causas naturales tenemos que el 92% de los incidentes en la industria han sido debido a errores humanos.

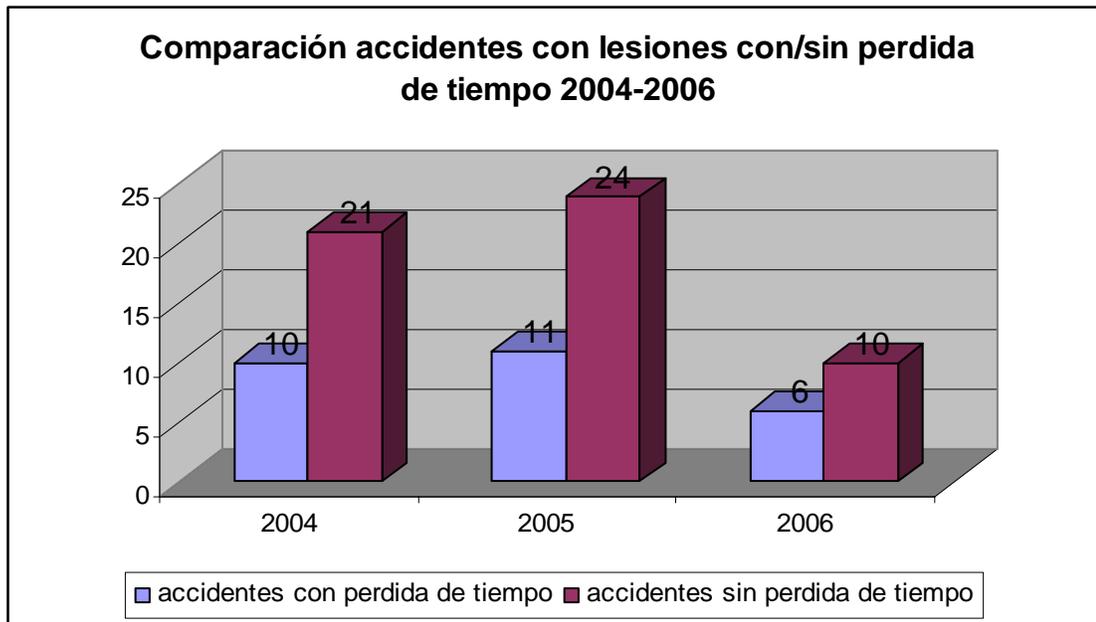
Figura 6. Daños causados por los incidentes en la Industria Petrolera 2004 al 2006



La figura 6 muestra los daños ocasionados por los incidentes / accidentes en el periodo 2004 – 2006. Para los años 2005 y 2006 aproximadamente el 40% de los incidentes han causado daños a equipo e instalaciones subiendo del 23% que se tenía para el 2004. El segundo rubro más importante en daños han sido fugas y derrames: 38%, 20% 24% para los años 2004, 2005 y 2006 respectivamente. Por último y no menos importantes está los accidentes que han ocasionado lesiones personales, para el 2004, 14%, en el año 2005, 19% y para el 2006 6%.

La figura 7 muestra la relación entre accidentes que causaron lesiones en el periodo 2004 - 2006. De un total de 82 accidentes, 27 causaron lesión incapacitantes que representaron 400 días perdidos por suspensión de los afectados. También se registraron un total de 55 accidentes con lesión sin perdida de tiempo. No hay registros del costo asociado a los incidentes o accidentes pero sin duda ascienden a varios miles de dólares.

Figura 7. Comparativo de accidentes con/sin pérdida de tiempo en la Industria Petrolera del 2004 al 2006



1.4 Medio ambiente y protección ambiental

En los últimos años el tema de la protección ambiental ha sido motivo de preocupación para la humanidad, el calentamiento global, la deforestación, contaminación del agua y aire, manejo de desechos contaminantes, son algunos de los temas que preocupan a la mayoría de empresas que manejan en sus procesos, desechos químicos, explotación, refinación y transporte de hidrocarburos o cualquier sustancia peligrosa.

Catástrofes mundiales como el ocurrido en la planta nuclear en Chernobil, Ucrania en 1986 cuando una explosión dañó uno de los reactores nucleares produciendo gravísimas reacciones nucleares que contaminan toda el área circundante, considerado como el peor desastre mundial en utilización de energía nuclear; el hundimiento del Tanquero Exxon Valdez en 1989, frente a

las costas de Alaska, en el estrecho de Príncipe Guillermo, encalla y provoca un derramen de 42,000 toneladas de crudo cuyas consecuencias afectan durante más de una década al el ecosistema de la región, han puesto a trabajar a muchas instituciones a nivel mundial en la regulación de actividades productivas que pongan en riesgo la flora y fauna del planeta.

Ya en los años 70's Europa marcaba la pauta mundial con la creación de documentos como la Directriz de Seveso. Después de la primera edición en 1982, los países europeos formularon reglamentos para prevenir accidentes mayores. En los Estados Unidos se emitieron reglamentos relacionados con la producción, el uso y manejo y almacenamiento de productos químicos peligrosos. Todos estos reglamentos entraron en vigor a fines de los 80's. Desde 1970 la EPA (Environment Protection Agency). En 1990 entro en vigor la CAA (Clean Air Act). La CAA cuenta con dos secciones que tratan directamente la prevención de las fugas de productos químicos:

- La sección 304 Administración de la seguridad de los procesos químicos (OSHA)
- La sección 112(r) Prevención de Fugas Accidentales (EPA)

En Guatemala la exploración y explotación petrolera son reguladas por instituciones como el MEM (Ministerio de Energía y Minas), MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales), CONAP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) y CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). Según el mandato establecido en los Decretos 4-89 y 5-90 del congreso de la Republica, los recursos naturales y culturales dentro de la Reserva de la Biosfera Maya están administrados y manejados por CONAP Y CONAMA.

El plan maestro Reserva de la Biosfera Maya aprobado por CONAP en 1992 prohíbe cualquier operación o exploración petrolera dentro de las zonas núcleo de la reserva. Este plan solo permite el desarrollo de la producción petrolera dentro de las zonas de usos múltiples. Se hizo una excepción para que Basic Resources pudiera operar en la zona ya había estado con operaciones en el área desde 1985.

En Gran parte de las actividades de la industria petrolera en Guatemala se desarrollan en áreas protegidas como lo son la Reserva de la Biosfera Maya. Es por ello de la importancia que la Industria cuente con un Sistema de Seguridad y Protección ambiental. La Disciplina Operativa trabaja en un marco de seguridad y protección ambiental y ayuda a que estas actividades de alto riesgo sean desarrolladas en forma controlada y segura identificando, evaluando y previniendo riesgos en los procesos.

1.5 Disciplina Operativa

Se entiende a la Disciplina Operativa como un sistema de administración de los procesos en un marco de seguridad, salud y protección ambiental. La Disciplina Operativa va dirigida hacia la prevención de incidentes o accidentes que pongan en riesgo la integridad física de los trabajadores detectando actos y condiciones inseguras. También previene fallas en equipos o instalaciones que puedan ocasionar fugas, derrames, fuego o explosiones los cuales pudieran afectar a empleados, comunidades cercanas y medio ambiente.

La Disciplina Operativa consiste en la aplicación de las mejores prácticas y la detención temprana de riesgos en los procesos, estableciendo las bases para controlarlos de una manera consistente y segura, analizando los riesgos que de estos se derivan e involucra a su personal para la detección temprana,

haciendo conciencia en el personal que interviene en su desarrollo, operación, diseño o mantenimiento para adquirir control sobre ellos.

La industria Petrolera por la estadísticas y experiencia acumulada demuestra que la mayoría de incidentes o accidentes en sus procesos son resultado de errores o condiciones relacionadas con la falta de control efectivo en: Riesgos en procesos, administración de cambios en tecnología y procesos, procedimientos operativos, mantenimiento e inspecciones de equipo e instalaciones, capacitación deficiente o falta de conocimientos, supervisión deficiente o incompetente.

1.5.1 Componentes de la Disciplina Operativa

La Administración de la Disciplina Operativa está constituida por el establecimiento de buenas prácticas en el manejo de 3 grandes recursos: Tecnología, Personal e Instalaciones. A continuación se hace una breve descripción de cada recurso.

- **Tecnología**

La Tecnología estudia 5 aspectos principales: Tecnología del proceso, Análisis de riesgo en los procesos, Procedimientos de operación, Normas Generales de Seguridad y Administración del cambio.

La tecnología del proceso proporciona una descripción del proceso o de la operación (ejemplo: proceso de refinamiento de crudo, proceso de transporte de crudo, proceso de intervención de un pozo, etc). Proporciona también los fundamentos para identificar y entender los riesgos del proceso, estudia las bases del diseño de equipos y procesos e identifica riesgo de los materiales.

El análisis de riesgo en el proceso se refiere al estudio y entendimiento de los procesos, identificando evaluando, controlando o eliminando riesgos asociados a ellos. Además de riesgos con tecnología de procesos, instalaciones, materiales, equipos, de manera que al utilizar un sistema organizado y sistemático aplicado por personal conocedor de la operación, se documenten los resultados y se den recomendaciones pertinentes para su posterior seguimiento y entrenamiento, de manera que prevengan los incidentes y las lesiones relacionadas con los procesos.

Los procedimientos de operación proporcionan un claro entendimiento de los parámetros o límites de operación segura para aquellos que operan determinado proceso. También explican claramente las consecuencias en la seguridad, la salud y el medio ambiente al operar fuera de estos límites, describen los pasos a tomar para corregir o evitar desviaciones, así como la forma de actuar en casos de emergencia.

Las Normas Generales de Seguridad proporcionan un sistema de permisos planeados y análisis de riesgo que incluyen inspecciones y autorizaciones para trabajos no rutinarios por medio de normas generales de seguridad, por ejemplo: Permisos de trabajo, Análisis de Riesgo del trabajo, Bloqueo y Etiquetado, Apertura de líneas y equipos, Espacios confinados, Trabajos de soldadura, etc.

Los cambios en procesos, diseño, tecnología, materiales y equipo deben ser debidamente formulados, revisados, autorizados y documentados. Cada cambio en estos potencialmente crea nuevos riesgos e invalida análisis de riesgos anteriores. Los cambios deben ser también debidamente comunicados y el personal involucrado debe ser capacitado nuevamente en los procedimientos que resultaran afectados.

- **Instalaciones**

Cubre 2 grandes aspectos: Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad. La integridad mecánica cubre la vida útil de los equipos e instalaciones, desde su instalación hasta su desmantelamiento, La integridad mecánica se enfoca en garantizar que se mantendrá la integridad de los equipos y sistemas por ende la integridad del proceso para evitar derrames, fuego explosiones en las instalaciones. Se ocupa de temas como:

Identificación del equipo crítico y su debida documentación

Procedimiento de mantenimiento y su debida comunicación y entrenamiento

Procedimientos de control de la calidad

Inspecciones y pruebas incluyendo mantenimiento preventivo y predictivo

El aseguramiento de la calidad de equipos y materiales es la relación entre las especificaciones de diseño y la instalación inicial. Los esfuerzos de aseguramiento de la calidad están enfocados en garantizar que los equipos de proceso están fabricados conforme a las especificaciones de diseño, normas o estándares y que están ensamblados, reparados e instalados correctamente. El aseguramiento de la calidad incluye también la selección del proveedor, la recepción de materiales y equipo y la inspección de las especificaciones.

- **Personal**

El componente de personal básicamente estudia los siguientes aspectos: capacitación, motivación, emergencias, contratistas, investigación de accidentes y auditorias.

El personal que actúa correctamente y está bien entrenado no solo es una característica clave para las organizaciones si no que es el requisito indispensable para garantizar el buen manejo de equipo e instalaciones con procesos de alto riesgo.

El personal es clave en el éxito de la implementación de la Disciplina Operativa. Debe ser entrenado y motivado para que asuma el rol y el compromiso de: seguir la política y procedimientos, detectar y corregir condiciones inseguras por medio de las auditorias, auditar la implementación del sistema, investigar y determinar causas raíces de los incidentes, controlar e involucrar al personal contratista, conocer planes de contingencia y reaccionar de buena manera ante una emergencia.

1.6 El cambio

1.6.1 La importancia del cambio

Muchos cambios están ocurriendo a nivel mundial, cada día hay más empresas que se fusionan, unas que adquieren a otras, empresas públicas se privatizan además que surgen nuevas y más regulaciones laborales y ambientales. Lo peor que le puede pasar a una organización es quedarse observando y dejar que las cosas sucedan. Es importante mantener una observación constante al entorno, tanto a los factores externos como internos que pueden afectar a la organización o industria. Las empresas o industrias que no se preparan para el cambio se encuentran en desventaja y están destinadas a desaparecer.

Al mismo tiempo que las organizaciones cambian debe preparar a su personal para que cambien con ella. El personal debe estar alineado bajo la

misma directriz y debe tener bien trazado en norte hacia donde dirigir sus esfuerzos. La organización debe proporcionar un ambiente para el cambio y tener la estructura con gerencias y personal preparado para asumir nuevos retos, cambiar pensamientos y asumir nuevas formas de trabajo.

El éxito financiero de las empresas también requiere de nuevas formas de trabajo, de optimizar los procesos, de trabajar en un marco de seguridad para los empleados y el medio ambiente. El proceso de cambio genera cambio de cultura. Esta cultura de cambio en las organizaciones debe estar basado en el aprendizaje, para que un cambio sea duradero la gente debe aprender del cambio y asumir un rol proactivo y de apoyo a la organización.

1.6.2 Resistencia al cambio

Muchas veces las personas no se comprometen con el cambio, porque no saben que va a ocurrir, prefieren aferrarse a lo viejo conocido a lo nuevo que está por venir. En un ambiente de cultura de cambio debe haber mucha comunicación, la gerencia debe considerar a las personal como parte del cambio, es necesario conocer sus valores, creencias y comportamientos. También debe comunicar objetivos claros y medibles e involucrar al personal en el logro de los mismos

La resistencia al cambio ocurre también muchas veces porque el personal no está capacitado ni está preparado para asumir nuevas responsabilidades. La alta gerencia debe crear las bases que sustenten un cambio duradero en la organización, debe estar segura que el personal está técnica y mentalmente preparado para asumir este rol del proceso del cambio. Debe actuar inteligentemente y tener bien identificado todos los factores que

podrían entrar en juego para garantizar que el cambio sea duradero y no más bien algo temporal.

Douglas Smith en su obra Taking Charge of Change menciona que “la ignorancia sobre la íntima naturaleza de nuestra resistencia a cambiar es lo que mata el cambio, y no la resistencia misma”, la resistencia al cambio es un síntoma absolutamente natural. Ahora bien, ¿cuáles son los motivos que pueden ocasionarla. La figura 8 muestra los 3 motivos principales del porque a gente se resiste al cambio: no conocer, no poder y no querer.

RESISTENCIA AL CAMBIO

Figura 8. Causas de la resistencia al cambio



La falta de comunicación sobre un nuevo proyecto o sobre la implementación de una nueva forma de trabajo, en general algo nuevo produce cierta resistencia y más si se desconoce los motivos del cambio. Es necesario que el personal conozca los beneficios que recibirá por su esfuerzo y por adoptar nuevas disposiciones o procedimientos. Por otro lado el personal se puede sentir incapaz por falta de habilidad para poder afrontar los nuevos retos, un nivel académico bajo, un bajo nivel cultural pueden ser condicionantes.

Por último está la gente que no quiere cambiar, regularmente este tipo de actitudes se dan por sentimientos tales como: simple desacuerdo; gente con poco criterio y hábitos muy arraigados, frases como “siempre lo hemos hecho así”, “nunca ha pasado nada”, la incertidumbre; desconfianza por los resultados del cambio, pérdida de identidad; en ocasiones las personas crean su identidad sobre lo que hacen, los cambios parecieran descalificarlos u ofenderlo, por último, la necesidad de trabajar más; normalmente se debe encarar dos situaciones; continuación de viejas tareas más el inicio de rutinas nuevas.

La implementación de la Disciplina Operativa requiere la creación de una nueva cultura de trabajo y un buen manejo de la resistencia al cambio. Una gerencia bien comprometida, objetivos bien definidos y comunicados, mucha comunicación y la integración del personal a este proceso del cambio, crean las bases sólidas donde se puede ir construyendo esta nueva cultura de trabajo y hace que el proceso de romper con la cultura antigua no sea ni largo ni doloroso. Sobre todo el compromiso de la gerencia y el involucramiento de personal juega un papel determinante para una implementación exitosa.

2. SISTEMA ACTUAL

2.1 Análisis del entorno

El análisis del entorno provee importante información a la industria petrolera, necesaria para la formulación de estrategias para cada área de la organización. El saber las oportunidades y amenazas por medio del análisis de factores externos y las fortalezas y debilidades con el análisis de factores internos representa una poderosa herramienta para poder hacer una adecuada planificación estratégica y definir las acciones o estrategias que guíen a la empresa en la consecución de su misión y visión

En la declaración de misión y visión de la industria está plasmado el compromiso de desarrollar las operaciones bajo un sistema de seguridad, salud y protección al medio ambiente. Con el análisis FODA se determinaran los factores que podrían de alguna manera afectar la implementación de un sistema de Disciplina Operativa en la industria petrolera de Guatemala. A continuación se detalla el resultado de dicho análisis.

2.1.1 Factores externos

2.1.1.1 Gobierno

El gobierno regula y audita todas las actividades de la industria, desde la compra de repuestos y materiales que servirá para la reparación de algún equipo, hasta cosas más complejas como la perforación de un pozo o la adquisición de una nueva tecnología. Tienen presencia fija en oficinas centrales auditando toda la actividad contable y también personal clave en toda la operación que audita y certifica los barriles producidos, almacenados y

exportados. Además supervisan cada rubro de los gastos presupuestados y los gastos especiales de proyectos nuevos.

El Gobierno es el propietario de las tierras en donde se produce la explotación y toda la actividad petrolera, ellos conceden estas tierras por medio de contratos. Estos contratos se obtienen por medio de licitación en la cual participan todos los interesados. El MEM actualmente tiene en concesión los siguientes contratos. 2-85; 1-89; 1-85, SET, 1-95.

Las buenas relaciones con el gobierno son importantes, el gobierno es accionista y como tal es necesario que se le involucre tanto en la operación diaria como en la realización de nuevos proyectos. Es normal que la industria reporte al MEM semanalmente el status de las operaciones en cada área de trabajo así como el seguimiento al desarrollo a la perforación de un pozo, cantidad y calidad de crudo producido diariamente, mantenimiento de oleoductos, reparaciones importantes, barriles de asfalto producido, avance de proyectos especiales, barriles de crudo exportado por embarque etc.

En términos generales se puede decir que la relación con las autoridades del Ministerio de Energía y Minas es bastante buena. La industria además de reportar la actividad productiva debe reportar y en ocasiones justificar al MEM cualquier accidente, incidente o derrame que se de en las instalaciones o área operativa. El MEM regularmente tiene una oficina de auditores que están de planta en cada área de trabajo y oficinas centrales.

2.1.1.2 Comunidades

Las relaciones comunitarias son muy importantes, en determinado momento si no son bien manejadas se pueden convertir en una amenaza para

las operaciones, la seguridad y el medio ambiente. Líderes de comunidades frecuentemente utilizan de escudo a la industria y amenazan con sabotear oleoductos, tomar instalaciones como medida de presión para que el gobierno acceda a sus requerimientos.

Solo en el año 2000 hubo alrededor de 10 sabotajes al Oleoducto Rubelsanto-Piedras Negras ubicado en los Departamentos de Alta Verapaz e Izabal, causando varios derrames la que representó para la industria varios millones de Dólares en gastos de contratación de personal para la limpieza y remediación de suelos más los gastos asociados a paros de producción por reparación del tramo afectado.

Actualmente existe un grupo de profesionales en la industria que trabajan como mediadores y relacionistas comunitarios para poder establecer estas buenas relaciones de ayuda mutua comunidad-industria y poder de alguna forma minimizar el riesgo potencial de daño a instalaciones y/o al medio ambiente que puedan ocasionar grupos inconformes. La industria apoya con obras de infraestructura y empleo a más de 400 comunidades en toda la República.

2.1.1.3 Medio Ambiente

Los campos de explotación petrolera se encuentran en áreas decretadas por el gobierno como áreas protegidas al Noreste del Petén cerca de los Humedales denominados Laguna del Tigre. Los oleoductos pasan por una serie de Río importantes, entre ellos Río Dulce, Río San Pedro, Río La pasión y Río Sebol, atravesando más de 500 kilómetros entre comunidades y tierras utilizadas para cultivos y ganado.

En Guatemala junto con el MARN, existen principalmente otras 2 instituciones gubernamentales que velan por la conservación y buen uso de los recursos naturales. CONAP Y CONAMA además existen otras instituciones como el Colectivo Madre Selva. Se puede decir que la relación con estas entidades es tensa. En ocasiones estas instituciones han representado una amenaza para la industria debido a sus informaciones mal fundamentadas y su afán de desprestigiar a la actividad petrolera.

Al igual que las comunidades la relación con estas instituciones es crítica. Existe también un grupo de profesionales que atienden todas las dudas y solicitudes requeridas por ellos, especialmente en cuanto a estudios de impacto ambiental en el caso de inicio de una nueva operación que van desde estudios de exploración hasta la explotación, transporte y almacenamiento. También la industria debe reportar y justificar cualquier incidente que como consecuencia tenga efectos en el medio ambiente.

2.1.2 Factores internos

2.1.2.1 Administración

En la Industria petrolera en Guatemala existen procesos que son centralizados y otros descentralizados. Cada campo petrolero cuenta con una administración propia, sin embargo todos los procesos contables, materiales y logística, informática y comunicaciones y legales son manejados en forma centralizada por personal de oficinas centrales en Guatemala. En cuanto a procesos, cada área tiene un gerente de campo que los administra bajo la dirección de una Gerencia de Operaciones en Oficinas Centrales.

En cada campo también hay un representante de comunidades atendiendo asuntos de ayuda y relaciones con las comunidades. Además hay un representante de Recursos Humanos atendiendo asuntos relacionados con prestaciones y asuntos laborales. También en cada campo hay personal del Ministerio de Energía y Minas fiscalizando y supervisando las operaciones.

2.1.2.1.1 Cultura Organizacional

Se pueden mencionar varios factores que inciden en la cultura organizacional, uno de ellos es tener operaciones geográficamente dispersas, en cada centro de trabajo hay personal de todas las regiones del país y una mezcla de culturas y creencias. Cada centro de trabajo pareciera tener su cultura propia. Por las distancias geográficas la comunicación en ocasiones se vuelve crítica, factor que hay que considerar cuando las altas gerencias dictan nuevas políticas o nuevas directrices o cuando se disponen a implementar nuevos sistemas o formas de trabajo ya que la falta de comunicación puede ocasionar resistencia al cambio.

Por otro lado el grupo no es homogéneo en cuanto a su nivel educativo y experiencia, existen personas con más de 15 años de labores muy experimentada y empírica versus profesionales jóvenes recién graduados sin experiencia. Existe cierto proteccionismo por parte de la gente antigua que se siente frecuentemente amenazada cuando alguien nuevo llega a incorporarse a sus unidades de trabajo, hay cierto celo profesional en cuanto a compartir conocimientos. Hay mucha resistencia al cambio en cuanto ha optar por nuevas formas de trabajo.

Otro factor importante es que existe en algunos casos una brecha jerárquica bien marcada entre los altos mandos y el nivel operativo.

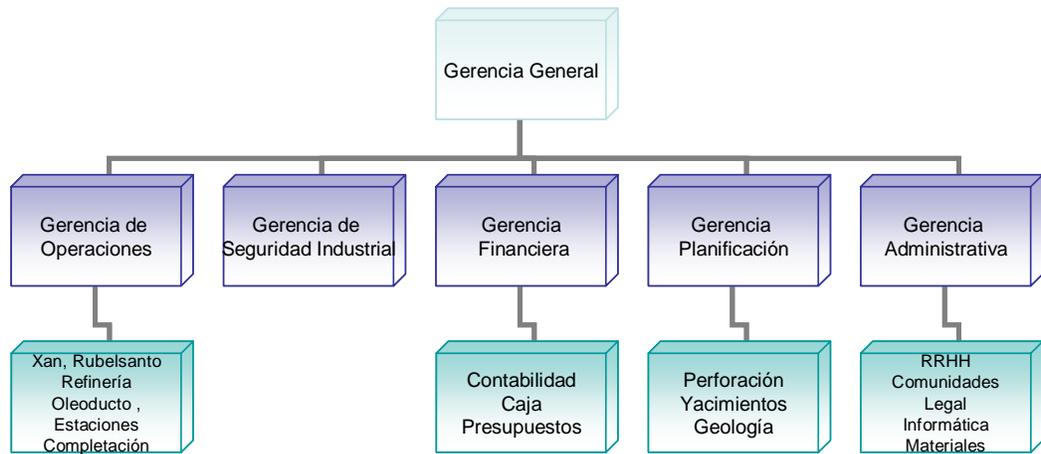
Esto crea un ambiente laboral de incertidumbre ya que la información no fluye como debiera ser y mucha de las acciones o disposiciones de las altas Gerencias son desconocidas y poco aceptadas por la gente por desconocimiento. Esta brecha jerárquica no ha sentado las bases para una buena comunicación entre áreas de trabajo. La falta de comunicación ha permitido que la gente reaccione con desconfianza y que no apoye los procesos de cambio o nuevas formas de trabajo que empiezan a generarse.

2.1.2.1.2 Estructura Organizacional

La industria petrolera tiene una mezcla de estructuras en su organización. Se puede definir que las actividades administrativas, informáticas, contables, de compras y logística se desarrollan bajo una estructura vertical porque existen líneas de mando bien definidas, la gente tiene bien marcadas sus funciones y su alcance y todas las decisiones son centralizadas.

Las operaciones de la industria cuentan con una estructura mixta, a pesar de que las decisiones y directrices son centralizadas en la gerencia general. Cada jefatura de área puede en determinado momento interactuar con otras. Algunas personas a nivel operativo se mueven en una estructura matricial ya que sus responsabilidades y funciones pueden ir más allá del campo al que pertenecen. Esto se hace más evidente con las funciones de personal técnico o de proyectos que en regularmente son coordinados por las 2 jefaturas. La figura 9 muestra la estructura actual de la industria petrolera en Guatemala.

Figura 9. Organigrama actual Industria Petrolera en Guatemala



2.1.2.2 Operación

La operación se desarrolla principalmente en 2 grandes áreas: La primera que ve las operaciones de los campos productores Xan, Rubelsanto y la operación de Refinería de asfalto y diesel. También involucra las operaciones de Planificación, Geología y Yacimientos. Y la segunda que ve las operaciones de Oleoducto, estaciones de bombeo y Terminal de Almacenamiento.

Hay mucha conciencia por parte de las altas gerencias en optimizar los procesos y reducir los costos operativos. No hay mucha presencia de la Gerencia en los campos debido a que delegan en las gerencias de área. Debido a varios incidentes con lesión y a lo vulnerable que es la operación a afectar el medio ambiente y comunidades, la Gerencia reconoce la necesidad de la implementación de un programa que asegura que sus actividades se desarrollen sin derrames ni accidentes.

Actualmente, cada gerencia de campo delega mucho la responsabilidad sobre la seguridad de sus procesos, equipos, instalaciones y personal a los supervisores de Seguridad Industrial.

En todo el personal existe el concepto de seguridad y de que las operaciones deben realizarse de una forma segura y sin accidentes sin embargo la seguridad no la hacen propia y no hay sistema integral de seguridad, son conceptos aislados y dejan mucha de la responsabilidad a la gente de seguridad industrial.

Algunas áreas aún no cuentan con procedimientos de trabajo. No hay análisis de riesgo de los procesos y materiales. Se realizan cambios en instalaciones y no se dejan debidamente documentados. Para las actividades no rutinarias no existe la figura de un ART (Análisis de riesgo del trabajo). Para trabajos especiales no hay Permisos de Trabajo ni procedimientos generales de seguridad que regulen dicha actividad por ejemplo: trabajos en espacios confinados, apertura de líneas y equipos, trabajos de soldadura.

2.1.2.3 Mantenimiento

El Mantenimiento de equipos e instalaciones es administrado por la gerencia de cada campo. No se tiene definido y documentada la información técnica del equipo crítico. No existen rutinas de mantenimiento para todos los equipos críticos y no se cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo ni con un programa de inspecciones y pruebas. Aunque se llevan algunos registros de mantenimiento es muy escasa la información del historial de cada equipo. Según las estadísticas mostradas en la sección 1.3, alrededor del 40% de los incidentes son a causa de fallas en equipos, regularmente por falta en control en programas de mantenimiento o ausencia de estos.

2.1.2.4 Materiales y Bodega

El control de requisición de materiales está centralizado, actualmente cada gerente de área realiza sus pedidos y las órdenes o requisiciones son procesadas por los compradores en oficinas centrales. Los compradores no hacen revisión de las especificaciones con el proveedor, ni le requieren información como controles de calidad, materiales certificados, métodos o normas utilizadas. No existe la regulación o certificación de proveedores

Existe una recepción centralizada equipos y materiales, sin embargo no existe un control de verificación de las especificaciones de lo pedido versus lo recibido. La bodega central distribuye los materiales a las bodegas de cada área de trabajo en donde regularmente existen reclamos a proveedores de materiales o equipos distribuidos fuera de especificación. Las bodegas no cuentan con Hojas de Datos Químicos para el manejo de químicos peligrosos

2.1.2.5 Seguridad Industrial

En cada área de trabajo existe una sección de seguridad industrial, casi todas las decisiones sobre seguridad son tomadas por ellos. El departamento de Seguridad Industrial es el líder en seguridad, son entes reguladores por el cumplimiento de las normas de seguridad, sin embargo no tiene un plan bien definido de acción y su función de asesoría se convierte en la de apaga fuegos, corrigen condiciones y actos inseguros no de una manera sistemática mas bien puntual. Pareciera que la seguridad de la operación y la del personal recaen únicamente sobre ellos.

No existe un plan de acción definido y el alcance del departamento en cada área, la gente percibe que la seguridad es responsabilidad únicamente de

la gente que pertenece al departamento, las regulaciones ejercidas por ellos por el cumplimiento de las normas en ocasiones crean roces y malestar con los supervisores de líneas, en ocasiones se ven más que como un apoyo alguien que interfiere y entorpece la operación.

2.2 Análisis FODA

La tabla 1 muestra el análisis FODA para la Industria Petrolera de Guatemala. En base a las fortalezas y oportunidades detectadas, esta claro que existe la necesidad del cambio y el compromiso por parte de las altas gerencias por seguir la política de seguridad y ambiente, desarrollando un sistema de administración de la operación que garantice que ésta sea eficiente y segura. Las fortalezas de las buenas relaciones con el gobierno y las oportunidades de crecimiento de la industria, hacen aún más determinante que la operación se desarrolle en un marco de salud, seguridad y protección ambiental.

En cuanto al análisis de las amenazas y debilidades, se debe trabajar mucho en el cambio de cultura organizacional. Se deben definir claramente los valores del personal y se debe contar con un programa agresivo de capacitación e involucramiento a esta cultura de cambio, esta nueva forma de trabajo y de administración de la seguridad, para a todo nivel el personal se sienta parte integral del cambio y de los beneficios. El modelo de Disciplina Operativa permite esta integración del personal al mejoramiento de la seguridad del proceso y sienta las bases del desarrollo de una operación segura sin derrames ni accidentes.

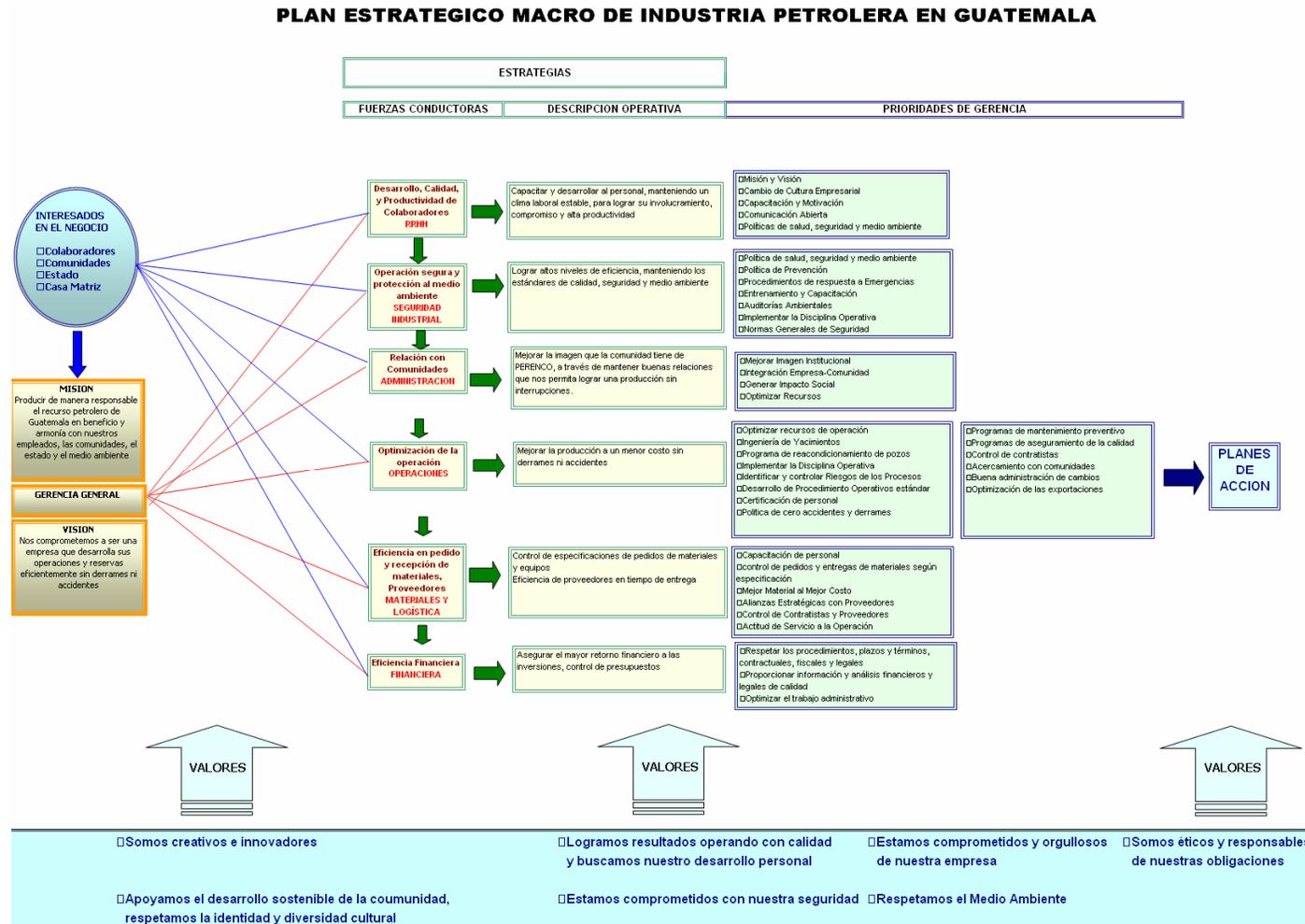
Tabla I. Análisis FODA de la Industria Petrolera en Guatemala

Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Buena relación con comunidades y entidades de medio ambiente • Otorgamiento de nuevos contratos para exploración y explotación • Cambio de cultura organizacional • Buenas relaciones comunitarias • Buenas relaciones con autoridades en Petén, Izabal, Alta Verapaz • Contratación de profesionales jóvenes • El personal está receptivo al cambio • Interés de multinacionales en invertir en Guatemala en construcción de Mega Refinería, oleoductos. • Implementación de la Disciplina Operativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Reformas fiscales • Creación de sindicatos • Federaciones sindicales interesadas en conflictos • Políticas gubernamentales • Cambios en los precios del crudo • Líderes comunitarios negativos • Campañas de desprestigio de entidades ambientalistas • Problema contractuales • No otorgamiento de nuevos contratos por parte del Gobierno • Contratos petroleros por vencerse • Condiciones adversa para la renovación de contratos
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Visión • Política de Seguridad y Ambiente • Alta Gerencia en pro de la optimización e innovación de procesos • Alta Gerencia comprometida y consiente de la necesidad de implementar un sistema de Salud, Seguridad y Protección Ambiental • No existe división o grupos de poder • Convenio Interno de Trabajo • Tendencia a la optimización de recursos • Disposición a elevar el nivel académico • Buenas relaciones con el MEM, MARN, Ministerio de trabajo, Ministerio de Salud • Directivos abiertos a la mejora y el cambio • Operación rentable • Dirección de la industria por gente Joven que promueve cambios positivos 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal con mucha experiencia pero bajo nivel educativo • Cultura del campo compleja y muy arraigada • Operaciones dispersas geográficamente • Personal no está alineado a los objetivos de la empresa • Resistencia al cambio de personal operativo por nuevas formas de trabajo • Múltiples culturas por áreas de la operación • Falta de compromiso e identidad hacia la industria • La mayor parte del personal poco motivado por crecer dentro de la organización • Poca cultura empresarial • Poca cultura de rendir cuentas • Falta de valores y objetivos comunes en la empresa • Inestabilidad laboral • Poco trabajo en equipo • El personal no se ve como responsable de su seguridad • No hay procedimientos estándares de operación • Falta de Mantenimiento preventivo a equipo e instalaciones

La figura 10 de la siguiente página muestra el plan estratégico macro propuesto, según el análisis FODA realizado. La implementación de la Disciplina Operativa es una de las prioridades de las Gerencias de Operaciones y Seguridad Industrial y obedece a las estrategias formuladas en cuanto a desarrollar una operación segura, eficiente al menor costo sin derrames y accidentes.

La administración de la Disciplina Operativa sin duda es una valiosa herramienta que no solo apoyará la gestión de la alta gerencia en la consecución de la misión y visión de la industria si no que permitirá el desarrollo de la operación petrolera en Guatemala en un ambiente de seguridad, salud y protección ambiental.

Figura 10. Plan estratégico macro de Industria Petrolera en Guatemala



3. MÉTODO PROPUESTO

3.1 Modelo de Administración de la Disciplina Operativa

A continuación se describe el modelo de la Administración de la Disciplina Operativa. Básicamente consta de 3 grandes componentes, Tecnología, Instalaciones y Personal. Implementar cada uno de estos elementos en la administración de la operación de la Industria petrolera, establece un sistema para maximizar la conciencia y el control de los riesgos por parte del personal encargado de desarrollar, diseñar, operar y dar mantenimiento a los procesos de alto riesgo, inherentes en una actividad petrolera que maneja productos peligrosos.

3.1.1 Tecnología

3.1.1.1 Tecnología del proceso

Esta sección de tecnología del proceso ofrece una descripción del proceso u operación. Sienta las bases para lograr la identificación y la comprensión de los riesgos implicados. Cada área de trabajo debe realizar este análisis como un esfuerzo que inicia la Administración de la Disciplina Operativa. Esta sección consta de tres partes: Riesgo de los materiales, Bases para el diseño del proceso, Bases para el diseño de equipos.

3.1.1.1.1 Riesgo de los materiales

Enumeran todos los datos químicos y físicos pertinentes de cada líquido peligroso utilizado o procesado.

- Datos físicos
 - Punto de ignición
 - Punto de inflamación
 - Presiones de vapor
 - Límites de combustión
- Datos sobre estabilidad térmica y química
- Datos sobre reactividad
 - Reacción cinéticas
 - Efectos riesgosos que pudieran preverse por la mezcla inadvertida de diferentes materiales
- Datos sobre toxicidad crónica o aguda
 - Oral
 - Inhalación
 - Puntos de ebullición, puntos de congelación
 - Epidermis
- Límites de exposición incluidos los límites de exposición permisibles
- Datos sobre corrosividad relacionados con los equipos

Toda la información sobre riesgos debe comunicarse y ponerse a disposición de todos los empleados ya sea que intervengan en el proceso o que puedan sufrir una exposición a los riesgos del material. Cada líquido peligroso debe estar documentado con su respectiva “Hoja de datos Químicos” (MSDS)

3.1.1.1.2 Bases del diseño del proceso

La documentación del proceso describe las bases para la operación segura del proceso; define tanto los límites de la operación segura como los límites de prueba de las variables del proceso. Las bases del diseño del proceso deben documentarse, actualizarse y comunicarse a los supervisores de

proyectos al arrancar nuevas instalaciones y a los empleados que intervienen en las operaciones diarias, Estas son las normas contra las que se debe operar el proceso. Algunos ejemplos de base del diseño del proceso que deben incluirse son:

- Diagrama de flujo por bloques o diagramas de flujo simplificado
- Normas internacionales empleadas en el diseño del proceso como API, NEC, IEEE, NFPA, ANSI, ASTM OSHA, etc.
- Descripción y documentación claras de la química del proceso, incluido el potencial de reacciones secundarias no deseadas y/o incontrolables
- Inventario máximo previsto de sustancias peligrosas
- Los pasos del proceso como aparecen en un diagrama de flujo del procesos y los límites de dichos pasos, incluidas las condiciones máxima, normal y mínima de parámetros como temperatura, presión, flujo y composición
- Una evaluación de las consecuencias de desviaciones en cada paso del proceso.
 - ¿Qué ocurre por encima de las máximas definidas?
 - ¿Qué ocurre por debajo de los mínimos definidos?
- El procedimiento se emplea para actualizar la documentación del proceso

Los documentos con las bases del diseño del proceso se actualizan a intervalos apropiados, con base en las aportaciones del sistema de administración de cambios. (Ver sección de administración de cambios)

3.1.1.1.3 Bases para el diseño de equipos

Las bases del diseño de los equipos también deben documentarse y comunicarse a las personas interesadas; también debe explicarse por qué se especifican determinados equipos. Deben incluirse lista de los materiales y los equipos, así como una lista de planos. Ejemplos de los datos del diseño del equipo requeridos:

- Diagramas de flujo del proceso.
- Dimensiones de los recipientes
- Sistemas de seguridad como interruptores automáticos (interlocks) y sistema de supresión
- Sistemas de alivio y venteo. Bases y cálculos
- Sistemas de protección contra incendios
- Materiales de construcción
- Especificaciones y características de bombas, compresores y fuelles
- Planos de ubicación de equipos
- Planos de las condiciones, los cálculos y las especificaciones del diseño de los equipos
- Especificaciones de compres de los equipos
- Diagramas de tuberías e instrumentos
- Códigos de las tuberías, análisis de flexibilidad
- Códigos de aislamiento
- Presiones de trabajo máximas permisibles
- Válvulas de control y cálculos
- Clasificación eléctrica
- Diagramas eléctricos
- Informes de inspección del aseguramiento de la calidad

- Códigos y normas de diseño empleados
- Planos y manuales de instrucciones del proveedor

Los expedientes con las bases del diseño de los equipos se actualizan por medio de la administración del sistema de cambios. La información se cambia conforme se modifica el proceso. El Gerente o responsable de cada área debe documentar que el equipo cumple esta diseñados y construido de acuerdo con códigos o normas. Además se debe documentar que el equipo se diseñó, se mantiene, se inspecciona, se prueba y se opera en forma segura.

3.1.1.2 Análisis de Riesgo del proceso

El análisis de riesgo del proceso (ARP) se emplea en forma metódica para identificar, evaluar y controlar los riesgos del proceso. Un ARP cuenta con 2 partes: un análisis de las consecuencias y una revisión de los riesgos del proceso. El análisis completo se documenta en la lista de control de Riesgos y se emplea para dar seguimiento a las recomendaciones aceptadas y para divulgarlo entre el personal involucrado.

El análisis de riesgo del proceso empieza con la selección de un grupo multidisciplinario y finaliza realizando la lista de control de control de riesgos se documenta el análisis de Riesgo de un bloque del proceso determinado. Se puede hacer un ARP en: Instalaciones nuevas, procesos existentes, cambios a tecnología y las instalaciones, cierre y/o desmantelamiento.

3.1.1.2.1 Análisis de consecuencias

Las consecuencias deben ser estimadas en rangos de impacto, severidad o frecuencia (expresados de preferencia en índices) a instalaciones,

personal y medio ambiente. La tabla II muestra los criterios para ponderar los riesgos según severidad, la tabla III ponderación de riesgos según frecuencia y la tabla IV ponderación de riesgos según impacto.

Tabla II. Ponderación del riesgo según severidad

SEVERIDAD				
		No lesión		
Índice de severidad	Lesión	Daños materiales	Daños ambientales	Perdidas de producción
1	Sin pérdida de tiempo	< 10 000 US\$	limpieza menor o < 240 m ³	< 500 bbls
2	Perdida de tiempo, no incapacidad	de 10 000 a 100 000 US\$	limpieza < 2 días o < 240 m ³	desde 500 a 10 000 bbls
3	varios incidentes juntos con pérdida de tiempo e incapacidad	De 100 000 a 1 000 000 US\$	limpieza < 1 semana o < 240 m ³ a 410 m ³	desde 10 000 a 50 000 bbls
4	varios incidentes con incapacidad y muerte	De 1 000 000 a 10 millones US\$	limpieza < 1 mes o > 410 m ³	desde 50 000 a 500 000 bbls
5	Varias muertes	> 10 millones US\$	limpieza > 1mes	> 500 000 bbls

Tabla III. Ponderación del riesgo según frecuencia

FRECUENCIA	
4 Alta	Se espera que ocurra más de una vez al año
3 Media	Se espera que ocurra más de 5 veces en al vida útil de la planta o equipo
2 Baja	Se espera que ocurra por lo menos 1 vez en la vida útil de la planta o equipo
1 Ninguna	No se espera que ocurra en la vida útil de la planta o equipo

Tabla IV. Ponderación del riesgo según Impacto

IMPACTO					
Frecuencia	Severidad				
	1	2	3	4	
1	Bajo	Medio	Alto	Alto	Alto
2	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
3	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
4	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto

3.1.1.2.2 Revisión de Riesgos del Proceso

Para llevar a cabo una revisión de riesgos de proceso cada área de trabajo deberá:

- Seleccionar un bloque de un proceso para analizarlo:
 - Dar prioridad a los bloques de los procesos del lugar y comenzar con el proceso cuyo potencial de riesgo parezca ser el más grave
 - Mantener manejable el tamaño del bloque que se va a analizar (el tiempo requerido desde la selección del grupo hasta la realización del informe de la revisión no deberá exceder los cuatro meses)
- Utilizar un equipo humano multidisciplinario constituido por:
 - Personal de operaciones y producción
 - Personal de mantenimiento y mecánicos
 - Personal de ingeniería y Técnico
 - Por lo menos una persona con experiencia y conocimientos en el proceso que se va a revisar

Por lo menos una persona experta en procedimientos que se vayan a implementar

- Atender los riesgos de los procesos, así como los controles administrativos y de ingeniería aplicables al riesgo y sus interrelaciones, Analizar también:

Ubicación de las instalaciones

Los factores Humanos

- Utilizar la lista de control de riesgos
- Documentar los hallazgos y las recomendaciones de la revisión
- Presentar los hallazgos y las recomendaciones a la dirección
- Atender los hallazgos y recomendaciones

Desarrollar y documentar un sistema de seguimiento para implementar el plan de acción de una manera oportuna y documentar la resolución

Comunicar el plan de acción a los empleados de operaciones, de mantenimiento y de otras áreas cuyas asignaciones de trabajo tengan relación con el proceso analizado y/o a aquellos que pudieran verse afectados por las recomendaciones o las medidas

3.1.1.2.3 Lista de Control de Riesgos

Esta es una herramienta que sirve para documentar el ARP, es llamado también método de “¿Que pasaría si?”, ya que se basa en hacerse esta pregunta una y otra vez en cada uno de los bloques que se esté analizando del proceso. Con la aplicación de este método la gerencia de cada área permite lograr:

- La cobertura completa de una amplia gama de riesgos

- El consenso por una amplia gama de disciplinas: producción, mecánica, perforación, transporte, almacenamiento.

Las Fortalezas de este método son las siguientes:

- Cubre un rango amplio de riesgos
- Requiere de poca capacitación previa y es fácil de usar
- Resulta eficaz como herramienta de aprendizaje
- Cuestiona el diseño
- Reconoce los efectos de procesos adyacentes
- Compara el procesos contar experiencias anteriores

Las debilidades de este método:

- Los atajos dan lugar a una revisión débil
- Profanidad de análisis limitadas
- Solo funciona si se plantean las preguntas precisas

El método lista de control de riesgos/que pasaría si, es relativamente fácil de usar, da lugar a un informe escrito fácil de entender y es una herramienta de capacitación muy eficaz. La figura 11 de la siguiente página muestra una lista de control aplicada.

3.1.1.3 Procedimientos de Operación

Los procedimientos operativos dan una idea clara de los parámetros a quienes operan el proceso. De igual modo, explican claramente las consecuencias de operar fuera de los límites del proceso y describe las medias de seguridad necesarias para corregir y /o evitar las desviaciones. Cada área de trabajo debe certificar a su personal por medio del ciclo de mejora continua que se explica en las 4 secciones siguientes: Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento.

Figura 11. Lista de control de riesgos

CAMPO: XAN

AREA: TANQUES

SISTEMA DE VENTEO

BLOQUE	QUE PASA SI ??	RIESGO	SEVERIDAD	FRECUENCIA	IMPACTO	RECOMENDACIONES
PV's	Una o varias PV tiene fuga	Contaminación H2S, baja presión en el sistema, fuego	3	3	Medio	Rutinas de medición y mantenimiento preventivo, mantener parámetros operativos adecuados, procedimientos
	No abre la PV de 14"	Sobrepresión en los Tks, contaminación H2S, intoxicaciones, incendio, daño a equipos.	3	3	Medio	Mantenimiento preventivo, instalar un by pass con disco de ruptura, hyboon
Inyección de gas	Valvula se queda abierta y mantiene libre el paso de gas	Sobrepresión en los Tks, contaminación, intoxicaciones, incendio, daño a equipos.	3	3	Medio	mantenimiento preventivo, by pass manual.
Hyboon	No esta operativo	Sobrepresión en los Tks, contaminación, intoxicaciones, incendio, daño a equipos, atrasa el mantenimiento preventivo de tks, de almacenamiento	3	3	Medio	Rutinas de arranque, contar con stock de repuestos para su mantenimiento preventivo.
Detonation arrester	Se obstruye el paso de gas	Sobrepresión en los Tks, contaminación, intoxicaciones, incendio, daño a equipos.	1	4	Bajo	Rutinas de limpieza de acuerdo al plan de mantenimiento preventivo
Drums	No desplazan los condensados	Derrames, sobrepresiones en planta de proceso y planta de amino	1	4	Bajo	Arranque automatico de bombas, rutinas de verificación de arranque, mantener sin agua el area
	Hay bloqueo en el paso de gas	Niveles y presiones altas en planta de proceso y Amino, contaminación, pérdidas de producción.	1	4	Bajo	Fabricar by pass para los Drums
Líneas de Gas	hay fugas por corrosión	Contaminación, intoxicaciones, incendios.	3	3	Medio	Realizar mediciones con MFL
Torres de quema	Se apaga cualquiera de las torres	Contaminación, intoxicaciones, incendios.	3	4	Medio	Procedimientos operativos, Mantenimiento y rutinas de encendido al chispero, drenes al pie de la torre, modificar quemador, instalar chispero a torre de alta.
	Les llega líquidos	Derrames, incendio, intoxicaciones	3	4	Medio	Parametros operativos, drenes

3.1.1.3.1 Disponibilidad

- Cada área de trabajo debe contar con procedimientos debidamente autorizados y disponibles físicamente, deben ser accesibles a todos los empleados y deben estar debidamente identificados.
- Deben ser formulados y documentarse para cada proceso:
 - Arranques iniciales
 - Paro normal
 - Arranques posteriores a un paro para dar mantenimiento o hacer cambio o a un cierre de emergencia
 - Operación normal
 - Operaciones de emergencia, incluidos los paros de emergencia y los nombres de quienes puedan iniciar estos procedimientos (planes de emergencia, evacuación u otros)
 - Operaciones temporales en caso necesario
- Deben prepararse, controlarse, aprobarse y autorizarse debidamente

3.1.1.3.2 Calidad

La calidad de los procedimientos debe ser verificada por lo menos una vez al año o como la jefatura de área lo considere apropiado. También deben revisarse cuando ocurra un incidente o accidente relacionado con la aplicación de un procedimiento. Cada jefe de área debe verificar la calidad de sus procedimientos según los siguientes criterios

- Deben contar con un formato sencillo y su contenido debe ser claro para el usuario.
- Lenguaje comprensible para los operadores

- Debe ser congruente en unidades de medidas, parámetros de operación y nombres de equipos, instalaciones y sistemas de seguridad
- Participación del operador en su elaboración y revisión
- Necesitan contar con una amplia sección sobre seguridad, protección contra incendios, salud ocupacional y protección ambiental que analice y/o señale:
 - Propiedades y riesgos de los productos químicos
 - Procedimientos para abrir el equipo de proceso (Ver Normas Generales de seguridad)
 - Medidas de control que deberán tomarse de ocurrir un contacto físico con una gas volátil o tóxico
 - Procedimientos para mitigar derrames y fugas
 - Descripción de riesgos materiales y únicos
 - Mostrar los límites del proceso: máximo, mínimo, normal
- Describir los controles por instrumentos, incluidos los puntos para fijar las alarmas y los interruptores automáticos.
- Resumir las consecuencias de toda desviación donde quiera que existan situaciones adversas para la seguridad, la protección contra incendios, la salud y el medio ambiente
 - Documentar los pasos para evitar o corregir las desviaciones
 - Describir los sistemas de seguridad y su funcionamiento
- Los cambios en procedimientos deben ser debidamente documentados y autorizados por la jefatura de área.

3.1.1.3.3 Comunicación

Cada jefe de área debe comunicar los procedimientos a los operadores que tenga a su cargo. Para tal efecto deberá programar la capacitación en los mismos priorizando aquellos que se determinen que son para operaciones de

alto riesgo. La capacitación debe ser seguida por una evaluación teórica que garantizará el entendimiento durante la comunicación de los mismos. El control de comunicación deberá ser llevado en las matrices de procedimientos y conocimientos respectivamente.

- Matriz de procedimientos: muestra que procedimientos deben ser comunicados a cada puesto en cada área de trabajo. El jefe de área debe cerciorarse que todos los procedimientos hayan sido incluidos. Esta matriz deberá ser actualizada cuando se elaboren nuevos procedimientos. (ver Figura 12)
- Matriz de conocimiento: muestra los empleados quienes han sido capacitados y evaluados en los diferentes procedimientos del área. Esta matriz debe ser actualizada cada vez que haya un cambio en un procedimiento o rotación de personal. (ver Figura 13)

3.1.1.3.4 Cumplimiento

El cumplimiento de procedimientos consiste en asegurar, mediante auditorias y revisiones periódicas que los procedimientos operativos sean congruentes con la práctica en el campo, la tecnología y los cambios a las instalaciones. Cada jefe de área debe certificar anualmente al personal bajo su cargo, además debe verificar que los procedimientos estén actualizados y sean fieles.

La Tabla VIII muestra el formato para revisión del cumplimiento de los procedimientos, este ayuda a determinar desviaciones en procedimientos. De forma práctica se observará al trabajador en el desarrollo de sus actividades diarias. Esta revisión se realiza después de que al trabajador le han sido comunicados los procedimientos y ha ganado la prueba teórica que garantiza que el procedimientos fue entendido.

Figura 12. Matriz de procedimientos

AREA: OLEODUCTOS			MATRIZ DE PROCEDIMIENTOS							
			PUESTO							
CODIGO		PROCEDIMIENTO	Supervisor de Oleoducto	Jefe de cuadrillas	Técnico en reparaciones	Soldador	Ayudante de soldador	Ayudante Especializado Cuadrillas	Ayudante Especializado reparaciones	Operador de Estación de Bombeo
		Seguridad								
OPS	OLS	1 Plan de contingencia Oleoducto	X	X	X	X	X	X	X	
		Operación								
OPS	OLS	100 Levantamiento del oleoducto	X	X				X	X	
OPS	OLS	101 Instalación de pasos Culvert	X	X				X		
OPS	OLS	102 Tratamiento de pintura al oleoducto	X	X				X		
OPS	OLS	103 Insección de corrosión externa, Pit gage	X	X	X	X	X	X	X	
OPS	OLS	104 Medición de espesores	X	X	X	X	X	X	X	
OPS	OLS	105 Líquidos penetrantes	X	X	X	X	X	X	X	
OPS	OLS	106 Instalación de clockspring	X	X				X		
OPS	OLS	107 Lanzamiento y recepción de cochinos	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS	OLS	108 Operación de válvulas de bola de 12"	X	X	X	X				
OPS	OLS	109 Operación de válvulas de bola de 10"	X	X	X	X				
OPS	OLS	110 uso de chapiadora	X	X				X	X	
OPS	OLS	111 Uso de pulidora	X	X	X	X	X	X	X	
OPS	OLS	112 Insulación de tuberías	X	X				X		
		Procedimientos de reparaciones								
OPS	OLS	200 Cambio de segmento a tubo abierto	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	201 Cambio de segmento con TDW	X		X	X	X			
OPS	OLS	202 Soldadura de fitting y nipples de 2"	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	203 Perforación de nipples de 2" con máquina T-101	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	204 Perforación con maquina 660 760 TDW	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	205 Colocación de sello stopple	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	206 Drenado de líneas de oleoducto	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	207 Corte en frío con neumática	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	208 Soldadura de nuevo segmento	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	209 Instalación de sello lock o ring usando TDW	X		X	X	X		X	
OPS	OLS	210 Instalación y recuperación de plug 2" con T-101	X		X	X	X		X	

Figura 13. Matriz de conocimiento

AREA: ESTACIONES DE BOMBEO SEMOX		MATRIZ DE CONOCIMIENTOS							
Realizado por:									
Revisado por:									
Fecha:									
CODIGO	PROCEDIMIENTO	NOMBRE							
		VENANCIO FOCK	CHRISTIAN ZAMORA	OSBALDO FUENTES	FREDY XULU	DANILO TRUJILLO	CESAREO CHOC	JUAN PEREZ	PEDRO COC
Área Operativa									
OPS EBO 1	Meter a operación una bomba IMO	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 2	Sacar de operación una bomba IMO	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 3	Arranque y cambio de generador	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 4	Limpieza de filtros de bombas IMO	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 5	Paro de emergencia	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 6	Reinicio de bombeo	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 7	Descarga de camiones con crudo	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 8	Limpieza de filtros de flame arrested	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 9	Inspección de rutina a la Estación cada 2 horas	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 27	Medición y aforo de tanques de crudo	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 28	Descarga de camiones de mezcla y/o diesel	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 29	Drenaje tanques de almacenamiento de crudo	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 30	Que hacer en caso de una baja de presión	X	X	X	X	X	X	X	X
Area de seguridad									
OPS EBO 100	Arranque de motores contra incendio y prueba de hidrantes y cañones	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 101	Uso de equipo de aire respirable (cascadas, equipo de 30 y equipo de 5 minutos)	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 102	Revisión de sensores H2S y alarmas	X			X				
OPS EBO 103	Activación del sistema visual y audible de detección H2S	X	X	X	X	X	X	X	X
Área de mantenimiento									
OPS EBO 200	Servicio a motores Caterpillar y limpieza de radiadores, engrase de clutch	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 201	Control y mantenimiento de baterías	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 202	Limpieza de tanques de crudo	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 203	Limpieza de tanques de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 204	Montaje, desmontaje y calibración de válvulas de alivio	X	X	X	X	X	X	X	X
OPS EBO 205	Mantenimiento de manómetros tipo U en los tanques de almacenamiento	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla V. Revisión de cumplimiento de procedimientos

REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS				
Área:		Procedimiento:		
Puesto:		Sección:	Fecha:	
Nombre:			Puntaje:	
EVALUACION DE CONOCIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO			Si	No
Sigue el procedimiento tal como lo describe el manual de procedimientos				
SI porque?				
NO porque?				
EVALUACION DE CONOCIMIENTO DE LA OPERACIÓN				
El operador conoce bien la operación y responde con propiedad las preguntas formuladas				
SI porque?				
NO porque?				
EVALUACION DE LAS DESVIACIONES				
Si el procedimiento y la forma de realizar la operación no coincide cual debería modificarse				
Procedimient o		Porque?		
Operación		Porque?		
EVALUACION DE USO DE EQUIPO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN				
Siempre usa su equipo de seguridad, conoce los riesgos de la operación atiende todas las medidas de seguridad al operar maquinaria y equipos				
SI porque?				
No porque?				
EVALUACIONES DE LAS CONDICIONES DEL LUGAR				
Estaba el lugar y el equipo de trabajo en condiciones seguras?				
SI porque?				
No porque?				
OBSERVACIONES: Hizo el operador algún comentario con relación al procedimiento?				

3.1.1.4 Normas Generales de seguridad

Las normas generales de seguridad representan una guía para el trabajador o contratista para la realización de tareas no rutinarias de una forma segura y sin accidentes. Evalúa los riesgos relacionados a procedimientos de trabajos mecánicos o de limpieza que realizan en el proceso, se basan en recomendaciones que resultan de las investigaciones de los incidentes y los accidentes fallidos del proceso, en las prácticas y las normas de la industria en general o en los reglamentos. (p. ej. Permisos de trabajo, análisis de riesgos del trabajo, trabajos en caliente, permiso de entrada a un espacio confinado, Trabajos en altura, Bloqueo y Etiquetado, Apertura de líneas y equipos, etc.

3.1.1.5 Administración del cambio

Todo cambio a un proceso implica la posibilidad de invalidar las evaluaciones anteriores sobre daños y de crear nuevos peligros; en consecuencia, todo cambio en la tecnología documentada de un proceso debe someterse a una revisión. Los cambios en proceso son cambios en los ingredientes, las bases del diseño de los equipos o las bases del diseño del propio proceso que se encuentran en la tecnología documentada.

Los empleados que intervengan en la operación de un proceso y los empleados de mantenimientos de un contratista cuyas labores se vean afectado por el cambio en el proceso, A todos se les debe informar y capacitar en el cambios antes de poner en marcha el proceso o las partes afectadas del proceso.

3.1.1.5.1 Lista de verificación de la aplicabilidad del cambio

Esta ayuda a determinar si un cambio es lo suficientemente relevante para iniciar el proceso de documentación y del registro completo. A continuación se incluyen las consideraciones que de deben dejar registradas antes de realizar un cambio en tecnología, instalaciones o proceso.

- Propósito del cambio
- Bases técnicas para el cambio propuesto
- Impacto del cambio sobre Salud y Medio Ambiente incluyendo si se requiere o no un ARP
- Descripción del cambio en una forma que muestre claramente como se va a modificar la información sobre la seguridad del proceso documentado y determinar si se requiere un ARP(utilizar las listas de control de riesgo)
- Modificaciones a procedimientos operativos
- Programa para ejecución del cambio
- Medidas de seguridad y recomendación para modificación de planes de contingencia.
- Actualización de la base de datos
- Comunicación al personal involucrado
- Aprobaciones y autorizaciones
- Reportes de conclusiones del cambio

3.1.1.5.2 Documentación del cambio

Cuando haya un período de pruebas para un cambio autorizado, debe emitirse un documento de terminación en forma oportuna, además:

- Resumir los resultados y las recomendaciones con las fechas y los responsables de la implementación.
- Documentar claramente la forma en que la tecnología del proceso se va a cambiar
- Anexar cambios adicionales a los procedimientos operativos que deban hacerse como resultado de las pruebas
- Solventar las recomendaciones generadas de los ARP realizados antes del cambio

La figura 14 de la página siguiente muestra la guía para dejar registros de cambio a procesos, instalaciones o equipo.

Figura 14. Registro de Administración de cambios

**REGISTRO DE LA ADMINISTRACION
DEL CAMBIO**

SECCION I, VERIFICACION		
Incluye la propuesta un cambio en:	SI	NO
Fujograma del proceso (conexiones, supresiones, líneas flujo, equipos, instrumentacion)		
Especificaciones de diseño		
Procedimientos de operación		
Materiales		
Limites de operacion segura (temperatura, presion, flujo, orden)		
Puntos preestablecidos de alivio o interlocks		
Sistemas de control		
Instalacion electrica del area		
Personal		

Si la respuesta a cualquier pregunta es SI, proceder con la seccion II.

SECCION II: DESCRIPCION DEL CAMBIO	
Cual es la descripción y proposito del cambio?	

Cuales son los documentos que justifican el cambio?

Justificacion o anteproyecto	
ARP	

Cual es el impacto del cambio en Salud, Seguridad y Proteccion Ambiental? Describir cualquier riesgo asociado con el cambio, asi como las precauciones requeridas.

Duracion del cambio:

Permanente	
Temporal. Sera removido en fecha:	

Identificar al personal responsable para lo siguiente:

Fecha

Cambios en procedimientos operativos		
ARP		
Informacion de tecnologia del proceso (PID's, Unifilares, PDF)		
Informacion de equipo (Catalogos)		
Cambios al plan de contingencia		
Informacion y Capacitacion para personal		

SECCION III: PREARRANQUE

Se requiere revision de pre-arraque? SI NO

Responsable: _____

Fecha: _____

Resumen de resultados de prearranque: _____

Recomendaciones: _____

SECCION IV: APROBACIONES

Gerente de Campo

Gerente de Operaciones

Gerente General

SECCION V: CIERRE

Esta el cambio finalizado, documentado y todas las recomendaciones ejecutadas.

Gerente de Campo

Gerente de Operaciones

Gerente General

3.1.2 Instalaciones

3.1.2.1 Integridad mecánica

Es indispensable que cada área de trabajo cuente con un programa de mantenimiento para asegurar que el equipo del proceso conserve su seguridad a partir de su instalación inicial. Todos los esfuerzos deben ir enfocados en asegurar que la integridad de los sistemas, equipos, o componentes críticos de operaciones y procesos que contengan materiales peligrosos sean mantenidos hasta el final de la vida de la instalación, reduciendo o eliminando incidentes para garantizar la protección al personal, la comunidad, el medio ambiente y las instalaciones

Para prevenir y controlar incidentes de Seguridad y Ambientales, cada jefatura de área debe ser responsable de cumplir con los siguientes requisitos:

- Las instalaciones sean segura desde su diseño
- Las instalaciones sean construidas e instaladas de acuerdo a normas y especificaciones vigentes y apegadas a su diseño
- Los equipos, componentes y sistemas críticos se arranquen, operen y mantengan en forma seguras
- Capacitar al personal en integridad mecánica
- Mantener actualizados los documentados de integridad mecánica
- Actualizar las operaciones de mantenimiento, instrucciones de trabajo, herramientas y procedimientos.
- Controlar los servicios a través de inspecciones y pruebas
- Garantizar el suministros oportuno de insumos

3.1.2.1.1 Filosofía de integridad mecánica

La filosofía de integridad mecánica se basa en el pensamiento que:

- Todos los accidentes y los incidentes son prevenibles
- No se construirán instalaciones que representen un peligro
- Se cuenta con gente que sabe lo que hace de acuerdo a los criterios aceptables
- Se utilizarán materiales y procesos seguros con tecnologías reconocida y seguras
- Cualquier instalación debe ser segura desde el punto de vista de diseño
- Es necesario asegurar que se construya de acuerdo a especificaciones vigentes y apegadas al diseño.

El momento de entrada a operación de una instalación con equipos y componentes críticos, es indispensable:

- Que se arranque en forma segura
- Que se opere
- Se mantenga en forma segura
- Se mejore su efectividad y eficiencia sin afectar a la Seguridad, la Salud y la Protección Ambiental

3.1.2.1.2 Equipo Crítico

Es todo aquel sistema, equipo o componente cuya falla resultaría, permitiría o contribuiría a originar una exposición al personal a una cantidad suficiente de sustancias peligrosas, lo cual resultaría en una lesión seria o la muerte, en un daño considerable a las instalaciones y al medio ambiente.

Existen diferentes criterios para identificar los equipos, sistemas o componentes críticos:

- Criterio 1: Para evitar pérdida de contención
 - Tanques, separadores, intercambiadores, intercambiadores, válvulas, venteos, etc

- Criterio 2: Ayudan a asegurar la contención durante operación normal
 - Discos de ruptura, válvulas de seguridad, protección catódica, sistemas de enfriamiento o calentamiento

- Criterio 3: Aseguran el cierre o paro seguro
 - Todos los equipos, sensores, elementos primarios de control que formen el sistema de protección automático, sistema de paro de emergencia manual, válvulas de aislamiento en caso de incendio, alarmas y controles de seguridad del proceso que requiera la intervención del operario

- Criterio 4: Aseguran el desfogue controlado de sustancias peligrosas
 - Sistemas de quemadores, sistemas lavadores de gases/polvos

- Criterio 5: Aseguran la detección o respuesta de la gente a desfogues de sustancia peligrosas
 - Sistemas de detección de humo y gases, sistemas de alarma de emergencias, evacuación, incendio, sistemas de radio y comunicaciones

- Criterio 6. Al activarse reducen el potencia o minimizan los desfogues peligrosos, incendios y explosiones

- Sistemas contra incendios, sistema de supresión de explosiones, puertas contra fuego, sistemas de ventilación
- Criterio 7: Elementos secundarios de contención
 - Diques, drenajes, puertas contra fuego, sistemas de protección contra estática y pararrayos
- Criterio 8 : Ayudan a mantener una operación segura
 - Sistemas de suministro de nitrógeno para inertizado, sistemas de aires para instrumentación, sistemas de respaldo de energía: UPS, generadores, sistemas de baterías

3.1.2.1.3 Documentación de Proceso, equipos y sistemas críticos

Todas las actividades de integridad mecánica y aseguramiento de la calidad se basan en saber y conocer el diseño del equipo o sistema que va a ser comprado, inspeccionado o mantenido, por lo que la información de diseño debe en todo momento ser correcta y actualizada. No es correcto que la información se actualice una sola vez, es necesario un riguroso control de cambios, que estén disponibles y accesibles en cualquier momento, ser utilizada para la elaboración de procedimientos y programas de mantenimiento y ser utilizadas para capacitación de personal.

El archivo para cada equipo crítico deberá contener lo siguiente:

- PID's, marcar con otro color el equipo crítico
- Información sobre diseño, compra, inspección o mantenimiento
- Diagramas de flujo de los procesos, incluyendo balances de materia y de energía

- Cálculos para cada equipo
- Planos y hojas de especificaciones de equipos
- Especificaciones de los equipos
- Las capacidades de los recipientes
- Los planos de los proveedores y los planos certificados de equipo
- Materiales de construcción
- Sistemas de alivio
- Instrumentación
- Sistemas de protección de seguridad (diagramas eléctricos esquemáticos de interlocks, detección y supresión, etc.)
- Diagramas eléctricos
- Clasificaciones eléctricas
- El diseño de sistemas de ventilación
- Sistemas de protección contra incendios
- Procedimientos, programas y reportes de inspección de aseguramiento de calidad
- Códigos y normas de diseño
- Manual de proveedor
- Planos civiles y arquitectónicos
- Análisis de flexibilidad de tuberías
- Colgantes y soportaría especial
- Códigos de aislamiento
- Etc

3.1.2.1.4 Tareas Críticas

La tarea crítica es el trabajo de mantenimiento efectuado en un equipo crítico que es requerido para mantener la seguridad integridad tanto del equipo,

de la persona que lo opera como para la protección del medio ambiente. Previo a la elaboración de procedimientos de mantenimiento se deben identificar las tareas críticas para la seguridad de la operación o proceso de acuerdo a:

- Revisión de equipo crítico
- Identificar y decidir cuales son las tareas sobre el equipo crítico. Para estas se necesitan procedimientos escritos

3.1.2.1.5 Fichas de mantenimiento

Para cada equipo crítico determinado y de acuerdo a las tareas críticas determinadas se deben realizar rutinas de mantenimiento de acuerdo a un cronograma bien definido las fichas de Mantenimiento. (ver figura 12). Por lo general una ficha de mantenimiento deben llevar:

- Identificación del equipo o sistema
- Descripción de actividad
- Frecuencia de mantenimiento
- Tipo de mantenimiento

Figura 15. Ficha de Mantenimiento

Orden	Descripción Actividad	FRECUENCIA				
		Diario SSR	Servicio Menor 200 hrs.	Servicio Mayor 2,500 hrs.	Medio Overhaul 7,500 hrs.	Overhaul 15,000 hrs.
	MOTOR ELECTRICO					
	Sistema de Arranque					
1	Revisión recalentamiento líneas de potencia				x	
2	Revisión contactos fijos y móviles del arrancador magnético				x	
3	Revisión de Bobina de arrancador				x	
4	Prueba de aislamiento líneas de potencia hacia motor				x	
5	Apretar tornillería				x	
6	Estado físico de protectores térmicos				x	
7	Ajuste y calibración de protección térmica				x	
8	Limpieza contactos de botonera local y de campo				x	
9	Revisión de tubería o canaleta eléctrica					
	MOTOR ELECTRICO					
10	Desarme de motor					x
11	Prueba de aislamiento de estator					x
12	Revisión por rosamientos de rotor					x
13	Cambio de cojinetes					x
14	Lavado Secado y Barnizado de estator					x
15	Revisión del estado físico del acople					x
16	Revisión del estado físico de líneas de entrada al motor					x
17	Armar motor					x
18	Prueba en vacío del motor					x

3.1.2.1.6 Procedimientos de mantenimiento

El jefe de cada área junto con su grupo de mantenimiento preparará procedimientos comunes e instrucciones operativas que cubran la mayoría de las habilidades comunes y las tareas críticas. Muchos de estos procedimientos podrán ser usados junto con las instrucciones de fabricación o manual del mantenimiento del fabricante. Los procedimientos deberán proporcionar los pasos para la preparación y ejecución del trabajo.

Los procedimientos de mantenimiento observarán los mismos lineamientos que los procedimientos operativos y tanto mecánicos, técnicos, electricistas, contratistas deberán cumplirlos.

3.1.2.1.7 Programas de mantenimiento preventivo

Cada jefatura de área deberá establecer un programa de mantenimiento preventivo para la seguridad del proceso con los equipos críticos consistente en inspecciones y pruebas. Deberá programarse las intervenciones o cambios de piezas según intervalos predeterminados de tiempos.

Los objetivos del mantenimiento preventivo son proporcionar un programa de administración del mantenimiento que permita el tiempo máximo de funcionamiento de las instalaciones peligrosas, con un costo y mantenimiento mínimos y con la máxima seguridad. Con un programa de mantenimiento preventivo se aseguran las inspecciones periódicas y las reparaciones rápidas.

3.1.2.1.8 Inspecciones y pruebas

Cada jefatura de área debe establecer una guía para la implementación de un programa de servicio interno de inspección y prueba que asegure que todos los equipos y sistemas críticos están en condición de operación segura y dentro de los requerimientos aceptados. Pueden ser usadas varias técnicas para la detección de defectos y fallas; inspecciones visuales, monitores de espesores, detección de imperfecciones, identificación de la aleación, detección de fugas, pruebas de dureza y pruebas destructivas.

El grupo de mantenimiento deberá desarrollar un programa de inspección y prueba que incluya la siguiente información:

- Modo de falla o deterioro de lo inspeccionado:
- Métodos de inspección y prueba a ser usados
- Alcance de la inspección o parte específica a ser inspeccionada
- Frecuencia de la prueba o resultados de la inspección
- Calificaciones requeridas para inspectores
- Pruebas de referencia o procedimientos de inspección
- Procedimientos de referencia, si la preparación de equipo especial es necesitada
- Consideraciones especiales de seguridad

Además debe establecer la frecuencia de las pruebas, basándose en la experiencia que tiene del deterioro como resultado de las condiciones de operación y los registros del fabricante del equipo nuevo. Deberá basarse también en las frecuencias recomendadas en normas internacionales como API, ANSI, NFPA etc. Por último deberá tener un sistema de registro (base de datos) adecuado que contenga como mínimo la siguiente información.

- Nombre del equipo e identificación
- Fecha de prueba o inspección
- Nombre del inspector/examinador
- Descripción de la inspección (método usado)
- Resultados de la inspección/prueba
- Códigos/estándares/procedimientos aplicados
- Conclusiones y recomendaciones

3.1.2.1.9 Revisiones de Pre-arranque

Las revisiones de la seguridad previas al arranque de cualquier proceso, equipo o instalación son una verificación final del equipo nuevo o modificado para confirmar que todos los elementos apropiados de la seguridad del proceso hayan sido atendidos satisfactoriamente y que la instalación se encuentre en condiciones seguras de operar.

Las revisiones de seguridad previas al arranque se hacen a instalaciones nuevas o modificadas cuando la modificación es tal que obliga a cambiar la información de los análisis de Riesgo de los procesos originales. Estas revisiones también confirman que todos los elementos del análisis se atendieron debidamente:

- La información sobre la seguridad del proceso se documentó, se comunicó y está a disposición del personal de la instalación
- Los estudios sobre seguridad, salud y medio ambiente son apropiados
- La construcción y el equipo cumplen especificaciones de diseño

- Los procedimientos de seguridad, de operaciones, de mantenimiento y de emergencia están listos, aprobados y son adecuados y congruentes con la información sobre la seguridad del proceso
- Cada empleado de operaciones y de mantenimiento ya está debidamente capacitado
- Se realizaron los ARP para las instalaciones nuevas o modificadas. Las instalaciones modificadas deben cumplir con los requisitos el procedimiento de administración del cambio Las recomendaciones de los ARP se atendieron y las acciones necesarias para el arranque ya se llevaron acabo
- Ya se establecieron sistemas de integridad mecánica y los calendarios para las pruebas y las inspecciones del equipo están completos y listos

Las revisiones de pre-arranque deben ser realizadas por un equipo

multidisciplinario. Este equipo debe:

- Generar una o varias listas de control de riesgos previas al arranque
- Asignar responsabilidades al persona apropiado para el seguimiento del la revisión de las listas de control a fin de asegurar que se hayan tomado en cuenta las recomendaciones antes de arrancar el proceso
- Confirmar que la instalación esta segura par ser puesta en marcha
- Documentan la revisión previa al arranque firmada por cada miembro del equipo de revisión y debidamente autorizadas.

3.1.2.2 Aseguramiento de la calidad

Se debe asegurar la adecuada calidad de los materiales y partes de repuesto como son: sujetadores, pines, accesitos de tubería , juntas, empaques, válvulas, placas, láminas, barras ,tubos, varillas, rapamientos, sellos mecánicos, o-rings, válvulas de control, instrumentos , soldadura, consumibles, etc. Es necesario proveer de procedimientos de control de calidad que garanticen las especificaciones de diseño de todos los materiales partes de repuesto de mantenimiento.

Los materiales críticos son partes fabricadas y utilizadas como materiales específicos en procesos donde hay componentes de seguridad críticos, que si fallan, comprometerían los márgenes de seguridad necesarios para prevenir un incidente en el proceso. La tabla IX muestra ejemplos de cómo llevar el control sobre problemas en materiales críticos.

Tabla VI. Problemas de los materiales críticos

PROBLEMAS DE LOS MATERIALES CRITICOS		
Problema	Consecuencia	Solución
Sujetadores: Falta de control en artículos fabricados provocó utilizar tornillos con seguro de grado equivocado en una válvula	Válvula falló y derramó ácido sulfúrico y una persona resulto lesionada	Proveedores autorizados utilizarán estándares específicos
Bridas: Bridas equivocadas despachadas con diferente especificación, fueron utilizadas en instalaciones	Caro proceso de búsqueda para sacarlas de servicio en la diferentes plantas	Asegurarse que todos los proveedores estén calificados y que tengan procedimientos de calidad adecuados
Cambio de diseño con información confusa de la base de datos provoco que se ordenaran rodamientos equivocados para un ventilador	El ventilador falló prematuramente	Auditar las bases de datos cuidadosamente para asegurar que los cambios sean actualizados

3.1.2.2.1 Identificación de servicios y materiales o partes de repuesto

Una inapropiada descripción de materiales de mantenimiento y partes de repuesto, además de un proveedor inadecuado, incrementa el potencial de un incidente de seguridad del proceso (por bajo costo) o gasto innecesario (por no saber o sobre especificar). La persona encargada de requisición de materiales y partes requiere de entrenamiento. La capacitación es importante para asegurar que los materiales sean especificados según lo requerido.

Para evitar el pedido de un repuesto o componente inadecuado la jefatura de mantenimiento deberá auditar la información contenida en las requisiciones de materiales y/o servicios, reduciendo así la probabilidad de un incidente por uso de un material fuera de especificación o un proveedor no certificado. Las actividades del comprador serán las siguientes:

- Revisar si la requisición de materiales es explícita y entendible incluyendo el dibujo de fabricación o requerimientos de servicio
- Solicitar la pieza o servicio indicándole al proveedor que debe proporcionar la siguiente información cuando entregue el material a bodega:
 - Dibujo o plano de fabricación con medidas finales de pieza maquinada
 - Certificado de calidad de los materiales utilizados
 - Certificado de garantía de equipo y material entregado
 - Reporte de tratamientos térmicos aplicados cuando se requiera
 - Identificar pieza o equipo con número de serie
 - Reporte de balanceo dinámico

- Métodos de Pruebas e inspecciones realizadas
- Códigos y estándares seguidos
- Cualquier consideración espacial de seguridad
- Instrucciones para aquellos que van a preparar el equipo o sistema

3.1.2.2.2 Selección del proveedor

Se debe identificar a los proveedores autorizados para ayudar al área de trabajo a obtener por parte de ellos, garantía, programa de calidad, descuentos económicos, asistencia técnica. Los proveedores deben ser clasificados en 2 categorías:

- Proveedor aprobado: deben ser usados cuando puedan proveer los productos requeridos. El jefe de área debe monitorear los registros de estos proveedores en cuanto a tiempo de entrega, precios del producto, exactitud del pedido, soporte técnico. Para la aprobación de un proveedor se podrá pedir la documentación necesaria que avale que cuenta con un sistema de aseguramiento de la calidad de los materiales de acuerdo a las normas API, ASTM, ANSI, ASME.
- Proveedor no aprobado: Estos deben ser usados únicamente par cubrir una necesidad de compra no satisfecha por un proveedor aprobado, el jefe de área decidirá si este puede proporcionar el producto especificado.

3.1.2.2.3 Recepción de materiales y equipo

Se debe establecer el estándar mínimo esencial para la recepción de materiales y parte de repuestos para establecer un nivel de la calidad de los

componentes y partes críticas. El proceso de recepción de materiales y equipo debe incluir:

- Etiquetar los materiales críticos
- Verificar la certificación, la papelería debe coincidir con las especificaciones
- Verificar las medidas
- Realizar análisis químicos apropiados utilizando técnicas analíticas cuantitativas y cualitativas
- Verificar las propiedades mecánicas, realizando pruebas mecánicas apropiadas
- Rechazar los materiales que no cumplen con las especificaciones

3.1.2.2.4 Inspección de especificaciones

Cada área de trabajo debe designar un técnico encargado de recepción de equipo crítico, el junto con el jefe de área tendrá la responsabilidad de inspeccionar y decidir si cumple o no con las especificaciones mínimas requeridas. El alcance de la inspección esencial mínima para la recepción es el siguiente:

- Inspección solamente del cumplimiento de las especificaciones acordadas
- Si estas representan las condiciones mínimas. Cualquier inspección esencial mínima para la recepción (propiedades químicas, pérdida de espesores) necesita ser efectuado por alguien con el conocimiento técnico en el área de trabajo, no necesariamente por el proveedor

- Estas inspecciones están basadas en los estándares que puedan ser generalmente recomendados y aceptados por las mejores prácticas de ingeniería.

3.1.3 Personal

3.1.3.1 Capacitación continua

Un requisito para lograr que el equipo y la maquinaria del proceso operen en forma segura consiste en contar con personal debidamente capacitado y que se desempeñe en la forma correcta. Los empleados también deben estar en buenas condiciones físicas, mentalmente alertas y ser capaces de usar su criterio para cumplir apropiadamente las estas prácticas.

Cada jefe de área debe realizar un inventario de las habilidades básicas necesarias para desempeñar cada uno de los puestos que tiene a su cargo y brindar la capacitación necesaria en esas habilidades para garantizar que todo el personal tenga cuando menos un nivel mínimo de competencia. Debe también realizarse un programa de capacitación que explique cada uno de los componentes de la disciplina operativa.

La política de capacitación debe garantizar que todo empleado que intervenga en la operación de un proceso actual o uno nuevo sea capacitado. Dicha capacitación debe hacer hincapié en los riesgos específicos para la seguridad, salud, medio ambiente además de las operaciones de emergencia (inclusive el paro del proceso) y los procedimientos operativos.

El programa de capacitación debe incluir los siguientes elementos básicos:

- Cursos de capacitación, explicando como y por que los procedimientos están redactados como lo están.
- Practica de capacitación en el campo, para completar lo aprendido en los cursos de capacitación y para mostrar el “ como “ y por que”
- Demostración práctica por medio de simulacros.
- Examen de calificación (que incluya un examen escrito y de ser posible uno práctico). Esto garantizará que el empleado haya comprendido la capacitación

La capacitación recibida debe quedar debidamente documentada. El responsable del área debe asegurar que estos registros incluyan una descripción del material cubierto en el curso, quién lo impartió, la fecha del curso y los medio para verificar que el empleado entendió la capacitación (examen teórico y práctico).

Brindar capacitación y realizar prácticas específicas de respuesta a emergencias en forma periódica. Dicha capacitación debe abarcar el procedimientos de paro, evacuaciones, recuentos de personal, notificación de partes involucradas (gobierno, autoridades locales, medio ambiente), labores de combate contra incendios, etc.

Aunque todas los demás componentes de la Disciplina Operativa estén en su lugar, si el personal no está capacitado ni actúa como debe ser, las oportunidades de operar el proceso en forma segura se reducirán muchísimo. Especialmente en el manejo de materiales peligrosos los empleados deben estar aptos para esa labor.

3.1.3.2 Análisis y difusión de incidentes

Los incidentes graves, tanto reales como potenciales, tienen grandes probabilidades de repetirse a menos que se tomen medidas positivas. Para mejorar la seguridad en forma continua, se debe realizar una investigación agresiva y a fondo de todos los incidentes reales y potenciales. Se debe definir y tener disponible un procedimiento para la investigación de los incidentes/accidentes antes de que estos ocurran explicando:

- Que es un incidente
- Quien debe investigarlo
- Como debe comunicarse
- A quién debe comunicarse

La investigación de un incidente debe iniciarse lo más pronto posible. Ello es esencial para recabar la información antes de que esta se evapore. El equipo debe ser multidisciplinario y de ser posible debe incluir representantes ajenos al área donde ocurrió el incidente así como personas de esta. Al menos una persona debe ser experta en el proceso en cuestión.

Cualquier incidentes o accidentes incluyendo la investigación de fugas catastróficas o potencialmente catastróficas de productos peligrosos debe iniciarse antes de transcurrir 48 horas de ocurrido el incidente. Los informes de las investigaciones de los incidentes deben incluir como mínimo:

- Fecha del incidente y fecha de inicio de la investigación.
- Descripción del incidente.
- Información objetiva extraída de la investigación, incluida la cronología apropiada y los hechos pertinentes.

- Causas y factores contributivos: investigar las causas “raíz.”
- Conclusiones y recomendaciones surgidas de la investigación, incluidas sus fechas límite y los responsables de darles seguimiento.
- Elementos de la Disciplina Operativa que deban reforzarse para prevenir una repetición.
- Aprobaciones y autorizaciones.

Debe establecerse un sistema que asegure el seguimiento y la conclusión de todas las recomendaciones del informe de la investigación del incidente por todos los grupos involucrados. Las medidas correctivas tomadas se documentan y se conservan en el expediente del informe del incidente. Los informes de los incidentes se revisan y se comunican con todo el personal de operaciones, mantenimiento y demás funciones (inclusive el de los contratistas) cuyas asignaciones de trabajo se encuentren dentro del perímetro en que ocurrió el incidente.

Los informes de los incidentes o accidentes importantes se convierten en parte permanente de los expedientes de información sobre la seguridad de los procesos y estos deben comunicarse a todas las áreas de la industria, esto garantizará que los empleados estén concientes de las causas que originaron este suceso y evitar así su repetencia. Los informes de incidentes o accidentes de fugas catastróficas o potencialmente catastróficas de productos peligrosos deben conservarse por lo menos 5 años.

3.1.3.3 Contratistas

Todas las tareas deben terminarse en forma segura y realizarse de acuerdo con los procedimientos establecidos y/o las prácticas seguras de

trabajo, de conformidad con los principios de una buena administración de la Disciplina Operativa, sin importar que las tareas sean realizadas por personal del propio lugar o por personal contratado para el caso. Las responsabilidades clave de cada área de trabajo y del contratista son:

- Como parte de su proceso de selección, obtener y evaluar información sobre los programas y el desempeño en seguridad del contratista.
- Establecer líneas de comunicación claras entre la jefatura de área y el contratista.
- Informar al contratista sobre los riesgos potenciales conocidos de incendio, explosión o fugas tóxicas relacionados con el trabajo y el proceso del contratista (para aquellos contratistas que vayan a trabajar en o cerca de procesos en que se manejen sustancias peligrosas).
- Informar al contratista sobre las normas generales de seguridad y procedimientos operativos de la instalación, incluidas las prácticas de trabajo seguras para el control de los riesgos y la entrada a las áreas del proceso.
- Comunicarle al contratista el plan de contingencias del área y dar instrucciones claras de su papel en respuesta a una emergencia
- Llevar un registro de las lesiones y las enfermedades de los empleados de planta relacionados con el trabajo del contratista en áreas de proceso y revisar el desempeño en seguridad del contratista en forma periódica.
- Evaluar periódicamente el desempeño del contratista en el cumplimiento de sus responsabilidades como se señala a continuación.

Por su parte, el contratista debe:

- Asegurarse de que cada uno de sus empleados haya recibido la capacitación necesaria en las habilidades del trabajo contratado y este calificado para desempeñarlo con seguridad.
- Asegurarse de que cada uno de sus empleados sea informado acerca de los riesgos potenciales conocidos de incendio, explosión o fuga tóxica relacionados con su trabajo y el proceso.
- Asegurarse de que cada uno de sus empleados reciba capacitación en los siguientes aspectos y que los comprenda:
 - Reglamento de seguridad del lugar
 - Disposiciones aplicables del plan de respuesta y control de emergencias
 - Prácticas de trabajo seguras aplicables del lugar
- Documentar que cada uno de sus empleados haya recibido y comprendido las instrucciones y la capacitación señalada aquí arriba. Los registros de dicha capacitación deben incluir:
 - La identidad del empleado del contratista
 - La fecha de la capacitación
 - El material cubierto
 - Los medios utilizados para comprobar que el empleado comprendió la capacitación
 - La identidad de la persona que impartió la capacitación
- Asegurarse de que cada uno de sus empleados acate el reglamento de seguridad y las prácticas de trabajo seguras aplicables de la instalación.
- Establecer un programa para confirmar que todos sus empleados que trabajen en procesos que manejen sustancias peligrosas estén aptos para el trabajo en cuestión y no se encuentren bajo la influencia de alcohol o drogas

- Avisar al empleador de cualesquiera riesgos únicos que presente el trabajo del contratista o de cualesquiera riesgos que enfrente el trabajo del contratista.

3.1.3.4 Emergencias

Cada área de la operación debe contar con una planeación minuciosa de las emergencias potenciales para que una respuesta efectiva del lugar con la comunidad pueda mitigar el impacto sobre las personas y el medio ambiente. Se debe utilizar los análisis de las consecuencias (ver Análisis de los Riesgos de los Procesos) como una aportación para las labores de planeación y respuesta a las emergencias.

Se debe formular un Plan de Respuesta y Control de Emergencias para el área de trabajo que permita mitigar los efectos potenciales detectados por los análisis de las consecuencias. Ese plan debe tomar en cuenta tanto fugas grandes como pequeñas. El plan debe prepararse en colaboración con las organizaciones de respuesta a emergencias de la comunidad local y debe atender los siguientes aspectos:

- Notificación a las organizaciones apropiadas de respuesta a emergencias y coordinación de las labores con ellas.
- Notificación al personal afectado.
- Notificación a las dependencias apropiadas del gobierno, ambientales y a las autoridades de la comunidad
- Rutas y planes de escape y evacuación.
- Recuento del personal.
- Operaciones de rescate, incluida la ayuda médica.

- Designación de los Centros de Control de Emergencias principal y secundario.

El Plan de Respuesta y Control de Emergencias, también debe explicar las medidas para acabar con cualquier fuga de material peligroso y lograr el control de cualesquiera incendios o explosiones resultantes. Dicho plan debe contener:

- Los procedimientos de cierre por emergencia, incluidos el aislamiento, la ventilación o el purgado, según el caso.
- La activación de los sistemas de emergencia, como los rociadores de agua o los sistemas de extinción.
- Los procedimientos y/o servicios aceptables de reparación de emergencia.
- Activación de la brigada interna contra incendios y/o notificación al cuerpo local de bomberos.
- Cierre de las instalaciones adyacentes según convenga.
- Cercado de las instalaciones afectadas.
- Activación de los procedimientos de limpieza de derrames.

El plan también debe definir a las personas o los puestos responsables de llevarlo a cabo y coordinarlo. El plan de capacitación del personal del lugar en la pronta y eficiente implementación de los planes de emergencia anteriores. Por último se deben efectuar simulacros de emergencias con la frecuencia que convenga e involucrar a las organizaciones locales de respuesta a emergencias en simulacros del lugar con la frecuencia que convenga.

3.1.3.5 Desviaciones a la Disciplina Operativa

Se debe definir una política de sanciones por incumplimiento de la Disciplina Operativa. Cuando el sistema alcance un grado de madurez adecuado. Se podría mencionar un nivel 4 (ver capítulo 5, niveles de implementación) es posible que sea necesario empezar a aplicar sanciones en contra de los que no sigan procedimientos o que su actitud comprometa la seguridad personal de instalaciones y medio ambiente. Esa política debe ser definida por la gerencia general, debe ser comunicada a todo nivel y quedar documentada

3.1.3.6 Motivación y Reconocimientos

Un factor crítico en todo proceso de cambio, es la motivación, regularmente lo más difícil de lograr. En una organización motivada toda la Gerencia participa a fondo en las actividades de la Administración de la Disciplina Operativa. La gerencia predica con el ejemplo y cada empleado está comprometido a tener un buen desempeño en Disciplina Operativa.

Todos y cada uno de los aspectos de la Disciplina Operativa (DO) reflejan la motivación de la alta Gerencia y su influencia sobre la organización de línea. El mejor método de motivación consiste en lograr que los empleados participen en la Administración de la Disciplina Operativa. Amarrar los indicadores de desempeño y bonos con el desempeño y resultado de los indicadores de Disciplina Operativa también son un medio apropiado de motivación.

3.1.3.7 Auditorias

Las auditorias proporcionan una medición del cumplimiento del programa de Administración de la Disciplina Operativa. Las observaciones en el campo generan datos para comparar el desempeño contra los estándares establecidos. Todos los elementos del programa de DO se someten a auditorias periódicas por parte de la gerencia del lugar y de la corporación. Incluyen retroalimentación positiva sobre los puntos fuertes importante así como retroalimentación correctiva sobre las áreas que requieren mejorarse.

Se debe establecer la frecuencia para todas las auditorias y cumplirlas. Generalmente al inicio de la implementación se recomienda auditorias semestrales. Con forme el sistema vaya subiendo de nivel podría realizarse anualmente En las auditorias deben participar la organización de línea, desde la cima hasta la base, es el corazón del programa de auditorias. También pueden se realizadas por personas ajenas al área de trabajo, profesionales en seguridad o por integrante de alguno de los comité de DO.

Para que las auditorias no omitan un solo elemento de la disciplina Operativa se debe tomar como base las tablas de auto evaluación para los niveles de implementación mostradas en el capítulo 5. Las faltas de cumplimiento que se descubren se atienden y se corrigen de inmediato a los más pronto posible. Las auditorias de cumplimiento del sistema DO deben realizarse cuando menos cada año con el propósito de verificar que los procedimientos y las prácticas sean las adecuadas y se acaten, además:

- Requieren certificar la terminación de la auditoria.
- Las realiza un equipo que cuando menos tenga un miembro experto en el proceso auditado.

- Requiere elaborar un informe de los hallazgos.
- Debe documentarse la pronta atención de las deficiencias.
- Debe documentarse la corrección de las deficiencias.

Deben conservarse los informes de las dos auditorias y correcciones de deficiencias más recientes

3.1.3.7.1 Auditorias diarias

El objetivo de las auditorias diarias es detectar y corregir actos y condiciones inseguras. Cada jefatura de área deberá realizar un programa que involucre a todos los empleados a su cargo.

El índice de actos seguros (IAS) es un indicador del desempeño diario del área en materia de seguridad y mide la relación entre el personal observado realizando actos inseguros versus el total de trabajadores seguros del área. Los actos inseguros se califican de acuerdo a la potencialidad de la lesión o daño al equipo o ambiente que puedan causar, la tabla 7 muestra estos valores

Tabla VII. Ponderación del acto inseguro según potencialidad de lesión

Factor	Descripción
0.33	Violación a normas o regla que tienen poca probabilidad de causar lesión
1.0	Violación a norma o regla que tienen alta probabilidad de causar lesión
3.0	Violación a norma o regla que va a causar lesión o daños severos

El registro de IAS debe llevar como mínimo (ver figura16):

- Número de personas observadas
- Factor de severidad del acto inseguro
- Descripción del acto inseguro
- Medida correctiva
- Condiciones inseguras encontradas
- Recomendaciones
- Condiciones inseguras solucionadas en el momento
- Fecha de terminación de recomendaciones
- Responsable de darle seguimiento a las recomendaciones

Figura 16. Formato de auditorias diarias

AREA: CAMPO XAN
AUDITORIAS IAS

Departamento COMPLETACION Fecha 01/10/2006
 Campamento POZO XAN 10 TORRE CABOT 550 Personas Que Realizaron La Auditoria Juan Perez

INDICE DE ACTOS SEGUROS (IAS)

Número de Personas	Factor de Severidad	Descripción del Acto inseguro	No. de personas x F.S.	Acción Correctiva
1	1.00	Conduciendo ginpoole con Subestructura solo sin ayudante	1	Se le recomendó llevar siempre ayudante
1	1.00	Limpiando roscas de tubería suspendida de montacargas	1	Se le pidió que bajara la tubería
4	1.00	Apoyandose en la rejilla de contraposo sin estar atados	4	
5	1.00	Iniciando operaciones de traslado sin ART	5	Se mandó e-mail a Gerencia haciendo la observación
11			11.00	
Personas seguras			39	
Total de personas observadas			50	
Índice de actos inseguros (IAI)			22.00	
			78.00	

CONDICIONES INSEGURAS

Hallazgo	Recomendación	Fecha	Responsable

ACCIDENTES / INCIDENTES OCURRIDOS EN EL ÁREA EVALUADA

Ninguno

AVANCE DE CORRECCION DE HALLAZGOS

Hallazgos encontrados	0
Hallazgos Solucionados	0
% cumplimiento	

OBSERVACIONES

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Establecimiento de una nueva cultura organizacional

Una eficaz implementación comienza con el establecimiento de una cultura en la industria petrolera que conceda un gran valor a la seguridad, salud y el medio ambiente. Esta cultura es fomentada por el compromiso de la gerencia general y por el nivel de comprensión que los empleados tengan sobre el sistema de Disciplina Operativa. La política de seguridad debe ser comunicada como una condición de empleo y las metas deben ser fijadas de una manera clara y objetiva.

Tanto la política como los objetivos deben ser comunicados involucrando a los empleados de todo nivel. La responsabilidad de línea es crucial en esta comunicación, en el seguimiento de la implementación y la corrección de posibles desviaciones a la disciplina operativa. El sistema DO está diseñado para que cada jefatura de área asuma la responsabilidad de la implementación así como del seguimiento del programa. La responsabilidad de línea debe tomar como suyo el sistema DO y debe ser aceptado como parte integral de la operación de su área.

4.2 Gerencia General

4.2.1 Compromiso y Liderazgo

Una vez que la política de la compañía ha sido comprendida por todos, la gerencia debe demostrar su compromiso con esa política proporcionando a la organización corporativa y a la gerencia de línea su apoyo a las actividades de

la seguridad de los procesos, además los recursos necesarios para hacer de la política una realidad.

La alta gerencia debe hacer patente su apoyo mediante una participación personal activa en las labores de seguridad de los procesos y una comunicación de la necesidad de esforzarse continuamente por mejorar la seguridad de los procesos. Los estándares de desempeño en seguridad de los procesos y la responsabilidad de alcanzar objetivos específicos deben ser claramente establecidos por todo aquello que tenga responsabilidades relacionadas con la seguridad de los procesos, desde la alta gerencia hasta los operadores de los procesos.

La gerencia debe establecer programas que permitan controlar aquellas operaciones que manejen materiales peligrosos, con el fin de prevenir incidentes graves y catástrofes. Se debe mantener un ambiente de fuerte Disciplina Operativa con el fin de que todas las actividades se lleven a cabo de la manera correcta todo el tiempo. La gerencia debe exigir Disciplina Operativa y auditar a la organización para asegurarse del cumplimiento de dichos programas.

4.3 Organización

4.3.1 Política de seguridad

La política de seguridad de la industria petrolera en Guatemala está bien definida y es congruente con los objetivos de la implementación de la Disciplina Operativa. Cada empleado deberá aplicarla a diario, se trate de Gerentes, Supervisores y obreros. La alta gerencia al formular la política, explica con claridad los principios que deben regir todas las decisiones que afecten el

desempeño en Disciplina Operativa. Sin esta política la Disciplina Operativa pasará a un segundo término cuando se vuelvan prioritarios otros intereses de la operación.

La formulación de la política de salud y seguridad dice así: “La salud y seguridad tienen para nosotros una importancia primordial. Es esencial que llevemos a cabo nuestras actividades de manera que en todo momento protejamos la salud de nuestros empleados, contratistas y en general de todos aquellos relacionados con nuestras operaciones y a su vez garanticemos su seguridad”. La Política de seguridad debe ser comunicada a todo nivel y debe ser una condición de empleo.

4.3.2 Metas y Objetivos

Administrar la Disciplina Operativa como administrar los demás aspectos de la de la operación implica fijar metas y objetivos de desempeño. Las metas establecen el norte y la dirección Global del esfuerzo; los objetivos definen los pasos inmediatos necesarios para alcanzar estas metas. Mediante esas metas y esos objetivos se estimula a la organización para que formule y organice las distintas actividades de la DO en un esfuerzo coherente.

Los objetivos en cuanto a seguridad en la industria también están bien definidos y es responsabilidad de cada área de trabajo lograrlos:

- Ningún herido, ninguna enfermedad profesional, ningún paro de actividades
- Respeto total a la seguridad, salud y medio ambiente en todas las operaciones, decisiones e instrucciones

- Respeto total de los estándares de la industria petrolera internacional y de las leyes y reglamentos del país.

Además cada jefatura de área deberá realizar su plan de acción para alcanzar sus objetivos de acuerdo a los niveles de implementación de la Disciplina Operativa (ver capítulo 5). Las metas son fijadas para cada uno de los componentes de la Disciplina Operativa y deberá indicar las acciones, responsables y recursos para alcanzarlas. La tabla IX muestra el plan para alcanzar las metas en el componente de tecnología

Tabla VIII. Plan de acción para alcanzar determinado nivel de implementación

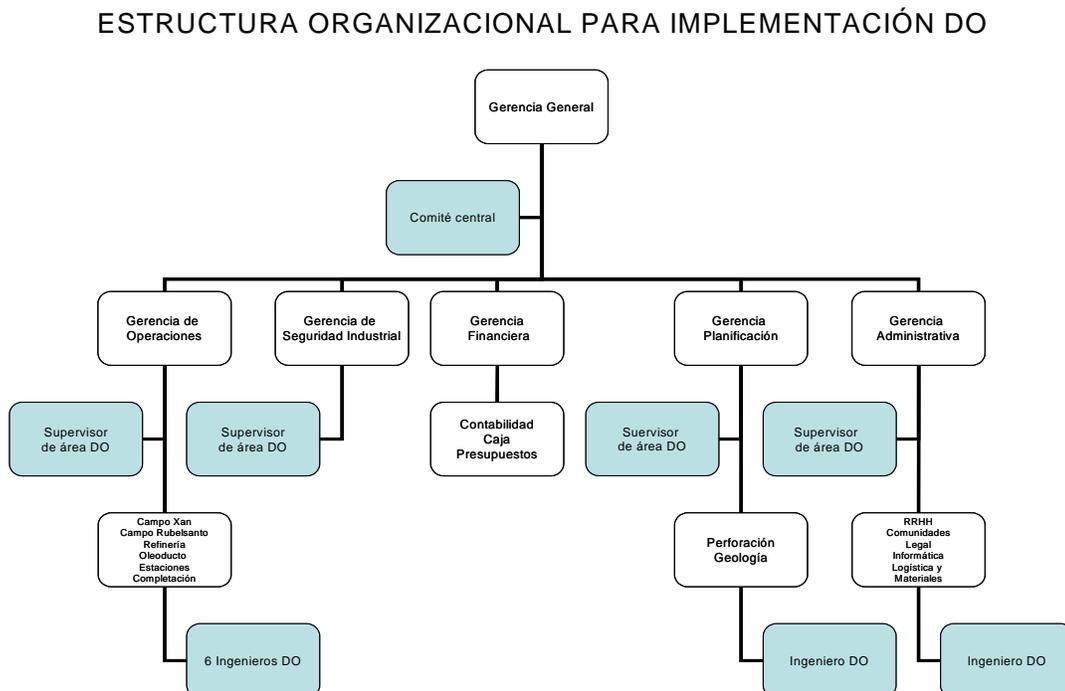
OBJETIVOS DO AÑO 2006				
Tecnología			Campo: Xan	
Componente	Nivel Meta	Acciones	Responsable	Recursos necesarios
Integridad Mecánica	2	<ul style="list-style-type: none"> • Definir equipo crítico • Documentación de especificaciones de equipo • Creación de fichas técnicas para equipo crítico • Definir rutina de mantenimiento • Implementar ordenes de trabajo • Registros de mantenimiento • Base de datos 	Jefe de área Comité de Tecnología del proceso Ingeniero DO	Manuales de equipo de operación y mantenimiento, manuales de partes normas Normas API,
Análisis de Riesgo del Proceso	2	<ul style="list-style-type: none"> • Definir procesos críticos • Crear un grupo multidisciplinario • Realizar 3 ARP's de los procesos más críticos de la planta • Formular recomendaciones 	Jefe de área Comité Tecnologías del proceso	Manuales, planos, diagramas de flujo, Unifilares,

4.3.3 Estructura del sistema

Para poder implementar la Disciplina Operativa a la operación de la industria petrolera se deberá formar un comité central que de las directrices de la implementación. Además cada Gerencia de área deberá contar con un supervisor DO que audite la implementación y cada jefatura de área contará con el apoyo de un Ingeniero DO. La figura 17 muestra el organigrama propuesto para una implementación eficiente.

La estructura del sistema DO debe encajar perfectamente con la estructura organizacional base. No será necesario contratar nuevo personal, cada uno de los puestos será ocupado por personal clave del área, muy conocedor de la operación quién sumará a sus funciones las diferentes actividades que deberá ir desarrollando en apoyo a la implementación de la Disciplina Operativa.

Figura 17. Estructura organizacional para la implementación de la DO

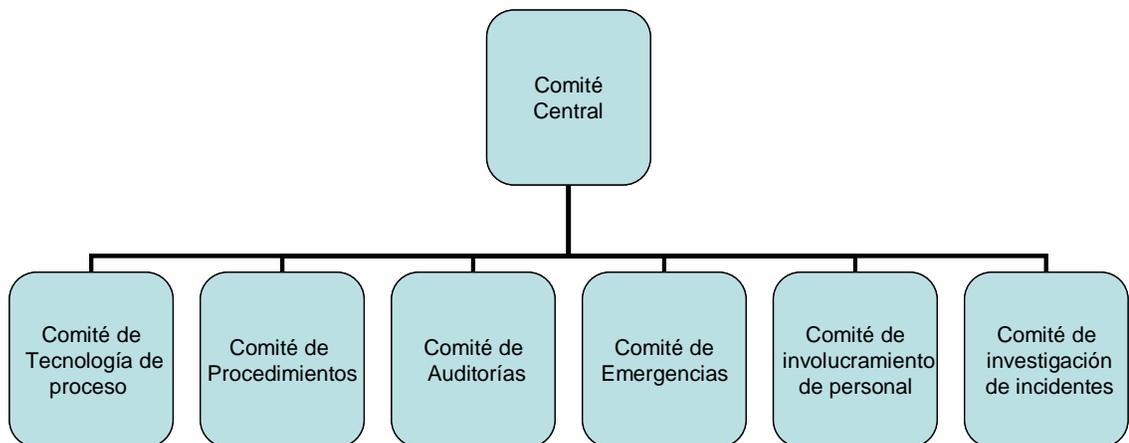


4.3.3.1 Comité Central

El comité central debe ser dirigido al inicio de la implementación por la Gerencia General, de acá se generan las directrices del sistema para que descendan en forma de cascada a todos los niveles de la organización. Para que las directrices lleguen a todas las áreas de la operación el comité central lo conformarán 6 comités que lo apoyarán como se muestra en la figura 18.

El comité central debe coordinar con los coordinadores de cada comité y las jefaturas de área la implementación del sistema y darle seguimiento al proceso por medio de auditorías constantes. Después de que el nivel de implementación alcance un nivel 3 (ver capítulo 5, niveles de implementación) el Gerente General nombrará a un Gerente de Disciplina Operativa para que coordine las actividades del comité central.

Figura 18. Estructura de los comités de Disciplina Operativa



El comité central en coordinación con las jefaturas de cada área de la operación, dará las directrices y definirá objetivos claros y medibles del nivel que se desea alcanzar y el tiempo para lograrlo para cada uno de los

componentes de la Disciplina Operativa. Cada uno de los comités tendrá objetivos concretos y una serie de actividades en apoyo al sistema. Los comité trabajarán como asesores de cada de área para lograr los resultados requeridos.

El comité central debe presidir una reunión mensual en donde cada uno de los subcomités reportará el avance de la implementación de la Disciplina Operativa en cada área de trabajo sistema. Además cada jefatura de área deberá reportar su desempeño en seguridad por medio de los indicadores del desempeño mostrados en el Capítulo 5.

4.3.3.2 Comités

Para administrar la implementación de la Disciplina Operativa se deben crear 6 comités que apoyen la comunicación a todo nivel de cada uno de los componentes del programa. Quien coordine cada comité debe trabajar en conjunto con la jefatura de área para lograr los objetivos del sistema DO, deben incluir personal a todo nivel y brindar la oportunidad de reunirse con regularidad para fijar políticas y analizar asuntos relacionados con la DO.

4.3.3.2.1 Función de los comités

Cada comité deberá tener un coordinador y por los menos 3 integrantes más. Es recomendable que cada comité esté integrado por personal clave en la organización y se deberá buscar líderes positivos y concedores de la operación de diferentes áreas para que logren comunicar los lineamientos de la implementación, también deberán lograr que el involucramiento del personal haciendo que la gente participe en el proceso, designándoles actividades

concretas y por último apoyar a cada jefatura de área en la implementación de cada elemento de la DO.

A continuación se describen los objetivos y las funciones concretas de cada uno de los subcomités

- **Comité de tecnología del proceso:**

Los objetivos del comité son:

- Identificar, evaluar y controlar los riesgos inherentes a cada uno de los procesos y operaciones riesgosas de una manera metódica para prevenir incidentes catastróficos en instalaciones nuevas, procesos existentes, cambios de tecnología y las instalaciones actuales.
- Eliminar lesiones y minimizar daños al personal y a las instalaciones como resultado de un riesgo de proceso
- Eliminar riesgos por cambios a la tecnología de los procesos o instalaciones y personal y controlar adecuadamente los movimientos de personal.
- Mantener actualizada la información y todo lo referente a tecnología de procesos

Entre sus actividades principales están:

- Desarrollar una guía para la realización de los estudios de riesgos en los procesos
- Formación de equipos multidisciplinarios para la realización de los análisis

- Identificar los riesgos asociados con los procesos u operaciones que pueden generar explosiones, fuegos o fugas de materiales tóxico o generara lesiones graves múltiples
- Analizar como administrar riesgos
- Desarrollar recomendaciones prácticas para eliminar y controlar los riesgos
- Establecer procedimientos escritos para administrar los cambios a fin de que se tomen en cuenta los aspectos de seguridad antes de realizar cualquier cambio a los proceso, instalación o personal
- Definir lo que es un cambio y dar a conocer a todo el personal los procedimientos que deberán ser seguidos para su autorización
- Asegurar que a todo el personal cuyas labores se vean afectadas por un cambio en equipo o proceso, se les informe y capacite en los riesgos involucrados en el cambio, antes de poner en operación el proceso o parte del equipo afectado
- Establecer los requisitos de autorización y aprobación de un cambio
- Asegurar la actualización de la tecnología y la información de la seguridad del proceso o equipo antes de ponerlo en operación

- **Comité de involucramiento de personal**

Los objetivos del comité son:

- Que todos los miembros de la organización conozcan el sistema de Administración de la Disciplina Operativa y como pueden participar en ella

- Que todos los miembros de la organización acepten la responsabilidad de su desempeño en seguridad y del desempeño del personal que a ellos reportan
- Involucramiento de toda la línea de mando en actividades de seguridad

Entre sus actividades principales están:

- Comunicar a todos los empleados que la seguridad es una responsabilidad de la línea de mando y que empieza con la seguridad propia
- Incluir las responsabilidades en seguridad del personal en las descripciones de puesto
- Crear política de sanciones y reconocimientos
- Amarrar la evaluación del desempeño con el cumplimiento de metas en la Disciplina Operativa
- Apoyar las actividades de otros comités y de los subcomités

- **Comité de procedimientos**

Los objetivos del comité son los siguientes:

- Asegurar la elaboración de los procedimientos de operación y mantenimiento para cada proceso
- Fomentar el fiel cumplimiento de los procedimientos en el área de trabajo

Entre sus actividades principales están:

- Auditar la calidad, difusión y disponibilidad de los procedimientos operativos del centro de trabajo
- Auditar que se lleve a cabo el cumplimiento de los procedimientos en forma consistente y rigurosa
- Establecer los requisitos que deben contener los procedimientos, así como los mecanismos para su control, aprobación y autorización
- Establecer los controles sobre el entrenamiento del personal colaborador y ayuda en la programación de entrenamiento en los procedimientos desarrollado por la áreas de trabajo

- **Comité de investigación de incidentes**

Los objetivos del comité son los siguientes:

- Fomentar la investigación y accidentes por pequeños que sean de manera que se identifique la causa raíz que lo originó, se aprenda de ellos para que no vuelvan a suceder
- Establecer un sistema que asegure el seguimiento y la conclusión de todas las recomendaciones del informe de la investigación del incidente o accidente.

Las actividades más importantes de este comité son:

- Definir lo que es un incidente y accidentes y difundirlo a todo el personal
- Establecer un procedimiento para el análisis de los incidentes y accidentes y establecer quienes deben participar en las investigaciones

- Compartir los resultados de las investigaciones con otras áreas o departamentos
- Coordinar el seguimiento al cumplimiento a las recomendaciones
- Evaluar la calidad de las investigaciones y capacitar al personal en métodos de investigación
- Participar en las investigaciones de incidentes y accidentes

- **Comité de auditorías**

El objetivo de este comité es:

- Monitorear el avance en la implementación de cada uno de los componentes de la Disciplina Operativa
- Crear un programa de auditorías diarias en cada área de la operación para la prevención de actos y condiciones inseguras.
- Motivar la participación de los empleados a todo nivel en la detección y corrección de actos y condiciones inseguras

Entre las funciones principales se encuentran:

- Dar seguimiento de los resultados diarios de las auditorías de las áreas incluidas en el programa y llamar a rendir cuentas a los jefes de área y supervisores que cometan actos inseguros o que se detecten complacientes al no corregir ni reportar actos observados o reportar índices que no se ajusten a la realidad en las áreas.
- Auditar a toda la organización en el desarrollo y aplicación de todos los programas y acciones de auditorías efectivas.

- Evaluar e identificar cual es el nivel real del centro de trabajo en la implementación de la DO.
- Desarrollar programas de auditorias incluyendo a toda la línea de mando, la frecuencia de las auditorias debe ser diaria.
- Coordinar con los Jefes de área para determinar el objetivo de los índices IAS
- Preparar estadística de los resultados de las auditorias efectivas de las áreas y en una reunión mensual con los jefaturas de áreas y los supervisores DO, analizar desarrollando plan de acción para evitar repetición de actos inseguros.
- Comunicar resultados de índices a todo el centro de trabajo utilizando para ello todos los medios con que se cuente, se pretende que todos y cada uno de los trabajadores y empleados conozcan el desempeño y lo que significa el nivel logrado con respecto a las probabilidades de accidentabilidad.
- Aplicar procedimiento de reorientación a personal reincidente de actos inseguros.
- Establecer plan de reconocimiento / motivación a personal que trabaja en forma segura.
- Desarrollar y aplicar programa de capacitación para operadores en los cuales se detecta que cometen actos inseguros por no tener los conocimientos requeridos.
- Asegurar el suministro oportuno y de calidad de los equipos de protección personal no se puede permitir a los trabajadores laborar sin la protección personal requerida.
- Reconocer los resultados de las auditorias efectivas incluyendo la rendición de cuentas en los casos donde la complacencia y bajos estándares de la supervisión se detecten como la causa de índices que pongan en riesgo al personal y a la operación.

- Incluir en la descripción de puestos de la línea de mando la responsabilidad que estos tienen en la eliminación de actos y condiciones inseguras.

- **Comité de emergencias**

Los objetivos son:

- Apoyar a cada jefatura de área a desarrollar un procedimiento de emergencias que contemple:
 - Activación del plan
 - Activación de los sistemas de emergencia
 - Activación de las brigadas contra incendio o fugas
 - Coordinación de emergencia
 - Rutas y planes de escape y evacuación
 - Inventario de personal
 - Operaciones de rescate
 - Designación de centros de control
 - Tareas después de la emergencia
 - Procedimientos de paro de las unidades de operación
 - Inducción de personal nuevo

Las actividades principales de este comité son:

- Formular un plan de respuesta y control de emergencias para todo el centro de trabajo que permita mitigar los efectos de posibles incidentes serios

- Asegurar que tanto el personal como las instalaciones están preparadas y son adecuadas para la atención de emergencias (extintores, hidrantes, sistemas de alarma, brigadas de emergencia, bombas contra incendio)
- Buscar conservar la integridad física de todos los empleados, las instalaciones y el medio ambiente. Proporcionar los lineamientos para el establecimiento de los planes de emergencia y entrenamiento en las diferentes áreas del centro de trabajo.

4.3.3.3 Supervisor DO de área

La función de cada supervisor DO de área es asegurarse que cada elemento de la Disciplina Operativa esté siendo implementado. Este trabajará muy de cerca asesorando a cada jefatura de área y trabajando en coordinación con cada uno de los comités y sus funciones. Deberá reportar el avance a cada Gerencia de área y al comité central.

El Supervisor de DO también hará auditorias del nivel de implementación del programa por lo menos 1 vez al año o mientras el programa alcanza un nivel 4 (ver capítulo 5, niveles de implementación). Como el programa está diseñado para que cada jefatura de área asuma la responsabilidad de su implementación y seguimiento cuando el sistema alcance este nivel se podrá prescindir de la función del supervisor DO.

A partir de ese momento cada jefatura de área seguirá realizando sus autodiagnósticos del nivel de implementación que su área ha alcanzado y definirá sus metas a futuro debiendo programar las actividades que ayuden a alcanzar sus objetivos trazados reportando los resultados al Gerente de Disciplina Operativa que para entonces estará en funciones.

4.3.3.4 Ingeniero DO

Por lo menos un Ingeniero DO trabajará a tiempo completo en apoyo a cada área de trabajo. La función de los Ingenieros DO es de apoyo a la implementación de cada elemento de la Disciplina Operativa, trabajará en coordinación con la jefatura de área y con los coordinadores de cada uno de los comité, entre otras funciones apoyaran directamente en la documentación del proceso, desarrollo de procedimientos, certificación de personal, levantado de información en campo, manejo de la información en forma de física y electrónica, manejo de base de datos.

La jefatura de área determinará a quién designará para está función ya que ocupará la mayor parte de su tiempo. Las funciones operativas o administrativas que éste deje de realizar deberán ser absorbidas por el resto de personal del área

4.4 Responsabilidad de líneas de mando

La habilidad de la jefatura de cada área para administrar con éxito los riesgos de sus procesos depende, en un grado considerable, de la medida en que su personal acepte que la seguridad es tanto una responsabilidad propia como de la línea de mando a la que pertenecen. Para que un esfuerzo a favor de la seguridad sea eficaz, la organización de línea debe aceptar la seguridad como una parte integral de cada trabajo, al grado que cada empleado sea responsable de la seguridad del funcionamiento de la operación.

El programa de Disciplina Operativo está diseñado para que cada jefatura de área lo haga propio. Cuando el proceso de implementación alcance

un nivel adecuado la responsabilidad de línea será clave para el seguimiento y mejora continua del programa. La línea de mando predica con el ejemplo, comunica, capacita y se asegura que los que están bajo su cargo sigan los lineamientos del programa.

4.5 Nuevo rol del supervisor de seguridad industrial

Es importante el papel que asumen los supervisores de seguridad industrial de cada área en el proceso de implementación. Desde el momento en que arranca el programa éste debe cumplir una función de asesoría, debe ser perfecto conocedor del sistema DO y apoyar a la jefatura de área en: capacitación de personal, auditorías diarias, reuniones de seguridad, investigación de incidentes, auditar cumplimiento de normas generales de seguridad (permisos de trabajo, Análisis de riesgos del trabajo, espacios confinados, trabajos de soldadura etc), detección y corrección de desviaciones a la DO.

Además debe trabajar íntimamente con los comités en su función de asesor de seguridad. También apoyará a cada área de trabajo y al comité de emergencias en la realización y revisión de planes de contingencias. Capacitará al personal y tendrá un programa de simulacros que incluya planes de evacuación, control de incendios, plan de contingencia por derrame etc.

4.6 Involucramiento de personal

Es muy difícil lograr las metas propuestas si no se comunican. Cada jefatura de área debe difundir tanto la política de seguridad como el funcionamiento de la disciplina Operativa y como cada uno de sus empleados puede apoyar al cumplimiento de las metas. El mensaje debe quedar claro a

todos los niveles de la organización. La disciplina operativa no es una nueva moda, es una condición de empleo.

La alta Gerencia también desempeña un papel importante en la comunicación del programa, en lograr y promover que el personal se involucre en esta nueva cultura de trabajo, la comunicación debe fluir en dos direcciones de la Gerencia hacia los empleados y de los empleados de vuelta a Gerencia. La Gerencia debe también hacerlos participe de los objetivos del área y comunicar los resultados.

La mejor forma de involucrar al personal es capacitándolo, dándole conocimiento y haciendo que participe en el proceso, ya sea como integrante de un comité o darle pequeños roles dentro del programa, hacerlos participar en las auditorias diarias, involucrándolos en las investigaciones de incidentes, dándoles la oportunidad que participen en los análisis de riesgo del proceso, participando en la elaboración de procedimientos operativos, etc.

4.7 Base de datos

Cuando se empiece a dar una implementación del programa de Disciplina Operativa se empezará a generar gran cantidad e información. En cada área de trabajo cada uno de los Ingenieros DO tendrá a su responsabilidad de manejar una base de datos y administrar la información que se genere de la implementación del programa DO. Dentro de la información importante que debe contener como mínimo está:

- Documentación de cada uno de los análisis de Riesgo de los procesos
- Especificaciones para el diseño de equipo e instalaciones

- Planos, diagramas de flujo, diagramas eléctricos, diagramas de instrumentación, sistemas de tierras, etc.
- Procedimientos de Operación y mantenimiento
- Planes de contingencia
- Control de certificación de personal
- Registros de cambios realizados a equipos, instalaciones o procesos
- Listado de equipos críticos
- Fichas técnicas del equipo
- Manuales de mantenimiento, operación y partes
- Rutinas de mantenimiento de cada equipo crítico
- Registros de mantenimientos de equipos críticos
- Control de especificaciones de equipo
- Registros de calidad de proveedores
- Nivel de implementación
- Estadísticas de incidentes y accidentes
- Reportes de incidentes y accidentes
- Indicadores de desempeño

4.8 Asignación de recursos

La asignación de recursos que se muestra en la figura 19 obedece al primer año de implementación. Como se puede observar el rubro más grande es el de capacitación y asesoría. El primer año de implementación empieza con una campaña de sensibilización a todo nivel. La gente tiene que estar preparada para el cambio y la única forma es capacitándola. La implementación de la disciplina operativa involucra cambios de forma de pensar y trabajar. La gente deberá ser sensibilizada para el cambio de cultura, se le debe explicar el por que del cambio y el porque es importante cambiar.

También involucra capacitación a todo nivel en conceptos de Disciplina Operativa, sus componentes y como implementarlos. Como las operaciones son geográficamente dispersas hay que considerar costos de hospedajes y alimentación para las personal que asistirá a los cursos de capacitación. También deberá considerarse los costos de logística del asesor externo. El asesor será el responsable de capacitar a las altas gerencias y mandos medios en el uso de esta herramienta.

Para el segundo año (ver figura 20) los costos de capacitación se reducen significativamente ya que la capacitación se hará en forma interna aprovechando el conocimiento que tendrán del sistema los coordinadores de comité, los supervisores e ingenieros DO, quienes serán los encargados de capacitaciones de repaso. Nuevamente se considera la asesoría externa para este año.

La gerencia general por medio del comité central debe estar vigilante del avance de la implementación en cada área, conforme las áreas se apoderen y se hagan dueños del sistema los costos de capacitación y asesoría deben ir bajando. La proyección de costos de implementación del tercer año dependerá del nivel global que se haya alcanzado. También habrá que hacer análisis de si los indicadores desempeño arrojan buenos resultados. De ser así se puede prescindir de la asesoría externa. Esto dará un indicativo de que cada jefatura de área puede hacerse cargo por si sola del seguimiento del programa con el apoyo de los profesionales DO.

Figura 19. Costos de implementación para el primer año

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RECURSO HUMANO	Horas Hombre	COSTO H-H	OTROS RECURSOS	Costo otros recursos	Costo total
PRIMER AÑO							
Sensibilización del personal	Crear el ambiente de apertura al cambio	Externo	40	\$4,000.00	Material del curso, logística	\$7,000.00	\$ 11,000.00
Capacitación Externa							
CAPACITACIÓN DO Gerencias	Reforzar compromiso y liderazgo	Externo	20	\$2,000.00	Material del curso, logística	\$2,000.00	\$ 4,000.00
CAPACITACIÓN DO Mandos medios	Responsabilidad de línea, responsables directos de la implementación	Externo	40	\$4,000.00	Material del curso, logística	\$2,000.00	\$ 6,000.00
CAPACITACIÓN DO operativos	Involucramiento de personal, como pueden ser parte del sistema	Externo	40	\$4,000.00	Material del curso, logística	\$7,000.00	\$ 11,000.00
Capacitación Interna							
Sensibilización del personal	Crear el ambiente de apertura al cambio	Interno	40		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
CAPACITACIÓN DO Gerencias	Capacitación de repaso	Interno	20		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
CAPACITACIÓN DO Mandos medios	Capacitación de repaso	Interno	20		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
CAPACITACIÓN DO operativos	Capacitación de repaso	Interno	20		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
Capacitación a Estructura DO							
Capacitación comités	Definir responsabilidades	Externo	20	\$2,000.00	Material del curso, logística	\$2,000.00	\$ 4,000.00
Capacitación supervisores DO	Definir responsabilidades	Externo	20	\$2,000.00	Material del curso, logística	\$2,000.00	\$ 4,000.00
Capacitación Ingeniero DO	Definir responsabilidades	Externo	20	\$2,000.00	Material del curso, logística	\$2,000.00	\$ 4,000.00
Asesoría							
Asesoría a estructura DO	Asesorar la implementación	Externo	96	\$19,200.00	logística	\$9,000.00	\$ 28,200.00
Base de datos							
Software	Creación de software	Externo				\$10,000.00	\$ 10,000.00
6 licencias							\$ 3,000.00
Personal							
1 Coordinador de comité central	Apoyar implementación	Interno	365				
6 Coordinadores de Comité	Apoyar implementación	Interno	2,190				
18 miembros de comité	Apoyar implementación	Interno	6,570				
4 Supervisores DO	Apoyar implementación	Interno	1,460				
8 Ingenieros DO	Apoyar implementación	Interno	15,360				
Total horas-hombre internas			25,945				
Costo total primer año						\$ 87,200.00	

Figura 20. Costos proyectados para el segundo año de implementación

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RECURSO HUMANO	Horas Hombre	COSTO HH	OTROS RECURSOS	Costo otros recursos	Costo total
SEGUNDO AÑO							
Capacitación Interna							
CAPACITACIÓN DO Gerencias	Capacitación de repaso	Interno	20		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
CAPACITACIÓN DO Mandos medios	Capacitación de repaso	Interno	40		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
CAPACITACIÓN DO operativos	Capacitación de repaso	Interno	40		Material del curso, logística	\$500.00	\$ 500.00
Asesoría							
	Asesorar la implementación	Externo	96	\$19,200.00	Logística	\$9,000.00	\$ 19,200.00
Personal							
1 Coordinador de comité central	Apoyar implementación		365				
6 Encargados de Comité	Apoyar implementación	Interno	2,190				
18 miembros de comité	Apoyar implementación	Interno	6,570				
4 Supervisores DO	Apoyar implementación	Interno	1,460				
8 Ingenieros DO	Apoyar implementación	Interno	15,360				
Total horas-hombre internas			25,945				
Costo total segundo año							\$ 20,700.00

El costo – benéfico que se logra con la implementación de un sistema de Disciplina Operativa se ve en relación a la reducción de incidentes o accidentes que pueden generar los siguientes costos, algunos de ellos no aparecen en los libros contables o son difíciles de cuantificar:

- Operación ineficiente (costos de desperdicios, paros, reparación de fugas etc.)
- Costos asociados a lesiones o pérdidas humanas
- Días laborales perdidos por incapacidades
- Costos de remediación y limpieza de suelos por derrames
- Costo de reparación o reposición de equipo o instalaciones
- Multas impuestas por las entidades reguladoras del medio ambiente
- Daño de imagen institucional por algún incidente relacionado con daño al medio ambiente
- Cancelación de contratos por mal manejo de la operación

Estos y otros costos pueden llegar a costarle a la industria varios millones de Dólares al año.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

Los niveles que se muestran en las tablas a continuación son una herramienta útil que sirve de guía a cada jefatura de área para medir el progreso de la implementación de la Disciplina Operativa. Es importante que esta “auto evaluación” sea desarrollada en forma objetiva para poder así identificar los pasos progresivos para alcanzar las metas previamente definidas. Antes de empezar el proceso de auto evaluación debe considerar lo siguiente:

5.1 Niveles de implementación

A continuación se describen los pasos a seguir para realizar la implementación:

a) Integrar un equipo

El equipo de trabajo debe estar integrado por empleados a todo nivel de la organización, deberá incluir al Supervisor DO, Ingeniero DO, Gerente o Jefe del área y un coordinador o integrante de algún comité con experiencia en la implementación de la Disciplina Operativa

b) Retroalimentación

Los resultados de la auto evaluación deben comunicarse a todo nivel, de manera que se comprenda y que los empleados entiendan como la implementación de la Disciplina Operativa afecta a su área de trabajo y como puede ser usado para mejorar su desempeño en seguridad.

c) Diagnóstico o Situación actual

El equipo efectúa la evaluación de la situación actual “tal como es” de acuerdo a lo siguiente:

- Empezando por la Tabla del Nivel 1, se debe validar la afirmación de cada uno de los elementos de la DO, hasta llegar a la tabla del Nivel 5, identificando y resaltando las acciones descriptivas que hayan sido logradas. Esto deberá ser un proceso interactivo que resulte en un consenso. Puede ser necesario demostrar con documentos, encuestas y ejemplos el nivel de implementación que ha sido alcanzado.
- Para usar la auto evaluación como índice de medición, es necesario determinar el nivel alcanzado (nivel 1- nivel 5). Por ejemplo para considerar alcanzado el nivel 3, todas las acciones descriptivas de los niveles del 1 al 3 deben haberse cumplido totalmente. De lo contrario se si se tienen algunas acciones pendientes deberá considerarse como en proceso.

d) Declaración del estado futuro

Cada Jefatura de área debe tener o desarrollar una declaración del nivel que quiere alcanzar en un determinado período de tiempo. Por ejemplo se pueden plantear los objetivos y acciones que se deben aplicar para alcanzar un nivel determinado a final de cada año.

e) Plan de acción

Se deben definir las acciones concretas para cerrar la brecha entre lo que se ha programado y lo que falta por cumplir, es importante en este plan de acción involucrar al equipo de la auto evaluación esto hará reforzar el sentido de propiedad. Asignar responsables, fechas de finalización y disponibilidad de recursos para cumplir con cada acción definida.

5.1.1 Nivel 1. Evaluando el sistema y creando conciencia

Para alcanzar este nivel la Gerencia tendría que haber cumplido los siguientes requisitos, además de validar cada afirmación que da la tabla de auto evaluación del nivel 1 (ver figura 21):

- Se ha conformado los comités de apoyo a la DO
- Se ha iniciado el entrenamiento y capacitación a empleados en DO
- Se comunica la política de DO y su intención de mejorar el desempeño de las operaciones en materia de seguridad
- Se utiliza esta tabla de auto evaluación como guía para elaborar sus planes de acción para implementar el DO en toda la empresa

5.1.2 Nivel 2. Desarrollando el sistema

Para alcanzar este nivel la Gerencia deberá haber cumplido los siguientes requisitos, además de validar cada afirmación que da la tabla de auto evaluación del nivel 2 (ver figura 22):

- La Gerencia está desarrollando metas y objetivos específicos con base en el Plan de Acción resultante de su auto evaluación en la DO.
- La Gerencia está desarrollando el plan y el programa para contar con la participación de los trabajadores y demás empleados en actividades de la DO.

Figura 21. Tabla de auto-evaluación DO nivel 1

NIVEL 1. EVALUANDO EL SISTEMA Y CREANDO CONCIENCIA

Tecnología del proceso	Análisis de Riesgo del proceso	Procedimientos de operación	Administración de cambios	Aseguramiento de la calidad	Revisiones de pre-arranque
No existe información completa sobre los riesgos en materiales, las bases de diseño de los procesos y equipo de proceso en cada área de trabajo	Los análisis de riesgo en los procesos, integridad mecánica y mantenimiento preventivo están siendo desarrollados.	La gerencia obtiene el manual de procedimientos y capacita a la línea de mandos que lo implantará en cada área.	No se cuenta con un procedimiento para administrar lo cambios	Se hacen inspecciones y pruebas a equipos e instalaciones nuevas, pero no contemplan todo lo descrito en el modelo DO.	Se esta aplicando un procedimiento de pre-arranque enfocado a la instalación. No contiene los elementos esenciales descritos en el modelo DO.
La sección de Tecnología del proceso del modelo DO esta siendo revisada para definir la estrategia y su plan de acción para su implementación	Los análisis de riesgo en los procesos, integridad mecánica y mantenimiento preventivo están siendo desarrollados.	La gerencia comunica el concepto del ciclo de mejora continua de procedimientos	Se tienen incidentes cuya causa raíz fue la falta de análisis y control a los cambios hechos.	Se tienen incidentes cuya causa raíz son fallas al instalar equipos que no cumplen con las especificaciones de diseño.	Los arranques están orientados a los cumplimientos de las fechas compromiso, lo que hace posible introducir materiales peligrosos en la instalación sin haber cumplido cabalmente con las recomendaciones del ARP
	Se efectúan ARP en forma aislada por medio de empresas externas, con o sin la participación de personal de esta empresa	- Esta sección del modelo DO está siendo revisada para definir la estrategia y su plan de acción para su implementación	La sección de administración de cambios del modelo DO es revisada para definir la estrategia y el plan de acción para su implementación	Las especificaciones de los equipos no están actualizadas o no existen.	La sección de Revisión de Seguridad del Pre-arranque del modelo DO es revisada por el comité de tecnología del proceso para definir la estrategia y el plan de acción para implantarla en esta empresa.
	El trabajo de proyectos no establece la conducción de ARP continua y sistemáticamente			El concepto de equipo crítico para la Seguridad del Proceso no esta establecido.	
	La información sobre la Tecnología de los procesos está siendo desarrollada o actualizada			La sección de Aseguramientos de Calidad del modelo DO es revisada por el comité de tecnología del proceso para definir la estrategia y el plan de acción para su implantación.	
	Esta sección del modelo DO esta siendo revisada para definir la estrategia y el plan de acción				

Continúa.

NIVEL 1. EVALUANDO EL SISTEMA Y CREANDO CONCIENCIA

Integridad mecánica	Capacitación	Contratistas	Investigación de incidentes/accidentes	Emergencias	Auditorias
No hay un programa de mantenimiento preventivo o se realiza en forma parcial.	La gerencia evalúa las necesidades de formación supervisores DO para todas las áreas de la empresa.	Los contratistas están incluidos y participan regularmente en las juntas del sistema DO	La gerencia reconoce la necesidad de investigar todos los incidentes y las lesiones, no solo los de mayor impacto.	Cada área tiene un plan de respuesta a emergencia por escrito.	La gerencia reconoce al sistema de auditorías como una parte clave de la Disciplina Operativa
El concepto de equipo crítico no está claramente establecido y los historiales de equipo no están completos y disponibles	También reconoce que sin empleados capacitados el éxito en el mejoramiento del desempeño en de DO está limitado	Se efectúan investigación de incidentes y accidentes	La gerencia está conciente de los impactos implícitos en los incidentes y accidentes, y manifiesta su decisión de mejorar en este aspecto	El entrenamiento básico de respuesta a emergencias incluye: primeros auxilios, control de fuegos, control de fugas y derrames	La sección de Auditorias del modelo DO es revisada para definir la estrategia y el plan de acción para su implantación
Se cuenta con instrucciones operativas para mantenimiento, inspecciones y pruebas	Esta sección es revisada en el modelo DO para definir la estrategia y plan de acción para su implementación		No existe un ambiente de apertura para reportar todos los incidentes y accidentes	Existen sistemas de alarma y notificación. Se realizan simulacros operacionales y de práctica para el control de incendios y fugas, pero no de evacuación. .	
El aseguramiento de la calidad no es aplica sistemáticamente a repuestos y partes			El aprendizaje obtenido de los incidentes no se comparte en centro de trabajo ni en otras áreas de la empresa.	Esta sección el modelo DO es revisada para definir la estrategias y plan de acción para la implementación	
La alta gerencia reconoce las ventajas de aplicar el concepto de integridad mecánica			Esta sección del modelo DO es revisada para definir la estrategia y el plan de acción para su implementación	Se cuenta con equipos de control de incendios y control de fugas y derrames pero no son consistentes y continuamente inspeccionados y probados usando estándares como los de NFPA	

Figura 22. Tabla de auto-evaluación DO Nivel 2

NIVEL 2. DESARROLLANDO EL SISTEMA					
Tecnología del proceso	Análisis de Riesgo del proceso	Procedimientos de operación	Administración de cambios	Aseguramiento de la calidad	Revisiones de pre-arranque
La información sobre riesgos de los materiales, las bases para el diseño de los procesos y equipos del área esta siendo recopilada, desarrollada, actualizada y organizada.	Los empleados participan en los ARP y los hallazgos están siendo comunicados al personal afectado. Esto incluye a los contratistas.	El Centro de Trabajo cuenta con el inventario de operaciones por área, el inventario de procedimientos requeridos por área y con un programa para hacer los procedimientos faltantes.	Se esta desarrollando el procedimiento de Cambios que define lo que constituye un cambio, establece los niveles de revisión y autorización, desarrolla la documentación que se usaran,	Se están desarrollando las guías para el aseguramiento de calidad	Se están efectuado los Análisis de Riesgo de Proceso durante las fases del proceso o antes del pre-arranque. La documentación del cambio está completa
El comité de Tecnología de procesos desarrolla un plan de trabajo	Se tienen listados de equipos críticos para la seguridad de los procesos, los PIDs, los diagramas de control, los diagramas de flujo y los planos con la clasificación eléctrica existen y están actualizados.	Se han elaborado guías para hacer procedimientos, para control de copias y para evaluar la calidad de los procedimientos.	Se asegura que los procedimientos y la información de Seguridad del Proceso este actualizada, analice los riesgos involucrados, desarrolle los métodos para entrenar e informar al personal afectado e incluya la realización de auditorias.	Las especificaciones de los equipos críticos se están desarrollando y/o revisando.	Los procedimientos de Operación, Mantenimiento, Seguridad y Emergencias están disponibles, autorizados y contienen los cambios y recomendaciones de los ARP.
Se recopilan los cambios de la tecnología ya efectuados y se incorporan a la Tecnología de los procesos.	- Los procedimientos de operación y de mantenimiento han sido elaborados, revisados, autorizados y comunicados.	Se han hecho las marices de procedimientos por área, la matriz de conocimientos y el programa de entrenamiento en los procedimientos.	Se han definido las responsabilidades de cada área para la administración, control, aprobación y autorización de Cambios de Tecnología.	Se están desarrollando los procedimientos y estándares para las tareas de aseguramiento de calidad durante la fabricación e instalación o montaje de equipos críticos.	han entrenado al personal de Operación y Mantenimiento y los sistemas de integridad Mecánica están establecidos.
Se involucra a los empleados en la revisión y actualización de la información siendo recopilada y organizada.	El personal de mantenimiento ha sido entrenado en los Riesgos de los Procesos, habilidades específicas y los aspectos de seguridad requeridos para trabajar en las áreas operativas.	Se elaboro la guía para las revisión del cumplimiento de los procedimientos en el que participan todos los supervisores.		Se esta entrenando al personal que participara en las tareas de Aseguramiento de Calidad.	Se esta desarrollando el sistema de planeación y coordinación detallada para tener un arranque seguro y a tiempo.
Se desarrolla el procedimiento para salvaguardar y conservar toda la información de planos, manuales, etc.	Se han establecido los procedimientos para la Administración de Cambios y para las Revisiones de Seguridad del Prearranque.	Se identifican los procedimientos necesarios para efectuar los trabajos no rutinarios (Normas Generales de Seguridad).		Se están desarrollando los procedimientos para efectuar auditorias de Aseguramiento de Calidad por la Gerencia, responsabilidad de línea y supervisores DO	Se esta entrenando al personal participante tanto en procedimientos, las guías y los sistemas que se usan para las revisiones de seguridad del pre arranque.

Continúa.

NIVEL 2. DESARROLLANDO EL SISTEMA

Integridad mecánica	Capacitación	Contratistas	Investigación de incidentes/accidentes	Emergencias	Auditorias
Se están desarrollando o revisando los procedimientos de mantenimiento, inspecciones y pruebas, aseguramiento de calidad	Se identifican con la ayuda de los supervisores DO y Jefes de área las necesidades de capacitación y entrenamiento en DO.	El área cuenta con reglas y procedimientos de DO aplicables para empleados de esta empresa y personal de los contratistas.	La Gerencia con la ayuda de los Supervisores DO esta desarrollando un procedimiento para reportar e investigar los incidentes y los accidentes.	Se revisan los planes de emergencia del área. Los planes incluyen lo requerido en el modelo DO además de la comunicación con autoridades locales.	Se determinan e identifican las necesidades de entrenamiento en auditorias.
- El concepto de equipo crítico esta siendo desarrollado para identificar los equipos sujetos al programa de integridad mecánica.	Se esta desarrollando un Plan de Capacitación y Entrenamiento en DO con la participación de la Gerencia, la Supervisión y los supervisores DO y RRHH.	La gerencia o Jefatura de cada áreas establece metas y objetivos de DO para sus empleados y los subcontratistas.	La definición de incidente y de accidente, ha sido definida y se esta comunicando a los empleados.	Se desarrollan los programas para hacer simulacros operacionales, de evacuación por áreas y de evacuación general del área de Trabajo.	Se desarrollan las guías y el programa para efectuar auditorias de DO.
Se esta desarrollando los sistemas para capturar y procesar la información de historial de equipo, bases de diseño, especificaciones y de ingeniería de confiabilidad.	Se esta desarrollando la Guía que orientara y reglamentara la medición del desempeño en DO de todos los empleados y de la capacitación y el entrenamiento en DO.	Se efectúan auditorias de cumplimiento.	Se efectúan algunas investigaciones, las causas raíz no son siempre identificadas y el seguimiento a las recomendaciones esta reforzándose.	Se desarrolla el plan de acercamiento con la comunidad y grupos externos de emergencias.	Se desarrolla el sistema para el seguimiento y corrección de las desviaciones y oportunidades de mejora detectadas.
El personal que intervendrá equipos críticos esta siendo entrenado y re-entrenado. Estpa siendo entrenado en conceptos de integridad mecánica	El entrenamiento en DO no es considerado todavía como prioritario en el área de trabajo	Los contratistas han iniciado auto-auditorias de DO efectúan juntas periódicas de DO y entrenan a su personal en los trabajos específicos que realizan.	Los empleados no reportan todos los incidentes y accidentes todavía.	Los sistemas contra incendio, de alertamiento y control de fugas y derrames se desarrollan o fortalecen a través de pruebas e inspecciones para asegurar su operabilidad.	La Gerencia comunica claramente que la realización de auditorias es una responsabilidad d
Se están colectando las bases de diseño y especificaciones de equipos que serán revisados para "tenerlas como fueron construidas"		La Jefatura de área proporciona orientación específica y entrenamiento en DO a los contratistas antes de que inicien sus labores	Todavía los Supervisores de DO son los que efectúan las investigaciones, con poca o nula participación de los miembros de la Línea de Mandos y Gerencias	Las deficiencias se corrigen y las mejoras se identifican en un plan con recursos asignados, responsables y fechas de cumplimiento. La Gerencia da seguimiento cerrado a su cumplimiento	

Figura 23. Tabla de auto-evaluación DO

NIVEL 3. ESTABLECIENDO EL SISTEMA

Tecnología del proceso	Análisis de Riesgo del proceso	Procedimientos de operación	Administración de cambios	Aseguramiento de la calidad	Revisiones de pre-arranque
La información sobre riesgos de los materiales, las bases para el diseño de los procesos y equipos del Centro de Trabajo esta completa y disponible.	Los ARP están completos para todos los procesos peligrosos o que manejan materiales peligrosos y se utilizaron las listas de control de riesgos	Se están haciendo los procedimientos faltantes, aplicando una guía para su elaboración.	Se esta implantando un Procedimiento para Administrar los cambios a la Tecnología que contiene lo requerido por el modelo DO	Se ha establecido procedimientos para el aseguramiento de calidad de los equipos críticos.	El procedimiento existente ha sido revisado para incluir los elementos esenciales de Tecnología. L
La supervisión capacita a los empleados en la utilización de la Tecnología de sus Procesos.	Los escenarios para el peor caso creíble están siendo desarrollados con la información de los empleados y supervisores DO de Tecnología de los Procesos y Operaciones.	Los empleados participan en la revisión y elaboración de los procedimientos e instrucciones operativas.	Los cambios ya efectuados son identificados y documentados e incorporados a la Tecnología del Proceso.	Se han entrenado al personal que realizaran tareas de aseguramiento de calidad en cada área de trabajo. Dicho personal pertenece a Compras, Ingeniería, Operación, Mantenimiento, y contratistas.	Los puntos generales de salud, seguridad y protección ambiental son inspeccionados físicamente y que la instalación esta segura para operar y que las recomendaciones de condiciones de arranque se han cumplido.
La Tecnología de los Procesos se usa en los procedimientos operativos, en los programas y procedimientos de mantenimiento, en los Análisis de Riesgos y en la planeación de respuesta a emergencias.	Se esta desarrollando los estudios para la ubicación segura de las instalaciones.	Se han iniciado las revisiones del cumplimiento de procedimientos y las auditorias de Disciplina Operativa, los resultados se reportan a la Gerencia y al comité central	Los empleados están siendo entrenados en lo que es un Cambio y en el procedimiento para la Administración.	Se han desarrollado las guías para la participación de las funciones de Compras, Ingeniería, Operación, Mantenimiento, en las tareas de aseguramiento de calidad.	Las guías para administrar este elemento que incluyen los roles y responsabilidades de los participantes han sido desarrolladas y comunicadas. El personal participante ha sido entrenado en uso y aplicación.
La tecnología de los procesos se incorpora en los programas de entrenamiento para empleados de recién ingreso, relocalizados y de planta.	Los procedimientos para medir la efectividad y la calidad de los ARP están siendo implementados.	Se elaboran o revisan los procedimientos generales de seguridad para los trabajos de alto riesgo no rutinarios	Se han nombrado coordinadores de Cambios en cada área de trabajo.	Se han actualizado las especificaciones y criterios de diseño para los Equipos Críticos.	Se ha desarrollado el sistema para el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones emergentes durante el proceso de revisión de Pre-arranque
	Se esta desarrollando el sistema para dar seguimiento al cumplimiento de las recomendaciones de los ARP, los estudios de ubicación de instalaciones y el programa para los ARP en procesos existentes	Se están integrando en los procedimientos e instrucciones operativas los conceptos de DO	Las Gerencias, responsabilidad de línea, supervisores de DO hacen auditorias al Procedimiento de Cambios	Se realizan auditorias al elemento de aseguramiento de calidad por parte de la Gerencia, Supervisor DO y el comité de Tecnología del proceso	

Continúa.

NIVEL 3. ESTABLECIENDO EL SISTEMA

Integridad mecánica	Capacitación	Contratistas	Investigación de incidentes/accidentes	Emergencias	Auditorias
Se están actualizando las bases de diseño de los equipos críticos para tenerlas "tal como fueron construidas"	El sistema de detección de necesidades de capacitación considera de forma prioritaria el entrenamiento indicado por el modelo DO.	Las empresas contratistas principales aceptan su responsabilidad por el desempeño en la administración de la DO.	Se tiene establecido un procedimiento o guía para reportar e investigar los incidentes y los accidentes.	Los hallazgos de los ARP se usan para mejorar los planes de respuesta a emergencias.	Se ha establecido la Guía para efectuar auditorias de DO por parte del comité central, por la Gerencia, la Supervisión, los empleados y el supervisores DO
Los procedimientos de mantenimiento, inspecciones y pruebas y de Aseguramiento de Calidad están siendo establecidos	Se ha desarrollado una guía que contempla el entrenamiento de inducción a los nuevos empleados, el entrenamiento de repaso, la realización de exámenes, demostración de habilidades, calificación de instructores y la participación de los empleados.	Los contratistas abiertamente retroalimentan al área de trabajo en la identificación de riesgos.	Todos los empleados entienden y usan el procedimiento para investigar los incidentes y los accidentes. La Gerencia y Línea de Mandos están creando la confianza en los empleados, para reportar sin temor los incidentes y los accidentes.	El área efectúa simulacros generales de forma periódica, iniciando con simulacros dirigidos, luego sin avisar y después en diferentes turnos y en fines de semana. Se mantiene miembros de las diversas brigadas en cada turno.	Se comunicó y se está aplicando el programa de auditorias de DO.
El personal que intervendrá los equipos críticos han sido y se mantienen entrenado en los procedimientos críticos.	Se ha elaborado un Plan de Capacitación y entrenamiento en DO para todos los empleados del área de trabajo.	El área efectúa juntas de DO en conjunto con los contratistas. El desempeño de los contratistas en DO es monitoreando y utilizado como base para futuros contratos en esta empresa.	La Gerencia participa personalmente en las investigaciones y en el seguimiento al cumplimiento de las recomendaciones.	Se mantiene miembros de las diversas brigadas en cada turno. Las brigadas se conforman a lo recomendado por autoridades del gobierno, ambientales y de la comunidad y en complemento de las ya existentes.	Se instituye la asignación de fechas y de responsables por la corrección de las desviaciones detectadas.
La organización requerida para la integridad mecánica y el Aseguramiento de la Calidad ha sido revisada y se está conformando.	Se está entrenando a todo el personal en los conceptos de DO	Las investigaciones de incidentes abarcan también las lesiones menores y los incidentes potenciales. El área las efectúa junto con los contratistas y se toman las acciones correctivas necesarias.	Los Supervisores DO participan como asesores técnicos y no lideran las investigaciones.	Se inicia el acercamiento con las comunidades, los grupos de ayuda mutua y los comités locales de Protección Civil, existe un plan estructurado y autorizado.	Se promueven auditorias cruzadas entre las áreas y externas periódicamente.
Los equipos críticos están siendo enlistados y capturados en los controles de mantenimiento. Los archivos con el historial de equipo están siendo desarrollados o actualizados		Los contratistas son involucrados en los sistemas de DO del área para que desarrollen los propios. El área audita los programas de DO de los contratistas.	Las causas raíz de los incidentes y los accidentes están siendo identificadas y se comunican las lecciones aprendidas tanto dentro como fuera área de Trabajo.	El personal de nuevo ingreso, contratistas y los empleados de planta son entrenados en las acciones de planeación, respuesta y recuperación de emergencias, tanto en su área de trabajo como las generales para el área de Trabajo.	La Gerencia, Línea de Mando Supervisor DO y empleados son entrenados en la realización de auditorias de DO.

- Se ha iniciado la participación del personal en las auditorias, investigación de incidentes y se empieza a dar seguimiento, calificar, reconocer y disciplinar el desempeño en la DO.
- El comité central está siendo entrenado en los principios del modelo DO y esta desarrollando procedimientos específicos basados en este modelo
- El comité central esta desarrollando índices para la medición de la implementación de la DO

5.1.3 Nivel 3. Estableciendo el sistema

Para alcanzar este nivel la Gerencia deberá haber cumplido los siguientes requisitos, además de validar cada afirmación que da la tabla de auto evaluación del nivel 3 (ver figura 23):

- La Gerencia ha establecido metas y objetivos específicos para DO y un sistema para evaluar el desempeño vs. Las metas y objetivos establecidos.
- La Gerencia tiene establecido un plan y programa para facilitar y garantizar la participación y de los trabajadores y demás empleados en actividades de la DO.
- Se utiliza un sistema para dar seguimiento a lo siguiente:
 - Número de ARP pendientes de efectuar.
 - Número de recomendaciones de ARP, de incidentes, de auditorias, de simulacros, de emergencia pendientes.
 - Número de inspecciones y pruebas pendientes.
 - Personal entrenado vs. Programado.
 - Número de cambios abiertos, sin efectuar.
 - Número de procedimientos vencidos, etc.

5.1.4 Nivel 4. Sistema Establecido

Para alcanzar este nivel la Gerencia tendría que haber cumplido los siguientes requisitos, además de validar cada afirmación que da la tabla de auto evaluación del nivel 4 (ver figura 24):

- La Gerencia y la Supervisión lideran personalmente auditorias, investigaciones de incidentes, elaboración y revisión de procedimientos, análisis de riesgos de proceso, dan seguimiento, califican, reconocen y disciplinan el desempeño en DO.
- La Gerencia tiene en operación un comité de tecnología de procesos como parte integral de la administración de la DO y ha implantado procedimientos específicos
- El comité de Tecnología de los procesos coordina un entrenamiento amplio en para los empleados de nuevo ingreso y de repaso para los empleados de planta involucrados en la DO de sus áreas.
- Todos los elementos del modelo de Administración de la DO están completamente establecidos.

Figura 24. Tabla de auto-evaluación DO Nivel 4

NIVEL 4. SISTEMA ESTABLECIDO					
Tecnología del proceso	Análisis de Riesgo del proceso	Procedimientos de operación	Administración de cambios	Aseguramiento de la calidad	Revisiones de pre-arranque
Se aplica un procedimiento para resguardar y conservar toda la información de la Tecnología de los Procesos.	Los escenarios para los peores casos de falla creíbles están completos y sus resultados comunicados a los empleados afectados y a la comunidad.	Todos los procedimientos requeridos por el área de Trabajo han sido elaborados y están fácilmente disponibles a los empleados que los necesitan.	Se esta aplicando el procedimiento para la Administración de Cambios, el cual incluye la realización de ARP.	Los criterios de diseño y las inspecciones, pruebas, acciones correctivas están claramente documentadas por escrito cuando se construyen nuevas instalaciones y cuando se modifican equipos e instalaciones que manejan materiales peligrosos.	Se hacen Revisiones de Seguridad de Pre-Arranque en instalaciones nuevas o modificadas utilizando procedimientos completos que cumplen con lo descrito en el modelo DO y que se aplican desde el principio de la construcción.
Los trabajadores usan rutinariamente la información sobre la Tecnología de los Procesos con el apoyo de la Supervisión.	Los programas para realizar las Revisiones de Riesgos de Proceso están establecidos, funcionando y siendo usados para predecir y prevenir incidentes.	Los procedimientos fueron hechos por los empleados, son técnicamente veraces y reflejan claramente lo que se efectúa en las áreas de trabajo.	Los cambios no se efectúan sin haber implantado las recomendaciones de los ARP, sin procedimientos y sin haber entrenado al personal afectado en los cambios temporales o definitivos.	Los equipos y procesos en los cuales se aplicara el aseguramiento de calidad están identificados y descritos en los procedimientos de Ingeniería, de Operación, de Mantenimiento	Los documentos son firmados por los miembros del equipo revisor, autorizados por el propietario del área y contienen la declaración que la instalación esta en condiciones seguras para operar.
Los trabajadores conocen y entienden principios básicos de la Tecnología de sus Procesos.	Se tiene establecido un sistema para monitorear recomendaciones de riesgos del proceso y asegurar e implantación oportuna.	Se efectúan revisiones del cumplimiento de los procedimientos y auditorias en forma continua y consistente bajo una programación.	El personal ha sido entrenado y entiende lo que es un Cambio a la Tecnología.	Se usan consultores externos e internos para el Aseguramiento de Calidad.	Estas revisiones son conducidas por equipos de trabajo multidisciplinarios que incluyen a personal de Operación y Mantenimiento con operadores y mecánicos: Ingeniería, comité de seguridad del proceso.
La Supervisión es entrenada o reentrenada en la Tecnología de sus Procesos al menos cada 2 años.	Se han efectuado estudios sobre la ubicación segura de las instalaciones y los planes necesarios para remediar situaciones inseguras han sido desarrollados.	El procedimiento disciplinario se aplica a los casos que requieren reorientación por no seguir los procedimientos.	Los empleados no realizan cambios sin contar con la documentación necesaria. Esto aplica a todos aquellos involucrados con el proceso.	Las especificaciones de los equipos críticos se mantienen actualizadas y comunicadas al personal involucrado con los procesos.	Existe un sistema controlado por el dueño del área, para asegurar la resolución de las recomendaciones de la revisión, antes de introducir materiales peligrosos a la instalación.
Se utiliza el modelo de DO para mantener la información completa y actualizada en base a los cambios e instalaciones nuevas	El diseño de procesos nuevos y la rehabilitación de procesos existentes incluye la consideración de contar con procesos mas seguros y la realización de ARP.	El permiso para trabajo peligroso y las normas generales de seguridad se aplican en todas las áreas.	Se esta aplicando un sistema para monitorear la emisión de documentos, los cambios abiertos, los cambios hechos y los pendientes de cerrar	Los procedimientos para el Aseguramiento de Calidad se han desarrollado y aplican también para repuestos críticos para la Seguridad de los Procesos	Para Proyectos, existe una cuidadosa planeación y coordinación de todos los elementos de DO para garantizar un arranque seguro
	Los programas, calidad y efectividad de los ARP son evaluados periódicamente por la Gerencia, el comité central y el comité de Tecnología de procesos.	Las instrucciones operativas seguras integran los conceptos de la administración de la DO			

Continúa.

NIVEL 4. SISTEMA ESTABLECIDO					
Integridad mecánica	Capacitación	Contratistas	Investigación de incidentes/accidentes	Emergencias	Auditorías
Los principios de la Integridad Mecánica han sido establecidos : Bases de Diseño Equipo "tal como fue construido". El control de calidad de partes de repuesto, los procedimientos de trabajo críticos, entrenamiento del personal que interviene en equipo crítico .	La capacitación y el entrenamiento son completos e incluyen: entrenamiento en las operaciones y de habilidades requeridas, de orientación a empleados de recién ingreso, de repaso para los empleados con cierta antigüedad y acciones de emergencia.	Los contratistas que trabajan continuamente están implantando sistemas de la administración de la DO similares a los de la empresa	Las recomendaciones son implantadas dentro de las fechas acordadas y las lecciones aprendidas son ampliamente comunicadas, local y corporativamente para prevenir recurrencia.	Se hacen simulacros internos para mantener la efectividad de las acciones para responder, y terminar cualquier emisión de materiales peligrosos y control de incendio y explosiones.	La Gerencia, El supervisor DO, la Supervisión de línea y los empleados realizan sistemáticamente auditorías de DO y corrigen las desviaciones detectadas.
Se han identificado los equipos críticos cubriendo los cuatro criterios descritos por la Integridad Mecánica.	El entrenamiento se realiza siguiendo un plan basado en las necesidades previamente identificadas por la Línea de Mando con la participación de los empleados.	El área de trabajo y los contratistas efectúan periódicamente auditorías de DO	Los incidentes y accidentes son siempre investigados, medidas efectivas de prevención son establecidas.	Los planes de emergencia contienen acciones para antes, durante y después de un incidente.	El comité central y los supervisores DO efectúa auditorías periódicas en las áreas
Se cuenta con archivos de bases de diseño de los equipos e historiales de servicios y reparaciones completos y actualizados.	El sistema de capacitación y entrenamiento se audita periódicamente.	Las empresas contratistas tienen establecidas metas y objetivos de DO que comparten con el área de Trabajo.	Los empleados participan ampliamente en las investigaciones.	Los simulacros son criticados y el aprendizaje es usado para mejorar el plan de emergencia.	Las auditorías de los supervisores DO complementan las auditorías de la Línea y los empleados. Los resultados y tendencias son analizados y comunicados a todos los empleados.
Se tiene establecida una organización para administrar la integridad Mecánica y el Aseguramiento de Calidad.	Se cuenta con registros de entrenamiento individual, los exámenes y la demostración de habilidades efectuados.	Los contratistas participan en el establecimiento de Procedimientos y estándares de DO del área de Trabajo.	Existe un sistema para conservar y tener disponible para análisis posterior, toda la información relacionada con incidentes y accidentes.	La comunidad esta familiarizada con los riesgos del área de Trabajo y con las acciones y planes de respuesta a emergencias.	La Gerencia tiene establecido un sistema para dar seguimiento al cabal cumplimiento de las oportunidades de mejora detectadas durante las auditorías e incorporarlas en los sistemas y procedimientos de la administración de DO.
Los procedimientos de mantenimiento, inspecciones y pruebas esta disponibles, son de calidad, han sido comunicados y se obliga su cumplimiento	La capacitación se efectúa con instructores calificados en los temas de DO y en las habilidades de enseñanza.	Los contratistas interactúan positivamente con los empleados y funcionarios del área de Trabajo.	La Línea de Mandos completa promueve y estimula un ambiente de apertura para reportar los incidentes y accidentes.	Las pruebas a los sistemas de alarmas, control de emergencias y contra incendio se usan para asegurar y mejorar su operación.	

Nivel 5. Mejoramiento continuo

Para alcanzar este nivel la Gerencia tendría que haber cumplido los siguientes requisitos, además de validar cada afirmación que da la tabla de auto evaluación del nivel 4 (ver figura 25):

- El liderazgo de la Gerencia y de la Supervisión impulsa el desempeño en la DO y se ha establecido el proceso de mejoramiento continuo en base a las auto-evaluaciones en el sistema de administración DO y sus planes de acción.
- Los empleados creen que la organización esta comprometida con la DO. Reportan todos los incidentes y participan activa y positivamente
- El gerente esta personalmente involucrado en actividades de DO dentro de su organización así como con grupo externos.
- El modelo administrativo para DO se revisa al menos cada dos años.

Figura 25. Tabla de auto-evaluación DO Nivel 5

NIVEL 5. MEJORAMIENTO CONTINUO					
Tecnología del proceso	Análisis de Riesgo del proceso	Procedimientos de operación	Administración de cambios	Aseguramiento de la calidad	Revisiones de pre-arranque
El área de Trabajo mantiene completa y actualizada toda la información sobre la Tecnología de sus Procesos utilizando los reportes de cierre de los cambios efectuados y mediante la incorporación de la información tecnológica de instalaciones nuevas.	El área de Trabajo identifica, evalúa, controla y elimina los riesgos de sus procesos de una forma sistemática y continua a través de la aplicación de los análisis de riesgos de proceso en proyectos, cuando hace cambios, cuando desmantela instalaciones, cuando arranca plantas y equipos de forma periódica a sus procesos y operaciones existentes.	Las operaciones del área de Trabajo se realizan en forma correcta y consistentemente en apego total a los procedimientos establecidos tanto las rutinarias como las no –rutinarias.	La ocurrencia de incidentes causados por falta en la Administración de Cambios se ha reducido significativamente.	Se presenta un numero cada vez menor de incidentes causados por fallas al usar equipos fabricados fuera de las especificaciones de diseño o instalados / ensamblados incorrectamente.	Todas las instalaciones y plantas nuevas y modificadas se arrancan sin incidentes ni accidentes y en las fechas comprometido.
El modelo DO para este elemento se aplica consistentemente y se revisa al menos cada dos años.	La ocurrencia de incidentes de seguridad relacionados con procesos se están reduciendo significativamente.	La ocurrencia de incidentes y lesiones se están reduciendo significativamente.	No se realizan cambios sin seguir el procedimiento para Administrar Cambios.	Se realizan en forma continua y sistemática inspecciones al equipo critico durante la fabricación y la instalación inicial.	Se incluyen todos los aspectos de la Administración de la Disciplina Operativa para garantizar que las instalaciones nuevas o modificadas estén en condiciones seguras para operar.
La Gerencia y la Supervisión fomentan e incorporan las mejoras a los procesos propuestos por los empleados.	Las recomendaciones de los ARP son implantadas en las fechas acordadas y utilizadas para mejorar los procesos actuales y los diseños de las nuevas instalaciones, así como para la actualización de los planes de respuesta a emergencias.	Los procedimientos nuevos originados por cambios y mejoras a las operaciones y procesos son elaborados, comunicados y revisados en su aplicación por los ciclos de trabajo en forma sistemática.	Los reportes de cierre de los Cambios a la Tecnología son usados sistemáticamente para mantener actualizada la Tecnología de los Procesos.	Las Gerencias, el comité de Tecnología de proceso y el comité central auditan anualmente el desempeño en este elemento.	Existe en la organización la cabal comprensión de que las Revisiones de Seguridad del Pre-arranque sirven para confirmar, antes de meter los líquidos o materiales peligrosos que las plantas e instalaciones están seguras.
Las mejoras a las Tecnologías comunes y prácticas operativas exitosas se comparte a otras áreas.		Se realizan revisiones al cumplimiento de los procedimientos anual o semestralmente por parte de las Gerencia y comité de procedimientos	La Gerencia, Responsabilidad de línea, Supervisores DO auditan el cabal cumplimiento del procedimiento para administrar los Cambios a la Tecnología.	Este elemento forma parte de los sistemas para la Integridad Mecánica en lo que respecta al aseguramiento de partes de repuesto para procesos peligrosos.	Las Revisiones de Seguridad de Pre-arranque complementan los ARP hechos previamente en los proyectos.

Continúa.

NIVEL 5. MEJORAMIENTO CONTINUO					
Integridad mecánica	Capacitación	Contratistas	Investigación de incidentes/accidentes	Emergencias	Auditorías
En el área se mantienen operando las instalaciones de una forma confiable, libre de incidentes y accidentes por pérdida de contención de los materiales peligrosos que maneja.	El plan de capacitación y entrenamiento anual se mantiene siempre activo mediante evaluaciones periódicas de su efectiva edad y de las necesidades cambiantes de entrenamiento, capacitación y reentrenamiento de todos los empleados.	Todos los trabajos son efectuados con seguridad y desarrollados de acuerdo a los procedimientos y practicas de trabajo seguras establecidas por la DO ya sea que los trabajos los realicen empleados del área de Trabajo o por personal contratista.	Todos los incidentes y accidentes son inmediatamente reportados e investigados, sus causas, raíz son claramente identificadas.	El área de Trabajo realiza anualmente simulacros con la comunidad, con los grupos de ayuda mutua y como parte de las actividades de Protección civil en casos de desastres.	La auto-evaluación en el sistema DO se realiza anualmente para verificar la efectividad de la implantación y el cumplimiento de los Principios del modelo DO
Se aplica la Integridad mecánica en los equipos críticos en forma continua, las mejoras se usan para actualizar los programas de Mantenimiento y mejorar la calidad de equipos y refacciones.	La capacitación y el entrenamiento lo reciben los Gerentes, Supervisores y contratistas.	Los contratistas que trabajan continuamente en el área han implantado sistemas de DO similares a los de el área de trabajo.	Los empleados son involucrados en el proceso de evaluación y mejora del sistema de reporte e investigación de incidentes.	Los planes de respuesta y recuperación en casos de emergencia son auditados anualmente por la Gerencia, el comité de emergencias y el Comité central	El programa de auditorías por parte de la Línea de Mando están implantando, incorporando las auditorías de la Alta Gerencia, Jefaturas de área, supervisores DO
Se realiza mejora continua en procedimientos de mantenimiento y de inspecciones y pruebas a los equipos críticos para la Seguridad de los Procesos.	Las revisiones de cumplimiento de los procedimientos, las evaluaciones y demostración de habilidades confirman continuamente que se cuenta con personal entrenado que se desempeña conforme a los procedimientos establecidos.	El área de Trabajo audita continuamente el desempeño de DO de los contratistas y establece las mejoras necesarias	Existen en el área de Trabajo un ambiente de apertura y no de temor para reportar incidentes y accidentes.	Los asistentes de alertamiento, control de emergencias y contra incendio se mantienen en condiciones de operar al 100% mediante inspecciones y pruebas basadas en las normas NFPA, etc.	El aprendizaje de las auditorías es compartido y utilizado para mejorar el desempeño en toda la organización. Los empleados son involucrados en los aspectos del proceso de auditoría.
El sistema de aseguramiento de calidad es aplicado en partes de repuesto.		El área trabaja únicamente con contratistas que demuestran liderazgo y compromiso a favor de la administración de la DO	El aprendizaje obtenido de los incidentes y de los accidentes es compartido libre y positivamente y utilizado en toda la organización en forma sistemática.	El Centro tiene establecido un plan para actuar en crisis y atención de los medios desde un centro de comando. Los funcionarios han sido entrenados en la atención y respuesta de los medios.	Grupos externos y contratistas efectúan auditorías de DO.

5.2 Auditorias efectivas

Las auditorias proporcionan una medición del cumplimiento del sistema de Disciplina Operativa. Las observaciones en el campo generan datos para comparar el desempeño contra los estándares establecidos. Deberá realizar un diagnóstico del avance de la implementación por lo menos cada año para corregir desviaciones y fijarse el nivel objetivo siguiente para cada elemento de la Disciplina Operativa y las acciones correspondientes para alcanzarlo.

Las características que debe tener una buena auditoria son:

- Cada uno de los elementos o componentes de la Disciplina Operativa debe someterse a auditorias por parte de la jefatura o gerencia de área y por algún miembro del uno de los comité
- Incluyen retroalimentación positiva sobre los puntos fuertes así como correctiva sobre las áreas que requiere mejora
- Se establecen frecuencias de auditorias y se cumplen
- Para que las auditorias no omitan un solo elemento de la Disciplina Operativa, se debe tomar como base la tablas de niveles de implementación indicadas al inicio de este capitulo
- Las faltas de cumplimiento que se descubre se atienden y se corrigen de inmediato o se programa su plan de acción para alcanzarlas.
- Debe elaborarse un informe de hallazgos y documentase la pronta atención a las deficiencias
- Debe haber por lo menos una persona experta en el proceso auditado
- Graficar el diagnóstico de la auditoria realizada (ver figura 26)
- Graficar el objetivo del nivel de implementación deseado (ver figura 27)

Figura 26. Diagnóstico de nivel de implementación DO

Area: Campo xan

DIAGNOSTICO 2006

Realizado: Diciembre 2006

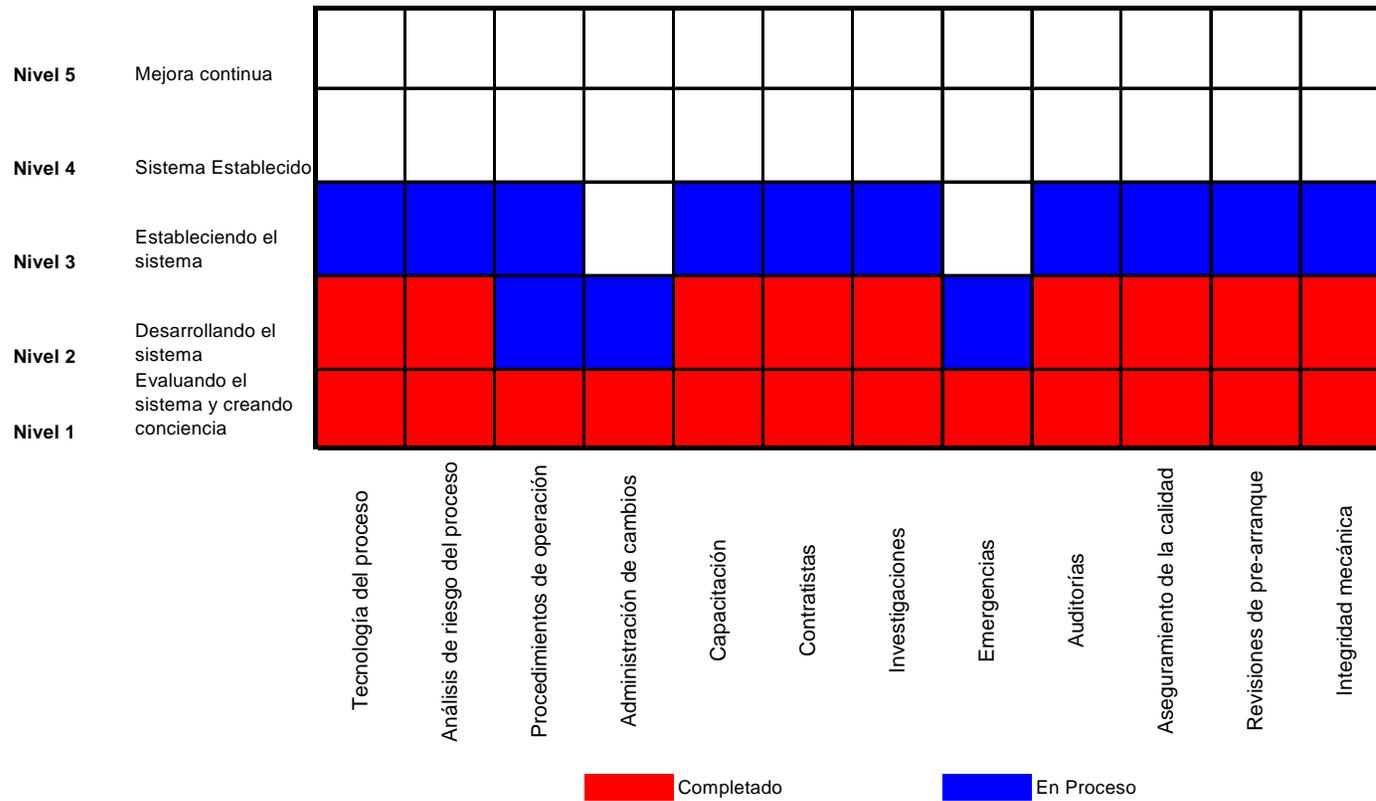
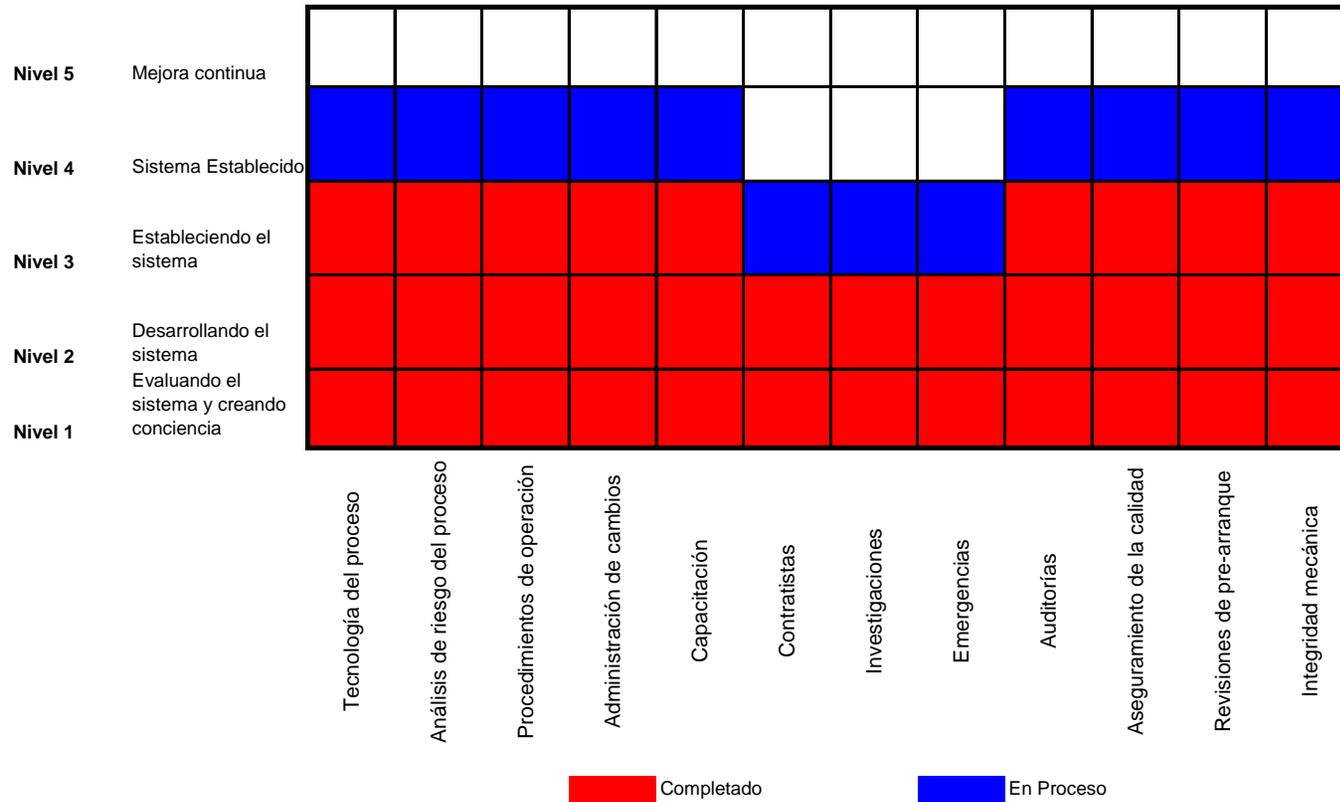


Figura 27. Objetivos para alcanzar nivel de implementación DO

Area: Campo xan

OBJETIVOS PARA EL AÑO 2007

Realizado: Diciembre 2006



5.3 Indicadores de desempeño

5.3.1 LTA (lost time accidents) Accidentes con pérdida de tiempo

Contabiliza el número de accidentes que ocasionan lesiones con incapacidad

5.3.2 LTIF (Lost time injure frequency) Frecuencia de accidentes con lesión

Este indicador es una medida internacional normada por la OSHA y mide la frecuencia con la que ocurren los incidentes con lesión en determinada área por cada millón de horas hombre trabajadas.

$$LTIF = (LTA \times 1 \times 10^6) / \text{Total de horas hombre del área}$$

- Definiciones:

LTA = numero de accidentes con lesión incapacitantes

No total de horas hombres del área = el total de horas trabajadas en el área por el personal y contratistas.

1 x 10E6 = constante

- Interpretación:

Un LTIF con un valor cercano a 0 muestra un mejor desempeño del área en cuanto a la no ocurrencia de accidentes con lesiones incapacitantes.

5.3.3 Índice de difusión de procedimientos (Idf)

El índice de difusión mide la efectividad de la comunicación de los procedimientos así:

$$\text{Idf} = (\text{No de personas certificadas} / \text{No de personas evaluadas} \times 100)$$

- Definiciones:

No de personas certificadas: Son aquellas a quienes luego de ganar la evaluación teórica, se les aplica una evaluación práctica de los procedimientos y cumplen con lo establecido

No de personas evaluadas: Es el total de personas que se les aplicó la evaluación práctica

- Interpretación

Idf= 100, indica que los mecanismos de comunicación de procedimientos que se están aplicando en el área, están siendo suficientemente efectivos, lo que permite que el personal cumpla con los procedimientos

Idf < 100, indica que se deberán reforzar los mecanismos de comunicación de procedimientos a manera que el personal pueda cumplir con ellos en un 100%

5.3.4 Índice de actos seguros (IAS)

$$IAS = 100 - \left\{ \left(\frac{\sum \text{No de personas observadas} \times FS}{\text{No total de personas observadas}} \right) \times 100 \right\}$$

- Definiciones

No de personas observadas: Son aquellas que se observaron cometiendo un acto inseguro

FS: Factor de Seguridad, mide la potencialidad que un acto inseguro termine en una lesión (0.33, 1.0, 3.0)

No total de personas observadas: El total de personal observadas en la auditoria

- Interpretación

El índice de actos seguros mide el desempeño del área en cuanto a la forma en que el personal está trabajando sin cometer actos inseguros. El desempeño se mide de acuerdo al siguiente criterio

- | | |
|--------------------------------|----------|
| ○ Excelente | 100% |
| ○ Bueno | 98 - 99% |
| ○ Regular | 96- 97% |
| ○ Requiera de acción inmediata | < 96 |

5.3.5 Índice de Disciplina Operativa (Ido)

$$Ido = 100 - \left(\frac{\text{No de incidentes o accidentes}}{\text{No de empleados del área de trabajo}} \times 100 \right)$$

- Interpretación

El índice de Disciplina Operativa refleja el desempeño que el área de trabajo está teniendo en relación al número de incidentes y accidentes que allí ocurren versus el total de personal y contratistas que allí laboran. El desempeño de este índice se mide según el siguiente criterio:

- | | |
|-----------------------------|-----------|
| ○ Excelente | 98 - 100% |
| ○ Muy bueno | 95 - 97% |
| ○ Bueno | 92 - 94% |
| ○ Regular | 88 - 91% |
| ○ Requiere acción inmediata | < 88% |

5.4 Sustentabilidad

El ciclo de mejoramiento continuo de la Disciplina Operativa se muestra en la figura 28, deberá ser aplicado a cada uno de los componentes del sistema. Es un método para asegurar la implementación efectiva y el mejoramiento continuo.

Figura 28. Ciclo de mejoramiento continuo de la Disciplina Operativa

SUSTENTABILIDAD



CONCLUSIONES

1. Por medio del análisis del Entorno, se pudo determinar la necesidad que tienen las altas Gerencias en la industria de hacer la operación eficiente y segura, las estadísticas sobre incidentes y accidentes hacen imperante la necesidad de contar con un sistema que ayude a la operación a reducir estos índices.
2. La industria petrolera tiene una política de seguridad y ambiente bien definida, una misión y visión dirigida a desarrollar la operación eficientemente sin derrames ni accidentes, el compromiso de las altas gerencias es evidente. Las estrategias de la organización formuladas apuntan y apoyan la implementación de la Disciplina Operativa. Con esto se sientan las bases y las condiciones están dadas para una exitosa implementación.
3. Con la implementación de la Disciplina operativa se garantiza que la industria tendrá en sus manos una valiosa herramienta que le ayudará a identificar y controlar riesgos en sus procesos, administrar bien los cambios en tecnología equipo e instalaciones, operar con procedimientos estándar y personal capacitado bajo un marco de salud, seguridad y protección al medio ambiente.
4. El éxito de la implementación depende del liderazgo y compromiso de Gerencia además del compromiso de su personal. El compromiso, responsabilidad y valores que muestre cada trabajador para con la realización de sus operaciones es crucial. Por eso el recurso más importante es y lo seguirá siendo el personal, un personal capacitado,

motivado y que se sienta participe y artífice de las mejoras hacen un cambio sustentable y duradero.

5. Los costos de implementación tienen un rubro muy importante que es la capacitación. El costo total en capacitación para los primeros 2 años alcanza los \$50,000 casi el 50% de los costos de implementación. El segundo rubro importante no cuantificado es el de involucramiento, expresado en horas hombres, un total de 25,945 Horas- Hombre por año. Comparado con los costos relacionados a un incidente grave (derrame, lesión incapacitante, explosión) el costo de implementación es bajo.
6. El seguimiento que le de la línea al sistema es importante. Al inicio de la implementación habrá un grupo de profesionales apoyando la implementación, en determinado momento cada jefatura de área deberá adoptar el sistema como propio y cada una de las actividades que el sistema demanda pasarán a ser parte de la nueva cultura de trabajo y parte de las funciones de cada miembro de la organización. La seguridad es una condición de empleo y el desempeño de este representa un desempeño individual.

RECOMENDACIONES

1. Antes de empezar las capacitaciones sobre el sistema de Disciplina Operativa, debe haber una sensibilización a todo nivel para empezar el cambio de cultura organizacional. El análisis de las fuerzas internas mostraron personal de diferentes culturas y con muchos años de labores que en determinado momento podrían resistirse al cambio. Esta campaña de sensibilización está contemplada en los costos de implementación y consiste en comunicar a todo nivel la importancia y la necesidad de cambiar la forma en la que se venía trabajando, los beneficios que del cambio tendrán y como pueden promoverlo y ser parte de el.
2. El mensaje de la Gerencia General debe ser claro, la política de seguridad debe ser ampliamente difundida y debe comunicarse como una condición de trabajo. El liderazgo y compromiso que muestre la gerencia será imprescindible para el logro de los resultados deseados. Solo una Gerencia comprometida con la seguridad facilitará el proceso de implementación.
3. La estructura organizacional propuesta para la implementación de la Disciplina Operativa esta diseñada para que al inicio la dirija un comité central con el apoyo de cada uno de sus comités en apoyo y asesoría a cada área de trabajo. También se contemplo no contratar personal, como una estrategia de involucramiento se integrará personal de la misma área, para que funjan tanto como integrantes de un comité como Supervisores DO e Ingenieros DO. Sin embargo lo que no hay que perder de vista es que el programa está diseñado para que cada jefatura de área sea la responsable directa de la implementación y seguimiento.

Cuando el nivel de implementación alcance un nivel 4 (sistema establecido) será necesario decidir si la función de los comité sigue siendo necesaria ya que cada en ese momento cada área habrá tomado la responsabilidad de sus programas.

4. Los indicadores de desempeño son claves para medir no solo el desempeño de cada área si no que el grado de compromiso que el personal esta mostrando sobre el desarrollo del programa. Estos indicadores podrían también servir de base para bonificaciones salariales o integrarse a la evaluación del desempeño individual. Los indicadores mostrados no son los únicos, cada área podrá definir sus indicadores, por ejemplo: No de ARP's realizados versus los programados, % de registros del cambios debidamente documentados, % procedimientos y/o planes de contingencia actualizados, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fred R. David. Conceptos de Administración Estratégica. 5ª ed. México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. 1997. 355pp.
2. E.I. du Pont de Nemours and Company. Administración de La Seguridad de los Procesos. Manual de Seminario.2003. 223pp.
3. Sistema de Administración de Seguridad, Salud y Protección Ambiental. Folleto Informativo. Du Pont México. 2005. 20pp.
4. Sistema de Administración de Seguridad de los Procesos. Folleto Informativo. Du Pont México. 2005. 25pp

Referencia Electrónica

5. <http://www.mem.gob.gt/Portal/Home.aspx?sub=Dirección%20General%20de%20Hidrocarburos>, febrero 2007.
6. http://www.profepa.gob.mx/NR/rdonlyres/7739ADD6-34B7-4FAD-92AF-4AAD42234BE5/863/tlal_ aspdupont.pdf, febrero 2007.
7. http://www.cisred.com/ccseguri/CongresoBquilla/descargas/cursillo_3.pdf febrero 2007.