

**ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD  
(SCE)**

**ALEXANDER HERRERA JEREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA.  
2005.**

**ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD  
(SCE)**

**ALEXANDER HERRERA JEREZ**

**Trabajo de Grado**

**Directores:**

**Tutor UIS:**

**Ing. EMILIANO ARIZA**

**Profesor de la Escuela de Ingeniería de Petróleos.**

**Tutor Empresarial:**

**Ing. DAVID DURÁN**

**Supervisor de Calidad. PTS Colombia Ltda.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-QUÍMICAS.  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA.  
2005.**

## **DEDICATORIA**

A Dios al brindarme esta oportunidad de terminar mis estudios universitarios.

A mis padres Nieves María y Daniel, que sea para ellos felicidad y satisfacción.

A mis hermanos: Lady, Daniel, Jerson, Deisy e Ismary.

A mis familiares, tíos y tías.

A mis hermanos en la fe y a los amigos que me acompañaron en esta etapa de mi vida.

A Liliana.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por acompañarme y darme la sabiduría, amor, paciencia y muchas virtudes que he aprendido pero me ha dado lo más valioso, su amistad.

A la familia PTS Colombia Ltda., al permitirme laborar este proyecto como requisito de mi grado.

Al ingeniero Mauricio Vesga y a Sergio Manrique quienes creyeron en mis capacidades.

Al ingeniero David Durán, director de mi proyecto y su ayuda para desarrollarlo.

A los ingenieros Sandra Beltrán, Pablo Sánchez y Marcos Amarillo por su orientación y apoyo.

A Claudia Cabeza por su apoyo y ayuda.

A mis padres, hermanos, familiares y amigos que me apoyaron en toda mi carrera y a todos que Dios les bendiga.

## JUSTIFICACIÓN

Esta guía de implementación brinda una perspectiva general del Estándar PS / IM del grupo BP-Amoco, acerca de Gestión de Seguridad en Procesos y Manejo de la Integridad cuya finalidad buscada es: identificar, controlar y mitigar los riesgos en la industria del petróleo y gas.

Se reconoce que estas actividades proporcionan altos riesgos a los empleados, contratistas, miembros del público y medio ambiente a los cuales se tiene la obligación de proteger.

Producto de las investigaciones de los accidentes mayores sucedidos desde la década de los 80's, permitió concluir que una deficiente administración de la integridad en las operaciones han conllevado al acelerado deterioro de recipientes, tuberías, equipos, estructuras y sistemas de protección, ocasionando incidentes de tipo catastróficos, a esto se suma los cambios atmosféricos derivados de la contaminación ambiental representando altos niveles de riesgo en los procesos.

El grado de Confiabilidad en la actualidad no contiene la misma escala de valores de años atrás, donde los criterios de integridad estipulaban únicamente al equipo de operación y estos no lograban involucrar planes de inspección y ensayo basados en el seguimiento a la integridad. Un gran inconveniente ante la solución de este problema, es que no existen o no se encuentran estándares como normas internacionales útiles que faciliten la regulación del Control de Integridad, además que identifiquen los roles y responsabilidades de entregar la seguridad necesaria en desempeño de integridad.

En la actualidad BP-Amoco y las multinacionales petroleras se encuentran a la expectativa que la totalidad de sus instalaciones operativas identifiquen en forma sistemática posibles incidentes, relacionados con la Gestión de Manejo de Integridad, que pueden tener lugar, de modo que evalúen sus consecuencias y probabilidades, sean capaces de demostrar que se han establecido políticas apropiadas, procedimientos operativos, medidas de prevención, sistemas de seguridad, que sean establecidas y entendidas por todos.

El propósito del programa PS / IM es implementar los estándares de desempeño y asegurar la integridad durante su diseño, operación, mantenimiento de las plantas

a través de códigos y estándares internacionales apropiados para prevenir la ocurrencia y minimizar las consecuencias de liberaciones catastróficas.

Es un programa que comprende el ciclo total de vida de una instalación operativa y se basa en la identificación clara de peligros potenciales asociados con dichas instalaciones y programas del manejo del riesgo desarrollados para controlar dichos peligros.

El estándar se aplica a todas las instalaciones de BP-Amoco a nivel mundial y se espera que cada organización y unidad de negocio incluya un plan de Manejo de la Integridad y sea parte de su contrato de desempeño.

La empresa PTS Colombia Ltda., presta sus servicios para BP-Amoco en los campos de Cusiana. Por lo tanto debe respetar e implementar los lineamientos de Manejo de Integridad que se involucran en este campo y que logre el adecuado cumplimiento de esta implementación.

## RESUMEN

### TITULO ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD SCE\*

ALEXANDER HERRERA JEREZ\*\*

**Palabras Claves:** Evento Catastrófico (Falla o Escape), Equipo Crítico de Seguridad (SCE), Identificación de Peligros, Peligro, Emergencia, Manejo de Integridad (IM).

Establecer el manejo de la integridad requiere la ejecución de mecanismos y esquemas organizados en asegurar el ejercicio de las actividades petroleras.

En las instalaciones donde se realizan actividades y operaciones petroleras, se presentan eventos que pueden acarrear consecuencias económicas, ambientales, de pérdidas humanas y que en el peor de los casos, pérdida de la confianza en la reputación del negocio. Realizar el Manejo de la Integridad implica asegurar el óptimo funcionamiento de los equipos en las instalaciones a través de la consecución de planes y programas que amplíen los conocimientos que elementos y situaciones que promueven la ocurrencia de una falla.

BP-Amoco en su preocupación por los eventos ocurridos y que no se presenten, ha querido establecer el programa de Estándar de Desempeño de Equipos Críticos de Seguridad (SCE), en sus unidades de negocio y contratistas, como una herramienta para el manejo de la Gestión de Seguridad e Integridad de los Procesos, identificando, controlando, mitigando y eliminando los riesgos causantes de incidentes, como un proceso de evaluación continuo que se aplica a lo largo de los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y operación para garantizar que

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos.  
Director: Emiliano Ariza.

nuestras instalaciones sean administradas en forma segura. PTS Colombia Ltda., ha instaurado este programa en sus instalaciones de producción y sus líneas de servicios, como parte de su compromiso en proteger quienes laboran, le rodean y el medio ambiente, con buenos resultados para adaptar y clarificar su rol de responsabilidad hacia el objetivo de la seguridad e integridad.

## **SUMMARY**

### **TITLE FULFILLMENT STANDARDS OF SECURITYCRITICAL EQUIPMENTS SCE\***

**ALEXANDER HERRERA JEREZ\*\***

**WORD KEYS: Catastrophic Event (Fault or Scape), Security Critical Equipment (SCE), Dangers Identification, Danger, Emergency, Integrity Management (IM).**

Establishing the management integrity requires the execution of mechanism and organized sketches to secure the petroleum activities exercise.

The installations where the activities and petroleum operations are fulfilled, some events are presented that can cause economic and environmental consequences, human losses, and even worst, confidence loss in the business reputation.

Accomplishing the Integrity Management implies to secure the equipments' best functioning in the installations through the consecution of plans and programs to expand elements and situations knowledge that promote the occurrence of a fault.

BP-Amoco, in its anxiety for the occurred events and for not being occurred again, it has wanted to establish the Security Critical Equipment (SCE) Fulfillment Standar program, in its business units and contractors, as a tool for the Security Administration management and Processes Integrity, identifying, controlling, mitigating and eliminating the causer risks of incidents, as a continuous evaluation process that is applied throughout design, building, maintenance, and operation processes to

---

\* Thesis.

\*\* Ability of Physical-Chemical Engineerings. Petroleum Engineering School.  
Director: Emiliano Ariza.

guarantee our installations be administrated safely. PTS Colombia Ltda., has re-established this program in its production installations and its services lines, as part of its commitment to protect people who work and go around it, and the environment, with excellent results to adapt and clarify its responsibility role towards security and integrity objective.

## INTRODUCCIÓN

Un evento catastrófico es un evento de falla no planeado, que conduce a una emisión mayor no controlada de fuego, explosión, que involucre uno o más materiales peligrosos y / o pueda ocasionar daños serios a las personas o el medio ambiente.

Estos eventos han sido motivo de preocupación durante los últimos años para BP-Amoco y las multinacionales, tratando de reunir la información que pueda abarcar todos los riesgos posibles que afecten la integridad de las instalaciones, que cada vez puedan dar nuevas implementaciones que a juicio son necesarias al momento de realizar las revisiones respectivas incrementando la confiabilidad y disminuyendo la posible aparición de un incidente.

Las multinacionales como BP-Amoco tiene como una de sus políticas: “No Accidentes, No Daño a las personas y No Daño al Medio Ambiente”. Los riesgos son fuentes potenciales para causar incidentes, que no son planeados pero sí evitarse al máximo con herramientas que puedan manejar información necesaria para cumplir estos compromisos.

BP-Amoco se ha reunido para construir los lineamientos de esta nueva implementación denominada Seguridad de los Procesos y Manejo de la Integridad (PS / IM), como guía para cumplir los requisitos en integridad de las instalaciones.

Este término PS / IM se puede definir como un proceso de evaluación continuo que se aplica a lo largo de los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y operación para garantizar que las instalaciones sean manejadas en forma segura.

El presente trabajo de grado está basado implícitamente en la Seguridad de los Procesos, centrándose en el Manejo de la Integridad, del estándar PS / IM, como punto de vital importancia en la industria petrolera para construir confianza en este sector, ante las personas y el medio ambiente, al aplicar esta nueva implementación.

Dentro del PS / IM se encuentra un proceso documentado para desarrollar en el área técnica y de ingeniería, que examina los riesgos en los equipos en las

instalaciones y que reciben un calificativo sujeto a sus modos de falla que puedan presentar, llamados: "Equipos Críticos de Seguridad" cuya sigla SCE, de la versión inglesa que significa Security Critical Equipment.

El formato denominado Estándares de Desempeño de los Equipos Críticos de Seguridad, será la parte central a desarrollar, en donde reunirá la información para identificar, controlar y mitigar los riesgos de los cuales puedan prevenirse y evitar los incidentes.

Este proyecto se realizó para la empresa PTS Colombia Ltda. (Production Testing Services), cuya base logística se encuentra en Bogotá y presta servicios como contratista a BP-Amoco en Cusiana. De acuerdo a estos nuevos lineamientos PTS, ha de practicar la implementación de este estándar puesto que BP-Amoco lo recomienda para las organizaciones y sus unidades de negocios, evaluar su actual estado ante el Estándar e incorporar procesos de control y medidas correctivas en lugares y situaciones donde sean necesarias, a su actual proceso de integridad.

## OBJETIVOS

- Establecer el programa de Estándar de Desempeño de Equipos Críticos de Seguridad (SCE), para el manejo de la Gestión de Seguridad e Integridad de los Procesos, identificando, controlando y mitigando los riesgos causantes de incidentes, como un proceso de evaluación continuo que se aplica a lo largo de los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y operación para garantizar que nuestras instalaciones sean manejadas en forma segura.
- Establecer el Estándar de Desempeño de Equipos Críticos de Seguridad como presentación de un contrato de desempeño, en la negociaciones pertinentes de la organización con otros agentes.
- Establecer los criterios mínimos que se deben implementar para el Manejo de la Integridad en los SCE, de modo que se construya sobre bases de Seguridad y Confiabilidad.
- Reunir la información necesaria de la identificación de los Equipos Críticos de Seguridad (SCE), para establecerlos por grupos o individualmente de acuerdo a la autoridad de área, en este caso al supervisor de Calidad.
- Elaborar los Estándares de Desempeño de los SCE con documentos de ayuda adicionales como: Registros de Data Sheets, Sistema de información (Maintainit), Planos (PID) y Sistema de Información Técnica.
- Examinar los esquemas de verificación para las frecuencias y procedimientos del Plan de Inspección y Ensayo, y de la información obtenida de Sistemas de Control de Rutinas y Sistemas de Archivo de Información y seguir estableciendo la trazabilidad del equipo o elemento para asegurar que cumple con los requisitos del estándar.
- Realizar el criterio de aceptación y rechazo como una mejora del programa, y renovarlo de acuerdo con un tiempo determinado, para realizar ajustes al Manejo de la Integridad a través del Manejo del Cambio.

- Reunir la información en un dossier como parte final de este proyecto y como parte inicial de este proceso. Se continuará trabajando en los lineamientos del Estándar PS /IM.
  
- Reunir en este proyecto las ideas condensadas del Estándar PS / IM, que pueda servir como material de consulta acerca del Manejo de la Integridad , elaborada por la multinacional BP-Amoco y brinde una perspectiva de los altos estándares que busca para lograr un mayor desempeño en seguridad en prevención de eventos catastróficos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS	14
CONTENIDO	16
LISTA DE TABLAS	20
LISTA DE DIAGRAMAS	21
LISTA DE ANEXOS	22
1. PROGRAMA DE SEGURIDAD DE LOS PROCESOS Y MANEJO DE LA INTEGRIDAD DEL ESTÁNDAR PS / IM	23
1.1 PERSPECTIVA DEL ESTÁNDAR PS / IM	23
1.2 ALCANCE DEL ESTÁNDAR	25
1.3 INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	25
1.4 ELEMENTOS DEL ESTÁNDAR PS / IM	26
1.4.1 Evaluación de Peligros	26

◆ Definición y Alcance	27
1.4.2 Integridad Mecánica	30
◆ Definición y Alcance	30
◆ Aseguramiento de Integridad Mecánica en Diseño y Fabricación	31
◆ Mantenimiento de la Integridad Mecánica en Operación	31
◆ Registro del Equipo Crítico de Seguridad (SCE)	31
◆ Derivación de Programas IM mecánicos y estructurales basados en el tiempo	32
1.4.3 Sistemas de Protección	32
◆ Definición y Alcance	33
2. PROCESO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD (SCE)	35
2.1 PROCESO LÓGICO DE SCE	35
2.1.1 Identificación	37
◆ Evaluación de Peligros	37
◆ Estudio del HAZOP	37
◆ What If	44

◆ Árbol de Decisiones	45
◆ Propósito de Árbol	45
◆ Metodología del Árbol	47
◆ Aplicación del Árbol	47
◆ Registro	48
2.1.2 Elaboración de los Estándares de Desempeño	49
◆ Estándares de Desempeño	49
◆ Descripción Sistema / Equipo	50
◆ Alcance del Estándar de Desempeño	57
◆ Metas de Seguridad	57
◆ Documentos de Referencia	57
◆ Estándar de Desempeño del Sistema	57
◆ Descripción de Componentes	58
◆ Tabla del Plan de Inspección y Pruebas de SCE	58
◆ Listado de Modos de Falla	59

2.1.3 Esquema de Verificación	61
◆ Frecuencia de Inspección	61
◆ Procedimiento de Inspección	62
2.1.4 Proceso de Aseguramiento	63
◆ Indicadores de Desempeño	64
◆ Indicadores de Desempeño Internos	64
◆ Evaluación de Peligros	64
◆ Integridad Mecánica	65
◆ Sistemas de Protección	67
◆ Indicadores de Desempeño Externos	68
◆ Recomendaciones	68
◆ Deferral, Inhibit, Override, Shut Down	70
◆ Expectativas	73
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4. BIBLIOGRAFÍA	77

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Resumen de las Palabras Guía o Desviaciones HAZOP	40
Tabla 2 Tipo de Recomendaciones HAZOP	41
Tabla 3 Recomendaciones Preliminares del HAZOP	41
Tabla 4 Formato HAZOP	43
Tabla 5 Formato What If	45
Tabla 6 Formato de Registro de SCE	49
Tabla 7 Matriz Categoría de Probabilidad	52
Tabla 8 Matriz Categoría de la Consecuencia (Aseguramiento)	52
Tabla 9 Matriz Categoría de la Consecuencia (Medio Ambiente)	53
Tabla 10 Matriz Categoría de la Consecuencia (El Negocio y la Reputación)	54
Tabla 11 Matriz de Riesgo de Análisis de Peligros de Accidentes Mayores	55
Tabla 12 Guía de Registro de Equipos Críticos de Seguridad	60
Tabla 13 Indicadores de Desempeño de Integridad Mecánica	66

## LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1 Estrategia de Manejo de la Integridad	24
Diagrama 2 Jerarquía de los Dispositivos de Seguridad	34
Diagrama 3 Diagrama de Flujo del SCE	36
Diagrama 4 Árbol de Decisiones	45

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A Guía de Registro de Equipos Críticos de Seguridad	78

## 1.PROGRAMA DE SEGURIDAD DE LOS PROCESOS Y MANEJO DE LA INTEGRIDAD DEL ESTÁNDAR PS / IM

Esta es una guía de implementación elaborada por el grupo BP-Amoco, denominada Estándar PS / IM, Seguridad de Procesos / Manejo de Integridad, y plasma recomendaciones dirigidas a todos sus contratistas para lograr un adecuado cumplimiento del estándar, en fortalecer la seguridad de los procesos y en el manejo de la integridad. En su contenido se expone de modo completo, la gestión de la integridad, con el fin de implementarlo, evaluando su cumplimiento y colocar en marcha procesos de control y medidas correctivas, más allá en los lugares donde se encuentren deficiencias en seguridad e integridad.

El término **Manejo de Integridad (IM)** se define como un **proceso de control continuo que se aplica a lo largo de los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y operación** para garantizar que nuestras instalaciones sean manejadas de forma segura. Podemos establecer este ciclo continuo en cuatro pasos claves. (Diagrama 1).

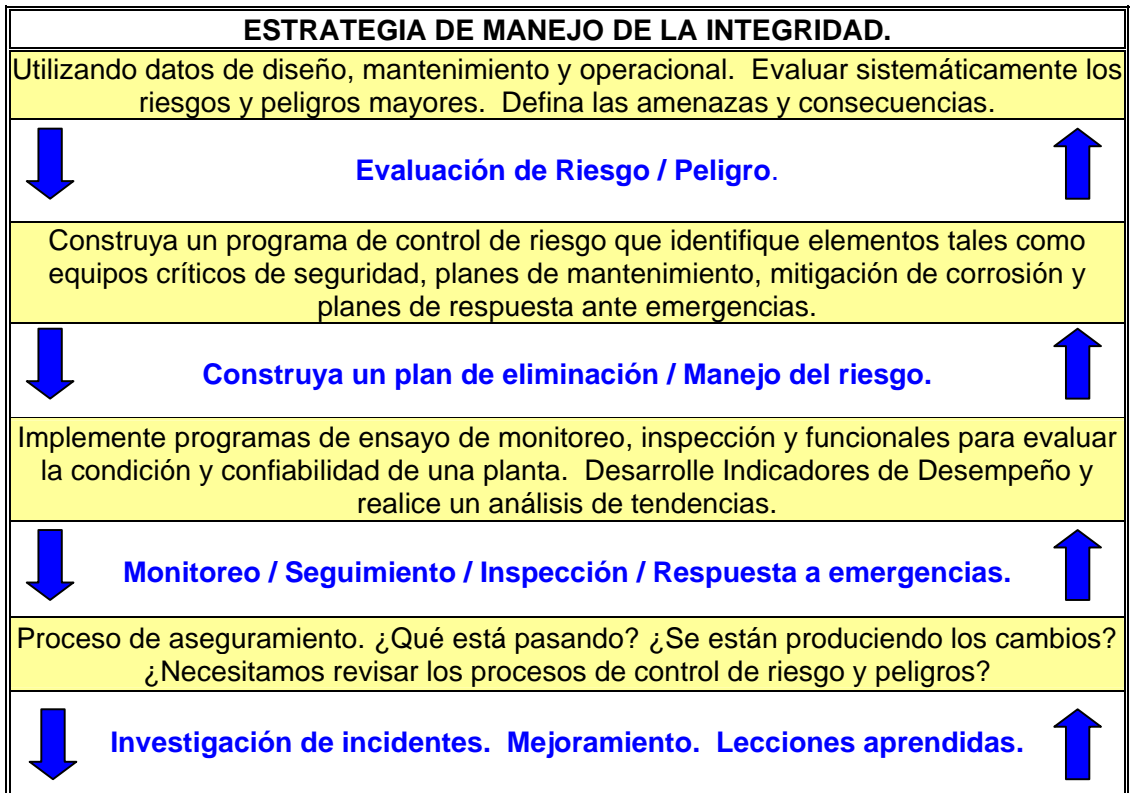
### 1.1 PERSPECTIVA DEL ESTÁNDAR PS / IM

El compromiso en Seguridad, Salud y Medio Ambiente (HSE), se traduce en “No accidentes, no daño a las personas y no daño al Medio Ambiente”. Para cumplir estos objetivos todo el personal se encuentra involucrado, desde las directivas hasta los empleados, siendo responsabilidad en lograrlo y de modo que la organización pueda alcanzar tal fin con las herramientas suficientes y necesarias, se han desarrollado una serie de Procesos y Expectativas en relación a este compromiso.

Se reconoce que en estas actividades se encuentra una serie de peligros importantes, para los empleados, los contratistas miembros de público y el medio ambiente, a los cuales BP-Amoco y PTS Colombia Ltda., tienen la obligación de proteger. De cualidad que en las locaciones operativas identifiquen en forma sistemática posibles incidentes de Manejo de Integridad (IM) que puedan tener lugar, evalúen sus consecuencias y probabilidades, siendo capaces de demostrar que se han establecido políticas apropiadas, procedimientos operativos, medidas de prevención, sistemas de respuesta ante situaciones de emergencia, sistemas

de seguridad y que dichas medidas hayan sido establecidas y entendidas por todos.

**Diagrama 1. Estrategia de Manejo de la Integridad**



En especial si se adoptan sistemas de control deben ser adecuados para su propósito, reflejando así la complejidad de la operación en particular y la naturaleza de los peligros presentes.

Se requiere que los pozos y las instalaciones sean construidas, operadas y mantenidas de forma segura utilizando los códigos y los estándares apropiados para prevenir la ocurrencia y minimizar las consecuencias de liberaciones catastróficas de materiales peligrosos y fallas estructurales importantes. Esto es un programa que comprende el ciclo total de vida de una instalación operativa y se basa en la identificación clara de peligros potenciales asociados con dichas instalaciones y programas de manejo del riesgo desarrollados para controlar dichos peligros.

Para la regulación del control de la integridad se enfatiza que es de responsabilidad en línea y por lo tanto se deben identificar claramente los roles y responsabilidades del personal, en entregar la seguridad necesaria y el desempeño de la integridad.

## **1.2 ALCANCE**

Los equipos que tiene alcance de este estándar usualmente deberán incluir el siguiente tópicos:

- Equipo asociado a cabeza de pozo.
- Estranguladores (Choques), líneas de flujo, manifolds de producción.
- Tubería de proceso, rígida y flexible, válvulas, vasijas, intercambiadores de calor, calderas y hornos.
- Sistemas y controles instrumentados de seguridad incluidos los sistemas de alivio y purga.
- Detección de incendios y gas, equipo contra incendio.
- Estructuras que incluyan soportes a SCE y acceso de personal y rutas de escape.
- Tanques de almacenamiento.
- Respuesta de emergencia y facilidades de escape.

Dentro de este marco estaremos enfocados en una clase de equipos llamados SCE cuya sigla significa Security Critical Equipment o Equipos Críticos de Seguridad que estaremos utilizando en forma extensiva dentro del presente trabajo y que más adelante lo estaremos definiendo.

## **1.3 INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO**

El aseguramiento del desempeño es un elemento esencial dentro del Manejo de la Integridad (IM). PTS Colombia Ltda., debe llevar un proceso con el objetivo de identificar sistemáticamente los peligros mayores durante las operaciones patrones y ser capaz de brindar aseguramiento de que dichos peligros están siendo tratados mediante un control de integridad efectivo.

Todos los programas deberán contemplar lo siguiente:

- Auditorias anuales externas de HSE para cubrir la implementación del estándar PS / IM, por parte de PTS Colombia Ltda.

- PTS Colombia Ltda., debe presentar los datos de información de desempeño sobre IM.
- PTS Colombia Ltda., debe poseer un programa de IM auditable en un tiempo prudencial.

Es recomendable que se desarrolle un esquema para medición del desempeño que soporte el aseguramiento total de los procesos. Para ello existe un sistema métrico de alto nivel que cada organización requiere para presentar la iniciativa en rendimiento, llamado Indicadores de Desempeño (Ver Pág. 63). Estos parámetros, son los reveladores de la competitividad que se ha adquirido en cumplimiento de exigencias o requerimientos del Estándar.

Una vez logrado este paso, se recomienda, que evalúen los beneficios potenciales en los esfuerzos para mejorar el nivel de integridad. Para bienes con larga vida remanente, existe una clara expectativa de que se cumpla con niveles más altos mediante procesos de mejora continua, esperando que resulte en mejoras adicionales en la disponibilidad de la planta y en las eficiencias de producción. En cada caso es bueno definir, justificar y revisar periódicamente su estrategia para el cumplimiento del estándar PS / IM.

#### **1.4 ELEMENTOS DEL ESTÁNDAR PS / IM**

En la implementación de este Estándar se está trabajando con 3 elementos de los 8 que contiene el Estándar y que involucran específicamente el manejo de los Equipos Críticos de Seguridad (SCE). Estableceremos de forma genérica, lo que trata cada uno de estos elementos relacionados a los SCE.

**1.4.1 Evaluación de Peligros.** En la prevención de catástrofes y eventos de consecuencias que comprometan las personas, el medio ambiente y el buen ejercicio de la compañía, no se puede tener reservas por mínimas que sean en realizar cuestionamientos a aplicar herramientas eficaces en la evaluación de peligros en una operación o proyecto dado. La totalidad de las instalaciones y líneas de servicios de la compañía deben identificar sistemáticamente los peligros que dentro de sus límites puedan surgir de las operaciones representativas y a su vez, eliminar, controlar y mitigar los peligros de tal manera que los riesgos altos y aún residuales se encuentren tan bajos como sea razonablemente practicable.

Los peligros deben ser formalmente analizados para determinar su probabilidad y severidad además comunicados y comprendidos por todo el personal que labora.

Para ello se ha de realizar las evaluaciones de riesgos, utilizando técnicas apropiadas según el grado de complejidad de la operación o proceso y deben ser llevadas a cabo, las veces que sea necesario para deducir los riesgos y asegurar que están siendo manejados.

Para cumplir tales propósitos es bueno determinar el alcance de estos estudios y que han de practicar unos requisitos mínimos con la finalidad de cumplir ciertas políticas de la Gerencia de Salud Ocupacional, Seguridad y Medio Ambiente (HSE) y asegure:

- Que estén definidos los procedimientos o herramientas utilizadas para establecer la probabilidad o consecuencia de todos los riesgos.
- Que la totalidad de los riesgos sean eliminados, controlados, mitigados tan bajo como sea razonablemente sea práctico.
- Que la totalidad del personal comprenda su exposición y que tengan conocimiento de las respuestas ante emergencias.
- Que exista un sistema de rastreo de acción para controlar la realización en tiempo y forma de las acciones pendientes de las evaluaciones de riesgo.
- Que estén definidos los roles, responsabilidades y competencias requeridos para la evaluación de peligros.

En la medida que sea posible y adecuado, aplicar herramientas adicionales, para detallar algunos casos que sean requeridos, tales como: registro de los peligros más graves derivados de requisitos legales y / o mediante la aplicación de la política de control de riesgos, y por último un registro del Equipo Crítico de Seguridad (SCE) identificado mediante las evaluaciones de riesgo.

◆ **Definición y Alcance.** Los objetivos de las evaluaciones de peligro son:

- Confirmar que se hayan identificado la totalidad de los peligros mayores.
- Brindar y comunicar un examen suficiente de las causas y consecuencias de cada peligro, para evaluar los riesgos y manejarlos efectivamente.
- Identificar las oportunidades para minimizar el riesgo en la fuente.
- Identificar y confirmar que se hayan identificado la totalidad de las medidas necesarias de prevención, detección, control, y mitigación, cubriendo la planta, procedimientos y procesos.
- Confirmar que dichas medidas sean adecuadas para controlar los peligros, y que el criterio de aceptación y estándares de desempeño se encuentren en su lugar para verificar que son efectivas.
- Brindar conocimientos sobre los efectos y la progresión de los eventos peligrosos para permitir que se creen programas o procedimientos efectivos

y específicos de respuesta ante emergencias para cada uno de los peligros o grupos de peligros.

- Evaluar los riesgos para determinar si es seguro operar y la necesidad de reducir el riesgo tan bajo como sea práctico y razonable.
- Crear un registro de peligros que sea activo, de fácil comprensión, que describa sus causas, severidad, consecuencias y que establezca como se maneja cada peligro.

La evaluación de peligros es un transcurso activo que actualiza progresivamente la comprensión de los peligros y su manejo durante la vida útil de la instalación y de los procesos de operación. Este conocimiento se incrementa, accediendo a ejercicios realizados como: HAZOP (Estudio de Riesgo y Operabilidad), HAZID (Estudio de Identificación de Riesgos), WHAT IF (Y Qué Si...), etc., cuando se aplican a conceptos de diseño del proyecto o a procesos de operación, mediante una detallada etapa de ingeniería durante la cual se toman decisiones primarias y subsiguientemente mediante las etapas de implementación en la construcción y operación.

Otro tipo de ejercicios son las evaluaciones de accidentes mayores que tratan aquellos peligros que poseen un potencial de causar lesiones múltiples y fatalidades hasta una magnitud como la pérdida catastrófica de la totalidad de la instalación, pérdidas de vida, daño irreparable al medio ambiente y por consiguiente daño a la reputación de la empresa. Estas evaluaciones no se dirigen a peligros ocupacionales que no incluyen un daño significativo a la integridad de la planta o aquellos, peligros vinculados a actividades diarias.

El estándar PS / IM (Seguridad del Proceso / Manejo de la Integridad) se dirige al confinamiento de hidrocarburos de proceso y producción en pozos, plantas de procesamiento, oleoductos, y tanques de almacenamiento a granel. Sin embargo, puede aplicarse a otros peligros potenciales como por ejemplo: la perforación, actividades de pozo, colapso estructural, y levantamiento de gran peso.

Entre algunos ejemplos de cómo los diseños pueden ser convertidos en inherentemente más seguros, encontramos:

- Eliminación y reducción de las cantidades de materiales peligrosos.
- Minimización del número de fugas potenciales y fuentes de ignición.
- Aseguramiento de los materiales de construcción, poseen una adecuada resistencia a la corrosión y tenacidad.
- Explorar el diseño de estructuras inherentemente robustas.

- Separación de la gente de los materiales peligrosos tan lejos como sea practicable.
- Selección de planes relativamente simples y de fácil comprensión.

La información generada en las evaluaciones de peligros debe ser utilizada para identificar los SCE. Todos los equipos que poseen una influencia directa en la seguridad de la gente y la integridad de la planta y operaciones debe ser registrada en los registros apropiados que a su vez documentan los criterios de aceptación relevantes y el estándar de desempeño. Los registros deben incluir los equipos clasificados como críticos, por seguridad, de naturaleza permanentes como temporales.

Este procedimiento de evaluación de riesgos tiene un alcance de alta seguridad en todas las operaciones ejecutadas por el personal de PTS en sus diferentes bases y en todos los trabajos realizados bajo el concepto de operaciones simultáneas. El resultado esperado es el obtener el análisis de riesgos reales o potenciales en las operaciones, especificando y determinando las consecuencias, si ocurren y estableciendo controles que sean suficientes para disminuir su potencialidad.

Para este efecto se responsabiliza desde las máximas autoridades de PTS en el área, pasando por el operador encargado hasta el ejecutante quien realmente se encuentra expuesto en su gran mayoría a toda clase de riesgos. Logrando que se incluyan gestiones de evaluación de riesgos, se promueve la participación de los empleados, en liderar operaciones y trabajos, y con ello verificar que los objetivos de las evaluaciones sean cabalmente practicadas, se aporta experiencia al identificar peligros, además de definir acciones de control en caso que se presenten riesgos potenciales.

Los procedimientos anteriormente mencionados abarcan estos objetivos de identificar, evaluar, valorar, controlar, la prevención de eventos que generen daño o lesiones a personas, propiedad y medio ambiente. En ellos se consideran desde los equipos de protección personal hasta la identificación de peligros reales y potenciales. Estas evaluaciones permiten realizar un análisis exhaustivo de la operación con la participación del grupo de trabajo, realizar auditorias de seguridad y hacer seguimiento a las acciones de control.

Esta información se incluye en formatos anexos a estos procedimientos que luego seguirá camino de las diferentes autoridades respectivas que se relacionarán,

para ser revisados y archivados por línea de servicio y estarán disponibles para cualquier consulta requerida.

**1.4.2 Integridad Mecánica.** Los sistemas mecánicos y estructurales deben ser operados, inspeccionados, probados y mantenidos conforme a estándares aceptados para asegurar que el equipo es el adecuado para el servicio, de manera tal de evitar pérdida de contenido e integridad estructural. Los nuevos diseños de instalaciones deben minimizar los riesgos de la fuente, deben considerar la mejor tecnología disponible, materiales de construcción y la esperada vida útil de la instalación. De esta manera se dirige a la prevención de mayores incidentes resultantes de fallas mecánicas y colapsos estructurales catastróficos.

◆ **Definición y Alcance.** El presente elemento se dirige a la prevención de mayores incidentes resultantes de fallas mecánicas y colapsos estructurales catastróficos. Los tipos de equipos típicos cubiertos por este elemento incluyen:

- Casing, tubing y cabezas de los pozos. Equipos de workover.
- Vasijas a presión, intercambiadores de calor.
- Tuberías de proceso, válvulas, mangueras flexibles.
- Tanques de almacenamiento.
- Estructuras de soporte, equipos de izamiento, estructuras para acceso y escape.
- Equipo rotativo como bombas y compresores.

La integridad mecánica de una pieza de un equipo o instalación puede ser definida como el aseguramiento para el propósito a través de vida por:

- Construcción y fabricación según un diseño adecuado utilizando los materiales apropiados con una mano de obra satisfactoria, en conformidad con:
  - Estándares y códigos reconocidos.
  - Mejores prácticas de la industria.
  - Requisitos regulatorios.
- Puesta en servicio y operación dentro de los parámetros de diseño originales o vía de parámetros definidos mediante un proceso de cambio que se desarrolla a medida que las instalaciones se mueven a lo largo del ciclo de vida.
- Inspección, mantenimiento y reparación a una condición compatible con el diseño original, la mejor práctica vigente o el criterio de aptitud para el servicio.

- Informaciones de sucesos de integridad y fallas con el objetivo de mejorar el aseguramiento y la conformación e identificación de acciones correctivas de conformidad.

◆ **Aseguramiento de Integridad mecánica en Diseño y Fabricación.** El diseño mecánico de pozos, instalaciones y equipos se encuentra extensamente cubierto por códigos y estándares de la empresa y la industria. Los estándares de diseño deben ser de fuentes reconocidas de la industria como por ejemplo: ISO, ASME, API y / o Prácticas Técnicas y de ingeniería de la industria. El proyecto debe endosar la selección de los estándares de diseño específicas asegurando que son útiles:

- La totalidad del ciclo de vida de las instalaciones desde su construcción hasta su desmantelamiento, y tomando en cuenta futuros cambios potenciales en las tasas de producción y composición de fluidos, carga mecánica, etc.
- El logro de diseños inherentemente seguros tanto como sea practicable.
- Cumplimiento con las regulaciones locales.
- Lecciones aprendidas de otras organizaciones u otras unidades de negocio.

◆ **Manejo de la Integridad Mecánica en Operaciones.** Las estrategias basadas pueden ser las siguientes.

◆ **Registro del Equipo Critico de Seguridad (SCE).** La totalidad de los SCE deben ser identificados en los registros correspondientes, incluyendo sistemas de manejo de mantenimiento, etc., y se les debe asignar un programa de inspección y mantenimiento para asegurar que siendo adecuados para el servicio que brindan según se define en sus criterios de aceptación y desempeño. Los SCE incluirán normalmente la totalidad de los ítems de los sistemas de presión de hidrocarburos y sus soportes mecánicos y estructurales vinculados. Además los elementos de protección, muchos de los cuales son también SCE, estarán cubiertos en el siguiente elemento a tratar de Sistemas de Protección.

La criticidad de los SCE variará ampliamente, dependiendo de la probabilidad y las consecuencias (es decir, el riesgo) de sus fallas de servicio. Las estrategias basadas en el riesgo evaluados individualmente con los planes de inspección, monitoreo de condición y mantenimiento, aseguran así la coherencia con los resultados de las evaluaciones de peligros.

◆ **Derivación de Programas IM mecánicos y estructurales basados en el tiempo.** Un gran número de herramientas patentadas se encuentran a disposición para la derivación de programas de IM basados en el riesgo para todo tipo de equipo mecánico y estructural incluyendo sistemas de presión, tuberías y vasijas, bombas y compresores. En todos los casos, los riesgos de fallas deben ser analizadas tomando en cuenta:

- Ratas y mecanismos de degradación actuales y futuros, siendo los más comunes, corrosión interna, erosión interna, corrosión externa, fragilización por hidrogeno, fatiga, sobrecarga mecánica, desgaste, ataque químico, etc.
- Las consecuencias de la falla para el negocio y HSE (Salud, Seguridad, Medio Ambiente).

Los resultados de estas evaluaciones de riesgo deben comprender:

- Acciones operativas con el objetivo de reducir activamente las tasas de deterioro pronosticadas u observadas, como por ejemplo, inyección de inhibidores de corrosión y monitoreo, control de arena, límite de velocidad de corrientes, control de incrustaciones y parafinas.
- Programas de inspección y monitoreo de condición estándar asociado o estándares de desempeño.
- Regímenes de mantenimiento (predictivos, preventivos, reemplazos basados en el tiempo y funcionar a falla).

El manejo de la corrosión y erosión será un componente de gran importancia en los programas de Manejo de la Integridad (IM) en muchas unidades de negocios, pero las amenazas de corrosión, y por lo tanto las técnicas de detección, control y monitoreo requeridas pueden variar. Se requiere una atención particular en el caso de sistemas de tuberías debido a que estos comúnmente comprenden por lejos, la mayor parte de los ítems de contención de presión y son responsables de prácticamente el 80% de las fugas debido a la corrosión o agrietamiento.

**1.4.3 Sistemas de Protección.** Los sistemas o elementos de protección deben ser diseñados, instalados, mantenidos y conservados en servicio para brindar protección adecuada a los sistemas de confinamiento primario. Deben cumplir algunos requisitos mínimos:

- En instalaciones existentes que no han completado una evaluación de integridad, los sistemas de seguridad instrumentados que han sido evaluados como de seguridad crítica (SCE) y que han sido diseñadas para prevenir incidentes deben tener una probabilidad de función en demanda del 99% o mejor, por ejemplo, sistemas de parada total o purga.

- Filosofía por escrito para alarmas, ESD y purgas.
- Política por escrito de trabajo en caliente y planta en operación.
- Procedimiento para el control de overrides, inhibits y shut down.

◆ **Definición y Alcance.** En este contexto los sistemas de protección son aquellos sistemas de seguridad críticos, elementos y controles, que realizan una contribución primaria en la prevención, detección, control o mitigación de accidentes mayores, o en asegurar el escape o supervivencia de seres humanos.

La mayoría de estos ítems estarán comprendidos dentro de la definición de SCE.

Estos sistemas o instrumentos pueden ser clasificados según la siguiente jerarquía (Diagrama 2), según se lo vincule con una cadena de eventos en el caso de accidentes que involucren la pérdida de confinamiento de hidrocarburos.

En PTS Colombia los sistemas de protección juegan un papel clave en el manejo de riesgos vinculados con accidentes y peligros mayores. La necesidad y el diseño de los sistemas de protección se encuentran extensamente cubiertos por los Procedimientos de la empresa, los de la industria y en Prácticas Recomendadas.

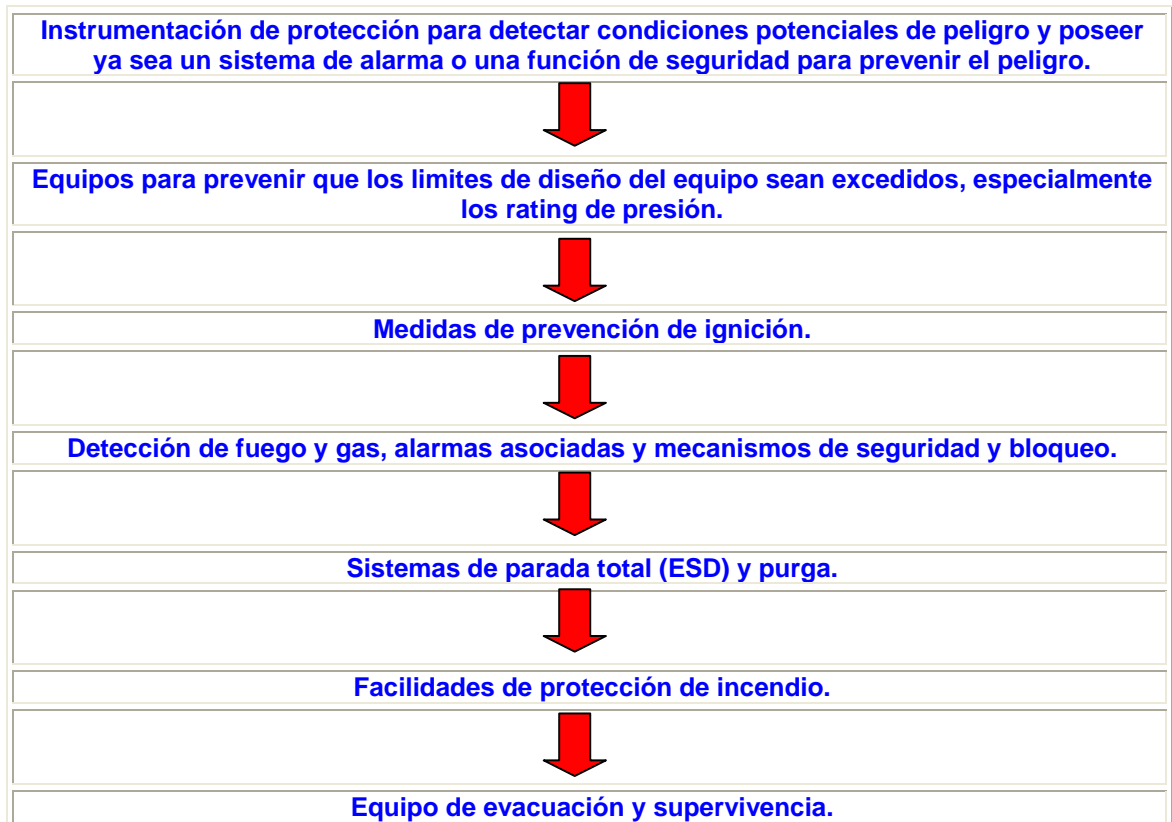
Esta situación se está aplicando a las instalaciones nuevas y las instalaciones viejas se encuentran adicionando al programa de SCE, y actualizando su confiabilidad. Otras circunstancias donde debe incrementarse la confiabilidad, es en las condiciones de ejecutarse un override, inhibit o shut down (Ver Pág. 69).

Son procedimientos para autorizar la no disponibilidad o el incumplimiento de sus funciones normales (inhibición), de cualquiera de los dispositivos de protección que se encuentren en una instalación. Esto es debido a que no es práctica su remoción o reemplazo en el momento de su mantenimiento, y su flujo normal es desviado a través de un baypass. Por este hecho se puede arriesgar la integridad de la planta y los procesos de sistemas de trabajo seguro, pero por la razón ya mencionada en muchos casos son necesarios. Pero el efecto acumulativo de las remociones y reemplazos debe ser evaluado y se debe realizar la mitigación apropiada en su lugar para manejar riesgos adicionales. Estos conceptos se estarán aclarando cuando se trate el tema de los Indicadores de Desempeño.

De esta forma ya establecimos lo que trata el Estándar PS / IM en forma muy sencilla y los 3 elementos con los cuales estaremos más en relación con Equipos

Críticos de Seguridad (SCE). Ahora se ingresará a definir, qué son Equipos Críticos de Seguridad, cuál es el proceso para su selección, su tratamiento y su finalidad para el Manejo de la Integridad.

**Diagrama 2. Jerarquía de los Dispositivos de Seguridad**



## 2.PROCESO DE EQUIPOS CRÍTICOS DE SEGURIDAD (SCE)

El término de “**Equipo Crítico de Seguridad**” (SCE) son ítem de **equipo permanente, temporal y portable** que tiene **uno a más modos de fallas**, que pueden razonablemente resultar en lesiones serias o fatalidades, como por ejemplo: la liberación descontrolada de materiales peligrosos y / o energía, colapso estructural, fallas en equipo de izamiento o fallas en sistemas de protección o los sistemas que cumpla con medidas de prevención, mitigación, notificación o control en la ocurrencia de un evento.

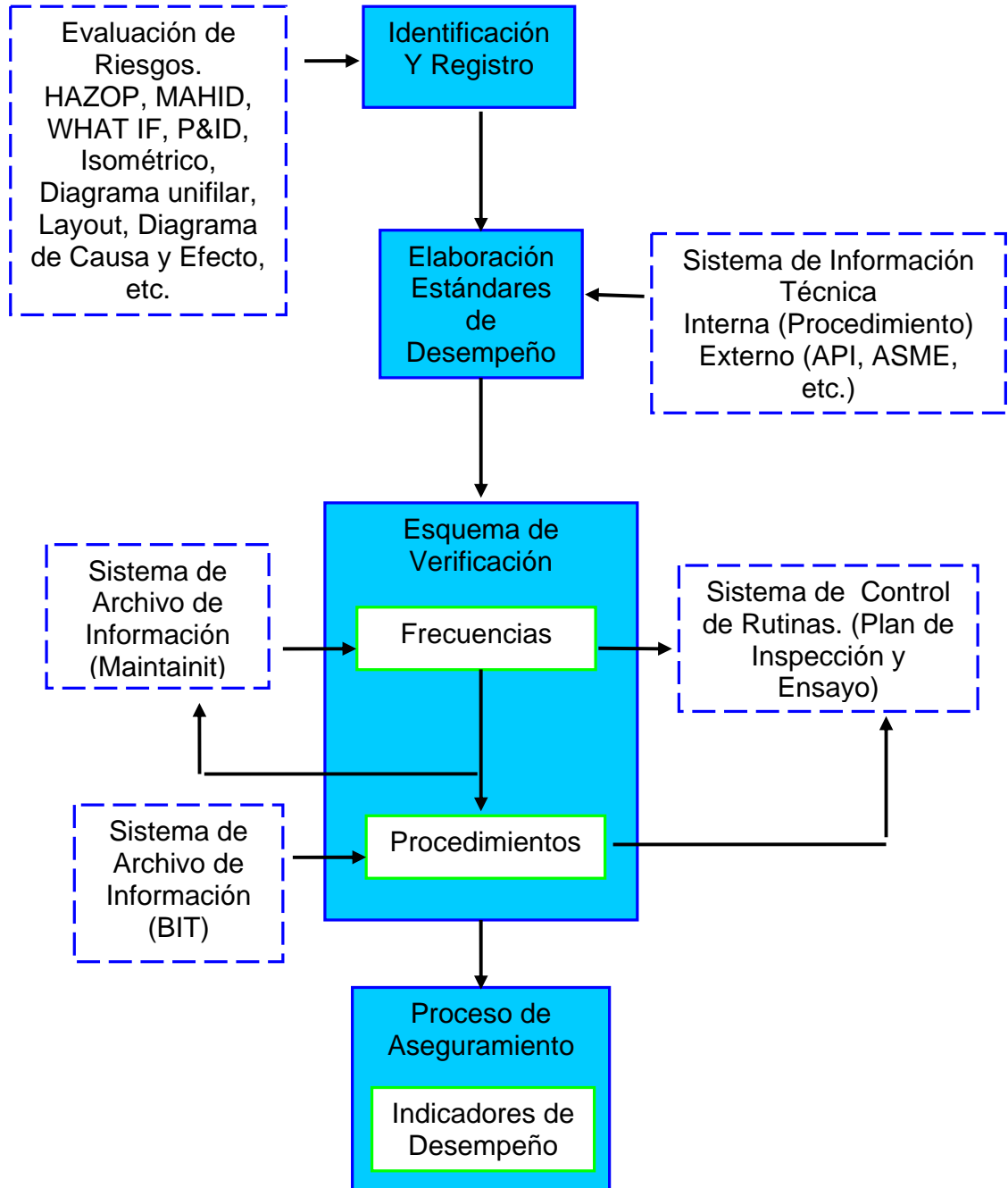
Uno de los pasos para la implementación de esta nueva guía de PS / IM es el identificar, establecer y clasificar a los equipos como Equipos Críticos de Seguridad. Esto conlleva una serie de instrucciones que se reforzaran en la medida que se avance, en la elaboración de los registros. La meta a cumplir es que estos pasos sean los criterios mínimos que se deben ejecutar para el manejo de integridad en los SCE, y a través del continuo ejercicio estos criterios puedan ser analizados y evaluados, ya que los SCE pueden variar de acuerdo a las necesidades de las operaciones que se lleven cabo.

La integridad es el mayor bienestar que BP-Amoco y sus contratistas logren demostrar a través de estos requisitos indispensables, modelando procedimientos de trabajo y esquemas de vida mucho más seguros. Este proceso se inicia y se alimenta de los estudios de HAZOP (Ver Pág. 36), para verificar en los puntos de mayor riesgo, los equipos involucrados o aquellos que se encuentren anexos, sean de estudio cuidadoso y de análisis con los criterios que más adelante se encuentran explicados, pero que son fundamentales en el manejo de integridad.

### 2.1 PROCESO LÓGICO DE SCE

Este es el proceso que generalmente se aplicará a los equipos que se encuentren dentro del diseño de las operaciones y puedan ser calificados como SCE. (Diagrama 3). El paso a paso recogerá información que permite tener un acceso y acopio eficiente proponiendo alta seguridad y rendimiento, en la obtención de resultados y en las auditorias que permita localizar los puntos donde se debe reforzar y verificar la validez de el procedimiento o depurar aquellos pasos que necesiten ser ajustados.

**Diagrama 3. Diagrama de Flujo de SCE**



**2.1.1 Identificación.** De acuerdo con los requerimientos de la guía de implementación del Estándar PS / IM, todas las facilidades deben tener su propia identificación de SCE, la cual será desarrollada durante su etapa de diseño. Es recomendable para las facilidades en operación que no tiene dicho listado, realizar la identificación, basados en las recomendaciones de dicha guía de implementación.

Estos equipos en el caso de BP-Amoco se nombraron SRD, desde el diseño de las instalaciones en BP Colombia, y hasta la fecha se ha manejado este concepto de "Safety Related Devices (SRD's)", pero a partir de el año 2003, todos los SRD se llamarán SCE, que cubre todos los SRD's más una población adicional, representada principalmente por los diferentes equipos de mitigación de emergencias y equipo base (recipientes, tubería, compresores, etc.), estableciendo un plan de trabajo para la identificación y manejo de los equipos adicionales que sean SCE de acuerdo con la definición y parámetros establecidos por este instructivo.

La identificación de un posible SCE que se encuentra en una instalación o en un proceso, se hace normalmente durante los análisis de HAZOP, u otro esquema de identificación de riesgos o peligros. Se utiliza como principal herramienta de ayuda para la verificación o para iniciar procesos nuevos de identificación de SCE. Para observar más en detalle estos análisis de peligros lo explicaremos a continuación.

◆ **Evaluación de Peligros.** Solo veremos el estudio HAZOP y el estudio "What If".

◆ **Estudio del HAZOP.** Uno de los procedimientos anteriormente nombrados, para la evaluación de peligros es el HAZOP (Estudio de Riesgo y Operabilidad). Este procedimiento ha sido utilizado para aplicarlo a las instalaciones de facilidades y en algunas líneas de servicios. Como principal objetivo de este estudio es la identificación de peligros para promover mejoras en la operación o la instalación a la cual se quiere analizar. Una operación o instalación puede contener varios procesos y equipos, si se analizaran en conjunto traerían complicaciones, por lo tanto, se estudian a través de sistemas o nodos de la operación o instalación, para una administración más practica y eficiente, además de lograr la especificación de la utilidad de un proceso o sistema en particular.

El método HAZOP (Hazards and Operability) es una técnica de análisis de operabilidad de los procesos, que empezó a desarrollarse para su aplicación en la

industria química poco después del desastre de Flixborough. Esta catástrofe que llamó la atención ocurrió en Flixborough (Inglaterra) en el año de 1974, en donde murieron 28 trabajadores y hubo 89 heridos por una explosión en una fábrica que causó una nube de vapor por escape de ciclo-hexano. Pero las catástrofes que motivaron a los investigadores en encontrar medios que proporcionen integridad, ocurrió en Ciudad de México en el año 1984, donde resultaron 650 muertos y varios miles de heridos por la conflagración de 5000 toneladas de LPG por 8 horas; y la que ocurrió en Bhopal en la India ese mismo año, con un saldo de 2500 muertos a causa de la reacción sin control de un tanque de almacenamiento de 30 toneladas de MIC (Metilisocianato), que se venteo a la atmósfera.

A nivel nacional también han ocurrido catástrofes como la de Cali en el año de 1956 ocasionando la destrucción de un suburbio, varios muertes, por las fallas en almacenamiento de explosivos en carro tanques. Otro evento fue en Cartagena en el año de 1977 donde solo ocasionaron daños materiales por la explosión de un reactor de urea que disperso amoniaco en proporciones mortales, como motivos suficientes para tomar decisiones radicales en seguridad.

Este método cuestiona en forma metódica y sistemática la operabilidad de los componentes de un sistema, presuponiendo que dichos componentes están diseñados para operar en forma correcta y que los peligros sobrevienen cuando la intención de diseño de los mismos no se cumple. A través de un equipo con conocimiento en la planta o el diseño a ser estudiado, aplican sus experiencias de diseño y su experticia práctica en las sesiones de estudio HAZOP para lograr los resultados de la metodología.

El estudio no puede resolver todos los peligros que surjan durante la reunión, así es que no se espera recomendaciones firmes de cambios en el proceso. La reunión puede decidir que se requiera mayor información o que se necesita desarrollar un estudio más detallado. Algunas de estas preguntas pueden ser contestadas por personal distinto al que desarrolla el HAZOP y algunos datos no requieren, por ejemplo, un análisis de riesgos específico, o en caso contrario, los modelos de dispersión se requieren a menudo cuando el equipo no esta seguro de las consecuencias potenciales.

Se completan los estudios HAZOP con un informe preliminar con el listado de las recomendaciones, junto con las hojas de trabajo de las sesiones de estudio. Se emite el informe final cuando la gerencia haya tomado alguna decisión con respecto a los puntos presentados en el documento preliminar. El informe final documenta las acciones tomadas, las soluciones alternas, o las razones de la gerencia para aceptar el riesgo identificado.

El HAZOP, a su vez, requiere de la interacción de un grupo interdisciplinario, que a través de su conocimiento de la planta y del proceso, así como de los fenómenos físicos y químicos involucrados, revelará las complejidades del proceso y su comportamiento bajo diferentes circunstancias. Se describen las instalaciones y operaciones que se realizan y que abarcan el estudio. Cuando se han estudiado estas instalaciones y operaciones se encuentran varios procesos dentro de ellos, con el ánimo de facilitar y que el estudio sea lo más eficiente se dividen en sistemas. El Grupo de Análisis de HAZOP selecciona el sistema y le aplica una serie de “palabras guía”, que representan fallas de intención de diseño de las partes del sistema, identifica posibles causas de dichas fallas y determina sus consecuencias como un evento de riesgo. Ocasionalmente no se puede resolver algún punto de inmediato, en cuyo caso el Grupo de Análisis se dedica a investigar la cuestión para volver a atacarlo con más información.

La metodología HAZOP fue desarrollada por la Industria Química Imperial (ICI) en el Reino Unido durante los años sesenta. En esa época la ICI decidió que requería técnicas más formales para análisis críticos de diseño de plantas. Revisaron las técnicas utilizadas en la Industria, encontrando que tenían gran dependencia en la gente que elaboraba el estudio. Una serie de incidentes, como los mencionados, los convenció que requerían una técnica más formal, para la prevención de incidentes. Requirieron a sus expertos que desarrollaran una técnica para revisión más formal y lograrla dar a los ingenieros para usarla en sus revisiones de las plantas nuevas. Los resultados de este esfuerzo inicial y sus posteriores modificaciones dieron lugar a las palabras guía que se indican en la tabla numero uno. (Tabla 1).

Puede ser que en algunos casos no se utilicen todas las palabras guías. Si se excluyen algunos elementos de la tabla se relaciona o informa. Existen documentos relacionados a los estudios del HAZOP, quienes brindaran soporte en la información del sistema, la posición de los equipos, la correlación entre ellos, el flujo de la operación, etc. Se relacionan los documentos necesarios útiles en el estudio que se deben examinar. Estos pueden ser:

- Planos de tubería e instrumentación (PID).
- Diagramas de flujo (PFD).
- Manuales de operación.
- Planos preliminares de localización y arreglos de tubería.
- Manuales de equipos especiales.

**TABLA 1. Resumen de las Palabras Guía o Desviaciones HAZOP**

<b>PALABRAS GUIA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>	<b>COMENTARIOS</b>
NO, NINGUNO	La completa negación de la intención de diseño	Ninguna parte de la intención se logra y nada sucede.
MAS DE	Incremento cuantitativo de cualquier parámetro físico	Se refiere a incrementos de cantidades más relevantes de propiedades físicas como rata de flujo y temperatura y actividades como calor y reacción.
MENOS DE	Disminución cuantitativa.	
TANTO COMO	Un incremento cualitativo	Todas las intenciones de diseño y operación se logran juntas con alguna actividad adicional.
PARTE DE	Una disminución cualitativa	Solo se logran algunas de las intenciones diseño, otras no.
REVERSO	La oposición lógica de la intención	Esto es más aplicable a actividades por ejemplo, flujo reverso o reacción química. Puede ser aplicado a sustancias. Por ejemplo "Veneno" en lugar de "Antídoto".
OTRO	Completa sustitución	Ninguna parte de la intención original se logra. Suceden algunas cosas diferentes

El personal que tendrá participación en el estudio HAZOP, debe corresponder la siguiente información:

- Cargo o especialidad que desempeñará, él o los miembros dentro del Equipo HAZOP que describe las funciones de cada miembro.
- Luego su nombre y ocupación o título.
- Por último la Empresa, a la cual pertenece.

Se describe un plan de trabajo. Para ello se especifican parámetros como el tiempo y el lugar adecuado en el cual se reunirán, la forma de recopilar el trabajo de las jornadas por parte del líder del equipo, el método de acceder a la información, su revisión, la aprobación de las recomendaciones con el equipo de HAZOP, y por último la compilación y entrega del informe por parte del líder. Se

registran todos los documentos de trabajo, las preguntas, las recomendaciones, cambios producidos por el resultado del estudio y la información que usa el grupo, firmadas como constancias.

Se describen las recomendaciones (Tabla 2) de acuerdo a los resultados de los estudios y puede ser por tipos:

**TABLA 2. Tipo de Recomendaciones**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
E	Equipo / Involucra modificación, adición, eliminación.
P	Modificación o generación de procedimiento de trabajo.
I	Investigación / Se debe estudiar con mayor detalle.

A las recomendaciones preliminares generadas por el estudio HAZOP se relacionan en un informe de la siguiente manera (Tabla 3):

**TABLA 3. Recomendaciones Preliminares del HAZOP**

<b>NÚMERO</b>	<b>RECOMENDAC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLANO</b>	<b>DECISIÓN</b>
1 – E – 2 Resumen de la recomen- dación	La generada por el equipo.	Se comisiona a la autoridad a cargo de la recomendación.	Si existe.	La acción tomada de acuerdo a la recomendación generada.

De la primera columna en la que se refiere al número de la recomendación, se describe la recomendación de la siguiente manera:

- Primer dígito: refiere al sistema estudiado (1, 2, 3).
- Letra: el tipo de recomendación (E, P, I). (Tabla 2).
- Último dígito: numeración consecutiva, referente a un equipo o proceso.

En las decisiones se coloca la información del por qué se está realizando las observaciones y recomendaciones. Las recomendaciones del estudio serán

revisadas por la empresa con el fin de pronunciarse sobre las mismas de la siguiente forma:

- Aceptando las recomendaciones e indicando el modo y tiempo de ejecución de las recomendaciones. De igual forma se indica el responsable por el seguimiento con llevar a su cumplimiento.
- Rechazando la recomendación, indicando el soporte técnico del rechazo.

Cada vez se avanza más en el progreso de la industria y con ello también las probabilidades de que se produzcan accidentes o desastres y desde hace años el ingenio humano se manifiesta trabajando en el establecimiento de sistemas o técnicas, que sean dinámicos con el fin de prevenirlos. Es así como HAZOP, es una técnica abierta, creativa que brinda a un equipo de trabajo la oportunidad de usar su imaginación para pensar en todas las formas posibles en que puedan surgir peligros o problemas de operación. De modo que esta técnica ha tomado dirección en:

- Determinar peligros en la operación.
- Comprobar el diseño de la instalación y de sus operaciones.
- Decidir como se construye y donde.
- Decidir si se compra un equipo.
- Desarrollar lista de preguntas para formularselas al proveedor.
- Comprobar las instrucciones de funcionamiento.
- Garantizar y / o mejorar la seguridad en las instalaciones.

Con ello se logra la identificación específica de peligros en:

- Personas de planta.
- Público en general.
- Medio ambiente.
- Plantas de proceso.

Como resultado de la aplicación de este estudio: se alcanza cada vez más un alto estándar de seguridad en la Calidad de Producto y ofreciendo garantía en el Suministro de Servicios. De manera práctica HAZOP es creatividad analítica, para anticipar los eventos que puedan suceder y consolida una serie de escenarios con las diferentes variables que puedan presentarse de modo que:

- Interpreta el proceso.
- Cuestiona sistemáticamente cada parte del proceso.
- Descubre como se deben presentar las desviaciones.

- Decide si estas desviaciones originan peligros.
- Permite preparar recomendaciones para eliminar y minimizar peligros.

Los estudios pueden existir, los procedimientos ser acertados, que el personal sea competente, pero el alcanzar el Manejo de la Integridad ha de tener dos factores presentes muy importantes dentro de la organización:

- Apoyo visible de alta dirección de la empresa.
- Deseo de participar en el estudio y capacidad de trabajar en equipo.

El éxito no solo radica en las técnicas, la motivación personal ha de estar involucrada, pues brindará un compromiso serio, continuado, en renovación, en ofrecer garantías de no presenciar catástrofes de tales magnitudes como han ocurrido. El siguiente es uno de los formatos utilizados en el estudio HAZOP. (Tabla 4).

**TABLA 4. Formato HAZOP**

<b>ANALISIS DE RIESGOS Y OPERABILIDAD DE PROCESOS</b>							
<b>Equipo de Proceso</b>	<b>Variable</b>	<b>Desviación</b>	<b>Posibles Causas</b>	<b>Consecuencias</b>	<b>Implicaciones Adicionales</b>	<b>Indicadores en el Proceso</b>	<b>Indicaciones / Recomendaciones</b>

Realizó:

Fecha:

Dependencia:

Revisó:

Fecha de Revisión:

Observaciones:

Vo. Bo. \_\_\_\_\_

◆ **What If.** Otra forma de presentar un análisis de riesgos es a través del informe preliminar del estudio del análisis de peligros utilizando la metodología “What If”.

La metodología WHAT IF es una técnica preliminar de análisis de riesgos. Es mucho menos estructurada que el análisis HAZOP, aunque en su aplicación se encuentran varias analogías. Debido a su sencilla estructura, se requiere de mayor experiencia por parte de los integrantes del equipo que lo lleva a cabo, pues se corre un elevado riesgo de cometer omisiones importantes. De igual forma este método se emplea como medio para revisar las condiciones de seguridad, higiene, salud y medio ambiente mediante el diseño de proyectos.

El desarrollo del estudio consiste en formular y aplicar una serie de preguntas a la instalación, de tal manera de detectar desviaciones a la intención de diseños de la misma, pues su objetivo principal es: identificar peligros para proponer mejoras para los operadores que efectúan la labor. El proyecto se estudia a través de sistemas principales, para facilitar la inclusión de todos los equipos, describiendo sus objetivos y servicios que prestan. Además serán necesarios documentos de consulta para direccionar las recomendaciones de los equipos dentro del estudio.

Luego de acordar el periodo de estudio, el equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo interdisciplinario de especialistas de la empresa y como recomendación acceder a una asesoría experta en la materia. Normalmente el equipo de trabajo empieza sus preguntas en el comienzo del proceso y las prosigue a lo largo del mismo. En ocasiones el método puede centrarse en determinadas consecuencias específicas (seguridad personal, por ejemplo).

Se van anotando sucesivamente todas las preguntas y respuestas, incluyendo peligros, consecuencias y soluciones. El estudio se completa recopilando los comentarios de todos los equipos y revisando las recomendaciones por parte del nivel adecuado de gerencia. De las sesiones de tormentas de ideas, los resultados de la evaluación preliminar realizada por la empresa están incluidos en el reporte de estudio WHAT IF para el seguimiento respectivo al seguimiento de las recomendaciones aceptadas. Estas recomendaciones preliminares específicas pueden ser clasificadas como adiciones o cambios a procedimientos operacionales, recomendaciones de estudios más detenidos o como el equipo lo disponga.

El formato en el cual estas recomendaciones del estudio “What If” es similar al del HAZOP, como la Tabla 5.

**Tabla 5. Formato What If**

<b>NÚMERO</b>	<b>RECOMENDAC.</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLANO</b>	<b>DECISIÓN</b>
1 – E – 2 Resumen de la recomen- dación	La generada por el equipo.	Se comisiona a la autoridad a cargo de la recomendación.	Si existe.	La acción tomada de acuerdo a la recomendación generada.

◆ **Árbol de Decisiones.** En seguida que se han identificado los riesgos y peligros en las instalaciones, tomaremos los sistemas que hemos estudiado para identificar el Equipo Crítico de Seguridad (SCE).

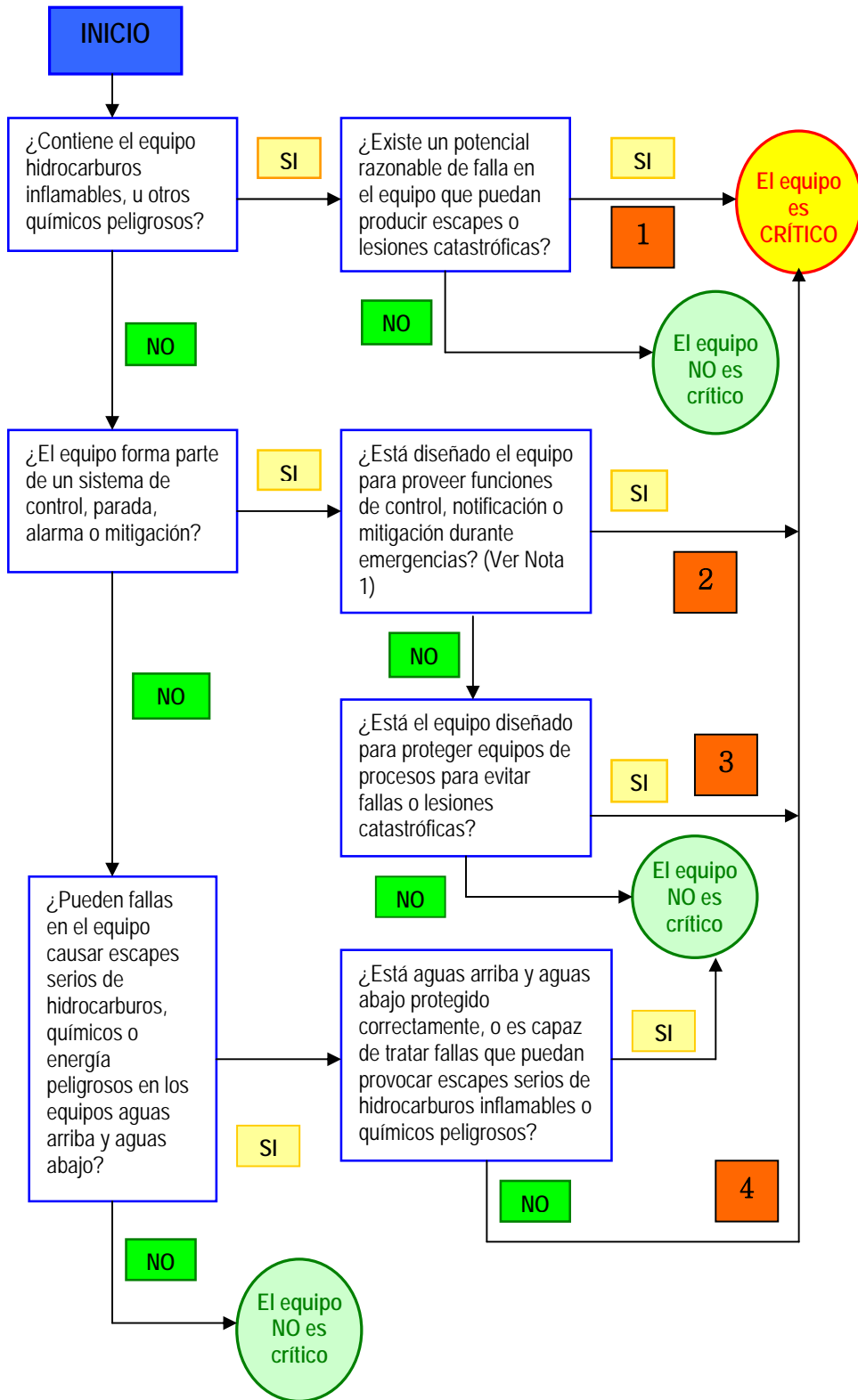
De acuerdo a un sistema en particular se construye un registro, donde se encuentren los equipos y se realiza la identificación de los SCE. Para identificar si un equipo, es o no es, un SCE se utiliza el Proceso del Árbol de Decisiones. (Ver Diagrama 4). Con el concepto de lo que significa tener riesgos y que los equipos o las estructuras son consideradas críticas para la seguridad si poseen uno o más modos de fallas que pueden razonablemente resultar en una fuga catastrófica de materiales peligrosos y / o energía.

Si el Árbol establece que el equipo es crítico para la seguridad, debe ser incluido en el Programa de Integridad Mecánica / Sistema de Protección de la instalación.

◆ **Propósito del Árbol.** El Árbol de Decisiones de los Equipos Críticos para la seguridad es una herramienta para identificar los equipos que dependen directamente de la facilidad y de la operación para prevenir escapes serios de materiales o energía peligrosos que puedan producir lesiones al personal. Si el equipo presenta un modo(s) de falla(s) que pueda producir eventos catastróficos, se le debe clasificar como Equipos Críticos para la Seguridad (SCE).

Una vez identificado, los SCE's deben ser incluidos en los Programas de Integridad Mecánica / Dispositivos de Protección, los cuales deben especificar el tipo y frecuencia de inspección y mantenimiento a fin de que permanezcan en condiciones satisfactorias para su operación. Esta herramienta debe ser utilizada con buen juicio y criterio.

**Diagrama 4. Árbol de Decisiones.**



◆ **Metodología del Árbol.** El ejercicio con el Árbol es muy sencillo, el equipo a calificar debe llevar la secuencia en cada una de las preguntas del diagrama de flujo desde el INICIO. De acuerdo a su funcionamiento en la operación se irá trasladando, hasta que pueda verificar si es un SCE, si lo es, entonces se añadirá en un registro, donde más adelante se explica, la palabra “Sí” en una casilla. En esta selección se observa que al calificarse, al lado se encuentra un número encasillado, este número solo muestra a manera de información el criterio por el cual se verificó para considerarse SCE. Si el equipo no es crítico, se coloca la palabra No, esto no quiere decir que a este equipo no se le hará la respectiva inspección de mantenimiento, solo que no estará incluido en el Programa de Integridad Mecánica / Sistema de Protección de la instalación.

**Nota 1:** considerar la intención de la función del equipo o dispositivo. Por ejemplo: si un switch de presión está en conjunto con una PSV sencilla para evitar el fuego, entonces el switch no es “Equipo Crítico”. Sin embargo si está instalado para proveer back up redundante a la PSV para evitar una falla o para satisfacer un diseño seguro tal como el código API 14C, entonces deberá ser considerado “Equipo Crítico”. Si el equipo o dispositivo está ofreciendo una función de control, considerar la consecuencia de falla a la función de control. Si una falla o la función de control podría razonablemente resultar en un incidente potencial o alivio catastrófico, entonces el equipo o dispositivo deberá ser considerado “Equipo Crítico”.

◆ **Aplicación del Árbol.** La siguiente es una lista de los equipos que normalmente son considerados Críticos para la Seguridad si se encuentran en servicios peligrosos como:

- Recipientes de presión y tanques de almacenamiento.
- Sistemas de tuberías (incluyendo componentes tales como recipientes).
- Sistemas y dispositivos de Alivio y Venteo.
- Sistemas de parada / Interrupción de emergencia.
- Controles.
- Bombas (incluyendo compresores).
- Entubado del pozo y cabezas de pozo.

No todos los sistemas de control en una instalación en operación están designados o instalados para prevenir incidentes. Uno de los propósitos de Árbol de Decisiones es identificar y categorizar dichos sistemas como críticos para la seguridad para ser manejados a partir de los principios del Estándar PS / IM.

El grupo de integridad, dará soporte técnico para todo el proceso de identificación y manejo de SCE, con el propósito de obtener resultados unificados para toda la organización, siguiendo los requerimientos mínimos de la guía de implementación del PS / IM. Una vez identificados los SCE, estos deben ser actualizados a esta nueva condición en las bases de datos de inspección y mantenimiento, previa autorización de las superintendencias de campo, y siguiendo el proceso de manejo del cambio.

◆ **Registro.** Una vez hecha la clasificación de SCE, se elabora un listado en el siguiente formato. Utilizando la información recopilada del Árbol de Decisiones, con el propósito de ver cuales equipos son SCE o no y además de otros datos de gran importancia con referencia al equipo. Este registro será punto de partida para la elaboración de los Estándares de Desempeño de los SCE.

El registro contiene:

- **Ítem:** número de consecutivo del objeto.
- **TAG Equipo:** código de identificación del objeto.
- **Parent:** equipo padre asociado al objeto.
- **P&ID:** número o nombre del plano (P&ID) donde se ubica el objeto.
- **SCE:** columna tipo Si / No donde se define si el equipo queda catalogado como SCE. Esta información es obtenida del Árbol de Decisiones.
- **Sistema de Información:** casilla para definir la herramienta (software u otro) de almacenamiento de información del SCE (MÁXIMO, ACET, MAINTAINIT, otros).
- **Identificador SCE:** columna destinada para registrar el número de la secuencia de identificación del SCE tomado del Árbol de Decisiones.
- **Notas:** columna creada para consignar observaciones especiales de los objetos.

El formato de este registro es el siguiente. (Tabla 6).

Estos listados serán unificados y custodiados por el Líder del Grupo de Integridad, de manera que exista un registro único de SCE para cada facilidad o línea de servicio. El registro de SCE no suple los sistemas de información técnica, los cuales tienen datos técnicos precisos sobre las condiciones de diseño y funcionalidad de cada elemento. Ejemplos de sistemas de información puede ser: Registro Data Sheets, EIMS, ACET, Maintainit. Esta información deberá estar disponible en copia Dura o Magnética para todos los SCE de las facilidades, o en las oficinas de otras operaciones de campo.

**TABLA 6. Formato de Registro de SCE**

Item	TAG	Parent	P&ID	SCE	Sistema de información	Ident SCE	Notas

**2.1.2 Elaboración de los Estándares de Desempeño.** El estándar es una aplicación del PS / IM como una de las normas de seguridad que en este momento está aplicando BP-Amoco a nivel mundial y es responsabilidad de PTS Colombia Ltda., mostrar el cumplimiento, en compromiso que tiene en el Manejo de la Integridad, en los lugares que opera y los servicios que ofrece, para acreditar el buen desempeño y brindar garantías.

El tomar la seguridad de los procesos y la integridad de los equipos en la industria, ha adquirido gran importancia y estudio, por que amenazan la vida en equilibrio entre el hombre y su entorno. De la misma manera que los desastres resultan de las actividades tecnológicas ocasionados por el hombre, cuya principal razón entre otras se incluye la incapacidad para tomar la decisión en asegurar el uso apropiado de esta tecnología, debe ser también el mayor interesado en prevenir, detectar, controlar y mitigar, la presencia de eventos que ocasionen daño y perjuicio a su permanencia en la tierra.

Los estándares de desempeño de Equipos Críticos de Seguridad (SCE), son parte de ese intento por anticipar esas fallas o eventos, colocando como propósito la asistencia para asegurar las instalaciones de los pozos, también las diferentes operaciones que se realizan, que sean mantenidas y maniobradas de forma segura.

Estos estándares acceden a una mayor cobertura en el Manejo de la Integridad, cuya regulación es parte de la empresa para alcanzar significativos y superiores esquemas de seguridad. El estándar se basa en la identificación clara de peligros

potenciales asociados con dichas instalaciones y operaciones, y programas que consoliden el manejo de riesgos.

Se describirá en forma física los apartes que contiene el estándar, para visualizar los alcances y parámetros dentro del estándar. Para la elaboración de estos estándares, se realizó la siguiente metodología:

- Estudiar el formato, para entender la información que se necesita.
- Buscar las fuentes necesarias que logren aportar la información adicional, verificando que sea la correcta, de buena comprensión y pedagógica, para quien pueda acceder al estándar.

Cada SCE debe tener su propio Estándar de Desempeño, éstos pueden desarrollarse individualmente o por grupos o familias de elementos, siempre y cuando correspondan todos de la misma categoría. Este manejo debe ser hecho por la autoridad técnica de cada área, con el apoyo del supervisor de calidad ya que son ellos quienes tienen la competencia para la forma de este tipo de decisiones.

◆ **Estándar de Desempeño.** El Estándar de Desempeño es un formato que se encuentra dividido en varias secciones, para estipular diferentes áreas de información. Es un documento, que BP-Amoco ha acordado como modelo que servirá de guía, se trabaje en él y que se tenga una sola plantilla para las diferentes contratistas. Describiremos estas secciones.

◆ **Descripción Sistema / Equipo.** En esta sección se contiene la información más generalizada del equipo:

- **ID Equipo:** donde se representa la identificación del equipo o familia de equipos.
- **Descripción:** si su nombre es una abreviatura se describe más detalladamente lo que significa.
- **Servicio:** el servicio que presta de acuerdo si maneja algún tipo de fluido o si no se especifica qué realiza.
- **Locación:** se refiere al lugar donde se encuentra el equipo o la unidad de trabajo a la cual pertenece.
- **Parámetros:** son parámetros de operación: como la presión de operación, su temperatura o capacidad, en el caso de tratarse de un único equipo, pero si es una familia se escribe estos datos en una tabla al final del estándar.

- **SCE ID:** hace referencia por cuál de las secuencias obtuvo su salida (número) del Árbol de Decisiones.
- **SCE Ranking:** escala de potencial como riesgo que representa en caso de existir un evento catastrófico o falla. La calificación se realiza a través de una matriz llamada Matriz de Riesgos Mayores (Tabla 11), describiéndose como Alto, Medio y Bajo. Este análisis conjuga ítems del tipo de fatalidad contra la frecuencia de estos eventos.

Esta evaluación determina si las condiciones son seguras para operar, si se necesitan reducciones de riesgos o controles adicionales, y sus prioridades.

También provee un conocimiento total acerca de los niveles de riesgo para que todas las planificaciones, operaciones y actividades puedan realizarse sin restarles importancia a las mismas. Se debe evaluar cada uno de los peligros en primer lugar. Generalmente, el número será entre 10 y 20. Si se presentan un número mayor de riesgos, se deben agrupar los peligros similares y evaluarlos en forma conjunta.

Resulta suficiente utilizar los resultados obtenidos a partir del estudio HAZOP u otro método para medir las posibilidades cualitativas y las consecuencias. Sin embargo, dichos resultados deben ser actualizados con los resultados de las investigaciones de soporte. Un ingeniero de seguridad o de integridad con conocimientos acerca de las estadísticas de incidentes y los peligros mayores debe revisar los resultados, o estar sujetos a la revisión de otro personal totalmente independiente, en caso de necesitar una opinión externa para verificar si son acertados los resultados de la Matriz a los riesgos que se presentan.

La matriz de 5 \* 5 puede utilizarse como un método de clasificación cualitativa y cuantitativa con definiciones detalladas tal como se indica a continuación. Se ha separado por tablas para ver con más detalle cada una de las categorías. (Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11).

**TABLA 7. Matriz Categoría de Probabilidad**

<b>Cat.</b>	<b>Descripción</b>
<b>5</b>	El incidente ocurre numerosas veces por año en la operación de BP en la región. Existe una gran posibilidad de que vuelva a ocurrir. Frecuencia: una vez cada 10 años o más.
<b>4</b>	El incidente ocurre numerosas veces por año a nivel mundial en BP. El incidente puede en BP en algún momento. Frecuencia: entre una vez en 100 y una vez en 10 años.
<b>3</b>	El incidente ha ocurrido en BP. Existen escasas posibilidades de que el incidente ocurra en esta región. Frecuencia: entre una vez en 1000 años y una vez en 100 años.
<b>2</b>	El incidente ha ocurrido en industrias con peligros de accidentes mayores (Por ejemplo: petróleo y gas, petroquímica, química). Existen escasas posibilidades de que el incidente ocurra. Frecuencia: entre una vez en 10000 años y una vez en 1000 años.
<b>1</b>	Posible desde el punto de visto teórico, aunque no se han registrado antecedentes. Frecuencia menor que una vez en 10000 años.

**TABLA 8. Matriz Categoría de la Consecuencia (Aseguramiento)**

<b>Cat.</b>	<b>Descripción</b>
<b>A</b>	Potencial de más de 30 víctimas (Por ejemplo: pérdida potencia de todo el equipo de perforación o de una instalación de gran dimensión, lo cual tenga como consecuencia víctimas inmediatas y sobrevivientes que deban escapar al mar de forma descontrolada).
<b>B</b>	Potencial de entre 10 y 30 víctimas (Por ejemplo: un problema en un equipo de perforación / plataforma con víctimas inmediatas, lo cual requiera una evacuación controlada, o un colapso con un helicóptero con pérdida de todo abordó).
<b>C</b>	Potencia de entre 2 y 10 víctimas (Por ejemplo: un problema que no se agrava con potencial de víctimas inmediatas solamente o pérdida total de la tripulación de la plataforma satélite mar adentro, offshore).
<b>D</b>	Potencial de una solas víctima o lesión seria.
<b>E</b>	Potencial de primeros auxilios, tratamiento médico, lesiones.

**TABLA 9. Matriz Categoría de la Consecuencia (Medio Ambiente)**

<b>Cat.</b>	<b>Descripción Ambiental</b>	<b>Descripción Socioeconómica</b>
<b>A</b>	Potencial de alterar el ecosistema o actividad que resulte en daños a largo plazo (+ de 10 años) o bajo potencial de recuperación de su estado normal. (Por ejemplo: daños a un ecosistema frágil).	Potencial de pérdidas o alteraciones a largo plazo para los usuarios o finanzas públicas (Por ejemplo: impacto a largo plazo en la industria pesquera o turística).
<b>B</b>	Potencial de alterar el ecosistema o la actividad que resulte en daños a medio plazo (+ de 2 años) pero con una posibilidad de recuperación dentro de los 10 años.	Potencial de provocar pérdidas financieras a otros usuarios o el público (Por ejemplo: suspensión temporaria de la actividad pesquera).
<b>C</b>	Potencial de alterar el ecosistema o actividad en un área localizada durante un lapso corto con buen potencial de recuperación. Escala similar de consecuencias sobre la variación existente.	Potencial de provocar molestias a otros usuarios.
<b>D</b>	Alteraciones dentro del grado de variación existente, puede ser monitoreado o identificado	Potencial de afectar el comportamiento, aunque no de provocar molestias a otros usuarios o el público.
<b>E</b>	Consecuencias insignificantes (Escasas probabilidades de ser identificadas o medidas con las actividades de fondo)	Consecuencias insignificantes.

**TABLA 10. Matriz Categoría de las Consecuencias (El Negocio y la Reputación)**

Cat.	Impacto Sobre el Negocio	Reputación
<b>A</b>	Impacto mayor sobre costos o ingresos más la futura viabilidad de las operaciones de BP en la región. Pérdidas totales para la empresa mayor a mil millones de US.	Impacto mayor sobre el precio de las acciones de BP. BP se ve forzado a abandonar la región. Encuesta pública. Pérdida de acceso futuro a otras áreas. Pérdida general de confianza en BP.
<b>B</b>	Potencial de impacto mayor sobre los costos o ingresos de BP en la región. Perdidas totales para la empresa entre 100 millones y mil millones de US.	Cobertura constante en los medios de prensa internacionales durante varias semanas. Caída del precio de las acciones. Intervención por parte de un regulador en otras áreas y cuestionamientos por parte de otras empresas y reguladores en otros países acerca de la competencia de BP como operadora. Pérdida de acceso futuro a exploración y realización de negocios en esa región. Enjuiciamiento a la empresa o individuos. Multas punitivas
<b>C</b>	Potencial de impacto mayor sobre los costos o ingresos en la unidad de rendimiento (Por ejemplo: violaciones al contrato de provisión local). Pérdidas totales para la empresa entre 10 millones y 100 millones de US.	Titulares en los medios de prensa internacional. Coberturas de prensa en los medios nacionales. Enjuiciamiento e intervención por parte de un regulador en todas las operaciones de BP en esa región. Enjuiciamiento por parte del regulador.
<b>D</b>	Potencial de impacto menores sobre los costos o ingresos.	Titulares de prensa nacional. Posible enjuiciamiento por parte del regulador.
<b>E</b>	Impacto insignificante sobre los costos o ingresos.	Menciones en la prensa local. Cuestionamientos por parte del regulador.

**TABLA 11. Matriz de Riesgo de Análisis de Peligros de Accidentes Mayores**

					PROBABILIDAD				
					Sin antecedente en ningún lugar del mundo.	Ha ocurrido; escasas posibilidades de ocurrir.	El incidente ha ocurrido en BP.	El incidente ha ocurrido numerosas veces en BP.	El incidente ha ocurrido numerosas veces en la compañía local.
CONSECUENCIAS					Menos de una vez en 10,000 años.	Una vez cada 1,000-10,000 años.	Una vez cada 100-1,000 años	Una vez cada 10-100 años	Una vez cada 10 años
Daños a la gente	Daños al medio Ambiente.	Impacto sobre los negocios BP.	Daños a la Reputación.		1	2	3	4	5
Más de 30 Víctimas.	Daños a largo plazo al ecosistema, escaso potencial de recuperación.	Mayor a mil millones de US	Medios internacionales, BP debe abandonar la región, encuesta pública, pérdida a acceso futuro.	<b>A</b>	****	S	S	S	
10-30 Víctimas	Daños a medio plazo al ecosistema, posibilidad de recuperación dentro de 10 años.	Entre 100 y mil millones de US.	Medios internacionales, intervención del regulador, enjuiciamiento a la empresa, multas.	<b>B</b>	**	*	S	S	B
2-10 Víctimas	Cambios en el ecosistema hasta 2 años, potencial de recuperación.	Entre 10 y 100 millones de US	Titulares de la prensa internacional, coberturas en los medios nacionales, enjuiciamiento.	<b>C</b>	***	***	**	B	S
Una víctima o lesión sería.	Cambios localizados a corto plazo en el ecosistema, buen potencial de recuperación.	Potencial de impacto de costos o ingresos menores para la compañía local.	Titulares de la prensa internacional y televisión, posible enjuiciamiento por el regulador.	<b>D</b>	****	*****	****	**	
Primeros auxilios / tratamiento médico posible DAFWC.	Cambios dentro del alcance de variabilidad existente, puede ser monitoreado.	Impacto negligente sobre costos o ingresos	Mención de la prensa local, cuestionamientos por parte del regulador.	<b>E</b>	*	*****	***	*	***

Donde:

- **S:** Riesgo determinado por Seguridad.
- **B:** Negocio.
- **\***: Otros peligros identificados.

Los peligros en las casillas amarillas o rojas representan los niveles de riesgo que exigen acciones para reducir dicho riesgo tan bajo como razonablemente sea práctico. La reducción del riesgo debe tomar un enfoque jerárquico: eliminar, prevenir, controlar, mitigar.

Estas acciones deben ser definidas por la empresa y por Proyectos, con una clara responsabilidad sobre su entrega. En una instalación ya existente, en el caso de alto riesgo (color rojo), se debe realizar en forma inmediata una revisión de aceptabilidad de la continuación de la operación. Se deben colocar límites y controles sobre actividades u operaciones hasta que el riesgo se haya reducido a medio (color amarillo). En el caso de que altos riesgos no puedan ser reducidos en el corto plazo, será necesario mejorar los sistemas de escape y los planes de respuesta ante emergencias.

En el caso de instalaciones en las cuales una gran cantidad de peligros está clasificada en medio (color amarillo) o uno o más peligros de alto riesgo, la totalidad de los riesgos en la instalación deberán ser manejados sin presentar modificaciones en la continuación de la operación. En este caso, se deben tomar acciones estratégicas para reducir el riesgo total, ejemplo, revisando la filosofía operacional o utilizando elementos de mayor seguridad e integridad.

Los riesgos o peligros bajos serán manejados de forma que se encuentren en programas de rutina de acuerdo a las filosofías de Manejo de la Integridad, aunque sean bajos y por lo que puede notarse no deben ser descuidados estos riesgos y mantenerlos de esa forma como sea practicable.

Esta información generada debe ser utilizada, porque todos los equipos que poseen una influencia directa en la seguridad de la gente y la integridad de la planta, debe ser registrada en los registros apropiados que a su vez documentan los criterios de aceptación relevantes y el estándar de desempeño del SCE.

- **Modos de Falla Asociado:** son las fallas más comunes que pueda presentar el equipo, se recomienda que sean estudiadas por la autoridad técnica encargada del equipo en particular, con ello se reconoce fácilmente los puntos de mayor interés en la inspección.
- **Frecuencia de Inspección:** es el intervalo de tiempo que se especifica con el objetivo de prevenir la salida de operación del equipo y cumplido se lleve

a cabo, para mantener la integridad de él y por ende de las instalaciones. Esta frecuencia la dictamina la autoridad técnica, el grupo de Integridad con las especificaciones internacionales y la experiencia adquirida para manejarlo.

- **Procedimiento de Inspección:** donde se analiza de forma más detallada los pasos a seguir al momento de realizar el mantenimiento preventivo del equipo. De la misma de la forma como la anterior la autoridad técnica, el grupo de Integridad se encargan para realizar este documento.
- **Responsable:** es la autoridad responsable de la inspección de equipo crítico (Mantenimiento o Calidad).
- **Sistema de Información:** sistema que se utiliza para registrar los mantenimientos realizados. A través de las órdenes de trabajo que genera el programa Maintainit (programa informático utilizado por PTS Colombia Ltda., que contiene información detallada del mantenimiento de los equipos, de la frecuencia de inspección generando una orden de trabajo, y concibe de manera automática la próxima orden de trabajo). Controlando así la trazabilidad del equipo en cuanto a sus inspecciones y mantenimientos realizados.
- **Elemento PS / IM:** indica el elemento contenido en el Estándar PS / IM, de los tres (3) Elementos, involucrados directamente con el manejo de los SCE, que se encuentran estipulados por el cual ha de regirse el equipo.

◆ **Alcance del Estándar de Desempeño.** Se nombran todos los equipos que se han calificados como críticos.

◆ **Metas de Seguridad.** Es el objetivo a cumplir con el buen funcionamiento del equipo necesario dentro del proceso ó que se encuentre en óptimas condiciones para detectar una falla o anomalía en el proceso manteniendo la integridad de las instalaciones.

◆ **Documentos de referencia.** Aquí se encuentra la información técnica nombrada a través de las normas internacionales o que el fabricante recomiende, además de los documentos que se encuentran dentro de la empresa como planos y registros.

◆ **Estándar de Desempeño del Sistema.** En esta sección se contiene la información clave que describe los aspectos más importantes de cada equipo y de acuerdo con la información serán elaborados los planes de inspección, monitoreo y mantenimiento.

En términos generales, estos documentos consignan información como:

- **Funcionalidad:** una descripción del modo específico como debe funcionar u operar los parámetros referenciados del equipo o elemento. Por ejemplo, una PSV debe abrirse al alcanzar el set de presión, dando paso al flujo hacia la línea o equipo determinado.
- **Disponibilidad:** este parámetro define como: Probabilidad que el equipo o elemento esté disponible cuando sea requerido. En este parámetro se habla que el equipo está en un 100% disponible cuando se encuentre en línea de operación.
- **Confiabilidad:** se define como: La probabilidad que, bajo unas condiciones determinadas, el equipo realice sus funciones dentro de las tolerancias esperadas, durante un intervalo de tiempo determinado. Se puede expresar también, con un parámetro de número de fallas permisibles en un intervalo de tiempo (Rata de Falla Permisible). De acuerdo con la Gestión de Seguridad e Integridad de los Procesos, se debe cumplir como mínimo con un 99% de probabilidad de función en demanda.
- **Supervivencia:** este parámetro hace referencia, a la condición que debe mantener el equipo o elemento después de generado un evento o falla (Fire Safe), establecida para componente del sistema.
- **Método de Aseguramiento:** es el ítem donde se encuentra más detallados los procedimientos de mantenimiento de la organización, las normas internacionales que les aplica al equipo en su diseño, mantenimiento, puesta en operación, procedimientos de procura, además sus respectivos registros donde se colocan los resultados de estos mantenimientos y donde se encuentra otras informaciones con respecto a este punto como el Plan de Inspección y Ensayo.

◆ **Descripción de Componentes.** Se describe los componentes del equipo, si los tiene.

◆ **Tabla del Plan de Inspección y Pruebas de SCE.** Cada prueba o rutina de inspección debe estar orientada al cumplimiento o verificación de algún parámetro interno del “Estándar de Desempeño”, así que esta tabla se incluye para la mención, de la rutina para cada equipo o elemento con los siguientes ítems:

- **Elemento:** en este cuadro se hace mención al elemento o componente singular para el cual se recomienda o planea la prueba o rutina de verificación.
- **Prueba:** descripción del tipo de prueba o rutina de verificación que se recomienda.

- **Parámetros:** parámetros a medir o verificar durante la prueba o rutina de verificación.
- **Frecuencia:** frecuencia recomendada para la ejecución de la prueba o rutina de verificación.
- **Documentos Adicionales:** procedimientos o normas aplicables para la prueba o rutina de verificación.

◆ **Listado de Modos de Falla.** Este listado se encuentra soportado por las normas ISO 14224, que es una Norma Internacional que ha sido basada en la experiencia adquirida a través de varias prestigiosas compañías desde los años 80's. Durante estos años se han acumulado gran cantidad de datos y conocimientos sustanciales de reparaciones y mantenimientos de equipos. Como la seguridad en la industria del Petróleo ha tomado gran interés en los últimos años se ha estado trabajando en concentrar esas fallas, para permitir un mejoramiento en el manejo de estas a través de un sistema de datos conjuntos en la industria, consignándose las fallas de acuerdo a los equipos y facilitando la información de las fallas más comunes que se presentan. La norma provee recomendaciones, especificaciones y ejecuciones que mejorarán fundamentalmente la dirección en los sistemas de mantenimiento. Todo eso lo encontramos en una tabla donde se consignan las fallas con los siguientes ítems:

- **Clase de Equipo:** describe el equipo de acuerdo a su función en la norma, por ejemplo, instrumentación, válvulas, vasijas a presión, etc.
- **Código:** son abreviaturas con las iniciales en inglés del tipo de falla que presenta.
- **Definición:** es la descripción de la abreviatura del código de la falla en forma general.
- **Descripción:** es la particularidad de la falla que presenta el equipo y como actúa esta falla en él.
- **% Distribución de Fallas:** es la característica cuantitativa en que esta falla ocurre, con el propósito de tener una estadística y control para el manejo de integridad.

Este es el contenido del documento de estándares de desempeño, ahora veremos la plantilla para estos datos. (Tabla 12)

**Tabla 12. Guía de Registro de Equipos Críticos de Seguridad**

DESCRIPCION SISTEMA / EQUIPO	
ID Equipo:	Descripción:
Servicio:	Locación:
SCE ID (Ver Árbol):	SCE Ranking:
Modo de Falla Asociado:	Frecuencia Inspección:
Procedimiento Inspección:	Responsable:
Sistema Información:	Elemento PS / IM:

ALCANCE DEL ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO	
METAS DE SEGURIDAD	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	
ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA	
Funcionalidad	Método de Aseguramiento
	Diseño. Procura. Funcionamiento. Comisionamiento. Operaciones. <b>Mantenimiento.</b> <b>Registro.</b>
Disponibilidad	Método de Aseguramiento
	Diseño, Procura, Funcionamiento, Comisionamiento, Operaciones.
Confiabilidad	Método de Aseguramiento
	Diseño, Procura, Funcionamiento, Comisionamiento, Operaciones.
Supervivencia	Método de Aseguramiento

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

**Plan de Inspección y Pruebas de SCE.**

ELEMENTO	PRUEBA	PARÁMETROS	FRECUENCIA	DOCUMENTOS ADICIONALES

**Lista de Modos de Falla.**

CLASE DE EQUIPO	CÓDIGO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	% DISTRIBUCIÓN DE FALLAS

**2.1.3 Esquema de Verificación.** El tener bajo control el desempeño de los equipos es requisito esencial para determinar si se cuenta con los sistemas y procedimientos eficaces para el Manejo de la Integridad. Es evidente que debe existir un mecanismo que evalúe el desempeño para demostrar la comprensión total de los procesos relacionados con la integridad y el control de los mismos.

El esquema de verificación desarrolla un sistema de control que confronta si estas herramientas son lo suficientemente satisfactorias que conlleve hacia el aseguramiento, acordado en la organización, las cuales deben revisar la eficacia de la gestión de la seguridad e integridad de los procesos.

En este proceso se juega un papel importante, es la parte práctica de la aplicación de la implementación del Estándar PS / IM. En él se encuentran las frecuencias y los procedimientos, asignados a cada SCE.

◆ **Frecuencia de Inspección.** La frecuencia es un régimen de inspección, prueba, monitoreo y mantenimiento que es asignada al equipo, donde encontramos la regularidad en tiempo a la cual ha de realizarse el chequeo o cualquier tipo de mantenimiento. Estos intervalos de tiempo fueron catalogados, primero, aconsejado por el fabricante de conveniencia a las normas de diseño, y segundo, modificado por la empresa de acuerdo a la experiencia adquirida en sus operaciones por el desempeño del equipo con respecto a su número de fallas, paradas o reparaciones, en el momento del mantenimiento o fuera de él. Esta cantidad de mantenimientos son de gran trascendencia en un tiempo determinado con la operación ejecutada por el equipo, para tener como punto fijo en la evaluación de la frecuencia, si es acertada o necesita ajustes.

Esta información se encuentra señalada en un cuadro llamado Plan de Inspección y Ensayo, realizado por la empresa. Para organizar estas frecuencias, existe un programa de mantenimiento llamado Maintainit, alimentado con la información del tiempo indicado de mantenimiento de cada equipo y su periodicidad, que al ser aplicado genera una orden de trabajo, a la fecha en la cual se vence el término propicio en cumplir la respectiva inspección. Los resultados se consignan en un reporte de fallas y de nuevo se alimenta al Maintainit para que, genere una orden de trabajo próxima y al realizar una auditoria se revele si estas frecuencias se encuentran certeras o necesitan modificación ya sea retrasando el tiempo o ajustándolo a un mantenimiento más próximo.

Las conclusiones de la retroalimentación de las auditorias, pueden generar cambios en la frecuencia de un equipo, con ello el Plan de Inspección y Ensayo

ha de ser modificado presentándose una novedad en el documento, para su pronta aplicación, además se extiende al programa de Maintainit. El grupo de Integridad, el departamento de Mantenimiento y la Línea de operación a la cual pertenece el equipo son los más interesados en realizar esta auditoria, como principales responsables de esta saludable acción.

Una situación que se puede presentar con repetición es el aplazamiento de una ejecución de una rutina programada para un SCE en caso que su frecuencia se ha sobrepasado de el tiempo predestinado o en caso que su mantenimiento no puede realizarse por no estar disponible el equipo para ello. Esto se llama Deferral (Ver Pág. 69) y para este asunto debe seguirse un procedimiento el cual deberá ir acompañado de un análisis de riesgos, en el que se especifiquen con claridad los peligros a los que estarán expuestos las facilidades o sistemas y las medidas de control o mitigación planteadas. Es importante también llevar un registro de estos Deferral para verificar la aplicación de estas frecuencias.

◆ **Procedimientos de Inspección.** Los Procedimientos son los “manuales o catálogos” con instrucciones paso a paso de la inspección, monitoreo o mantenimiento asociados a cada equipo. La información de estos procedimientos es realizada por la empresa, codificados y divulgados a través de un sistema de información llamado BIT (Business Information Technology), en el sistema Intranet de la empresa. Para saber cual es el procedimiento específico para el equipo, se encuentra también consignado en el Plan de inspección y Ensayo.

Estos procedimientos son aplicados al momento de realizar la inspección de acuerdo a la frecuencia. Pueden presentar modificaciones o adiciones en los pasos, de acuerdo a las conclusiones hechas a los reportes de falla en las órdenes de trabajo que al ser evaluados necesiten ajustarse, por demostrarse que la(s) falla(s) vuelve a ocurrir en repetidas ocasiones, de modo que se incluyen o descartan puntos de observación, de condición que la falla no se vuelva a presentar. También estas modificaciones son hechas debido a alguna recomendación de normas internacionales. Estas modificaciones son reportadas en novedad de documentos, como registro de soporte, son revisados y colocados de nuevo en el BIT, para su consulta en el mantenimiento.

Este esquema de verificación nos proporciona la certeza necesaria de la información contenida en los estándares de desempeño a través de la frecuencia y de los procedimientos, verificando en forma práctica si los mecanismos funcionan de manera correcta. Si son satisfactorios, acordes a las necesidades de integridad, las fallas en los equipos serán mínimas o eliminadas, los riesgos y peligros en igual forma, demostrando que las frecuencias y los procedimientos son

los acertados. La auditoria es ineludible y es la herramienta que brinda mayor confianza en el proceso de esta implementación, seguridad en los siguientes pasos para asegurar la continuidad de las operaciones en completa normalidad.

Esta auditoria se realizan cuando el ciclo se haya completado en tiempo, puede ser anual ó como la organización lo estime, analizando la información disponible de los resultados que arroja el proceso de verificación, y no dejar recursos a las dudas. De la eficacia en los resultados, las acciones que se derivan de las auditorias se deben establecer en plazos muy cortos.

**2.1.4 Proceso de Aseguramiento.** Ser “competente” significa la condición de estar calificado adecuadamente. La organización debe ser competente y capacitada para realizar los trabajos asignados bajo condiciones de seguridad.

Debe entender su rol en la prevención y manejo de tareas de riesgos del estándar PS / IM y sus procesos ser adecuados y precisos. Para alcanzar la competencia se debe continuar en realizar evaluaciones y como resultado seguir un plan de acción para mejorar sus falencias.

De este modo se puede cumplir con los objetivos del estándar, promoviendo la identificación, la reducción de riesgos y evitar accidentes mayores. Esto puede contribuirse del Esquema de Verificación, siguiendo cada una de las etapas, pero lo que obtenemos de ello son resultados. No significa que con ello pueda darse un proceso de aseguramiento, consecuentemente se debe realizar un seguimiento, para concluir el proceso, dar resultados visibles y detallados de las operaciones realizadas por la empresa.

El proceso de aseguramiento debe incluir un grupo de medidores de desempeño para demostrar su competencia. La organización debe revisar dichos medidores o indicadores en auditorias donde esté presente el personal de operación, por lo menos una vez al año o como convenga para la organización; también utilizar la retroalimentación para discusiones con las directivas del grupo.

Para asegurar la Confiabilidad de un equipo ha de reunirse requisitos que entre más específicos, detallados y prácticos estaremos conteniendo una extensa área de estudio. Al conjugar estos requisitos bajo conceptos evaluativos estaremos especificando el grado de Confiabilidad que es el objetivo a mostrar. Podríamos decir que a mayor, el número de evaluaciones estaremos alcanzando mayor grado de Confiabilidad, pero el grupo de Integridad ha de tener las razones necesarias

para establecer estos indicadores de desempeño que no signifiquen cantidad sino calidad en la obtención de la información. Conjugar algunos indicadores nos dará la información oportuna y precisa, esto se logra a través del tiempo y con certeza estaremos en condiciones de ensanchar la tranquilidad, estaremos en el proceso de asegurar los procesos y las instalaciones, con gente experimentada y competente, disminuyendo los riesgos y pérdidas a la organización.

◆ **Indicadores de Desempeño.** Estos Indicadores de Desempeño que como su nombre lo indica, son los reveladores de la competitividad que se ha adquirido en cumplimiento de exigencias o requerimientos basados en soportar el aseguramiento total de los procesos.

Para el estándar PS / IM los indicadores de desempeño, elementos esenciales, son el sistema métrico de alto nivel que cada organización o unidad de negocios debería llevar a cabo y como objetivo les brinde identificar sistemáticamente los peligros durante las operaciones o eventualidades que en los equipos o sistemas se puedan presentar, y tener la capacidad de brindar aseguramiento de que dichos peligros o imprevistos están siendo tratados mediante un control de integridad efectivo.

Durante el tiempo en que se apliquen estos indicadores se obtendrá el soporte necesario como punto de partida que se requiere para presentar la iniciativa de Información de Rendimiento en la actividad petrolera que practique.

◆ **Indicadores de Desempeño Internos.** En la implementación del Estándar PS / IM se relató anteriormente los tres (3) elementos de los 8 que contiene el estándar, que involucran específicamente el manejo de los SCE. Se establecerá de forma genérica, cómo se proyecta para cada uno de estos 3 elementos los indicadores de desempeño.

◆ **Evaluación de Peligros.** En la evaluación de peligros se deben establecer indicadores de desempeño apropiados para garantizar que las actividades de evaluación de peligros han sido manejadas adecuadamente. Las siguientes pueden ser las recomendaciones:

- Número de HAZOP, What If, MAHID, etc. pendientes de la planificación.
- % de equipos o bienes de acuerdo a los SCE en las locaciones pertenecientes a la organización con registros actualizados de los peligros.

Esto permitirá constituir sitios y sistemas seguros de trabajo, con procedimientos en el sitio para controlar todas las actividades que están asociadas con las operaciones. Esto exigirá al personal del grupo de integridad experimentado y entrenado, a identificar los posibles peligros, considerar su potencial, probabilidad, severidad y que estipulen revisiones ya sean anuales o como convenga realizarlas de los procedimientos para evaluación de los peligros, incluyendo una evaluación general del cumplimiento del estándar PS / IM.

◆ **Integridad Mecánica.** Esta se refiere a la condición estructural y mecánica que presenta el material cuando ha sido sometido a esfuerzos, condiciones de corrosión interna y externa, fatiga o cualquier tipo de interferencias que afecte la operación normal. Los programas de Manejo de la Integridad mecánicos y estructurales deben poseer un número de puntos de revisión en el proceso para proveer el aseguramiento y, si es necesario, ajustes para entregar una mejoría continua. Las revisiones regulares de desempeño y los indicadores deben dirigirse hacia acciones correctivas y cambios apropiados en objetivos estratégicos a medida que la instalación adquiere antigüedad. Los indicadores de desempeño y las revisiones estratégicas poseen diferentes objetivos según se describe en la siguiente tabla. (Tabla 13).

Los indicadores de desempeño deben ser establecidos para la evaluación continua de los programas de Manejo de la Integridad y deben comprender tanto los indicadores principales y los de desaceleración, como por ejemplo, un indicador principal podría ser la tasa de corrosión y un indicador de desaceleración podría ser el número de reparaciones relacionadas a dicha corrosión. Las acciones correctivas deben ser generalmente en proporción al valor objetivo ya sea en términos absolutos o en porcentajes. Además los tiempos establecidos y los procesos en la tabla son sugerencias que van de acuerdo a lo que la organización pueda instituir en su negocio, analizando su capacidad para adaptarse al programa de integridad en un tiempo que ella lo estime recomendable.

Los indicadores de desempeño típicos pueden incluir:

- **Integridad Mecánica:**
- Número de fugas de SCE's incluyendo bridas y juntas.
- Reparaciones vinculadas con Manejo de la Integridad a los SCE totales y las vencidas.
- % de reparaciones de Manejo de la Integridad en SCE's completadas a tiempo.

- Numero de reparaciones provisionales a SCE's más allá de la fecha planeada.
- Mantenimiento planeado versus mantenimiento total de SCE's.

**TABLA 13. Indicadores de Desempeño de Integridad Mecánica.**

<b>Proceso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Ciclo Típico</b>	<b>Intervalo máximo recomendado</b>
Revisión de indicadores	Revisión de los resultados del programa de monitoreo que brinda retroalimentación inmediata para establecer un programa de mitigación, por ejemplo, el programa de monitoreo de corrosión muestras ratas de corrosión mayores que la establecida y se inicia un aumento en la inyección de inhibidor de corrosión.	3 a 6 meses	3 meses
Revisión estratégica interna	Revisión de la estrategia de Manejo de la Integridad mecánica y estructural vigente para reflejar los cambios en los planes de negocio más el resultado del programa de monitoreo de mitigación.	Anual	2 años
Revisión externa	Revisión externa de oportunidades y lecciones aprendidas que pueden mejorar el desempeño de programas de Manejo de la Integridad de manera que se pueda compartir con otras unidades de negocios, mejorando las prácticas y para ayudar a recalcar los riesgos potenciales asociados con el envejecimiento de las instalaciones.	Anual	3 años
Programa de Manejo de la Integridad de tres años renovable	Con el objetivo de registrar y rastrear las acciones correctivas requeridas para lograr el cumplimiento del estándar para ítem mecánicos y estructurales, y también con el objetivo de establecer prioridades y presupuestos.	Anual	Anual.

- **Manejo de Corrosión:**
- Disponibilidad de bombas de Inhibidor de corrosión.
- Numero de puntos de monitoreo de corrosión mayor a la rata establecida.
- % de protección catódica en cumplimiento de los potenciales establecidos.
- % de tratamiento de Biocida versus el plan.
- Numero de excursiones de niveles de O<sub>2</sub> establecidos en sistemas de inyección de agua.
- Excursiones de punto de rocío de petróleo BSW de exportación / gas.
- Operaciones de limpieza de oleoductos versus el plan.
- Ph del sistema glicol dentro de la especificación.
- Composiciones de amina rica / pobre dentro de lo establecido.
  
- **Inspección:**
- Numero de órdenes de trabajo de inspección vencidas para SCE.
- % de inspecciones completadas versus el plan para cada clase de equipo.
- % de tuberías cubiertas por los planes de inspección acordados.
- Número de inspecciones operacionales de tanques de almacenamiento con techo flotante o no versus el plan.
- Número de corridas con raspadores inteligentes versus el plan.

◆ **Sistemas de Protección.** En este contexto los sistemas de protección son aquellos sistemas de seguridad críticos, elementos y controles, que realizan una contribución primaria en la prevención, detección, control o mitigación de accidentes mayores, o en asegurar el escape o supervivencia de seres humanos.

En este ítem deben fijarse indicadores apropiados de rendimiento para brindar garantía de la integridad vigente de todos los sistemas de protección, está siendo adecuadamente mantenida. Estos indicadores de desempeño pueden incluir:

- Ensayos vencidos de dispositivos críticos de seguridad.
- Ensayos fuera de fecha del equipo de sistemas de seguridad, como por ejemplo, válvulas de seguridad dentro del pozo, válvulas de interrupción, válvulas de purga, válvulas de control.
- Estado de los ensayos / disponibilidad de los sistemas detección de incendio y gas.
- Número de trayectos complementarios de largo plazo en su lugar.
- Insuficiencia según estándares de rendimiento en el caso de elementos críticos de seguridad durante el ensayo y demandas reales.
- Estado de las inspecciones / ensayos / acciones de los sistemas de electricidad.

◆ **Indicadores de Desempeño Externos.** En la organización el responsable por el PS / IM medirá y hará cumplir el estándar a través de los siguientes indicadores:

- **Resultados de las Auditorias:** basado en el número total de resultados de auditoria HSE / IM que se destacan. El puntaje más alto de 100% es para acciones no destacadas, el peor puntaje de cero es cuando la organización no tiene estos datos.
- **Órdenes de trabajo retrasados de SCE:** basado en el número total de pedidos de trabajo destacados vs. SCE totales, el mejor puntaje de 100% el peor de cero.
- **Mantenimiento:** la clasificación se basa en el % de horas planeadas de mantenimiento vs. El total de horas de mantenimiento, con el porcentaje más alto de 100% y el más bajo de cero, cuando no hay datos.
- **Periodo desde la última auditoria:** se clasifican teniendo en cuenta el lapso desde la última auditoria. Con una auditoria preparada en el momento recibe 100% y con puntaje de descenso hasta un 0% en prepararla hasta 36 meses o más.
- **Incidentes Mayores:** se encuentra en escala de 0-100% basado en el número de Incidentes Mayores experimentados durante el promedio de los últimos 12 meses.
- **Incidentes de Gran Potencial:** igual que el punto anterior, excepto que se utiliza un promedio de 3 y 12 meses.
- **Pérdida de Contención:** número de incidentes de pérdida de contención de hidrocarburo (por fuga de hidrocarburo), experimentados durante el promedio de los últimos 12 meses.

Se pueden ajustar más indicadores, se puede realizar una clasificación ponderada de la organización con respecto a otras unidades de negocios a nivel mundial y comparar el estado en la aplicación del estándar PS / IM, encontrándose que si se registra pérdida de datos o un rendimiento pobre, entonces se provea de mecanismos que indique mejoras constantes y si se encuentra en altos resultados de seguridad comparta sus procesos exitosos con el resto de la organización para beneficio conjunto.

◆ **Recomendaciones.** A partir de estos indicadores, la información que se pueda reunir y analizar, abarca todo el proceso que hemos presentado y es de suma importancia recopilar información cualitativa y cuantitativa de los equipos o sistemas a través de:

- La información de el fabricante relacione con el equipo, como su instalación, operación, mantenimiento, etc.

- La información contenida en la organización como dossiers, data sheets, planos, estudio de peligros, etc., pues nos proveerán la trazabilidad del equipo y puntos de apoyo para aplicar los indicadores apropiados y plantear otras formas de recoger la información faltante, que involucra su aseguramiento.
- Es bueno y recomendable que si existen varias líneas de servicio, sean ellas las responsables por documentar a sus equipos.
- Reunir documentos en los centros de operaciones de las líneas de servicio de fácil accesibilidad y junto con los demás supervisores, establecer también un lugar central donde se encuentre esta información almacenada que sirva de soporte, si es posible en copia dura y magnética.
- Realzar la importancia de las Listas de Chequeo (Check List), como medio más continuo para reunir información para continuar construyendo la trazabilidad del equipo.

Dentro de las órdenes de trabajo generadas por el sistema Maintainit se encuentran las Listas de Chequeo, que son tablas con los componentes más principales y trascendentes de un equipo en particular, para especificar el estado en que se encuentran.

Estas Listas pueden dar las siguientes ventajas:

- Donde se puede evidenciar con más detalle los modos de falla que pueda presentar el equipo.
- Establecer cuales son los puntos que necesitan de mantenimiento más preciso y oportuno.
- También puede ser un soporte para decidir si el equipo ha de ser enviado a pruebas que demuestren su confiabilidad o rechazo.

De la información alimentada del Maintainit y obtenida por las listas de chequeo podremos relacionarla por medio de **curvas o gráficas de comportamiento**, sean las establecidas por el software o las que se puedan crear con los indicadores de desempeño y saber los índices de operación a través del tiempo, con esto se puede concluir las fallas que el equipo ha tenido o la confiabilidad demostrada.

Con estas curvas podremos optimizar:

- Las partes más críticas en el mantenimiento de un equipo,
- Los repuestos que más frecuente se deben tener en el almacén o en la bodega para suministro.

- La frecuencia más recomendada para prevenir la falla en un equipo.
- El tipo de mantenimiento más acorde de acuerdo a la operación o servicio ejecutado.
- La competitividad de la gente en el momento de realizar el mantenimiento.

Estas listas de chequeo deben ser revisadas y actualizadas después de la auditoria hecha a las órdenes de trabajo para incluir o excluir algunos de los componentes, de acuerdo al grupo de integridad lo considere, para optimizar la información y resaltar la prioridad en los SCE. Realizando este tipo de auditorias podremos establecer la realidad actual de la empresa y con esta investigación reunida en un sistema de información será fundamental para las decisiones concernientes al manejo de la Integridad.

◆ **Deferral, Inhibit, Override, Shut Down.** Las fallas existen, se presentan, no queriendo decir que no hay confiabilidad, por el contrario comprobarlas demuestra que el ciclo se esta cumpliendo y el manejo de la integridad se esta llevando a cabo, además se examina cómo se comporta la empresa durante el proceso. Un problema adicional que puede existir es: qué alcanza a acontecer cuando un mantenimiento se convierte en extemporáneo, cuando el mantenimiento de un equipo se debe realizar en la instalación sin poder desmontarla de su lugar de operación y es necesario desconectarlo de sus instrumentos de protección, donde se puede afirmar que hacerlo es ir en contra de las normas de seguridad, instalándose en situaciones que pueden traer incidentes o desastres que impliquen daños al personal y con mayor perplejidad hacia el medio ambiente.

Este tipo de situación también puede ser manejable, con conceptos que ayuden a mantener la integridad aún cuando este tipo de incompatibilidades se presenten y la organización no se sienta sorprendida sino que tenga una forma de controlar y confrontar, un proceder que le vincule mayor aseguramiento en todos sus procesos y en sus instalaciones.

Para esta nueva administración existen 4 figuras por así decirlo, pero que en realidad podemos calificarlas como indicadores de desempeño pues de igual manera muestran la idoneidad de la organización. Estos indicadores también reflejan el Manejo de la Integridad en el sentido que son alarmas para auditar los procedimientos y esquemas de los SCE, puesto que al momento de actuar revelan cuales equipos o sistemas se encuentran o no de acuerdo al estándar, dentro o fuera de la cobertura instituida por la organización.

Las nombraremos y explicaremos que significa cada una de ellas:

- **INHIBIT:**  
Es un aislamiento temporal que se realiza sobre las señales de entrada al sistema shut down de una instalación, para prevenir que se produzca la parada de un sistema en particular, cuando se activa el límite de disparo de la señal inhibida. Este aislamiento es típico para la calibración de instrumentos, cuyas señales están conectadas al sistema de cierre.
  
- **OVERRIDE:**  
Es un aislamiento realizado sobre señales de salida al sistema de shut down para evitar una activación del elemento que pueda ocasionar en cierre. Normalmente estas tienen que ver con el actuador de una válvula shut down o los switches instalados como protección de equipos.
  
- **SHUT DOWN:**  
Es un aislamiento que como en el OVERRIDE o INHIBIT remueven una señal de activación de un elemento que pueda ocasionar un cierre, pero que a diferencia de los nombrados el SHUT DOWN aísla totalmente la instalación.
  
- **DEFERRAL:**  
Este no es un aislamiento, se trata de un término que significa un aplazamiento de una tarea, un mantenimiento o una rutina que ya se encuentra programada y que se ha vencido en tiempo sin que la rutina se haya realizado para un equipo en este caso a un SCE.

La pregunta es cómo se aplican estos indicadores en un equipo o sistema, cuál es el mecanismo para su tratamiento y qué repercusiones trae a la organización en el manejo de la integridad. Las instalaciones ya sean móviles o fijas deben permanecer seguras, realizando los mantenimientos adecuados a los equipos de modo que se pueda preservar la integridad, y colocar dispositivos de seguridad o sistemas de protección que activan o otros equipos que se cierran o abren de acuerdo a lo requerido en el proceso, y lo hacen para proteger la integridad del equipo y de la instalación.

De acuerdo a la configuración de las instalaciones estos términos se aplican siempre con la intención de conservar la integridad y deben aplicarse con este objetivo:

- INHIBIT y OVERRIDE se aplican en caso que en las líneas de las instalaciones incluyan baypass, con el fin de desviar la corriente principal hacia una línea auxiliar o baypass. Este mecanismo es utilizado en caso de reparar, inspeccionar o realizar un mantenimiento a un equipo o dispositivo que se encuentre en esa línea en particular.
- SHUT DOWN se aplica en caso que en una instalación no incluya un baypass o los equipos a inspeccionar se encuentren fuera del alcance de una de estas líneas auxiliares y que en este caso se realiza una parada a toda la instalación. Esta parada debe ser programada debido a que afecta la producción.
- DEFERRAL se aplica en caso que un equipo haya sobrepasado su tiempo límite para su respectivo mantenimiento o inspección y por consiguiente este equipo no posee la confiabilidad necesaria para seguir operando, en cuya situación se procesa un DEFERRAL para ese equipo en especial.

Para este tipo de situaciones ya presentadas, la organización debe tener procedimientos hacia las autoridades superiores quienes en ellos recaerá la responsabilidad de efectuar estas acciones, y con ello evitar que se hagan, sin el debido compromiso de contar con los conceptos claros, de personal calificado, avalado por la organización y reconocido por el cliente. Las maneras para autorizar y controlar la no disponibilidad o inhibición (inhibir o baypass), aplazamiento o parada total de cualquiera de los dispositivos de protección que se encuentran en equipos o sistemas deben ser controladas y actualizadas ante nuevas expectativas de alcanzar la integridad. Medios alternativos de mantener operaciones seguras deben ser especificados, tales como procedimientos, operativos temporales o límites operativos revisados y seguros. El efecto acumulativo de las remociones y reemplazos debe ser registrado y evaluado, y se debe realizar la mitigación apropiada en su lugar para manejar riesgos adicionales.

La información derivada de estos indicadores aplicados ha de conservarse y registrarse ya sea en copia dura o magnética, debidamente firmado por las autoridades que dictamine la empresa, para su posterior análisis en el mejor de los casos en una auditoría para propio beneficio en el manejo de la integridad.

- **Beneficios.**

Para el cliente son importantes estos indicadores, reflejan el manejo que la organización da a sus equipos o sistemas, si los conoce o no, qué disposición realiza en caso de presentarse y punto de partida para transmitir confiabilidad, tanto para la organización como para el cliente y sus vecindades.

Anualmente se reúnen el cliente en este caso BP-Amoco el mayor interesado y la organización para auditar los Deferral, Inhibit, Override y Shut Down que se han presentado, con los soportes ingenieriles y técnicos que puedan explicar cada una de los escenarios en que ocurrieron. De este modo se verifica si existió negligencia por parte de la organización que no estuvo preparada para enfrentarlas, o que si maniobraron estas situaciones con los fundamentos necesarios, con la participación del grupo de integridad y de los grupos interdisciplinarios, internos y los externos que ameriten ser utilizados.

De lo concluido en la auditoria se constituyen planes de acción o rediseñar los procesos de operación, mantenimiento, etc., todo con el objetivo de reestructurar algunos puntos débiles y de reforzar aquellos en que se demostró efectividad y eficacia. Además estarán en el portafolio de Rendimiento para mostrar ante otras unidades de negocio, el cumplimiento con el Estándar PS / IM.

◆ **Expectativas.** Este es el Proceso de Aseguramiento con el cual se espera que el proceso de implementación del Estándar PS / IM, sea de gran seguridad, confiabilidad y con no perder de vista los objetivos que trae el Manejar la Integridad. Hacia el futuro se requerirá fortalecer en grandes esfuerzos la administración de las instalaciones y los procesos al mismo tiempo constreñir a otras organizaciones y unidades de negocios para adoptar medidas similares traduciendo en “No accidentes, no daño a las personas y no daño al Medio Ambiente”.

BP-Amoco a nivel mundial ha encabezado en su estándar de implementación, este tipo de proceso con los SCE, para encontrar más seguridad, comprensión de los riesgos presentes en estas operaciones, conocimiento para enfrentar y controlar, con personal especializado y entrenado, encaminar la profesionalización de la organización.

De esta implementación que BP-Amoco desea que sus contratistas y unidades de negocios ejecuten en sus instalaciones y operaciones, como una garantía de seguridad en todos los aspectos como ya se ha citado anteriormente. Los eventos

que en años pasados se han presentado ha sido por la falta de esas garantías en las operaciones, en no tener en cuenta que la prevención atrae más dividendos que las reparaciones hechas a personas, terceros y comunidades que se han visto afectadas por estos hechos.

BP-Amoco ha tomado esta visión de continuar en seguir orientando sus altos estándares hacia la conservación de la vida, y en última instancia el prestigio y buen nombre de sus actividades petroleras. Como participante de estas actividades sus contratistas están instalándose también en el camino de implementar en sus servicios y operaciones, esquemas de confianza, que compartan la opinión de comprender las ventajas en la inversión de sus equipos y estructuras, continuar ejerciendo su movimiento petrolero con presteza, diligencia y seguridad.

El ciclo nuevamente iniciado traerá mayores expectativas en la escala del aseguramiento, mayor competitividad, experiencia y confianza en el manejo de la integridad. El proceso lógico de los SCE es continuo siendo de constante revisión ya sea desde la actualización de los estándares de desempeño e inclusive si debe realizarse una novedad a un equipo desde la evaluación de peligros para identificar y registrar los riesgos por esta aplicación y seguir los pasos siguientes.

Esta implementación puede tener nuevos campos de acción que tal vez en este momento no se encuentren en su máximo desarrollo, que necesitan ser colocados en mayor énfasis y elevar la seguridad. Estos avances pueden verificarse a través de los criterios de aceptación y rechazo o por procesos de aseguramiento, y como observamos el ciclo vuelve a repetirse para beneficio de quienes actúan en la actividad petrolera y para aquellos involucrados por estar en los terrenos de explotación.

### 3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proceso de la implementación del Estándar PS / IM, se está ejecutando en la empresa PTS Colombia Ltda., como un programa en la administración de la integridad y seguridad, aplicado a las instalaciones de producción (Cupiagua XL-5) y una de sus líneas de servicio (Slick Line) y se trató de dar cobertura a la instalación ya existente (Chitamena) y su otra línea de servicio (Well Testing), con grandes avances en la prevención de incidentes en las etapas de diseño, construcción, mantenimiento y operación.
- La situación actual de la empresa ha sido aceptable en el Manejo de la Integridad, ante esta implementación se logró unificar los criterios de responsabilidad y compromiso en clarificar los roles en esta elaboración de los estándares. Aunque este proceso sigue su marcha se espera que pueda adaptarse en un buen porcentaje durante su primer ciclo, con la expectativa que el personal siga sumando experiencia a través del tiempo y mostrar eficiencia en los resultados y aprender las lecciones requeridas en mejoramiento.
- Actualmente la empresa tiene sus propios esquemas de integridad y seguridad, para el cumplimiento de este estándar es la responsabilidad de PTS Colombia Ltda., estar a la expectativa de lograr una buena adaptación entre sus procedimientos y esta implementación, como un proceso válido en la consecución de altos estándares de seguridad.
- Este proceso es multidisciplinario y reúne además las líneas de servicios de la organización. Encontrar la armonía en estos sectores, despierta la necesidad de establecer una responsabilidad visible de alta gerencia que administre, delegue y dirija el desarrollo del estándar PS / IM. También será representante en negociaciones para demostrar los resultados del Manejo de Integridad.
- El desarrollo de este Estándar desea que la organización sea prominente a nivel nacional e internacional en establecer una sana competencia, en innovaciones y nuevos estándares en integridad, exigiendo que cada vez las operaciones y procesos ofrezcan mayor seguridad hacia las personas, el medio ambiente y los activos de la organización.

- Es aconsejable que mientras se adapta el estándar en su primer ciclo se estableciera un grupo de dos o más personas, que trabaje al lado con el grupo de integridad y continuara adelante en la recopilación de información para la elaboración de los estándares.
- Es aconsejable que todas las personas involucradas en este proceso, puedan acceder a cursos , seminarios de entrenamiento y preparación, con el fin de tener un buen entendimiento en el desarrollo y logro de los objetivos propuestos por este estándar.
- Es una gran experiencia el haber compartido este trabajo en esta empresa, trabajar en este punto de vista de la integridad que tiene gran riqueza en información, y notar la gran voluntad que se realiza que cada vez el manejo de la integridad sea una práctica recomendable y saludable en la industria petrolera.

## **4.BIBLIOGRAFÍA**

### **INSTRUCTIVOS**

Grupo BP-Amoco. Guía De Implementación del Estándar de Seguridad de los Procesos / Manejo de Integridad. Marzo 2003.

## **ANEXO A**



# GUIA DE REGISTRO EQUIPOS CRITICOS DE SEGURIDAD



GERENCIA DE CALIDAD

DESCRIPCION SISTEMA / EQUIPO	
ID Equipo:	Descripción:
Servicio:	Locación:
SCE ID (Ver Árbol):	SCE Ranking:
Modo de Falla Asociado:	Frecuencia Inspección:
Procedimiento Inspección:	Responsable:
Sistema Información:	Elemento PS / IM:

ALCANCE DEL ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO	
METAS DE SEGURIDAD	
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	
ESTÁNDAR DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA	
Funcionalidad	Método de Aseguramiento
	Diseño, Procura, Funcionamiento, Comisionamiento, Operaciones. <b>Mantenimiento.</b> <b>Registro.</b>
Disponibilidad	Método de Aseguramiento
	Diseño, Procura, Funcionamiento, Comisionamiento, Operaciones.
Confiability	Método de Aseguramiento
	Diseño, Procura, Funcionamiento, Comisionamiento, Operaciones.
Supervivencia	Método de Aseguramiento

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

**Plan de Inspección y Pruebas de SCE.**

ELEMENTO	PRUEBA	PARÁMETROS	FRECUENCIA	DOCUMENTOS ADICIONALES

**Lista de Modos de Falla.**

CLASE DE EQUIPO	CÓDIGO	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN	% DISTRIBUCIÓN DE FALLAS

Elaboró:	Aprobó:	Rev. 0	
Nombre: _____	Nombre: _____	Noviembre 2004	
Firma: _____	Firma: _____		