



---

---

# Universidad Nacional Autónoma de México

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

***ADMINISTRACIÓN DE LOS DOCUMENTOS TÉCNICOS  
EN UN SECTOR DE UNA REFINERÍA.***

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**SAÚL VALLEJO CASTILLO**

**DIRECTOR:**

**DR. M. JAVIER CRUZ GÓMEZ**

**ASESOR TÉCNICO:**

**DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO**



México., D.F.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN  
ESCOLAR  
PRESENTE.**

Comunico a usted que al alumno(a) Vallejo Castillo Saúl con número de cuenta 409010961 de la carrera Ingeniería Química, se le ha fijado el día 6 del mes de mayo de 2015 a las 17:00 horas para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE	I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
VOCAL	DR. M. JAVIER CRUZ GÓMEZ*
SECRETARIO	DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ CASTILLO
SUPLENTE	I.Q. MARÍA ALEJANDRA VALENTÁN GONZÁLEZ
SUPLENTE	I.Q. OLGA BERENICE BENÍTEZ LÓPEZ

*Dominga Ortiz Bautista*  
\_\_\_\_\_  
*Javier Cruz Gómez*  
\_\_\_\_\_  
*Néstor Noé López Castillo*  
\_\_\_\_\_  
*María Alejandra Valentán González*  
\_\_\_\_\_  
*Olga Berenice Benítez López*  
\_\_\_\_\_

El título de la tesis que se presenta es: **Administración de los documentos técnicos en un sector de una refinería.**

Opción de Titulación: Tesis profesional

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
México, D. F. a 9 de abril de 2015.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"  
  
DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ  
DIRECTOR  
DIRECCIÓN

RECIBÍ:  
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES  
Y DE GRADO

Vo.Bo *Dominga Ortiz Bautista*  
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA  
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

## Agradecimientos

**DIOS**, gracias por ayudarme en esos momentos de decisión y por darme la oportunidad de haber llegado hasta aquí.

A mis padres **MA. ELENA CASTILLO FLORÍN** y **ALBERTO VALLEJO RUBIO**, y a mis hermanos, **LUIS ALBERTO** y **MARIO**, por todo el apoyo incondicional que me han brindado.

Al honorable jurado, la **I.Q. DOMINGA ORTIZ**, el **DR. M. JAVIER CRUZ**, el **DR. NÉSTOR NOÉ LÓPEZ**, la **I.Q. MARÍA ALEJANDRA VALENTÁN** y la **I.Q. OLGA BERENICE BENITEZ**, que prestaron su valioso tiempo para la revisión de este trabajo.

A todos mis amigos y compañeros de la Facultad, en especial a **YARE, JANET, ARANZA, DAVID, JOEL, CHAVA, ALFREDO, IRVING** y **GONZALO**. He aprendido y disfrutado con ustedes mis horas de estudio y ocio, gracias por su ayuda y por esa amistad sincera.

A mis amigos de la Torre de Ingeniería, en especial a **LUIS, RUBÉN y ÁNGELES**, fue un gusto trabajar con ustedes y compartir nuevas experiencias, muchas gracias.

A los **MAESTROS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA** por compartir sus conocimientos y experiencias.

A la **UNAM** y la **FES – ZARAGOZA**, por darme un lugar en su casa y haber echo de mí un profesionalista.

*SAÚL*

## ÍNDICE GENERAL

<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	<b>5</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
1.1 Justificación .....	7
1.2 Objetivo general .....	8
1.3 Objetivo particular .....	8
<b>CAPÍTULO 2. Marco teórico</b> .....	<b>9</b>
2.1 Seguridad .....	9
2.1.1 Definición de ASP y Tecnología de Proceso .....	9
Administración de la seguridad de los procesos .....	9
Administración de la seguridad de los procesos .....	9
Tecnología de proceso .....	9
2.1.2 PEMEX-SSPA .....	9
Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP) .....	10
Subsistema de Administración de Salud en el Trabajo (SAST) .....	10
Subsistema de Administración Ambiental (SAA) .....	10
2.1.3 El Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos .....	11
Autoevaluación de la organización, central o centro de trabajo .....	12
Los 14 elementos esenciales de la excelencia en administración .....	12
Liderazgo y Compromiso de la gerencia .....	14
Tecnología del Proceso .....	14
Procedimientos de operación y prácticas seguras .....	14
Administración de cambios de tecnología .....	15
Análisis de riesgos de proceso .....	15
Instalaciones .....	15
Aseguramiento de calidad .....	15
Revisión de seguridad de pre-arranque .....	15
Integridad mecánica .....	16
Administración de cambios menores .....	16
Personal .....	16
Entrenamiento y desempeño .....	16
Seguridad y desempeño de contratistas .....	17

## Índice General

---

Investigación y reporte de incidentes y accidentes.....	17
Administración de cambios de personal.....	17
Planeación y respuesta a emergencias.....	17
Auditorías.....	18
2.2 Documentación.....	18
2.2.1 Información general de la documentación de seguridad de procesos.....	18
2.2.2 Casos de incidentes asociados con una documentación inadecuada.....	19
2.2.3 Administración de los registros.....	21
Descripción típica de expedientes específicos.....	22
Control de documentos.....	25
Índice de archivos.....	26
Sistemas de administración de documentos.....	26
Selección del sistema.....	27
Seguridad.....	27
2.2.4 Conocimiento del proceso.....	28
Documentación del conocimiento del proceso.....	28
Fuentes y naturaleza del conocimiento de proceso.....	29
Información acerca de los productos químicos o materiales utilizados.....	29
Información sobre la tecnología del proceso.....	31
Química de proceso.....	32
Inventario.....	32
Evaluación de las consecuencias de las desviaciones, incluidas las que afectan a la seguridad y salud de los empleados.....	32
Materiales de fabricación.....	33
Diagrama de tubería e instrumentación (DTI).....	33
Clasificación de áreas peligrosas.....	34
Alarmas y enclavamientos (interlocks).....	34
Diseño del sistema de alivio y bases de diseño.....	34
Estándares y códigos de diseño.....	34
2.2.5 Integridad del Equipo de Proceso.....	35
Definición de equipos y clasificación.....	35
Bases de diseño para la selección de equipo.....	35
Adquisición.....	38
Fabricación, inspección y pruebas del equipo.....	38
Instalación del equipo.....	38

## Índice General

---

Operación del arranque inicial.....	39
Mantenimiento, reparación y remplazo. ....	39
Inspección y pruebas.....	40
Otras tareas especiales.....	40
2.3 Sistema de Administración de la Tecnología de Proceso.....	41
2.3.1 Fundamentación del SIATP .....	41
2.3.2 Beneficios de la Administración de la Seguridad de los Procesos (ASP) .....	45
2.4 Lenguaje de programación.....	46
Lenguaje de programación imperativo .....	46
Lenguaje de programación funcional .....	46
Interpretación y compilación.....	46
Lenguaje interpretado.....	47
Lenguaje compilado .....	47
Base de datos.....	47
Tipos de bases de datos. ....	48
Componentes de una base de datos. ....	48
<b>CAPÍTULO 3. Desarrollo y resultados.....</b>	<b>50</b>
3.1 Descripción general de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas.....	50
3.1.1 Elaboración y uso del censo de equipo de proceso.....	52
3.2 Recopilación de Información .....	55
3.3 Clasificación y revisión de la documentación.....	60
3.3.1 Clasificación .....	60
3.3.2 Revisión de la documentación .....	61
3.4 Descripción general del proceso de carga de información al Sistema .....	64
3.5 Visualización de la información e interacción del SIATP con el usuario .....	67
Sección 1.....	68
Sección 2.....	70
Sección 3.....	72
3.6 Reporte de la documentación del SIATP .....	74
<b>Conclusiones y sugerencias.....</b>	<b>76</b>
Conclusiones.....	76
Sugerencias.....	77
<b>Bibliografía.....</b>	<b>78</b>

## **ABREVIATURAS**

**SIATP** Sistema de Administración de la Tecnología de Proceso.

**PEMEX- SSPA.** PEMEX-Sistema para la Administración de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.

**ASP** Administración de la Seguridad de los Procesos.

**SASP** Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos.

**SAST** Subsistema de Administración de Salud en el Trabajo.

**SAA** Subsistema de Administración Ambiental.

**ASP** Administración de la Seguridad de Procesos.

**ARP** Análisis de Riesgos de Proceso.

**IPQ** Industria de Procesos Químicos.

**CSPQ** Centro de Seguridad de Procesos Químicos

**IAIQ** Instituto Americano de Ingenieros Químicos

**HDS 2** Sector Hidros-reformadora de Naftas No.2

**U400-2** Unidad o Planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2

**DFP** Diagrama de Flujo de Proceso.

**PLG** Plano de Localización General.

**DTI** Diagrama de tubería e instrumentación

**SCVAC** Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

**ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

<b>Tabla.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Págs.</b>
<b>Tabla 1.</b>	Categoría de los documentos.	22
<b>Tabla 2.</b>	Rasgos y características de un Sistema de Administración para la Seguridad de los Procesos Químicos.	42
<b>Tabla 3.</b>	Elementos y componentes de la ASP.	43
<b>Tabla 4.</b>	Porcentaje de la disponibilidad de documentos por planta.	76
<b>Figura 1.</b>	Los 14 elementos esenciales de la excelencia en administración.	13
<b>Figura 2.</b>	Ejemplo de la vinculación de la Información de la ASP.	19
<b>Figura 3.</b>	Ejemplo de una HDSM.	30
<b>Figura 4.</b>	Ejemplo de un diagrama de bloques del proceso de producción de benceno.	31
<b>Figura 5.</b>	Ejemplo de un DFP para la producción de benceno a través de la hidrodeshalquilación de tolueno.	32
<b>Figura 6.</b>	Ejemplo de un DTI para la destilación del benceno.	33
<b>Figura 7.</b>	Ejemplo de una hoja de datos de equipo para recipientes.	37
<b>Figura 8.</b>	Esquema general del proceso de hidrodeshulfuración.	51
<b>Figura 9.</b>	Censo de equipos de la Hidrodeshulfuradora de Naftas No.2	53
<b>Figura 10.</b>	Ejemplo del censo de equipos de la planta U400-2	54
<b>Figura 11.</b>	Ejemplo de un diagrama ilegible.	57
<b>Figura 12.</b>	Scanner de documentos.	58
<b>Figura 13.</b>	Archivo "ListaDocumentos".	60
<b>Figura 14.</b>	Ejemplo de nombres de documentos repetidos.	62
<b>Figura 15.</b>	Ejemplo de equipo no censado.	63
<b>Figura 16.</b>	Esquema general de la carga de información.	66
<b>Figura 17.</b>	Vista general del SIATP	68
<b>Figura 18.</b>	Plantas de la Hidros-Reformadora de Naftas No.2	69
<b>Figura 19.</b>	Lista de equipos de intercambiadores de calor.	70
<b>Figura 20.</b>	Lista de las categorías de documentos.	71
<b>Figura 21.</b>	Ejemplo de la lista de DFP's de la U400-2	71
<b>Figura 22.</b>	Información para equipos.	72
<b>Figura 23.</b>	Vista de la Sección 3 cuando se ha seleccionado un documento.	73
<b>Figura 24.</b>	Vista en miniatura del documento.	73
<b>Figura 25.</b>	Estado de los documentos para planta.	74
<b>Figura 26.</b>	Estado de los documentos para equipo.	75

## RESUMEN

Debido a los diversos accidentes que se han suscitado en las industrias que manejan sustancias peligrosas, como es el caso de hidrocarburos, gasolinas, gases ácidos, entre otras sustancias, se han ido buscando nuevas estrategias para poder cumplir y reforzar la seguridad de una refinería y cumplir con los 14 elementos que integran al Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP), el cual es uno de los 3 Subsistemas que integra a PEMEX-SSPA.

El objetivo de ésta tesis es incrementar la seguridad en un sector de una refinería mediante la implementación del Sistema de Administración de la Tecnología de Proceso (SIATP), para evitar, prevenir y afrontar las posibles emergencias que se llegaran a presentar a lo largo de la vida útil del sector y de la refinería.

El SIATP es un programa que se encuentra en la intranet de PEMEX, el cual concentra toda la documentación de la Tecnología de Proceso clasificada de un sector y de toda la refinería, facilitando su acceso y previniendo accidentes provocados por la falta de información del proceso o del funcionamiento de un equipo crítico.

La implementación del SIATP se basa en las siguientes actividades:

- Censo de equipos.
- Recopilación y digitalización de la información.
- Clasificación y revisión de la información.
- Carga de información al SIATP.

Para poder realizar las actividades anteriores es recomendable conocer el proceso de Hidrodesulfuración. Éste proceso es para estabilizar catalíticamente productos derivados del petróleo o eliminar elementos indeseables de productos o materias primas, haciéndolos reaccionar con hidrógeno; las principales secciones del proceso son:

- Pre-calentamiento.
- Calentamiento.
- Reacción.
- Fraccionamiento.

Se recomienda actualizar la documentación de Tecnología de Proceso del SIATP conforme ésta se vaya generando a lo largo de la vida útil de la planta y del sector, preservando la seguridad de la refinería y de sus alrededores.

## **CAPÍTULO 1. Introducción**

### **1.1 Justificación**

A raíz de los diversos accidentes que se han suscitado en las industrias que manejan sustancias peligrosas, como es el caso de hidrocarburos, gasolinaz, gases ácidos, entre otras sustancias; accidentes que van desde problemas normales de operación hasta accidentes catastróficos, tanto para el personal, las instalaciones y el medio ambiente, se han ido buscado nuevas estrategias para poder cumplir y reforzar la seguridad de una refinería.

Uno de los problemas es la falta de información con la que cuenta el personal que opera una planta, sector o equipo crítico. Ya sea porque se desconoce, está extraviada, deteriorada o simplemente no está actualizada y en algunos casos protegida por los mismos trabajadores; ya que ésta es muy valiosa para su trabajo y sería un grave problema si se llegara a perder, por lo que no es fácil tener acceso a la información y en el peor de los casos se desconoce de ella.

Debido a esto, se implementó el programara Sistema de Administración de la Tecnología de Proceso (SIATP), el cual concentra toda la documentación clasificada de la refinería, facilitando su acceso y previniendo accidentes provocados por la falta de información del proceso o del funcionamiento de un equipo crítico. Al realizar esto, se cubren las necesidades del elemento "Tecnología de Proceso" que es uno de los 14 elementos que integran al Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP), el cual fue uno de los motivos por los que se implementó el SIATP; cabe mencionar que el SASP es uno de los tres Subsistemas por los que está formado el Sistema para la Administración de Seguridad, Salud y Protección Ambiental-PEMEX (PEMEX-SSPA).

Para poder lograr esto se identificó, seleccionó, digitalizó y se clasificó la documentación de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la refinería; cargándolo todo al SIATP para que el personal lo tenga a la mano y pueda acceder a él desde cualquier lugar. En el SIATP se encuentran documentos tales como: los Diagramas de flujo de proceso, los Diagramas de tubería e instrumentación, los Diagrama de arranque y paro de la planta, los Manuales de operación tanto de las plantas como de los equipos críticos, etc., documentos que sin ellos, sería difícil enfrentar situaciones de emergencia.

Si no se cuenta con toda la documentación y mucho menos se encuentra clasificada, actualizada y revisada por el personal de la refinería, no se le podría dar una solución rápida y eficaz a los diversos problemas que se enfrenta el personal día con día, provocando que se empeore la situación y ocasionando impactos ambientales, daños al personal y a la comunidad que la rodea y pérdidas económicas.

### **1.2 Objetivo general**

Reforzar la seguridad en un sector de una refinería, mediante la digitalización, actualización y clasificación de los documentos de tecnología de proceso, para evitar, prevenir y afrontar las posibles emergencias que se llegaran a presentar a lo largo de la vida útil de una refinería.

### **1.3 Objetivo particular**

Digitalizar y clasificar todos y cada uno de los documentos de tecnología de proceso de un sector de una refinería, de acuerdo a sus necesidades, los cuales se cargarán al programa Sistema de Administración de Tecnología de Proceso (SIATP), que estará en línea, para facilitar y agilizar su consulta, así mismo evitar la pérdida de documentos y tenerlos siempre actualizados.

## **CAPÍTULO 2. Marco teórico**

### **2.1 Seguridad**

#### **2.1.1 Definición de ASP y Tecnología de Proceso**

*Administración de la seguridad de los procesos.*<sup>2</sup>

La administración de seguridad del proceso es la aplicación de los principios y sistemas de gestión para la identificación, comprensión y control de los riesgos del proceso; para evitar lesiones e incidentes relacionados con el proceso.

*Administración de la seguridad de los procesos.*<sup>8</sup>

Aplicación de sistemas y controles administrativos (programas, procedimientos, evaluaciones, auditorías) a operaciones que involucran materiales peligrosos de manera que los riesgos del proceso estén identificados, entendidos y controlados y las lesiones e incidentes relacionados con el proceso puedan ser eliminados.

*Tecnología de proceso.*<sup>8</sup>

La documentación de todo el conocimiento y comprensión de las siguientes áreas: riesgos de los materiales, bases para el diseño del equipo y bases para el diseño del proceso.

#### **2.1.2 PEMEX-SSPA<sup>7</sup>**

El Sistema para la Administración de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos (PEMEX-SSPA) y sus organismos subsidiarios tiene como objetivo la transformación de la cultura organizacional, que permite lograr mejoras en los principales indicadores de accidentes y reducir la gravedad de estos, para que la industria petrolera mexicana se ubique en niveles comparables a los de cualquier empresa petrolera en el mundo y sea reconocida por realizar las mejores prácticas en la materia.

El Sistema PEMEX-SSPA se integra por tres subsistemas:

-  Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP).
-  Subsistema de Administración de Salud en el Trabajo (SAST).
-  Subsistema de Administración Ambiental (SAA).

Los tres subsistemas se basan en la aplicación de las doce Mejores Prácticas Internacionales en Seguridad, Salud y Protección Ambiental, que conforman a la Administración de la Seguridad de los Proceso (ASP), bajo un proceso de disciplina operativa y de aplicación única.

*Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP)*<sup>4</sup>

Integrado por 14 elementos, el SASP establece un control administrativo de las operaciones que involucran materiales peligrosos con el objetivo de identificar y controlar los riesgos del proceso, eliminando las lesiones e incidentes relacionados con el mismo.

*Subsistema de Administración de Salud en el Trabajo (SAST)*<sup>5</sup>

El SAST consta de 14 elementos que se desarrollan multidisciplinariamente y tienen como objetivo la prevención de enfermedades en el trabajo mediante la eliminación de los agentes y factores de riesgo que afecten el cuidado y promoción de la salud de los trabajadores. Los 14 elementos que conforman al SAST son:

1. Agentes físicos.
2. Agentes químicos.
3. Agentes biológicos.
4. Factores ergonómicos.
5. Factores psicosociales.
6. Programa de conservación auditiva.
7. Ventilación y calidad de aire.
8. Servicios para el personal.
9. Selección del equipo de protección personal específico.
10. Capacitación y comunicación en riesgos para la salud.
11. Compatibilidad puesto – persona.
12. Vigilancia de salud.
13. Primeros auxilios y respuesta médica a emergencias.
14. Indicadores de desempeño y resultados.

*Subsistema de Administración Ambiental (SAA)*<sup>5</sup>

El SAA está integrado por 15 elementos que tienen como objetivo la prevención y control de la contaminación, asegurando el cumplimiento del marco legal aplicable mediante la administración de los aspectos e impactos ambientales derivados de las operaciones y procesos productivos. Los 15 elementos que conforman al SAA son:

1. Aspectos ambientales.
2. Requisitos legales y otros requisitos.
3. Objetivos, metas, programas e indicadores.
4. Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad.
5. Competencia, formación y toma de conciencia.

6. Comunicación interna y externa.
7. Control de documentos y registros.
8. Control operacional.
9. Plan de respuesta de emergencia.
10. Seguimiento y medición de las operaciones.
11. Evaluación del cumplimiento legal.
12. No conformidad, acción correctiva y acción operativa.
13. Auditorías ambientales.
14. Mejores prácticas ambientales.
15. Revisión por la dirección.

El Sistema PEMEX-SSPA es de aplicación obligatoria tanto para el ciclo de vida laboral de sus trabajadores como para el ciclo de vida de las instalaciones, los procesos, los productos y servicios de los Organismos Subsidiarios y las áreas corporativas de la empresa, considerando sus actividades actuales y/o futuras.

### **2.1.3 El Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos<sup>4</sup>**

La experiencia acumulada en la Industria Química y Petroquímica demuestra que la mayoría de los incidentes en los procesos industriales son el resultado de errores o condiciones relacionadas con una falta de control gerencial efectivo. Algunos ejemplos son:

- ❑ Falta de comprensión de la tecnología del proceso.
- ❑ Procedimientos de operación, mantenimiento y emergencia estén obsoletos, incompletos y sin seguimiento.
- ❑ Modificaciones no autorizadas e inadecuadas a los procesos y/o equipos.
- ❑ Programas de inspección y mantenimiento inadecuados debido a la falta de: conocimientos, capacitación y supervisión.
- ❑ Fallas en comunicación de la información esencial de la seguridad del proceso.

La Administración de la Seguridad de los Procesos tiene como objetivo proporcionar los controles y/o redundancias suficientes para evitar la cadena de eventos o conjunto de condiciones, que conduzcan a una pérdida de contención o fuga de sustancias peligrosas.

Por lo tanto, el SASP está dirigido hacia la prevención de incidentes serios o catastróficos; como fugas o derrames masivos de materiales tóxicos, explosiones o incendios relacionados con los procesos de Petróleos Mexicanos, los cuales pudieran afectar a los empleados del centro de trabajo, a los miembros de las comunidades vecinas, a los clientes, proveedores, transportistas y al medio ambiente, o bien, que pudieran causar pérdidas importantes en los bienes activos o actividades comerciales de PEMEX.

*Autoevaluación de la organización, central o centro de trabajo.*

El SASP abarca las estrategias necesarias para asegurar y mantener la excelencia en la seguridad del proceso. Estas estrategias incluyen el liderazgo gerencial, la evaluación y comunicación de riesgos, una estricta disciplina operativa y una clara aceptación de la responsabilidad por el desempeño, cumplimiento e implantación.

El proceso de Autoevaluación del SASP para una organización central o de un centro de trabajo se basa en la aplicación de los elementos esenciales para la excelencia gerencial. La gerencia del centro de trabajo es responsable del proceso de calificación y se le sugiere utilizar el proceso de calificación como una herramienta para la autoevaluación y el mejoramiento continuo.

*Los 14 elementos esenciales de la excelencia en administración.*

Un desempeño de Clase Mundial en la Administración de la Seguridad de los Procesos, sólo puede alcanzarse mediante la aplicación de las Mejores Prácticas Internacionales de Administración, así como las Mejores Prácticas Operativas, de Diseño y de Mantenimiento.

El Sistema de Administración de la Seguridad de los Procesos está constituido por 14 elementos o prácticas administrativas, como se observa en la figura 1, las cuales están enfocadas hacia 3 recursos, Tecnología, Personal e Instalación, más un elemento que evalúa el grado del compromiso y liderazgo que la Dirección de la Organización Central o Gerencia de un Centro de Trabajo ejerce y muestra en favor de la Seguridad de sus Procesos Industriales. Los 14 elementos son los siguientes:

Tecnología

1. Tecnología del proceso.
2. Análisis de riesgos de proceso.
3. Procedimientos de operación y prácticas seguras.
4. Administración del cambio de tecnología.

### Personal

5. Entrenamiento y desempeño.
6. Contratistas.
7. Investigación de incidentes.
8. Administración de cambios de personal.
9. Planeación y respuesta de emergencias.
10. Auditorías.

### Instalación

11. Aseguramiento de calidad.
12. Revisiones de seguridad de pre-arranque.
13. Integridad mecánica.
14. Administración de cambios "Menores".

### Logrando la MEJORA CONTINUA a través de la disciplina continua

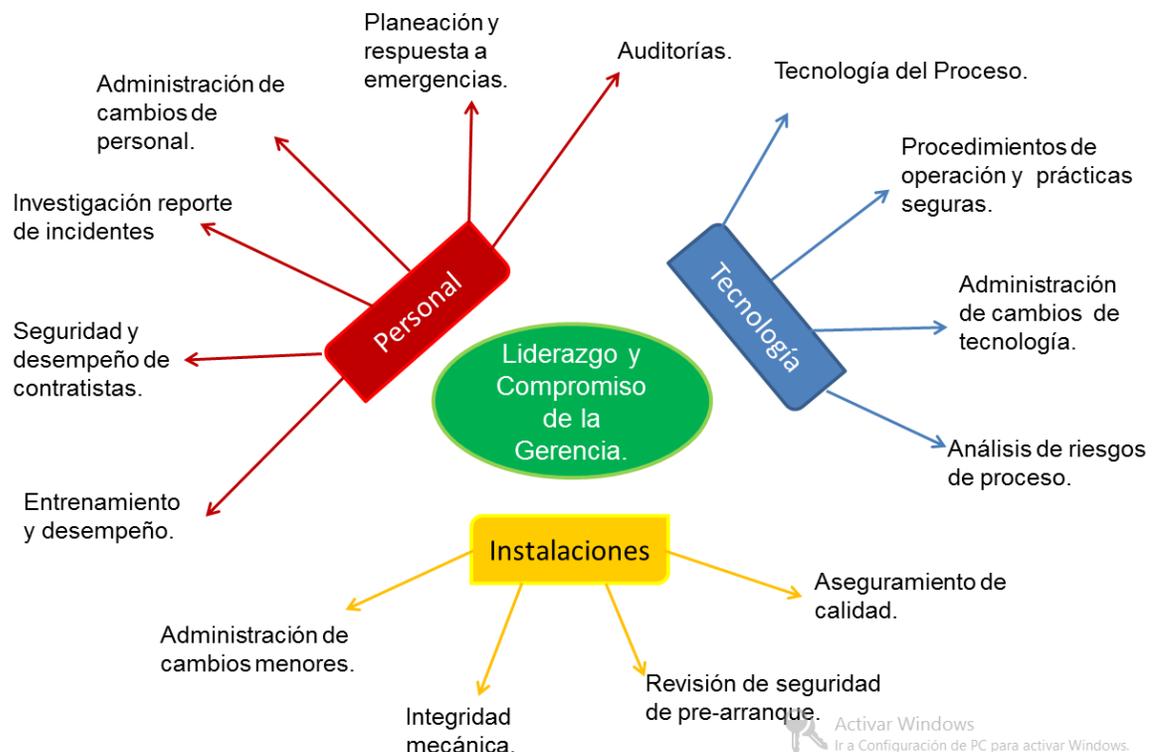


Figura 1. Los 14 elementos esenciales de la excelencia en administración.<sup>4</sup>

A continuación se discuten los puntos anteriores.

*Liderazgo y Compromiso de la gerencia.*

Es el componente básico de un sistema exitoso para administrar la Seguridad de los Procesos. Para que un sistema sea plenamente eficaz, ese compromiso debe existir desde la cima hasta la base, en todos los niveles de la organización. El compromiso de la alta Gerencia determina la importancia de la Seguridad del Proceso y garantiza el soporte para los elementos individuales del sistema. Para lograr los mejores resultados en toda la organización, la alta Gerencia debe estar convencida y demostrar fehacientemente que la excelencia en la Seguridad de los Procesos, es tan importante como la Producción, Calidad, Costos y las relaciones con los empleados.

*Tecnología.*

*Tecnología del Proceso.*

El paquete de tecnología del proceso proporciona una descripción del proceso o de la operación y proporciona también los fundamentos para identificar y entender los riesgos del proceso (primeros pasos en los esfuerzos para administrar la Seguridad de los Procesos). El paquete de Tecnología consta de tres partes: Riesgos de los Materiales, las Bases para el Diseño del Proceso y las Bases para el Diseño del Equipo.

*Procedimientos de operación y prácticas seguras.*

Los procedimientos de operación proporcionan un claro entendimiento de los parámetros detallados de operación y los límites para una operación segura para aquellos que estén operando el proceso.

También explican claramente las consecuencias en la seguridad, la salud y el medio ambiente al operar fuera de los límites del proceso y describen los pasos a seguir para corregir o evitar desviaciones, así como la forma de actuar en casos de emergencia. Las prácticas seguras proporcionan un sistema de procedimientos y/o permisos planeados adecuadamente, que incluyen inspecciones y autorizaciones, antes de hacer trabajos no rutinarios en las áreas de proceso.

### *Administración de cambios de tecnología.*

La documentación de los Cambios de la Tecnología del Proceso (por ejemplo, riesgos de los materiales, Bases para el Diseño del Proceso o Bases para el Diseño de los Equipos del Proceso) potencialmente invalidan los ARP anteriores, creando a la vez, riesgos nuevos; por lo tanto, todos los cambios a la Tecnología documentada deben ser correctamente formulados, revisados, autorizados y documentados.

### *Análisis de riesgos de proceso.*

Se usan para identificar, entender, evaluar, controlar o eliminar los riesgos asociados con las instalaciones del proceso de manera que:

- Se utilice un enfoque organizado, metódico y sistemático.
- Se busque y obtenga un consenso entre las diversas disciplinas participantes.
- Se documenten los resultados para su uso posterior en el seguimiento de las recomendaciones y en el entrenamiento del personal.

De manera que se prevengan los incidentes y las lesiones relacionadas con el proceso. Un Análisis de Riesgos de Proceso consta de dos partes: un Análisis de Consecuencias (Valoración de Riesgos) y una Revisión de Riesgos de Procesos (RRP).

### *Instalaciones.*

#### *Aseguramiento de calidad.*

El aseguramiento de calidad de equipos y materiales es “el puente” entre las especificaciones de diseño y la instalación inicial. Los esfuerzos del aseguramiento de calidad están enfocados en garantizar que los equipos del proceso estén:

- Fabricados conforme a las especificaciones de diseño.
- Ensamblados e instalados correctamente.

#### *Revisión de seguridad de pre-arranque.*

Las Revisiones de Seguridad de Pre-arranque proporcionan la revisión final de los equipos e instalaciones nuevas o modificadas para confirmar que los elementos de la ASP han sido cubiertos correctamente y que la instalación es segura para entrar en operación.

### *Integridad mecánica.*

El elemento de la Integridad Mecánica cubre la vida útil de los equipos e instalaciones, desde su instalación inicial hasta su desmantelamiento. La Integridad Mecánica se enfoca en garantizar que se mantenga la integridad del sistema para contener sustancias peligrosas durante toda la vida útil de la instalación. Se ocupa de temas como:

- 🏠 Procedimientos de mantenimiento.
- 🏠 Entrenamiento y desempeño del personal de mantenimiento.
- 🏠 Procedimientos de control de calidad.
- 🏠 Inspecciones, pruebas a equipos y refacciones, incluyendo el mantenimiento preventivo y productivo.
- 🏠 La ingeniería de confiabilidad.

El mantenimiento preventivo y predictivo son importantes y necesarios para garantizar una operación confiable y libre de incidentes. Dichos programas sirven para evitar las fallas prematuras y ayudan a garantizar la operabilidad del sistema necesario para el control de emergencias.

### *Administración de cambios menores.*

Los Cambios Menores en el área pueden conducir a eventos catastróficos. Todos los cambios, incluyendo aquellos que se efectúan dentro de la Tecnología del Proceso documentada pero que no constituyen un “reemplazo en sí”, deben ser correctamente formulados, revisados, autorizados y documentados. Los requisitos de todos los elementos de la ASP aplicables deben ser completados antes de implantar el cambio.

### *Personal.*

#### *Entrenamiento y desempeño.*

El personal que actúa correctamente y está bien entrenado no sólo es una característica clave, sino un requisito indispensable para garantizar el manejo seguro de materiales peligrosos y mantener el equipo de proceso operando con seguridad. Se pueden tener implantados todos los demás elementos de la ASP pero sin un personal dedicado a seguir consistentemente las políticas y procedimientos documentados, las oportunidades de operar con seguridad se reducen considerablemente. Los empleados deben además ser físicamente capaces, estar mentalmente alertas y tener la habilidad de usar un buen juicio para seguir cabalmente las prácticas y procedimientos establecidos.

*Seguridad y desempeño de contratistas.*

Es esencial que todos los trabajos sean terminados con seguridad y desarrollados de acuerdo con los procedimientos y/o prácticas de trabajo seguras establecidas, consistentemente con los principios de la Administración de la Seguridad de los Procesos, ya sea que los trabajos los realice personal de PETRÓLEOS MEXICANOS o personal contratista.

*Investigación y reporte de incidentes y accidentes.*

Los incidentes graves y potencialmente graves pueden volver a ocurrir a menos que sus causas sean identificadas y se tomen acciones para evitarlos. Se requieren investigaciones completas y minuciosas, compartiendo los aprendizajes obtenidos entre todos los Centros de Trabajo de PETRÓLEOS MEXICANOS, para mejorar continuamente el desempeño en Seguridad.

*Administración de cambios de personal.*

En reconocimiento de que la gente es el ingrediente esencial entrelazado a través de todos los elementos de la ASP, es importante mantener un nivel mínimo de experiencia directa y específica en el proceso y conocimientos y habilidades en la ASP. Al igual que los cambios en la tecnología o en las instalaciones, la pérdida de los niveles de experiencia y conocimientos mínimos, a través de los cambios de personal y de organización, tienen el potencial de invalidar los análisis o valores de riesgo anteriores, los cuales, habían sido basados en la presencia y autoridad de un personal conocedor y experimentado, por lo que los cambios de personal a todos niveles deben cumplir los criterios previamente establecidos para garantizar que se mantengan los niveles mínimos de experiencia y conocimiento a fin de proporcionar una base sólida para todas las decisiones que puedan afectar la Seguridad del Proceso.

*Planeación y respuesta a emergencias.*

Se requiere una planeación profunda de las emergencias potenciales, para garantizar una respuesta efectiva por parte del personal del Centro de Trabajo en conjunto con las organizaciones de respuesta de la comunidad, para mitigar el impacto de una emergencia en el personal, el medio ambiente y las instalaciones y el pronto control de la situación de emergencia.

### *Auditorías.*

Las Auditorías proporcionan la forma de saber, comprender y medir el desempeño y el cumplimiento del programa de la ASP establecido a nivel central y en cada Centro de Trabajo. Mediante las observaciones en el campo, se obtienen los datos para determinar el desempeño actual, comparado con los estándares establecidos. Una auditoría efectiva y positiva reporta las fortalezas y las oportunidades de mejora. La realización de auditorías es una responsabilidad de la Línea de Mando, desde la Dirección y Subdirecciones y la Función Central de SSPA hasta los grupos directivos de los Centros de Trabajo.

## **2.2 Documentación**

### **2.2.1 Información general de la documentación de seguridad de procesos<sup>2</sup>**

Los programas de prevención de seguridad de proceso y de pérdidas, se remontan a finales del siglo XIX y tiene como objetivo la prevención de incidentes no deseados o la reducción de las consecuencias de tales sucesos. Unos ejemplos de este tipo de programas son: el servicio de las válvulas de alivio de las calderas y procedimientos de aislamiento, por ejemplo para equipos y líneas.

Posteriormente, las empresas tomaron medidas proactivas adicionales para mejorar la ASP, incluyendo:

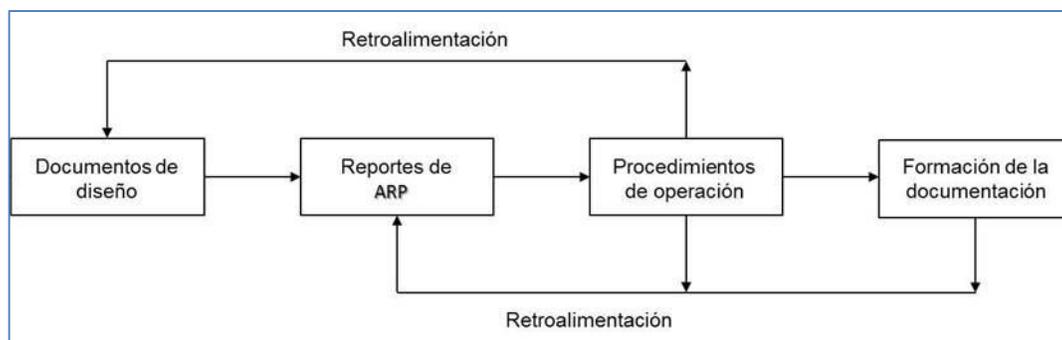
- ▣ Análisis de Riesgos de Proceso (ARP).
- ▣ Mejorar la capacitación del operador.
- ▣ Programas de mantenimiento preventivo.
- ▣ Mayor uso de instrumentos para el control de procesos.

Recientemente, la Industria de Procesos Químicos (IPQ) ha desarrollado progresivamente los programas (ASP) para la operación de plantas. Estos programas se crearon para reducir o eliminar los incidentes y sus principales consecuencias, como lesiones, pérdida de vidas, daños a la propiedad o al medio ambiente y la interrupción del negocio.

Entre los muchos beneficios de una buena y completa documentación de la seguridad del proceso están los siguientes:

- ▣ La capacidad de vincular todos los elementos del programa de ASP; por ejemplo, la capacitación está vinculada a los procedimientos, los procedimientos están vinculados a los ARP, como se ejemplifica en la figura 2.

- ❑ Los datos históricos se conservan para su uso futuro durante todo el ciclo de vida de una planta, proporcionando un registro institucional que es independiente del personal.
- ❑ La documentación de las pruebas de seguridad y temas relacionados, están disponibles para la auditoría periódica. Esto proporciona un mecanismo para identificar las desviaciones antes de que resulten incidentes.
- ❑ El cumplimiento de las normas para el diseño de las Plantas de proceso se ve facilitada. Algunos de los requisitos regulatorios están específicamente orientados a la documentación. El conjunto organizado de documentación de la ASP ayuda mucho en el suministro de la información necesaria.
- ❑ Los incidentes se pueden reducir mediante la prevención, ya que el aumento de la información que se documenta mejora la comprensión de los peligros.
- ❑ El tiempo de inactividad puede ser reducido, resultando en operaciones más rentables.



**Figura 2. Ejemplo de la vinculación de la Información de la ASP.<sup>2</sup>**

### 2.2.2 Casos de incidentes asociados con una documentación inadecuada

Los incidentes pueden ocurrir incluso cuando existen sistemas de ASP y las probabilidades de tales sucesos se incrementan si la documentación es deficiente. Los siguientes son algunos ejemplos de incidentes que podrían haberse evitado si la documentación de la ASP hubiera existido y utilizado con eficacia.

- ❑ Una gran explosión se produjo en Pasadena, Texas, en octubre de 1989 debido a que durante una operación de mantenimiento, una válvula de aislamiento de 8 pulgadas abrió, dando lugar a la liberación de hidrocarburos de alta presión.

El procedimiento requiere la utilización de doble bloqueo y válvulas de purga para aislar los hidrocarburos de manera segura durante los trabajos de reparación. Estos procedimientos no se habían incorporado en los

procedimientos de operación y mantenimiento de plantas. Como resultado 23 empleados muertos, 314 heridos y pérdidas millonarias.<sup>2, 10</sup>

- En una planta al oeste de los E.U. una línea de gas subterránea se rompió con una retroexcavadora. El equipo de construcción obtuvo un permiso de excavación aprobado y los servicios fueron marcados adecuadamente para la ubicación.

Sin embargo, la profundidad de la tubería no estaba documentada y el equipo de construcción supuso que era a la profundidad normal para esa instalación. En realidad, la tubería fue enterrada a sólo 12 centímetros por debajo de la superficie. Afortunadamente, no hubo heridos.<sup>2</sup>

- En una planta del medio oeste de los E.U., una explosión resultante de una reacción descontrolada ocurrió 10 años después de un incidente similar que había sido causado por la misma falla. El agitador de un reactor falló y durante un período de horas las fases del líquido se separaron causando reacciones locales violentas.

En la primera investigación del incidente se determinó que en caso que fallara el agitador, la descomposición potencialmente desastrosa podría ser impedida por la simple adición de agua al reactor. Esta técnica había sido revisada con todo el personal operativo después del primer incidente. Sin embargo, no se había documentado en los procedimientos de operación ni en el programa de capacitación. Durante los años siguientes, todos los operadores y supervisores fueron reemplazados sin la documentación necesaria, por lo que no existía un documento o procedimiento que diera respuesta a la falla del agitador. Estos incidentes resultaron en pérdidas multimillonarias y vidas perdidas.<sup>2</sup>

El uso adecuado de una buena documentación debe ser parte de un programa de ASP de calidad, el cual se debe de comunicar a los empleados y a la comunidad creando un compromiso con la seguridad. Esta documentación sirve como un recurso para la mejora en muchas áreas dentro y fuera del programa de ASP. Además se deben establecer responsabilidades bien documentadas para cada función de administración, planificación, organización, ejecución y control

### 2.2.3 Administración de los registros

La administración de los registros se ocupa de las diversas tareas relacionadas con la recopilación, administración y protección de los registros que se requieren como parte de la ejecución de cada elemento de un programa, como es la ASP. Mediante la coordinación del mantenimiento de registros para todos los elementos de la ASP, las organizaciones pueden reducir los costos de implementación y tener una base sólida para las decisiones y medidas administrativas en el futuro. Además, ayuda a mejorar la eficiencia operativa, que puede conducir a mejores beneficios.

Los objetivos de la administración de los registros son los siguientes:

- ❑ Identificar qué registros se deben mantener, con el fin de asegurar la disponibilidad de la información necesaria para operar una planta de proceso de forma segura y eficiente.
- ❑ Recopilar, clasificar, archivar, difundir y proteger la información crítica.
- ❑ Proporcionar medios fáciles y convenientes para introducir información en el sistema.
- ❑ Garantizar el almacenamiento en lugares y formatos adecuados para un rápido acceso.
- ❑ Proporcionar claves para el acceso de personal autorizado.
- ❑ Proteger los registros de cualquier daño físico, revisión no autorizada o inadvertida.

Otros beneficios indirectos pueden derivarse y/o contribuir a la existencia de un programa eficaz e integral de administración de registros. Algunos ejemplos son:

- ❑ Capacidad para planificar mejor el mantenimiento preventivo.
- ❑ Ejecución más eficiente de los plazos de entrega y modificaciones.
- ❑ Un uso más eficiente de la administración del tiempo.
- ❑ Evitar el incumplimiento de las normas.

La administración de documentos abarca los procedimientos y equipos necesarios para manejar efectivamente el registro y cuidado del trabajo de la ASP. Los sistemas de administración de registros deben adaptarse a las necesidades individuales de las instalaciones, los cuales pueden variar desde un sistema totalmente manual, hasta un sistema donde la información se carga y se consulta en una computadora.

Las instalaciones pequeñas pueden ser capaces de manejar su información con una computadora de escritorio, mientras que las grandes organizaciones ocupan redes de computadoras para manejar el mayor volumen de información.

### *Descripción típica de expedientes específicos*

La lista de la tabla 1 abarca los principales tipos y jerarquías de información que se encuentran típicamente en la documentación de la ASP. No se considera completa y está destinado sólo como una guía, ya que el tamaño de la organización, la naturaleza, los requisitos regulatorios y otros factores, pueden afectar los niveles y el número de registros necesarios para diversas instalaciones.

**Tabla 1. Categoría de los documentos**

#### **Conocimientos del proceso:**

Información de productos químicos peligrosos:

- Hojas de Seguridad del Material.
- Otras fuentes.

Tecnología

- Diagrama de bloques del proceso.
- Diagramas de flujo de proceso (DFP).
- Registros de procesos químicos.
- Inventario de los productos químicos utilizados.
- Registro de la evaluación de las consecuencias de la desviación de las condiciones normales de proceso.
- Límites de operación de variables de proceso.

Equipos de proceso:

- Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI).
- Índice de tuberías de servicio con sus especificaciones.
- Índice de instrumentos y especificaciones.
- Planos de clasificación de la zona eléctrica.
- Especificaciones completas del equipo, materiales de construcción y las referencias a los códigos aplicables.
- Diseño de sistemas de alivio y base de diseño.
- Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (SCVAC) relacionados con el proceso de forma segura (controles de humo o polvo).
- Sistemas de seguridad (por ejemplo, sistemas de bloque, detección o supresión).
- Códigos de diseño y normas utilizadas para el diseño.
- Documentos básicos de diseño.

**Tabla 1. Categoría de los documentos (continuación)**

**Análisis de Riesgos de Proceso (ARP):**

- Metodología o técnica usada para cada ARP.
- Organigramas completos de los responsables de cada puesto, (miembros líderes de ARP y equipo), junto con una descripción de sus funciones.
- Los controles de ingeniería.
- Controles administrativos.
- Los registros de todos los ARP's pasados.
- Accidentes / incidentes relevantes.
- Registros de la ubicación de las instalaciones
- Seguimiento de los horarios con los expedientes de ejecución de los trabajos de ARP pasados.
- Registros de la comunicación de resultados y también los cambios que afectan a los empleados.
- Los registros de la comunicación con las personas responsables de la actualización de la capacitación y manuales de operación o procedimientos.
- Los registros de revalidación de ARP.

**Integridad de los equipos de proceso:**

- Registros de la instalación.
- Listas de equipo.
- Especificaciones de los equipos con referencia a los códigos y las normas utilizadas para el diseño y selección.
- Certificaciones de todas las pruebas de fabricación.
- Manuales de mantenimiento del fabricante.
- Registros de cumplimiento de normas y estándares.
- Índice de instrumentos.
- Especificaciones del instrumento.
- Registros de sistemas de tuberías.
- Registros de los sistemas de control por ejemplo PLC.
- Registro del sistema de venteo y alivio.
- Procedimientos de mantenimiento:
- Mantenimiento, capacitación, procedimientos y registros.
- Mantenimiento, pruebas y registros de inspección al personal.
- Pruebas de mantenimiento exterior y registros de la calificación de inspección del contratista.
- Programa de garantía de calidad.

**Los procedimientos de operación:**

- Registros de la puesta en marcha, incluyendo los registros de los operadores.
- Operaciones normales.
- Apagado.
- Emergencia.
- Preparación para el mantenimiento.

**Tabla 1. Categoría de los documentos (continuación)**

**Capacitación:**

- Registros de los programas de capacitación.
- Calificaciones de instructores.
- Los procedimientos de capacitación.
- El plan de capacitación de los empleados y contratistas con los registros de entrenamiento y certificación (prueba escrita u otros medios).

**Respuesta de emergencia:**

- El plan de acción de emergencia.
- Procedimientos de evacuación y rutas con dibujos para los empleados.
- Dibujos de planos de localización, que indiquen áreas de la planta, puntos de reunión, vías de evacuación, mangas de viento, salas de control, la ubicación del equipo de rescate, la ubicación de equipos de extinción de incendios, etc.
- Organigrama del personal clave y descripción del puesto.
- Registros de sistemas de alarma, su instalación, mantenimiento y pruebas.
- Registros e inspección del plan de iluminación de emergencia.
- Plan de coordinación con las agencias externas.
- Plano del terreno de la comunidad, que indica la ubicación de todos los organismos de apoyo con información de contactos.

**Auditoría:**

- Políticas y procedimientos de auditoría.
- Programas de auditoría.
- Registros de auditoría.

**Investigación del incidente:**

- Procedimientos de investigación.
- Miembros del equipo de investigación (los registros de formación y calificación).
- Registro de las investigaciones.
- Registros de recomendación.
- Registros de seguimiento.

**Normas, códigos y regulaciones**

- Estándares corporativos.
- Códigos y estándares de la industria.
- Regulaciones locales, estatales o federales.

**Cuestiones del contratista:**

- Procedimientos de evaluación.
- Capacitación de seguridad y los registros de rendimiento.

**Tabla 1. Categoría de los documentos (continuación)**

**Prácticas seguras de trabajo:**

- Permisos de trabajo de rutina (por ejemplo, trabajo en frío).
- Permiso y procedimientos de trabajo en caliente.
- Procedimientos de bloqueo y etiquetado.
- Permisos de entrada a espacios confinados.
- Los procedimientos de ruptura de línea.
- Procedimientos de drenaje y diques.
- Procedimientos de carga pesada.

**Software de control:**

- Descripciones de enclavamiento (interlock).
- Especificaciones funcionales para los sistemas de control de la computadora.

*Control de documentos*

Algunas organizaciones mantienen sus propias normas de ingeniería, que a menudo se emiten en forma de carpetas que contienen una copia de muchas de las normas. Como se crean diversas normas revisadas o reemplazadas, es importante que cada conjunto de normas se mantenga actualizado, de manera que se pongan al día los requisitos y la información esté disponible para todos los usuarios. Algunas organizaciones han logrado este objetivo mediante la distribución controlada de las normas.

Los documentos con una distribución controlada a menudo se marcan con un número de serie, revisión y se mantiene una lista de las personas responsables de proteger cada conjunto de normas; las revisiones están dirigidas a estas mismas.

A veces puede ser necesario emitir copias no controladas de un documento normalmente controlado (por ejemplo, para considerar la revisión de un documento). Tales copias deben reducirse al mínimo, ya que quedan fuera del sistema administrativo establecido para la distribución controlada de documentos y por lo tanto, no se puede actualizar. En ocasiones se encuentra útil reproducir estas copias con un sellado de advertencia, por ejemplo "Sólo para referencia".

Es concebible que podría existir una sola copia de cualquier documento, sin embargo, para protegerse contra la pérdida de documentos es común mantener un ejemplar original y varias copias de distribución de dichos documentos. Las copias de distribución podrían ser prestadas a los usuarios, mientras que el ejemplar original se mantendría en lugar seguro.

### *Índice de archivos*

Cualquier forma de presentar el sistema de documentos, ya sea una copia impresa o como un conjunto de archivos de computadora, deben incluir un índice actualizado del contenido. Los índices de archivos deben incluir los números y las fechas de revisión, así como los títulos y deben estar disponibles en los lugares indicados para ser extraída sin demora por el personal apropiado. Por ejemplo, los archivos pueden ser organizados por:

- 📁 Orden cronológico.
- 📁 Áreas de la instalación.
- 📁 Elemento de la ASP.

La organización de archivos será dictada por las necesidades de la institución y el tipo de registros involucrados.

### *Sistemas de administración de documentos*

Los sistemas modernos computarizados generalmente ofrecen la ventaja de un amplio almacenamiento, la velocidad de la recuperación y la capacidad de difundir información de forma simultánea a varios usuarios. Las redes de ordenadores se pueden utilizar para hacer que la información esté disponible en múltiples ubicaciones (por ejemplo, las oficinas de las instalaciones, salas de control, centros de respuesta de emergencia o en las oficinas corporativas). Además, estas redes pueden hacer uso del almacenamiento de datos fuera del sitio.

Generalmente las centrales de ordenadores no son grandes; ya que algunos sistemas de computación avanzados pueden manejar grandes cantidades y numerosos tipos de documentos.

Para muchas organizaciones actuales, puede ser más eficaz utilizar una combinación de sistemas para manejar la gran cantidad de información. El sistema adoptado podría consistir en instalaciones de administración de registros en papel convencional (manual), complementadas por:

- 📁 Computadoras de escritorio.
- 📁 Escáneres de documentos.
- 📁 Software de Administración de documentos.
- 📁 CAD u otro software similar.
- 📁 Impresoras de dibujos/plotters.
- 📁 Dispositivos de almacenamiento como, USB, discos, etc.

### *Selección del sistema*

La selección del sistema automatizado, manual o su combinación, dependerá de los requisitos establecidos por la organización para su programa de ASP, tales como:

- 1) Tipo de registros que se necesitan, esto incluyendo:
  - ☒ Dibujos y otros gráficos.
  - ☒ Información de texto, como descripciones de procesos o los manuales de mantenimiento de equipo de los fabricantes.
- 2) Quiénes necesitan tener acceso a diversos registros, por ejemplo:
  - ☒ Todos los trabajadores empleados en o cerca de un proceso, necesitan toda la información sobre los peligros de éste.
  - ☒ Sólo unos pocos mecánicos de mantenimiento puede ser que necesiten el acceso a los manuales de los equipos.
- 3) Rapidez con la que la información debe estar disponible, por ejemplo:
  - ☒ En uno o varios días.
  - ☒ Durante ese turno.
  - ☒ Inmediatamente, en caso de emergencia.

La dependencia de los sistemas informáticos requiere la consideración de la capacidad de copia de seguridad, protegerse contra el fallo de la computadora o la de un componente del sistema.

Por último, la parte más importante del sistema será la gente que hará la función de administrar correctamente los documentos y al sistema. Como se señaló anteriormente, los roles y las responsabilidades deben estar claramente definidas.

### *Seguridad*

Los registros de la ASP deben ser protegidos contra la pérdida, alteración y la difusión inadecuada. Por ejemplo, la copia original de un procedimiento de operación puede ser modificada sin haber tenido las debidas consideraciones de todo el personal afectado, por lo tanto, las organizaciones deben tener en cuenta las medidas de control del sistema de seguridad de información.

En particular, el acceso a los archivos debe limitarse al personal designado. Sus responsabilidades en materia de acceso, recuperación, eliminación, copia, etc., deben estar claramente definidas y comprendidas. El acceso a los registros computarizados se puede controlar con contraseñas o dispositivos de autorización similares.

Los sistemas de administración y distribución de los registros computarizados ofrecen la ventaja de ser capaces de difundir ampliamente la información de una manera controlada, proporcionando a los usuarios acceso de sólo lectura a los archivos. Esto protege contra la depuración no autorizada o modificación de los archivos y evita la proliferación de copias de documentos en papel no autorizados.

#### **2.2.4 Conocimiento del proceso<sup>2</sup>**

El diseño, la operación y el mantenimiento de una planta de proceso requiere una cantidad considerable de conocimiento. Esta información que abarca procesos químicos, tecnología y equipamiento, es la base para la comprensión de los riesgos potenciales de un proceso y de apoyo para un programa como lo es la ASP. La documentación del conocimiento del proceso, por lo tanto, puede ser detallada y extensa. Si esta documentación está incompleta o incorrecta, incrementa el potencial de un incidente.

El conocimiento del proceso también se utiliza en la preparación de la documentación para la adquisición, fabricación, instalación y prueba de los equipos que formarán parte de la planta de proceso.

##### *Documentación del conocimiento del proceso*

El objetivo de la documentación de conocimiento del proceso es: registrar la información del proceso pertinente de modo que sea posible recuperar, utilizar y actualizar la información necesaria para apoyar los esfuerzos de la ASP. Algunos de los objetivos específicos del proyecto son proporcionar:

- Una descripción del diseño original.
- La justificación de las decisiones y cambios de diseño.
- La información para la capacitación.
- La base para el funcionamiento continuo.
- La información para otros elementos de la ASP.

Cada uno de estos objetivos se analiza a continuación.

##### Descripción del diseño original.

Si los detalles de diseño de proceso no se registran conforme se van elaborando, las bases originales pueden ser difíciles de identificar en los años siguientes, lo que llevaría a muchos problemas potenciales. La base para el diseño original debe ser debidamente documentada para permitir la evaluación de los efectos de una nueva información o adecuación del proceso o de los mismos equipos.

Justificación de las decisiones de diseño y los cambios.

La información relativa a la base de diseño original del equipo y/o los motivos de una característica de diseño en particular puede ser importante cuando las modificaciones o sustituciones posteriores se deben hacer. Por lo que se debe asegurar que los cambios se identifiquen y tengan una razón evidente.

Información para la capacitación.

Las operaciones y el personal de mantenimiento deben estar capacitados y bien informados sobre los riesgos potenciales inherentes a su trabajo. Esto incluye tanto a los materiales como a los equipos.

Bases para el funcionamiento continuo.

Los incidentes o paros no planificados pueden conducir a lesiones o pérdidas de producción y ganancias. Al documentar a fondo el proceso, se establece una mejor base de conocimientos para la operación y mantenimiento.

Información para otros elementos de la ASP.

La mayoría de los otros elementos de un programa de ASP se basan en el conocimiento del proceso y los problemas pueden ocurrir si la documentación está perdida, no está actualizada o tiene errores.

#### *Fuentes y naturaleza del conocimiento de proceso*

Una amplia recopilación de información documentada sobre el proceso y la información relacionada con seguridad, permite a los empleadores y los empleados involucrados en la operación del proceso a identificar, comprender y evitar posibles peligros. La documentación descrita en esta sección incluye:

#### *Información acerca de los productos químicos o materiales utilizados.*

El Conocimiento del proceso relacionado con los productos químicos y materiales de proceso, normalmente se puede encontrar entre las siguientes fuentes:

- 📄 Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (HDSM), como se ve en la figura 3.
- 📄 Datos de prueba de propiedades.
- 📄 Informes de investigación.
- 📄 Patentes.
- 📄 Reportes y datos de planta piloto.
- 📄 Paquetes básicos de diseño.

Capítulo 2  
Marco Teórico

- ☒ Documentos de licenciador.
- ☒ Informes de operación para procesos similares.
- ☒ Artículos de literatura técnica.

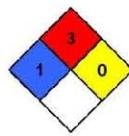
	SUBDIRECCIÓN DE AUDITORÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL GERENCIA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL <b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE SUSTANCIAS</b>														
<b>SECCIÓN I. DATOS GENERALES</b>															
<b>HDSS: PR-108</b>	<b>PEMEX MAGNA (1) ZMM</b>	 <p style="font-size: small;">VER DESCRIPCIÓN DE RIESGOS EN SECCIÓN XIII (PÁGINA 7)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr> <th colspan="2">GRADO DE RIESGO NFPA<sup>3</sup></th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>SEVERO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>SERIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>MODERADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>LIGERO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td>MÍNIMO</td> </tr> </table>	GRADO DE RIESGO NFPA <sup>3</sup>		4	SEVERO	3	SERIO	2	MODERADO	1	LIGERO	0	MÍNIMO
GRADO DE RIESGO NFPA <sup>3</sup>															
4	SEVERO														
3	SERIO														
2	MODERADO														
1	LIGERO														
0	MÍNIMO														
No. ONU <sup>1</sup> : 1203	No. CAS <sup>2</sup> : 8006-61-9														
FECHA ELAB: 20/10/1998	REV: 4	FECHA REV: 25/08/08													
<b>ANTES DE MANEJAR, TRANSPORTAR O ALMACENAR ESTE PRODUCTO, DEBE LEERSE Y COMPRENDERSE LO DISPUESTO EN EL PRESENTE DOCUMENTO.</b>															
<b>FABRICANTE</b> PEMEX REFINACIÓN, Subdirección de Producción, Av. Marina Nacional No. 329, Colonia Huasteca, Delegación Cuauhtémoc, México, D. F., C. P. 11311 Teléfonos: (55) 19449365 y (55) 19448895 (horario de oficina)		<b>EN CASO DE EMERGENCIA LLAMAR A:</b> SETIQ: <sup>(4)</sup> 01800 – 0021400 sin costo (las 24 horas). (55) 55-59-15-83 (Cd. de México, las 24 horas). CENACOM: <sup>(9)</sup> 01800 – 0041300 sin costo (las 24 horas). 5129-0000 exts: 11470, 11471, 11472, 11473, 11474, 11475, 11476 y 11477 (Cd. de México las 24 horas). COATEA: <sup>(5)</sup> 01800 – 7104943 sin costo (las 24 horas). (55) 54-49-63-91 (Cd. de México, las 24 horas). CCAE: <sup>(16)</sup> Teléfono Nacional - 066 (55) 19442500 extensión 49166 (Cd. de México). Correo – ccae@pemex.gob.mx													
<b>ASISTENCIA TÉCNICA</b> Gerencia de Control de Producción. Teléfonos: (55) 19448628 (horario de oficina)		<b>CONSULTA HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD</b> Gerencia de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Teléfonos: (55) 19448628 y (55) 19448041 (horario de oficina)													
<b>SECCIÓN II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO</b>															
Familia química: ND		Estado físico: Líquido													
Nombre químico: ND		Clase de riesgo de transporte SCT <sup>7</sup> : Clase 3, "líquidos inflamables"													
Nombre común: Gasolina Pemex Magna.		No. de Guía de Respueta GRE <sup>3</sup> : 123													
Sinónimos: Gasolina Pemex Magna, Pemex Magna Zona Metropolitana de Monterrey.															
<b>Descripción general del producto:</b> Mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es para obligatorio en la zona metropolitana de Monterrey. Índice de octano igual a 87 y 500 ppm de contenido máximo de azufre total.															
<b>SECCIÓN III. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES</b>															
COMPONENTE	% (Vol.)	NÚMERO ONU <sup>1</sup>	NÚMERO CAS <sup>2</sup>	PPT <sup>3</sup> (ppm)	CT <sup>10</sup> (ppm)	IPVS <sup>11</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	P <sup>12</sup> (ppm)	GRADO DE RIESGO NFPA <sup>3</sup>							
								S <sup>13</sup>	H <sup>14</sup>	R <sup>15</sup>	E <sup>15</sup>				
Gasolina.	100 % vol.	1203	8006-61-9	300	500	ND	ND	1	3	0	NA				
Aromáticos	35.0 % vol. máx.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				
Olefinas.	12.5 % vol. máx.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				
Benceno.	1.00% vol. máx.	1114	71.43.2	0.5	2.5	ND	ND	2	3	0	ND				
Oxígeno.	1.0 – 2.7 % vol.	1072	7732-44-7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				

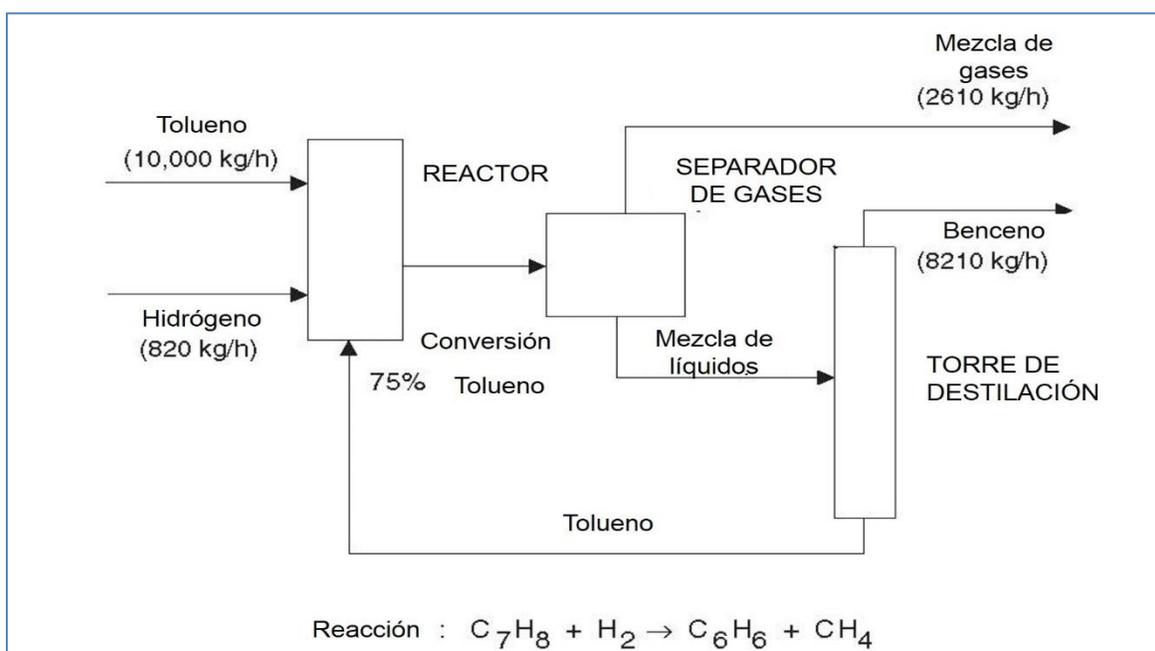
Figura 3 Ejemplo de una HDSM.<sup>12</sup>

*Información sobre la tecnología del proceso.*

La información sobre la tecnología de proceso debe incluir un diagrama de flujo de bloques o un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP). El diagrama de flujo de bloques, muestra cada operación unitaria de un proceso en forma de bloques, sin importar el número de equipos utilizados en cada operación o etapa del proceso. El diagrama de flujo de bloques debe indicar:

- ☛ Las operaciones unitarias del proceso.
- ☛ Las diferentes formas en que se relacionan entre si las operaciones unitarias.
- ☛ Los materiales de alimentación, reciclado y descargas del proceso.

Un diagrama de flujo de bloques típico se muestra en la figura 4.



**Figura 4. Ejemplo de un diagrama de bloques del proceso de producción de benceno.<sup>3</sup>**

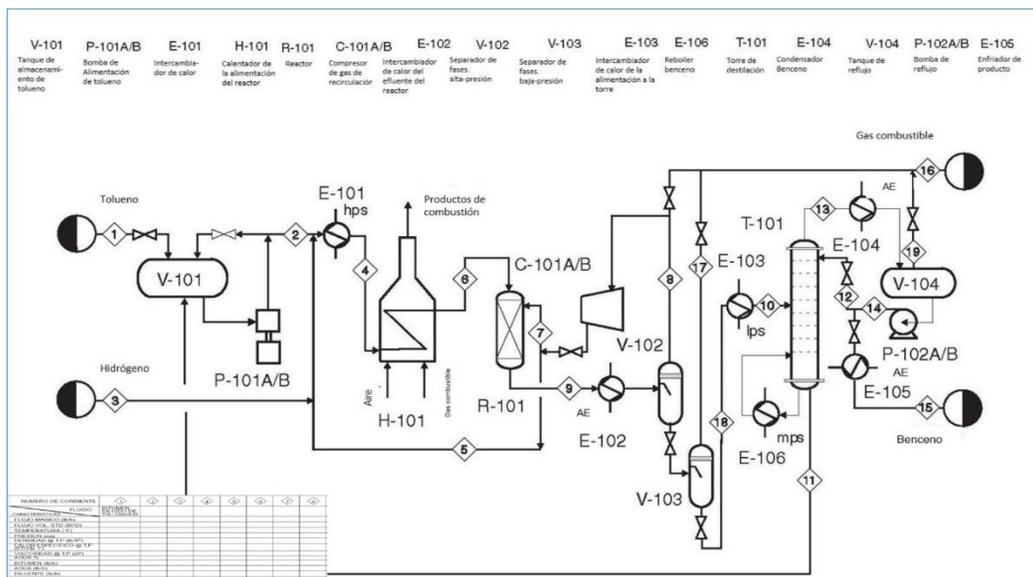
Un DFP es utilizado con mayor frecuencia por el ingeniero de procesos en trabajos de diseño y estudios de proceso. El diagrama de flujo del proceso debe incluir:

- ☛ El equipo principal que se utiliza.
- ☛ Los productos químicos o materiales utilizados.
- ☛ Los servicios usados en el proceso.
- ☛ Los principales lazos de control.
- ☛ El balance de materia y energía.

## Capítulo 2

### Marco Teórico

Un Diagrama de Flujo de Proceso típico se muestra en la figura 5.



**Figura 5. Ejemplo de un DFP para la producción de benceno a través de la hidrodesalquilación de tolueno.<sup>3</sup>**

### *Química de proceso.*

Esta debe de incluir la química de la reacción que se produce cuando se hace el producto, la manipulación de los productos intermedios, subproductos y reacciones secundarias que puedan tener lugar en operaciones anormales. La importancia relativa de las reacciones secundarias y los factores que los controlan se debe documentar.

### *Inventario.*

El inventario es la cantidad de cada producto químico que se almacena y se procesa en las plantas. Esto incluye las líneas de tuberías, tanques de alimentación intermedio, equipo operativo y también las notas relativas a los “supuestos” que se han hecho.

### *Evaluación de las consecuencias de las desviaciones, incluidas las que afectan a la seguridad y salud de los empleados.*

Los límites superior e inferior significativos de temperatura, presión, flujo, viscosidad, concentración, etc., fuera de la cual la acción correctiva de algún tipo sea necesaria, se debe determinar y documentar, junto con las consecuencias previstas, no se deben tomar medidas correctivas. A menudo, estos límites de funcionamiento del proceso se basan en las bases de diseño de los equipos o los materiales de construcción.

*Materiales de fabricación.*

Los materiales de fabricación de cada equipo deben estar claramente documentados. El conocimiento de los materiales de construcción es particularmente importante cuando se consideran los cambios de tecnologías.

*Diagrama de tubería e instrumentación (DTI).*

Los DTI's son los principales documentos de control para el diseño y construcción de una unidad de proceso. Estos diagramas contienen los datos básicos pertinentes para el diseño, tales como:

- Tamaño o capacidad de los recipientes y equipos de proceso.
- Líneas de proceso y de servicios.
- Tamaño de líneas y boquillas.
- Instrumentos y sus interconexiones.
- Características especiales (por ejemplo, elementos internos, tipos de válvula, bombas, etc.)
- Etiqueta de equipos.
- Requerimientos del proceso para venteo, drenaje y purga.
- Modos de fallo de las válvulas automáticas.
- Presión de ajuste para vacío y presión de relevo.
- Otra información necesaria para el diseño del proceso.

Puesto que los DTI's pueden sufrir muchos cambios en el ciclo de vida de un proceso, es esencial que se mantengan al día con las revisiones a través de letras y/o de revisión y fechas. En la figura 6 se muestra una sección de un DTI típico.

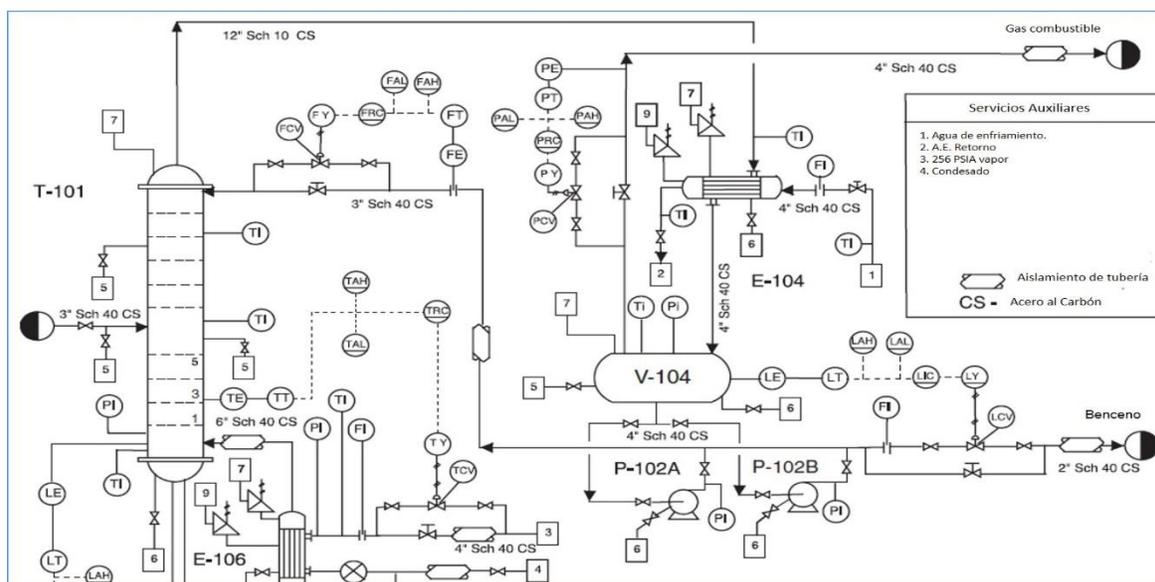


Figura 6. Ejemplo de un DTI para la destilación del benceno.<sup>3</sup>

### *Clasificación de áreas peligrosas.*

Las áreas de la planta donde existen inventarios de materiales inflamables o combustibles, se clasifican normalmente de acuerdo a la inflamabilidad de los distintos materiales presentes y a la probabilidad de aquellos materiales que normalmente se liberan del sistema de contención. La documentación de clasificación de áreas peligrosas podría incluir:

- Una lista de los materiales inflamables o combustibles con sus propiedades físicas e inflamables.
- Dibujos que muestran las clasificaciones de peligro en un Plano de localización general (PLG).
- Disposiciones que garanticen que todos los equipos eléctricos, incluyendo sistemas de instrumentación y comunicación, son apropiados para la zona en que se ubican y se mantienen en buen estado.
- Procedimientos para el control de las fuentes de ignición y el equipo traído temporalmente en las áreas peligrosas.

### *Alarmas y enclavamientos (interlocks).*

Un aspecto importante de la seguridad de control de un proceso es el sistema de alarmas y los enclavamientos utilizados para advertir sobre condiciones peligrosas o impedir que se produzcan. El razonamiento para la selección de cada uno de ellos es crítico, sobre todo si se contemplan cambios, por lo que debe ser cuidadosamente documentado y la información actualizada.

### *Diseño del sistema de alivio y bases de diseño.*

Los dispositivos de alivio se instalan para asegurar que un sistema de proceso, o cualquiera de sus componentes, no estén sujetos a presiones superiores a la presión máxima permitida para el sistema. Las posibles causas de sobrepresión se deben considerar y el diseño de los dispositivos de descompresión deben estar basados para la peor situación.

### *Estándares y códigos de diseño.*

Las plantas de proceso químico y áreas de almacenamiento deben ser diseñadas de acuerdo con los códigos y normas pertinentes, por ejemplo, American Petroleum Institute (API), American National Standards Institute (ANSI), Instrument Society of America (ISA) etc. Estos deben ser identificados y listados como parte de los registros de diseño. La lista debe indicar la edición utilizada y/o el año de emisión. En esta etapa las decisiones se hacen a menudo bajo éstas normas y códigos. Estas decisiones deben ser registradas, ya que es importante que se

conozca esta información básica cuando se realizan modificaciones o se cambie un equipo.

### **2.2.5 Integridad del Equipo de Proceso<sup>2</sup>**

La integridad de los equipos comienza con una definición precisa, completa y por escrito del diseño, operación y mantenimiento de los parámetros. Esta información se utiliza a lo largo del ciclo de vida del equipo, para diseñar plantas, para fabricantes de equipos y personal de planta. Esta documentación cumple con una serie de necesidades técnicas y operativas y ayuda a cumplir con los requerimientos aplicables de los gobiernos federales, estatales y agencias reguladoras locales.

El objetivo de la Integridad del Equipo de Proceso es asegurar que los equipos se construyan como se esperaba y que exista documentación suficiente para apoyar su operación, mantenimiento o modificación de una manera fiable y segura.

El elemento de Integridad del Equipo de Proceso asegura que el examen de la fiabilidad del equipo y la capacidad para el desempeño de las funciones sean seguros, esto se dirige a través de las siguientes fases del ciclo de vida del equipo:

#### *Definición de equipos y clasificación.*

El paso inicial en la documentación de la Integridad de los Equipos de Proceso es recopilar y clasificar los equipos en una lista, para incluirlos en el programa. Esta lista suele abarcar los siguientes tipos de equipos y sistemas:

- ☒ Equipo mecánico.
- ☒ Equipo eléctrico.
- ☒ Instrumentación.
- ☒ Sistemas de seguridad.

#### *Bases de diseño para la selección de equipo.*

La Integridad del Equipo comienza con las especificaciones que detallan el funcionamiento del equipo y las características físicas, preparado por los individuos y/o grupos íntimamente familiarizados con los requisitos individuales del proceso.

Usando esta documentación de proceso, los detalles mecánicos se suelen definir por un equipo de especialistas de otras disciplinas (estructural, eléctrica, instrumentación, etc.) y por el personal de operación y mantenimiento calificado. Esta información se convierte en el documento principal para determinar el tipo y el tamaño de los equipos seleccionados y se conoce comúnmente como una Hoja de datos de equipo, como la que se muestra en la figura 7 para recipientes.

Normalmente las Hojas de datos de equipos incluyen la siguiente información:

- Datos pertinentes de proceso de cada caso particular del equipo o sistema que se describa, así como la definición de las restricciones o límites especiales.
- Datos mecánicos con la descripción de los equipos, especificaciones y requisitos de fabricación.
- Datos eléctricos que proporcionan información de la interfaz, los requisitos de energía, las clasificaciones de área y todas las características especiales que limitan o que apliquen.
- Instrumentación y control de datos de los sistemas y especificaciones relacionadas con el equipo sujeto.
- Requisitos generales, incluyendo los códigos, normas, pruebas e inspecciones.

Firma de ingeniería		HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES	
CLIENTE	Refinería.	PROYECTO	1
PLANTA	HIDRODESUFURADORA DE NAFTAS	HOJA	1 DE 1
LOCALIZACION	MEXICO (7)	REQ./O.C. N°	
CLAVE DEL EQUIPO	FA-405	N° UNIDADES	UNA
SERVICIO	2° TÁNQUE SEPARADOR DE CARGA A TORRE DESBUTANIZADORA POSICION:		HORIZONTAL
TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO HIDROCARBUROS PESADOS FLUJO:	142 lpm; DENSIDAD	0.634 g/cm <sup>3</sup>
	VAPORO GAS HC. LIGEROS (2) FLUJO:	0.06116 m <sup>3</sup> /s; DENSIDAD	0.00995 g/cm <sup>3</sup>
TEMPERATURA OPERACION	38 °C; MAXIMA	°C; DISEÑO	157 °C
PRESION OPERACION	5.4 kg/cm <sup>2</sup> man; MAXIMA	kg/cm <sup>2</sup> man; DISEÑO	7.7 kg/cm <sup>2</sup> man
DIMENSIONES: LONGITUD T.T.	4115 mm; DIAMETRO	1372 mm; CAP TOTAL	6084 T-T litros
NIVEL: NORMAL	610 mm; MAXIMO	1067 mm; MINIMO	152 mm
ALARMA ALTO NIVEL	889 mm; ALARMA BAJO NIVEL	457 mm; NIVEL DE PARO	mm
MATERIALES: CASCARON	AS. KILLED CABEZAS	A.C. KILLED MALLA SEPARADORA; ESPESOR	mm; MATERIAL
TIPO CIRCULAR: DIAMETRO	mm; TIPO RECTANGULAR: LONGITUD	mm; ANCHO	mm
CORROSION PERM: CASCARON	3 mm; CABEZAS	3 mm; AISLAMIENTO: NO	RECUBRIMIENTO INTERNO: NO
<b>BOQUILLAS</b>			
N°	CANT.	NO. 1	SERVICIO
1	1	502	REGISTRO DE HOMBRE
12	1	152	ALIMENTACION DE EA-406.
18	1	102	SALIDA A GA-409/R
19	1	76	GASES AMARillos A L.B.
35	1	52	CONEXION DE SERVICIO.
46	2	52	ADRID DE NIVEL Y CONTROL
<b>NOTAS</b>			
(1) TIEMPO DE RESIDENCIA A NIVEL NORMAL. 4 MINUTOS (FORM. MAX. LIGEROS)			
(2) % Vol. H <sub>2</sub> S = ± 2.0			
(3) LOS Ø NOM. Y ACOTACIONES ESTAN EN MM.			
(4) DE ACUERDO AL NPSH REQUERIDO POR LA BOMBA GA-409/R			
(5) PRESION BAROMETRICA: 14.15 PSIA			
(6) ESTA BOQUILLA SE LOCALIZA A LA ALTURA DEL NIVEL MINIMO.			
REVISION	0 - PREL	1 - APDP	2 3 4 5 6 7
FECHA	16/III/82	16/XI/82	
ELAB. POR			
APR. POR			

Figura 7. Ejemplo de una hoja de datos de equipo para recipiente.<sup>13</sup>

Esta documentación debe estar disponible durante la vida útil del equipo.

### *Adquisición.*

La documentación de Adquisiciones generalmente incluirá lo siguiente:

- ❑ Documentación de la investigación y licitación.
- ❑ Los requisitos de inspección y protocolos de aceptación.
- ❑ Análisis delineado de la cotización técnica y económica de las propuestas de los proveedores.
- ❑ Aprobaciones.
- ❑ Órdenes de compra y cambio.

La documentación del método correcto de embalaje y envío por parte del fabricante o proveedor debe definirse, así como los procedimientos de almacenamiento provisionales.

### *Fabricación, inspección y pruebas del equipo.*

Una garantía del procedimiento de calidad debe estar incluida, para asegurar que los equipos se construyeron como se diseñaron. La siguiente documentación debe ser considerada para integrarse al programa de ASP:

- ❑ Procedimientos de soldadura utilizados por el fabricante.
- ❑ Calificaciones del soldador.
- ❑ Certificados de materiales.
- ❑ Calificación de los inspectores.
- ❑ Pruebas no destructivas, por ejemplo, radiografía, ultrasonidos, etc.
- ❑ Reportes de pruebas hidrostáticas, neumáticas, o fugas de vacío.
- ❑ Los informes de las propiedades del material de prueba.
- ❑ Equilibrio del rotor, reportes de pruebas de velocidad excesiva.
- ❑ Reportes de las pruebas de ejecución mecánica y pruebas de rendimiento.
- ❑ Los informes de inspección, intermedio y final.
- ❑ Los procedimientos de reparación.

### *Instalación del equipo.*

La instalación y los procedimientos de prueba deben ser documentados. Para definir adecuadamente las áreas de responsabilidad para el período entre el envío y puesta en marcha, la siguiente documentación debe abordarse:

- ❑ Reportes del área de recepción, para documentar la escasez de equipos, excesos y/o las condiciones de daños para fines de reclamos de seguros.
- ❑ Requisitos de almacenamiento provisional.

- ❏ Documentación del proveedor detallando los puntos de elevación críticos y los requisitos especiales.
- ❏ Procedimientos de instalación.
- ❏ Los registros de calibración de instrumentos, para confirmar que la instrumentación es operable y las lecturas son exactas.
- ❏ Registros de las pruebas del sistema de protección, para confirmar que estos sistemas están en operación y cumplen los criterios de diseño esperados.
- ❏ Registros de purga, lavado y limpieza, para confirmar que las líneas y equipos están limpios y libres de desechos.
- ❏ Registros de secado, para confirmar que los sistemas están libres de humedad.
- ❏ Programa de lubricación, seguir las recomendaciones proveedor.
- ❏ Registros de pruebas del sistema de presión.

#### *Operación del arranque inicial.*

Los registros de operación del arranque inicial deben mantenerse para confirmar los requisitos de diseño y documentar cualquier falla prematura, condiciones anormales de operación y las acciones correctivas. La documentación apropiada de los cambios necesarios, incluidas las autorizaciones, debe conservarse y estar incorporada en las descripciones de referencia.

#### *Mantenimiento, reparación y replazo.*

Los documentos del procedimiento de mantenimiento deben ser preparados por personas calificadas, íntimamente familiarizadas con los tipos de equipos y sistemas a los que se aplicarán. Se debe considerar la normalización para este tipo de procedimientos durante todo el proceso o planta, cuando sea posible, por clase, tipo, criticidad y servicio del equipo.

El procedimiento de mantenimiento y sus registros generados, son esenciales para la promoción y el mantenimiento de la integridad del equipo y pueden ser útiles en la mejora de los programas de mantenimiento. La documentación desarrollada durante estas actividades puede ser única en un proceso y complementarias a las que están en los manuales de operación y mantenimiento de los proveedores.

*Inspección y pruebas.*

La mayoría de los equipos, con o sin partes móviles, están sujetos a algún tipo de deterioro durante el servicio, por ejemplo, el desgaste por fricción, el ciclo térmico, o la corrosión. Los procedimientos para la detección y medición de los problemas del equipo que degradan el rendimiento o la seguridad de los equipos de proceso se deben desarrollar. Los procedimientos de inspección y pruebas deben ser evaluados a fondo y documentados, ya que se complementan e interactúan y dan lugar a la ejecución y aplicación adecuada de los procedimientos de mantenimiento.

*Otras tareas especiales.*

Cuando otras tareas especiales no incluidas en las categorías anteriores, se realizan en equipos de proceso y que de alguna manera cambian sus características a corto o largo plazo, podrían afectar la integridad del equipo o su actividad, por lo que los resultados deben ser documentados, registrados y puestos a disposición de cualquier grupo funcional afectado. Por ejemplo, el desmantelamiento, demolición y el remplazo de unidades o equipos, pueden hacer que cambien las relaciones físicas, la ubicación, las inter-fases u otros aspectos de los equipos de proceso que estén junto al equipo involucrado.

La documentación apropiada permite que los encargados de la responsabilidad de la operación y mantenimiento de los procesos puedan ser informados del cambio; es decir, lo que se ha hecho y por qué y proporcionar la información necesaria para que éstos puedan determinar cómo hacerle frente a cualquier aspecto del cambio que pudiera afectar su trabajo.

Normalmente la cantidad de información relacionada con los equipos crece conforme el equipo avanza a través de su ciclo de vida. Las fases anteriores que se presentan son en orden cronológico y cada fase requiere en cierta medida, la información generada en las fases anteriores.

## 2.3 Sistema de Administración de la Tecnología de Proceso

### 2.3.1 Fundamentación del SIATP

La etapa de mejora y sustentabilidad del programa de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de PEMEX, se inició en el 2006, el cual consiste en la implementación del sistema PEMEX-SSPA, en todas sus instalaciones.

Este sistema está sustentado en las 12 mejoras prácticas internacionales y tres subsistemas; el primero de estos es el Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP), que consta de 14 elementos, de los cuales el primero se denomina Tecnología de proceso, su objetivo es: establecer un sistema de control de la documentación técnica referente a la tecnología de proceso, para que siempre este actualizada, aprobada y disponible para ser consultada por todo el personal que opera y mantiene los procesos y equipos en una refinería.<sup>7</sup>

La tecnología de proceso es el conjunto de documentos que describen el proceso químico u operacional de las instalaciones de la refinería. Tiene las bases para la identificación y comprensión de los riesgos involucrados en el diseño de los procesos, en las bases de diseño de los equipos, así como sus parámetros de control y sus puntos críticos, esta tecnología de proceso está integrada por tres partes:<sup>2</sup>

- Información de los riesgos de los materiales.
- Datos básicos de diseño del proceso.
- Datos básicos de diseño de equipo.

En 1985, el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (IAIQ) formó el Centro de Seguridad de Procesos Químicos (CSPQ) para centrarse en las prácticas de ingeniería que podrían ayudar a prevenir los accidentes relacionados con el proceso en las industrias químicas. Sin embargo, pronto se hizo evidente que la tecnología de CSPQ no era suficiente para garantizar la seguridad del proceso. Después de un nuevo examen, CSPQ concluyó que un enfoque administrativo era necesario para mejorar la eficacia de las soluciones técnicas.<sup>2</sup> Los rasgos y características del enfoque de administración desarrollado por CSPQ se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2. Rasgos y características de un Sistema de Administración para la Seguridad de Procesos Químicos**

**Planificación**

- Metas y objetivos explícitos
- Alcance bien definido
- Salidas claras
- Examen de los mecanismos alternativos de logro
- Entradas bien definidas y las necesidades de recursos
- Identificación de las herramientas y la formación necesaria

**Organización**

- Fuerte patrocinio
- Borrar las líneas de autoridad
- Asignación explícita de roles y responsabilidades
- Procedimientos formales
- Coordinación interna y comunicación

**Implementación**

- Los planes de trabajo detallados
- Objetivos específicos para los logros
- Mecanismos de iniciación

**Controlador**

- Normas de funcionamiento y métodos de medición
- Comprobación y balance
- Medición del desempeño y presentación de informes
- Las revisiones internas
- Procedimientos de varianza
- Los mecanismos de auditoría
- Mecanismos de acción correctiva
- Procedimiento de renovación y reautorización

Después de publicar por primera vez un documento general, titulado "Desafío al Compromiso", que introdujo los conceptos de la ASP, CSPQ comenzó a publicar directrices sobre diversas facetas de este sistema. Dos libros de esta serie, Directrices para la Gestión Técnica de Seguridad de Procesos Químicos y Guías de Plantas para la Gestión Técnica de Seguridad de Procesos Químicos proporcionaron orientación adicional en la comprensión y aplicación de los doce elementos que fueron desarrollados por CSPQ<sup>2</sup> que se resumen en la tabla 3.

**Tabla 3. Elementos y componentes de la ASP**

<p><b>1. Responsabilidad: los objetivos y metas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Continuidad de operaciones.</li><li>• Continuidad de sistemas (recursos y financiación).</li><li>• Continuidad de las organizaciones.</li><li>• Las expectativas de la compañía (la visión o plan maestro).</li><li>• Proceso de calidad.</li><li>• Control de excepciones.</li><li>• Métodos alternativos (especificación vs rendimiento).</li><li>• Responsabilidad de la administración.</li><li>• Comunicación.</li></ul> <p><b>2. Conocimiento del proceso y documentación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Definición del proceso y criterios de diseño.</li><li>• Proceso de diseño y equipo.</li><li>• Memoria de la empresa (información de gestión).</li><li>• Documentación de las decisiones de gestión de riesgos.</li><li>• Sistemas de protección.</li><li>• Condiciones normales.</li><li>• Química y riesgos para la salud en el trabajo.</li></ul> <p><b>3. Revisión de proyecto y procedimientos de diseño (para plantas nuevas o existentes, expansiones y adquisiciones)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Solicitar aprobación de procedimientos.</li><li>• Evaluación de riesgos con fines de inversión.</li><li>• Plan de terreno.</li><li>• Diseño de procesos y procedimientos de revisión.</li><li>• Procedimientos de administración de proyectos.</li></ul>	<p><b>6. Integridad del proceso y equipo</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniería de confiabilidad.</li><li>• Los materiales de construcción</li><li>• Procedimientos de fabricación e inspección.</li><li>• Procedimientos de instalación.</li><li>• Mantenimiento preventivo.</li><li>• Proceso, hardware y sistema de inspecciones y pruebas.</li><li>• Procedimientos de mantenimiento.</li><li>• Alarma e instrumento de gestión.</li><li>• Procedimientos de demolición.</li></ul> <p><b>7. Factores humanos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de errores humanos.</li><li>• Operador / proceso y un equipo de interfaz.</li><li>• Controles administrativos frente hardware.</li></ul> <p><b>8. Capacitación y rendimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Definición de habilidades y conocimientos.</li><li>• Programas de capacitación, por ejemplo, los nuevos empleados, contratistas, empleados técnicos.</li><li>• Diseño de procedimientos de operación y mantenimiento.</li><li>• Evaluación de calificación inicial.</li><li>• El rendimiento y la capacitación constantes de actualización.</li><li>• Programa de instructores.</li><li>• Administración de registros.</li></ul> <p><b>9. Investigación de incidentes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Incidentes mayores.</li><li>• Cerca de perder informes.</li><li>• Seguimiento y resolución.</li><li>• Comunicación.</li><li>• Grabación de incidentes.</li><li>• Participación de terceros según sea necesario.</li></ul>
---	--

**Tabla 3. Elementos y componentes de la ASP (continuación)**

<p><b>4. Proceso de administración de riesgos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de peligros.</li><li>• Evaluación de riesgos de las operaciones existentes.</li><li>• Reducción del riesgo.</li><li>• Gestión del riesgo residual (respuesta en la planta de emergencia y mitigación).</li></ul> <p><b>5. Gestión del cambio</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio de tecnología.</li><li>• Cambio de instalaciones.</li><li>• Los cambios de organización que puedan tener un impacto en la seguridad de procesos.</li><li>• Procedimientos de variación.</li><li>• Cambios temporales.</li><li>• Cambios permanentes.</li></ul>	<p><b>10. Normas, códigos y reglamentos</b></p> <p>Normas, directrices, prácticas (la historia pasada, estándares de desempeño flexibles, enmiendas y mejoras) y las normas, directrices y prácticas externas.</p> <p><b>11. Las auditorías y acciones correctivas</b></p> <p>Auditorías de seguridad de procesos y cumplimiento de comentarios, resoluciones y procedimientos de cierre</p> <p><b>12. Mejora del conocimiento de seguridad de procesos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación interna y externa.</li><li>• Mejora de los sistemas de predicción.</li><li>• Proceso de seguridad referencias de biblioteca.</li></ul>
---	--

De los 12 puntos de los Elementos y componentes de la Administración de la Seguridad de Proceso, el que se considera como la base de todo es el elemento 2, conocimiento y documentación del proceso, ya que aquí se encuentra la recopilación de toda la documentación de tecnología de proceso, de donde se parte para todo, ya sea actualización, modificación, de una refinería o en caso de emergencias contar con la información necesaria para poder enfrentar la situación.<sup>2</sup>

La experiencia adquirida en la aplicación de los diversos elementos de ASP y factores externos, tales como los requisitos reglamentarios, ejercieron una mayor influencia y se hizo evidente para CSPQ que las industrias de procesos químicos podrían beneficiarse de la orientación en el área de documentación.<sup>2</sup>

### 2.3.2 Beneficios de la Administración de la Seguridad de los Procesos (ASP)<sup>2</sup>

Los beneficios potenciales del sistema de ASP son numerosos y afectan a un número de diversos grupos de interés. Estos grupos de personas afectadas y los beneficios que se pueden realizar a partir de un programa de ASP en una planta de IPC incluyen, pero no se limitan, a:

Propietarios de las plantas:

- ❑ Operaciones más rentables, como resultado de un menor número de incidentes y menor tiempo de inactividad.

Trabajadores de la planta:

- ❑ Un entorno de trabajo más seguro.
- ❑ Mayor garantía de empleo continuo.

El público:

- ❑ Una base para la confianza de que su salud, su bienestar y los hogares no se vean comprometidos.
- ❑ La empresa garantiza la estabilidad económica local.
- ❑ Una respuesta más rápida e informada cuando los incidentes ocurren.

Los accionistas:

- ❑ Protección de su inversión.

La IPQ en general:

- ❑ Un historial de seguridad mejorada que, con suerte, puede mejorar reflexivamente la imagen de la IPQ.

La comunidad reguladora:

- ❑ Capacidad de centrarse en las necesidades más críticas.

Para lograr el valor último de un programa de ASP, los resultados de la ejecución de cada elemento individual deben estar documentados. Esto asegura que la información está disponible para ser comunicada a las personas responsables de la aplicación de otros elementos de ASP. De hecho, la mayoría de los elementos de ASP dependen de este flujo de información para que funcione correctamente o en absoluto. Por ejemplo, la información importante sobre la forma de realizar una tarea más segura puede ser identificada en un análisis de riesgos de proceso

(ARP). Sin embargo, esta información sería de poco valor a menos que se haya comunicado al personal apropiado a través de procedimientos y capacitación.

## **2.4 Lenguaje de programación.<sup>10</sup>**

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo y/o programa debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo y/o programa.

Un lenguaje de programación es muy estricto:

A CADA instrucción le corresponde UNA acción de procesador.

Los lenguajes de programación generalmente se dividen en dos grupos principales en base al procesamiento de sus comandos:

- 📖 Lenguajes imperativos.
- 📖 Lenguajes funcionales.

### *Lenguaje de programación imperativo*

Un lenguaje imperativo programa mediante una serie de comandos, agrupados en bloques y compuestos de órdenes condicionales que permiten al programa retornar a un bloque de comandos si se cumple la condición. Estos fueron los primeros lenguajes de programación en uso y aún hoy muchos lenguajes modernos usan este principio.

No obstante, los lenguajes imperativos estructurados carecen de flexibilidad debido a la secuencialidad de las instrucciones.

### *Lenguaje de programación funcional*

Un lenguaje de programación funcional es un lenguaje que crea programas mediante funciones, devuelve un nuevo estado de resultado y recibe como entrada el resultado de otras funciones. Cuando una función se invoca a sí misma, hablamos de recursividad.

### *Interpretación y compilación*

Los lenguajes de programación pueden, en líneas generales, dividirse en dos categorías:

- 📖 Lenguajes interpretados.
- 📖 Lenguajes compilados.

### *Lenguaje interpretado*

Un lenguaje de programación es, por definición, diferente al lenguaje máquina (el lenguaje máquina es utilizado por el procesador y se trata de datos tal como le llegan al procesador, que consisten en una serie de 0 y 1, datos binarios). Por lo tanto, debe traducirse para que el procesador pueda comprenderlo. Un programa escrito en un lenguaje interpretado requiere de un programa auxiliar (el intérprete), que traduce los comandos de los programas según sea necesario.

### *Lenguaje compilado*

Un programa escrito en un lenguaje "compilado" se traduce a través de un programa anexo llamado compilador que, a su vez, crea un nuevo archivo independiente que no necesita ningún otro programa para ejecutarse a sí mismo. Este archivo se llama ejecutable.

Un programa escrito en un lenguaje compilado posee la ventaja de no necesitar un programa anexo para ser ejecutado una vez que ha sido compilado. Además, como sólo es necesaria una traducción, la ejecución se vuelve más rápida. Sin embargo, no es tan flexible como un programa escrito en lenguaje interpretado, ya que cada modificación del archivo fuente (un conjunto de líneas de texto que son las instrucciones que debe seguir la computadora para ejecutar dicho programa) requiere de la compilación del programa para aplicar los cambios. Por otra parte, un programa compilado tiene la ventaja de garantizar la seguridad del código fuente. El código fuente no es otra cosa que un texto escrito, simple y plano, es decir, sin formatos rigurosamente ceñido al vocabulario y a las reglas semánticas y de sintaxis propias del lenguaje elegido por el programador.

Ejemplos de algunos lenguajes de programación:

-  C.
-  C++.
-  MATLAB.
-  Pascal.
-  Visual Basic.Net.

### *Base de datos.<sup>9</sup>*

Una base de datos es una colección de archivos relacionados que permite el manejo de la información de alguna compañía. Cada uno de dichos archivos puede ser visto como una colección de registros y cada registro está compuesto de una colección de campos. Cada uno de los campos de cada registro permite llevar información de algún atributo de una entidad del mundo real.

*Tipos de bases de datos.*

Los datos pueden ser divididos en dos grandes categorías:

- 🖨 Alfanumérica.
- 🖨 Numérica.

Los datos alfanuméricos consisten de caracteres alfabéticos (A - Z, ó a - z), caracteres numéricos (0 - 9) y de algunos símbolos especiales como # \$ %. Por ejemplo, el número de serie de un televisor: RTA-XA100

Los datos numéricos están compuestos por los dígitos del 0 al 9, punto decimal y signo. Por ejemplo, el sueldo de un empleado: 1000000.00

Adicionalmente a estos tipos existen otros tipos que son utilizados como:

- 🖨 Lógico.
- 🖨 Fecha.
- 🖨 Memo.
- 🖨 General.

*Componentes de una base de datos.*

Involucra los siguientes componentes:

- 🖨 Datos.
- 🖨 Hardware.
- 🖨 Software.
- 🖨 Usuarios.

Datos.

Los datos dentro de una base de datos están integrados y son compartidos:

Integrados: Puesto que la base de datos es la unificación de varios archivos con redundancia parcial o totalmente eliminada.

Compartidos: Esto implica que los datos pueden ser consultados frecuentemente por diferentes usuarios.

Hardware.

Consiste básicamente de unidades de almacenamiento secundario, principalmente discos duros, discos compactos, cintas magnéticas etc.

Software.

Entre la base de datos física y los usuarios existe una capa de Software, como lo es el lenguaje de programación.

Usuarios.

Existen tres tipos de usuarios:

- Programador de Aplicaciones. Se encarga de escribir programas para el manejo de la Base de Datos, usando un lenguaje de alto nivel.
- Usuario Final. Es el que utiliza un lenguaje de comandos y/o Programas de aplicación.
- Administrador de la base de datos. Es el responsable de definir políticas de acceso a la Base de Datos.

Intranet.

La Intranet es una red interna de grandes corporaciones que se sirve de Internet y de sus recursos y herramientas para comunicarse. Ésta permite, por ejemplo, a una empresa comunicar los puestos de trabajo entre diferentes sucursales utilizando los recursos de una misma red por ejemplo Internet.<sup>15</sup>

### **CAPÍTULO 3. Desarrollo y resultados**

Una refinería está organizada de diversas formas, ya sea por sus materias primas, productos finales, secciones de proceso, servicios auxiliares, etc., de tal manera que facilite su organización interna. En este trabajo se manejaron sectores que integran una refinería. Como lo son:

- 🏭 Hidros-reformadora 1.
- 🏭 Hidros-reformadora 2.
- 🏭 Bombeo y almacenamiento.
- 🏭 Fuerza y servicios principales (Servicios auxiliares)

Los sectores están estructurados de diversas formas, la organización de éstos depende de las actividades de cada sector, por ejemplo, un sector se dedica al suministro de servicios auxiliares, otros acondicionan la alimentación para otros sectores y en otros se obtiene el producto final, como lo son las gasolinas.

El sector en el que se trabajó fue, Hidros-reformadora 2 o HDS 2, que está integrado por siete plantas, las cuales son:

- 🏭 Unidad Regeneradora de Catalizador No.2. (U200-2)
- 🏭 Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2. (U400-2)
- 🏭 Reformadora de Naftas No.2. (U500-2)
- 🏭 Tratadora y Fraccionadora de Hidrocarburos No.2. (U600-2)
- 🏭 Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios No.2. (U700-2)
- 🏭 Hidrodesulfuradora de Destilados Intermedios No.3. (U800-2)
- 🏭 Isomerización. (U900-2)

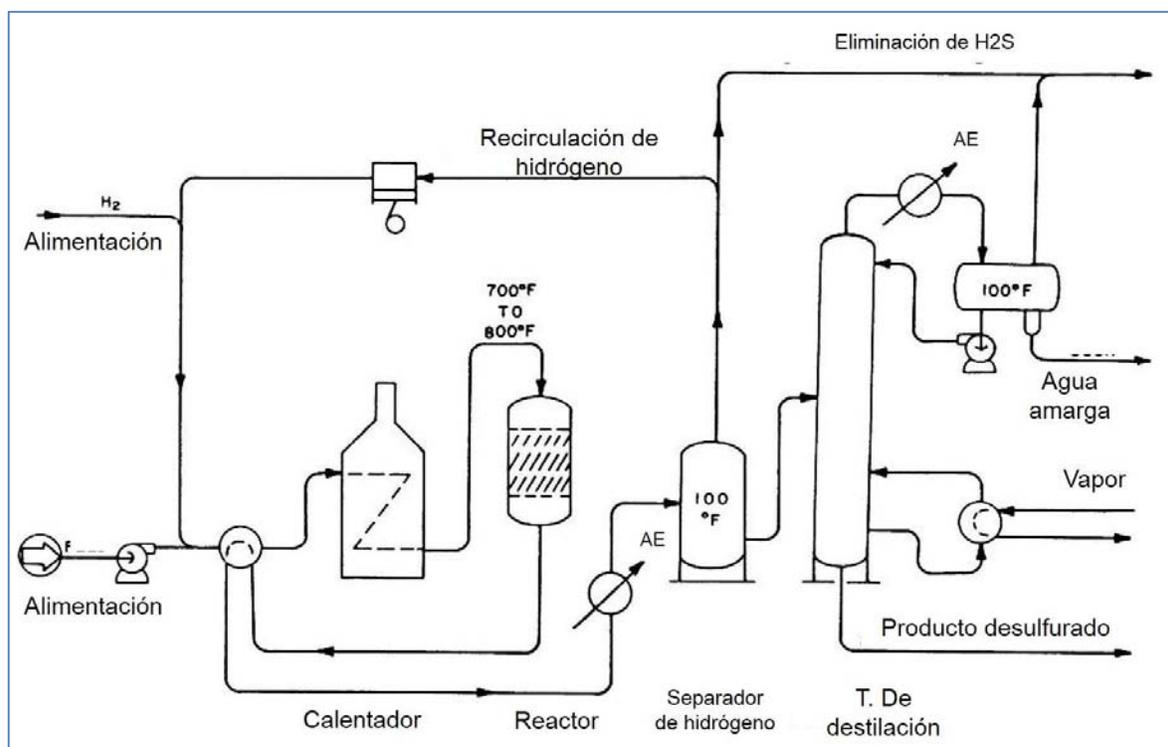
Para este trabajo sólo se tomó como ejemplo una de ellas, la Planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 o también llamada U400-2. La metodología que se le aplicó a esta y que a continuación se presenta, se les aplicó a todas las plantas que integran al Sector HDS 2.

#### **3.1 Descripción general de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas<sup>1</sup>**

El hidrotreamiento es un proceso para estabilizar catalíticamente productos derivados del petróleo o eliminar elementos indeseables de productos o materias primas, haciéndolos reaccionar con hidrógeno. La estabilización, por lo general, implica la conversión de hidrocarburos insaturados tales como olefinas y diolefinas a parafinas. Los elementos indeseables eliminados por hidrotreamiento incluyen azufre, nitrógeno, oxígeno, haluros y metales traza.

El hidrotratamiento se aplica a una amplia gama de materias primas, a partir de la nafta. Cuando este proceso se emplea específicamente para la eliminación de azufre se le conoce como hidrodesulfuración o HDS.

Aunque hay cerca de 30 procesos de hidrotratamiento disponibles, la mayoría de ellos tienen esencialmente el mismo esquema de flujo de proceso. Un esquema general del proceso de hidrodesulfuración es el que se muestra en la figura 8.



**Figura 8. Esquema general del proceso de hidrodesulfuración.<sup>1</sup>**

La alimentación de aceite (nafta) se mezcla con gas rico en hidrógeno, ya sea antes o después de que se precaliente a la temperatura de entrada del reactor. La mayoría de las reacciones de hidrotratamiento se llevan a cabo por debajo de 800 °F (427 °C), la alimentación por lo general, se calienta entre 500 y 800 ° F (260 a 427 °C). La alimentación de aceite (nafta) combinado con el gas rico en hidrógeno, entran en la parte superior del reactor de lecho fijo.

En presencia del catalizador oxido metálico, el hidrógeno reacciona con el aceite para producir sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), amoníaco, hidrocarburos saturados y metales. Los metales permanecen en la superficie del catalizador y los demás productos salen del reactor con la corriente de aceite-hidrógeno.

El efluente del reactor se enfría antes de separar el aceite (nafta desulfurada) del gas. El aceite se separa de cualquier sulfuro de hidrógeno restante y productos finales ligeros en un separador. El gas puede ser tratado para separar sulfuro de hidrógeno y se recicla al reactor.

Por lo general, una hidrodesulfuradora está compuesta por los siguientes equipos:

- 🏠 Bombas.
- 🏠 Filtros.
- 🏠 Intercambiadores.
- 🏠 Calentadores.
- 🏠 Reactor.
- 🏠 Compresores.
- 🏠 Recipientes.
- 🏠 Torres.

### 3.1.1 Elaboración y uso del censo de equipo de proceso

Para realizar el censo de equipos, es necesario conocer la descripción del proceso de la planta, además de contar con la siguiente información:

- 🏠 Diagramas de Flujo de Proceso (DFP).
- 🏠 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI).
- 🏠 Plano de Localización General (PLG).
- 🏠 Criticidad del equipo.

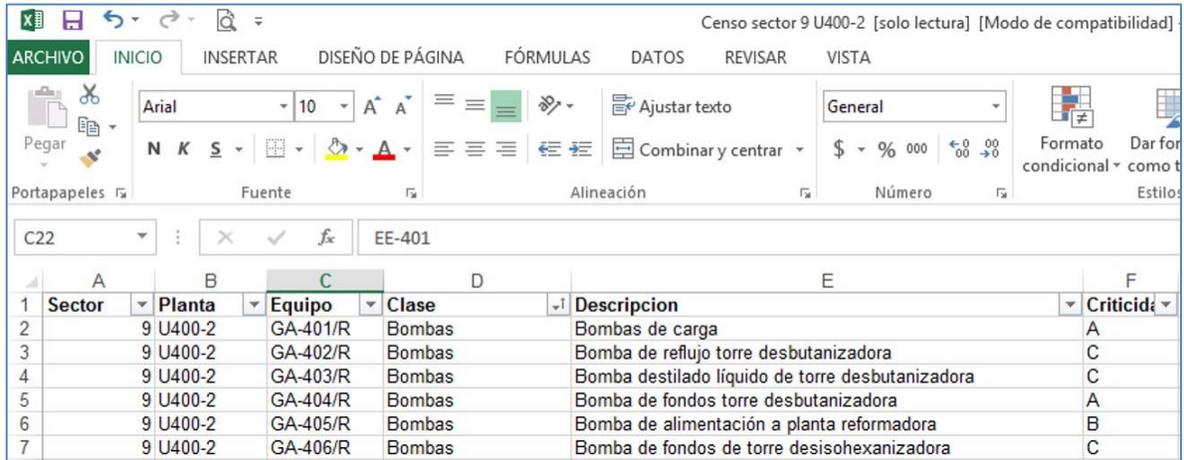
Con los documentos anteriores y conociendo el proceso, se comenzó a leer los diagramas de flujo de proceso, siguiendo las corrientes principales y observando los equipos por los que pasaban dichas corrientes, esto con la finalidad de identificar los equipos críticos que la integran; para cada equipo se anotaron las siguientes características:

- 🏠 El sector al que pertenece.
- 🏠 La planta en la que se encuentra.
- 🏠 Etiqueta de identificación del equipo.
- 🏠 Tipo de equipo.
- 🏠 El servicio que ofrece.
- 🏠 Criticidad.

Como se observa en la figura 9.

## Capítulo 3

### Desarrollo y resultados



	A	B	C	D	E	F
1	Sector	Planta	Equipo	Clase	Descripción	Criticidad
2		9 U400-2	GA-401/R	Bombas	Bombas de carga	A
3		9 U400-2	GA-402/R	Bombas	Bomba de reflujo torre desbutanizadora	C
4		9 U400-2	GA-403/R	Bombas	Bomba destilado líquido de torre desbutanizadora	C
5		9 U400-2	GA-404/R	Bombas	Bomba de fondos torre desbutanizadora	A
6		9 U400-2	GA-405/R	Bombas	Bomba de alimentación a planta reformadora	B
7		9 U400-2	GA-406/R	Bombas	Bomba de fondos de torre desisohexanizadora	C

**Figura 9. Censo de equipos de la Hidrodesulfuradora de Naftas No.2.**

Este método se repitió para los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's), con el objetivo de completar el censo de equipos, ya que en los DTI's se observan todos los equipos e instrumentos que integran la planta, tanto de proceso, como servicios auxiliares, así como los posibles relevos que tienen los equipos, si se encontraba algún equipo que no estuviera en el censo, éste se agregaba al censo anotando las características anteriormente descritas.

Además, el uso de los DTI's permitió corroborar que las etiquetas de identificación de los equipos coincidieran con los reportados en los DFP's, ya que en los diagramas de flujo de proceso sólo aparecen los equipos principales o básicos con los que opera una planta.

Los equipos nuevos que fueron censados con los DTI's fueron corroborados con el PLG de la planta o del sector, para asegurar, que efectivamente existía dicho equipo.

Cabe mencionar que los DTI's fueron los documentos más actualizados y donde se observó con mayor detalle si hubo un reemplazo de equipo o si ha sufrido una modificación el proceso que implica la integración de un nuevo equipo.

El censo de equipos se realizó por dos razones:

1. Que los documentos de los diferentes equipos con los que cuenta la planta estén en orden y sea de fácil identificación en el Sistema de Administración de la Tecnología del Proceso (SIATP).
2. Además de apoyar en la recopilación y clasificación de la información de los equipos, ya que en esta actividad proporcionó un control de la documentación por cubrir.

Los principales equipos que se encontraron durante el censo de equipos para la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 fueron los siguientes:

- 🔍 Bombas.
- 🔍 Calentadores.
- 🔍 Compresores.
- 🔍 Eyectores.
- 🔍 Filtros.
- 🔍 Intercambiadores.
- 🔍 Reactor.
- 🔍 Recipientes.
- 🔍 Torres.

Durante el censo se encontraron otros equipos, pero estos eran parte de un equipo principal, por lo que se les asoció al equipo que pertenecía. En la figura 10 se observa una parte del censo de equipos de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2, vista desde el SIATP.

### [U400-2] Planta Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2

Total de Equipos de Proceso Críticos para ASP Censados en la Planta: 45

- **Bombas**
  - [GA-401 /R] Bombas de Carga
  - [GA-402 /R] Bomba de Reflujo Torre Desbutanizadora
  - [GA-403 /R] Bomba Destilado Líquido de Torre Desbutanizadora
  - [GA-404 /R] Bomba de Fondos Torre Desbutanizadora
  - [GA-405 /R] Bomba de Alimentación a Planta Reformadora
  - [GA-406 /R] Bomba de Fondos de Torre Desisohexanizadora
  - [GA-407 /R] Bomba de Reflujo Torre Desisohexanizadora
  - [GA-408 /R] Primer Bomba de Alimentación a Torre Desbutanizadora
  - [GA-409 /R] Segunda Bomba de Alimentación a Torre Desbutanizadora
  - [GA-410 /R] Bomba de Alimentación a Rehervidor BA-403
  - [GA-411 /R] Bomba de Inhibidor de Corrosión
  - [GA-412] Bomba de Inyección de Mercaptanos
  - [GA-413 /R] Bomba de Alimentación a Rehervidor BA-404
- **Calentadores**
  - [BA-401] Calentador de Carga
  - [BA-402] Rehervidor de Torre Desbutanizadora DA-401

Figura 10. Ejemplo del censo de equipos de la planta U400-2.<sup>14</sup>

### 3.2 Recopilación de Información

La actividad consistió en ir hasta las instalaciones de la refinería para recopilar toda la documentación posible. Los documentos que se requerían para las plantas eran:

- ☒ Diagramas de flujo de proceso.
- ☒ Diagramas de tubería e instrumentación.
- ☒ Diagramas eléctricos.
- ☒ Diagramas de lazos de control.
- ☒ Diagramas unifilares.
- ☒ Descripción de proceso.
- ☒ Balances de materia y energía.
- ☒ Límites de operación.
- ☒ Manuales de sistemas de detección de, humo, fuego, explosividad y toxicidad.
- ☒ Procedimientos de paro y arranque.
- ☒ Hojas de seguridad de sustancias.
- ☒ Manuales de operación de proceso.
- ☒ Manuales del fabricante.
- ☒ Manuales de los sistemas de control distribuido.
- ☒ Manuales de los sistemas de respaldo interrumpido de energía.
- ☒ Hazop de las plantas.
- ☒ Isométricos de tubería.
- ☒ Planos de arreglos de tubería.
- ☒ Planos de arreglos de equipos.
- ☒ Planos de cimentación.
- ☒ Planos de sistema de seguridad de desfogue a quemador.
- ☒ Planos de los sistemas de aspersion y mitigación.
- ☒ Planos de clasificación de áreas para equipo eléctrico.
- ☒ Planos de localización de los sistemas de detección.
- ☒ Especificaciones de tubería, accesorios, válvulas y conexiones.
- ☒ Especificaciones de válvulas de control y PSV's.
- ☒ Especificaciones de aislamiento térmico.
- ☒ Especificación de instrumentos.
- ☒ PLG.

Con respecto a equipos:

- 📄 Hoja de datos de equipos.
- 📄 Curvas de bombas.
- 📄 Planos mecánicos.
- 📄 Expedientes de fabricación y pruebas de equipos.
- 📄 Manuales de fabricante de equipos.

Una vez conocido los documentos necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema de administración de la tecnología del proceso (SIATP), se prosiguió a buscar toda la información del Sector Hidros-Reformadora 2 inicialmente en la biblioteca de la refinería.

En cuanto a la unidad Hidrodesulfuradora de Naftas No.2, se comenzó a revisar toda la documentación para seleccionar los documentos que aplicaban, según los requerimientos, además de seleccionar los documentos más legibles y evitar tener información repetida.

Los documentos que se recopilaron para la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 fueron los siguientes:

- 📄 Hojas de datos de seguridad de sustancias.
- 📄 DFP's
- 📄 DTI's
- 📄 Límites de operación.
- 📄 Procedimientos de paro y arranque.
- 📄 Balances de materia y energía.
- 📄 Manuales de operación de proceso.
- 📄 PLG.
- 📄 Planos de sistema de desfogue.
- 📄 Planos de cimentación.
- 📄 Planos de arreglo de equipos.
- 📄 Isométricos de tubería.
- 📄 Especificaciones de tubería, accesorios, válvulas y conexiones.
- 📄 Especificación de aislamiento térmico.
- 📄 Estrategia de control de proceso y descripción funcional de control.
- 📄 Especificaciones de instrumentos.
- 📄 Especificaciones de válvulas de control.
- 📄 Planos de localización de los sistemas de detección.
- 📄 Diagramas unifilares.
- 📄 Planos de localización de áreas.

## Capítulo 3

### Desarrollo y resultados

Para equipos se recopiló lo siguiente:

- 📄 Hoja de datos de equipos.
- 📄 Curvas de bombas.
- 📄 Curvas de compresores.
- 📄 Planos mecánicos.
- 📄 Expedientes de fabricación y pruebas de equipos.
- 📄 Manuales de fabricante de equipos.

En ocasiones se encontraron documentos en mal estado, ilegibles, rotos, incompletos o con etiquetas de identificación diferentes a los equipos censados, como se observa en la figura 11. Esto debido a que la información que se encontraba era muy vieja y anteriormente se manejaba con otras etiquetas, o se tenían documentos de equipos de otras plantas o refinerías con diferentes etiquetas, pero hacían referencia a un equipo de ésta planta, asegurando que eran iguales o similares.

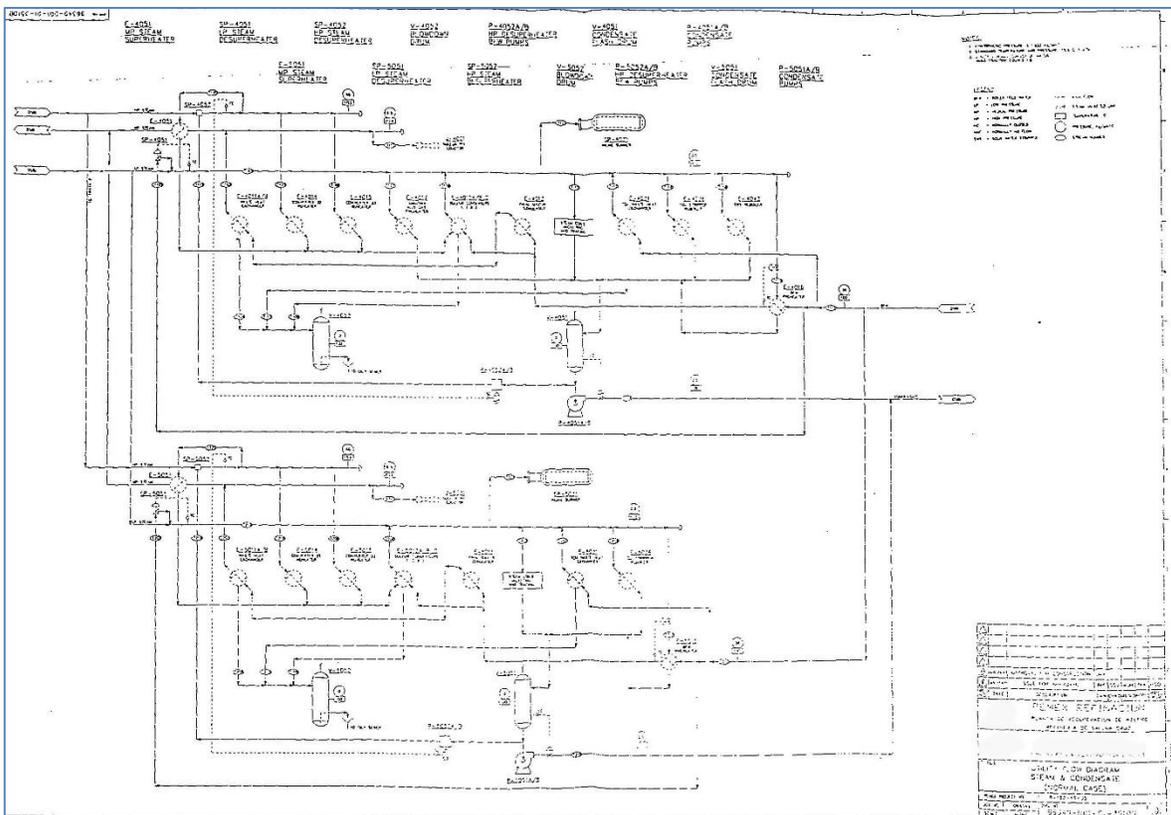


Figura 11. Ejemplo de un diagrama ilegible.<sup>13</sup>

En estos casos se revisó el censo para asignarle el sector, la planta y la etiqueta de identificación correspondiente, comparando previamente con la descripción del servicio del equipo, asegurando que ésta, coincidiera tanto en el censo, como en

el documento a clasificar. Además de verificar que en otros sectores no tuvieran una etiqueta de identificación o servicio idéntico, esto para evitar que no aparecieran equipos no censados.

Cuando se terminó de revisar y seleccionar los documentos se pasó a la actividad de digitalizar. Esta se realizó por tipo de documento o equipo, por ejemplo, DFP's, DTI's, manuales de proceso, bombas, compresores, calentadores, torres, informes de ARP, etc., esto evito que la información recabada no estuviera revuelta y se facilitara su ubicación y clasificación.

La digitalización consistió en desarmar, extender y limpiar todos los documentos antes mencionados, es decir, quitarles las grapas, protectores de hojas, etc., de tal forma que las hojas quedaran separadas para poder trabajarlas con el scanner de documentos que se observa en la figura 12; el cual solo podía trabajar hojas tamaño carta, doble carta y contaba con una cama plana en tamaño A3 (11"x17").

Una vez capturados se almacenaban en un disco duro y posteriormente se volvían a doblar, guardar y armar los documentos para dejarlos tal cual se habían encontrado.



**Figura 12. Scanner de documentos.**

Uno de los problemas que se presentó al digitalizar la documentación fue que, el tamaño de los documentos excedía el área de digitalización, por lo que algunos de estos documentos se tuvieron que arreglar para digitalizarlos por partes, en algunas ocasiones fue necesario llevar a cabo la digitalización con personal externo.

Los planos o diagramas que se digitalizaron por partes se tuvieron que editar o armar, ya que en algunos casos se obtuvieron dos, cuatro o hasta seis partes, de acuerdo al tamaño en que se había encontrado el documento. Esto se realizó con cuidado y de tal forma que no se apreciaran las diferentes fracciones en que fue digitalizado el plano.

Cuando se mandaban a digitalizar documentos con personal externo, se realizaba una lista, donde se asentaba la información de los planos o diagramas que se iban a mandar a digitalizar, se llenaba con: nombre del plano, número de dibujo, sector y planta al que pertenecía y una descripción de donde se había encontrado. Esto tenía la finalidad de tener un control de los diagramas y planos que se extraían de las instalaciones, evitando su extravío.

Toda la información tenía un formato de imagen, por lo que se tuvo que pasar a un formato que fuera más fácil de manejar para el SIATP, así como para la clasificación, por lo que se cambió al formato a PDF toda la información.

Cuando se terminó de revisar, digitalizar, clasificar y cargar toda la información al SIATP, se generó un reporte con los documentos que se tenían en ese momento, dónde se observó a detalle que documentos se tenían y cuáles son los que hacían falta.

Para la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2, se solicitó permiso de ir directamente al sector para buscar específicamente la información faltante. Aquí fue más fácil de encontrarla, debido a que el sector está organizado en diferentes áreas de mantenimiento, las cuales son:

- 📁 Mantenimiento eléctrico.
- 📁 Mantenimiento mecánico.
- 📁 Mantenimiento de planta.
- 📁 Mantenimiento de instrumentos.
- 📁 Seguridad industrial.
- 📁 Ingeniería civil.

Los especialistas encargados de las áreas mencionadas proporcionaron la mayor parte de la información que hacía falta, aunque el proceso fue un poco lento. Uno de los motivos y que era comprensible, fue que los especialistas no se encontraban en sus oficinas y en algunas ocasiones se les había asignado a otro sector y/o estaban cubriendo dos sectores el mismo turno, por lo que era más difícil de localizarlos y de que la información que se había solicitado estuviera disponible.

Toda la información que se encontró en el sector, se le aplicó el mismo procedimiento que se le hizo a la encontrada en la biblioteca.

### 3.3 Clasificación y revisión de la documentación

#### 3.3.1 Clasificación

La clasificación de la documentación se realizó de acuerdo a una lista que generó la refinería, la cual contenía la clave para cada uno de los diferentes documentos. La clasificación sirvió para tener un control de la información, diferenciar los diversos documentos que se manejan y colaborar en el diseño y organización del SIATP.

Para que la información fuera cargada al sistema, ésta tenía que aparecer en un archivo de Excel llamado “ListaDocumentos” como el que se observa en la figura 13, el cual era generado mediante un programa automatizado. La lista contenía varias propiedades que se tenían que extraer de los documentos; las propiedades eran:

- 📁 Planta (a la que pertenece).
- 📁 Equipo.
- 📁 Clave del documento.
- 📁 Descripción del documento (debía de ser corta y concisa).
- 📁 Revisión No.
- 📁 Fecha final.
- 📁 Tipo de documento (clasificación alfanumérica)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	PLANTA	NOMBRE ORIGINAL DEL DOCUMENTO	EQUIPO	CLAVE DEL DOCUMENTO	DESCRIPCION	REVISIÓN No.	FECHA	FECHA FINAL	NOMBRE FINAL DEL DOCUMENTO	LONGITUD	TIPO DE DOC
1	U400-2	GA-404.pdf	GA-404 RT	X-663416	Planos mecanicos	2	Ago1988	[X-663416] Plano mecanico Rev 2 A		26	3t
2	U400-2	GA-404_2.pdf	GA-404 RT	X-663413	Plano mecanico	2	Ago1988	[X-663413] Plano mecanico Rev 2 A		40	3t
3	U400-2	GA-404_3.pdf	GA-404 RT	B-104652	Plano mecanico, es	1	Feb1990	[B-104652] Plano mecanico, esquer		68	3t
4	U400-2	GA-404_4.pdf	GA-404 RT	X-663416	Plano mecanico	2	Ago1988	[X-663416] Plano mecanico Rev 2 A		40	3t

Figura 13. Archivo “ListaDocumentos”.

Estos rubros se buscaban para clasificar los documentos, algunos de estos no aplicaban, ya que dependía de cada documento. Concentrando todas estas propiedades se le generaba el nombre oficial con el que iba a aparecer el documento en el SIATP, además de que este nombre ayudaba a identificarlo más rápido.

Es importante mencionar que el archivo “ListaDocumentos”, contenía una propiedad que se llamaba, “nombre original del documento”, ésta ya estaba capturada y no debía de sufrir ninguna modificación en cuanto a su contenido, de lo contrario se presentarían problemas en el momento de cargar la información al sistema, en el peor de los casos no se visualizaría esta información.

Otro requisito que el sistema requería para cargar la información, era que tanto el archivo “ListaDocumentos”, como los archivos en formato pdf se encontraran en una misma carpeta, de otro modo el sistema lo marcaría como un error y no aparecería en el SIATP.

Para llenar las propiedades del archivo “ListaDocumentos”, se abría cada uno de los archivos para revisar qué tipo de documentos contenía, antes de extraerle sus propiedades. Durante está activad, se encontraron archivos que contenían más de un tipo de documento, por ejemplo los manuales de operación, en este caso los diferentes documentos se extrajeron sin ser eliminados del archivo original y se clasificaron individualmente. El manual se conservó intacto y posteriormente se clasificó.

En cuanto a los equipos, se realizó el mismo procedimiento que el anterior, ya que se encontraron archivos que incluían diagramas o planos de diferentes equipos, por lo que se tenían que clasificar de forma individual.

Algunas ocasiones se encontraron diagramas o planos que aplicaban para varios equipos o plantas, en este caso el mismo documento se clasificó para cada uno de ellos. Se realizó de esta forma a consecuencia de que el sistema solo reconoce una etiqueta de identificación del equipo y un nombre de planta, si se le asignaban 2 o más en la misma propiedad, el sistema lo marcaba como un error y no se cargaba al SIATP.

Después de haber concluido la clasificación de todos los documentos de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 y de las demás plantas que conforman el sector HDS 2, sigue la carga de información al sistema para poder visualizarla y revisarla directamente en el SIATP.

#### **3.3.2 Revisión de la documentación**

Principalmente lo que se revisó fue:

-  Que no se tuvieran documentos repetidos.
-  La información fuera legible.
-  Que no se tuvieran equipos no censados.
-  Que no hubiera información de otros sectores.

Para revisar lo anterior se utilizó el SIATP, junto con una lista que se generó a partir de la base de datos del sistema. Esta lista sirvió para rastrear la ubicación del documento; indicaba en que archivo “ListaDocumentos” se encontraba, el nombre original del documento y la ruta de la carpeta que lo contenía.

Es importante mencionar que los errores que se encontraron en el SIATP se corrigieron directamente en el archivo “ListaDocumentos”, ya que es el único documento que el sistema reconoce para la carga de información.

Esta activada consistió en ubicar en el SIATP la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 y comenzar a revisar los nombres de los documentos; específicamente el número de dibujo, número revisión y su descripción. Cuando se encontraban nombres iguales, como se muestra en la figura 14, se proseguía a abrir ambos documentos para corroborar que contenían lo mismo y si era el caso se eliminaba al menos legible.

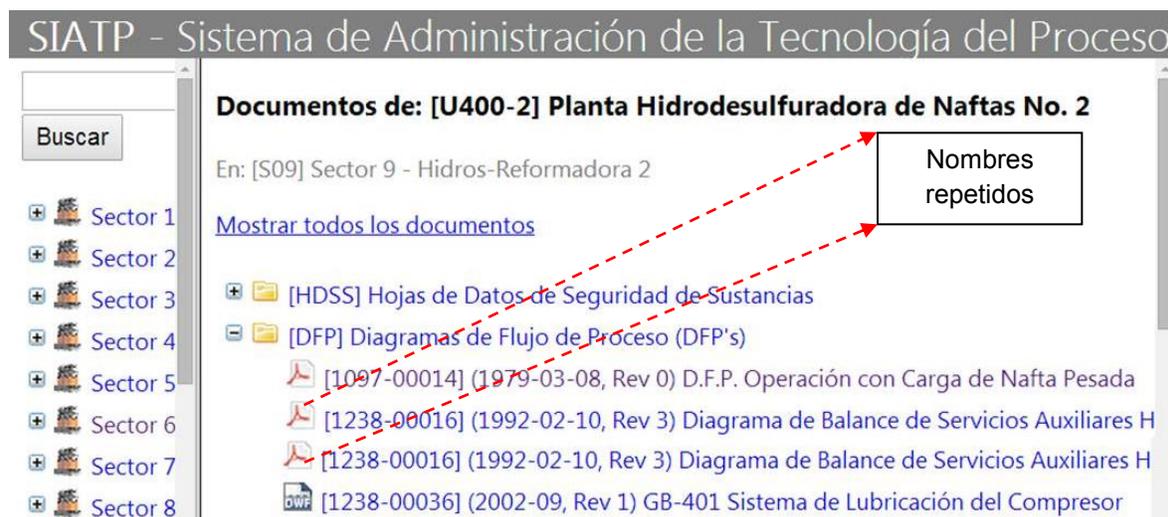
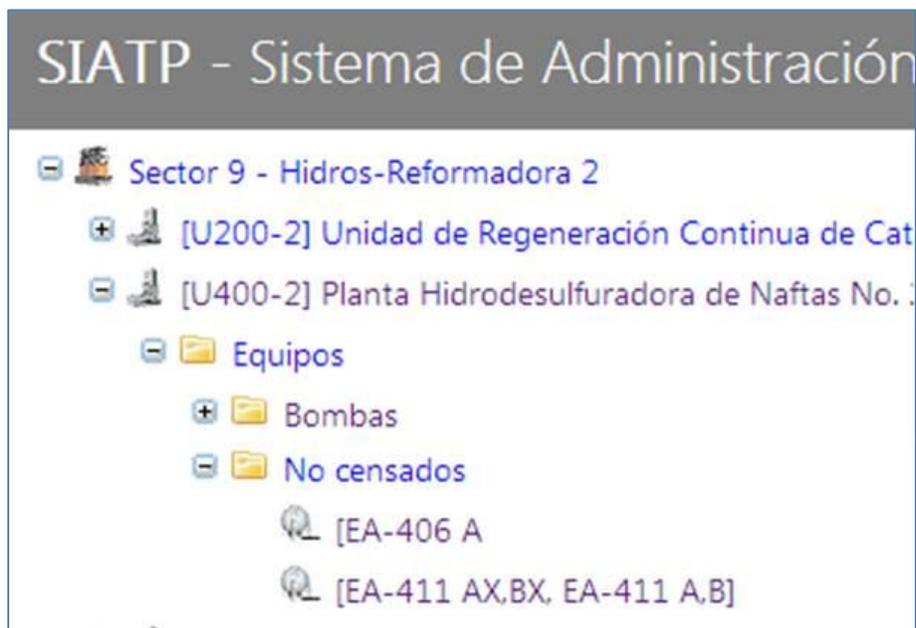


Figura 14. Ejemplo de nombres de documentos repetidos.<sup>13</sup>

Para eliminar el archivo, se buscaba en la “lista de base de datos del sistema” el nombre del documento que aparecía en el SIATP, el *nombre original del archivo* y la *ruta de la ubicación de la carpeta* que lo contenía. Cada carpeta tenía su propio archivo “ListaDocumentos”, el cual era abierto para localizar el *nombre original del archivo* que debía ser eliminado. Este procedimiento se realizó para todos los documentos que se encontraron repetidos o que por alguna otra razón debían ser eliminados.

Cuando se tenían equipos no censados a causa de etiquetas de identificación mal capturados o estos no eran parte de la planta, como se observa en la figura 15, se tenían que mover a su correspondiente lugar. Para esto, se rastreaba la información que hacía referencia al “equipo no censado” del mismo modo que si

se tuviera un archivo repetido. Habiéndolo encontrado, se abría, se revisaba y se identificaba el error, el cual se corregía en el archivo “ListaDocumentos”. Esto también se aplicó a documentos que no pertenecían a un equipo o cuando estaban en categorías que no le correspondían.



**Figura 15. Ejemplo de equipo no censado.**<sup>13</sup>

Durante la revisión se encontraron documentos que estaban bien clasificados pero venían de carpetas de otros sectores. En este caso se buscaba el archivo como se mencionó anteriormente. Una vez identificado se cortaba y se mandaba a la carpeta que contenía la información de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2, se le generaba su archivo “ListaDocumentos” y se clasificaba; por último se eliminaba del archivo “ListaDocumentos” de la carpeta del otro sector. Esto ayudó a que la información de esta planta y del Sector HDS 2 no estuviera distribuida en los demás sectores.

Al terminar de revisar la información de la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2 y de las demás plantas que conforman el Sector Hidros-Reformadora 2, se prosiguió a actualizar la base de datos del sistema, para revisar que los cambios se habían aplicado.

### 3.4 Descripción general del proceso de carga de información al Sistema

La “ListaDocumentos” es un archivo de Excel; que contiene toda la información necesaria para poder clasificar los documentos, es procesada por un programa desarrollado y personalizado en un lenguaje de programación, como lo es Visual Basic.net.

Actualmente no se conoce algún programa que procese el archivo “ListaDocumentos” de forma masiva, por lo que se tuvo la necesidad de desarrollar uno que se adaptara a las necesidades de la ASP y lógicamente para la plataforma del SIATP.

El programa desarrollado en Visual Basic.Net tenía como objetivo leer todos los caracteres que contiene la “ListaDocumentos”; tales como la clave del sector, de la planta, etiqueta de identificación de equipo, número de revisión, etc., de tal forma que al procesarla y cargarla al SIATP se haga de forma ordenada.

Para poder hacer esto, durante la programación se van creando diferentes carpetas, subcarpetas y las carpetas necesarias para poder organizar la plataforma; para esto se utilizó el censo de equipos.

Por ejemplo, se crea una carpeta con el nombre de “Sector 9”, dentro de esta se deben crear tantas carpetas como plantas se tenga; asignándole su correspondiente clave. Una vez hecho esto, en la carpeta de cada planta se crean otras más con los diferentes tipos de equipos que la conforman y dentro de estas se crean otras más, asignándoles la etiqueta de identificación de los equipos. Es importante recalcar que para cada sector, planta y equipo le corresponde una carpeta.

En cuanto a la clasificación de documentos, se tomó como referencia la lista que proporcionó la refinería, la cual contiene los diferentes tipos de documentos con sus respectivas claves; de esta forma se organizaron las carpetas. Cada una de estas se le asignaba el nombre del tipo de documento que debería contener, por ejemplo Diagrama de Flujo de Proceso, Hojas de datos de Seguridad de Sustancias, etc. La mecánica que se tomó en cuenta para este rubro fue que los documentos más importantes para los equipos se cargaron únicamente a sus carpetas correspondientes, los documentos fueron:

-  Hojas de datos o especificaciones.
-  Planos mecánicos.
-  Expedientes de fabricación y pruebas de equipos.
-  Manuales de fabricante.

Para lograr esto, se crearon restricciones durante la programación de tal forma que las carpetas solo aceptaran las claves de los documentos anteriores. Mientras que los demás documentos se almacenaban en la carpeta que contiene el nombre de la planta. En ésta carpeta se encuentra toda la documentación general y alguna otra que no tenía clasificación, como por ejemplo las calificaciones (capacitación, exámenes, etc.) del personal de soldadura.

De esta misma manera se programó para designar el nombre completo y lugar correcto del documento. Como cada carpeta tiene su nombre y éste tiene caracteres específicos tales como, abreviaturas, espacios, sintaxis, números, tipos de fechas, etc., los cuales se deben cumplir para que el documento pueda ser almacenado con el nombre, en la carpeta y sección del SIATP correcto, de otra forma el programa lo marca como error, no es cargado al sistema y se evita que el documento sea enviado a un lugar incorrecto. Esto también aplica para todos los demás caracteres que contiene el archivo de Excel, si uno de estos no coincide exactamente con los nombres cargados durante la programación, estos documentos jamás aparecerán en el sistema y la carga continuará sin ningún problema.

Cuando se procesa la información con este programa, que puede ser llamado "Programa de procesamiento de lista de documentos de Excel", se observan dos partes importantes de la lectura o procesamiento de la información, una que es la localización del documento, es decir, la carpeta correcta para cada tipo de documento y la segunda es la estructura del nuevo nombre con el que va a aparecer en la plataforma de SIATP, ambas partes ocupan diferentes caracteres contenidos del archivo de Excel.

En el caso de la localización se emplean los siguientes datos:

- Sector.
- Unidad (Clave de la planta).
- Equipo (Etiqueta del equipo).
- Clave (clave del tipo de documento).

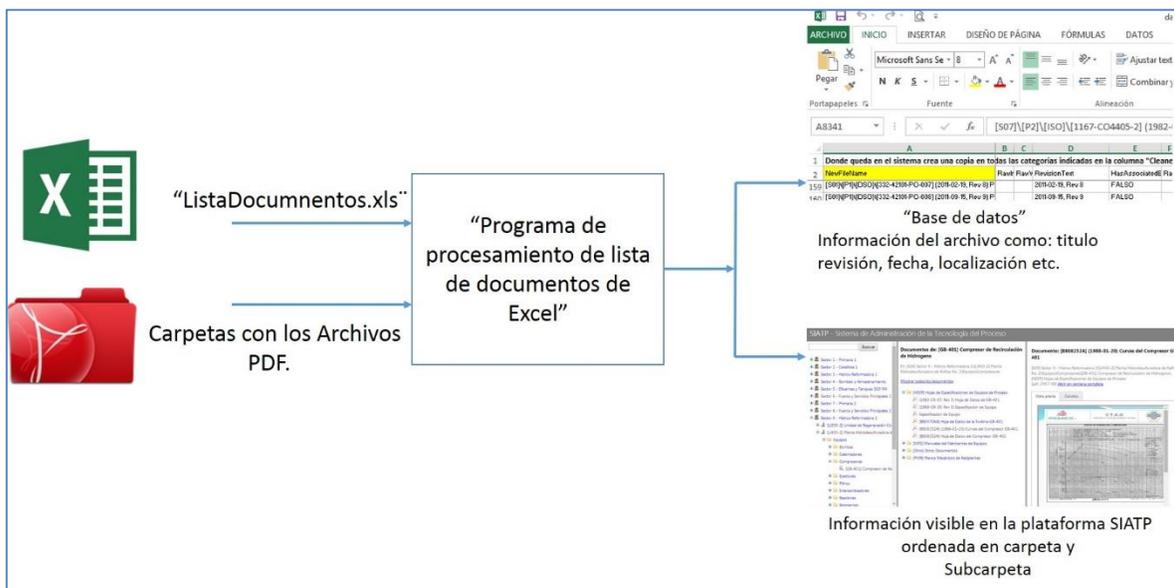
Para el nombre del documento se utilizó la siguiente nomenclatura:

- Numero de plano o documento.
- Descripción del documento.
- Fecha.
- Revisión.

Una vez cargada la información, el programa proporciona una base de datos de los documentos que fueron o no cargados al sistema, además de que nos dice el error por el cual no pudo ser cada la información. Los errores más comunes que se observaron fueron:

- ❑ Ortográficos.
- ❑ Sintaxis.
- ❑ Palabras incompletas.
- ❑ Diferentes formatos de fechas.
- ❑ Espacios de más entre cada palabra.
- ❑ Etiqueta de identificación de equipo no censada.
- ❑ Falta de información en el archivo Excel (sector, planta y tipo de documento).

Como se observa en la figura 16.



**Figura 16. Esquema general de la carga de información.**

Una vez cargada toda la información al sistema y que se ha revisado por personal de la refinería, se procede a protegerlo contra la depuración de información, acceso de personal no autorizado y carga de información no autorizada. Por lo que se designan administradores del Sistema creándoles nombres de usuarios con sus respectivas claves, por ejemplo los Jefes de Sectores, personal administrativo, etc.

Para caso práctico se modificó la manera de cargar la información, ya que si se dejaba de esta manera, cuando se quisiera actualizar algún documento se tendría

que cargar toda la información del sector al que perteneciera, lo que ocasionaría que la plataforma SIATP estuviera fuera de servicio.

Ahora la forma de cargar la información es muy sencilla, tan solo se tiene que ubicar en el sector, planta, equipo y tipo de documento que se va agregar y dándole clic secundario nos despliega una ventana, la cual nos muestra la opción de cargar documentos y se le da la ubicación del documento y el programa lo carga automáticamente; esta función la puede realizar únicamente el personal que esta dado de alta como administrador.

### **3.5 Visualización de la información e interacción del SIATP con el usuario**

El sistema es muy fácil de utilizar, ya que se ven claramente los diferentes sectores, plantas y equipos por los que está integrada la refinería.

Cuando se ingresa a la página del SIATP, ver la figura 17, se observa que está dividida en 3 secciones generales:

- Sección 1: se ven todos los sectores, plantas y equipos que integran a la refinería.
- Sección 2: se presenta en forma de lista, todos los documentos con los que cuenta la refinería
- Sección 3: se ve el nombre y una pequeña vista del documento.

## Capítulo 3

### Desarrollo y resultados

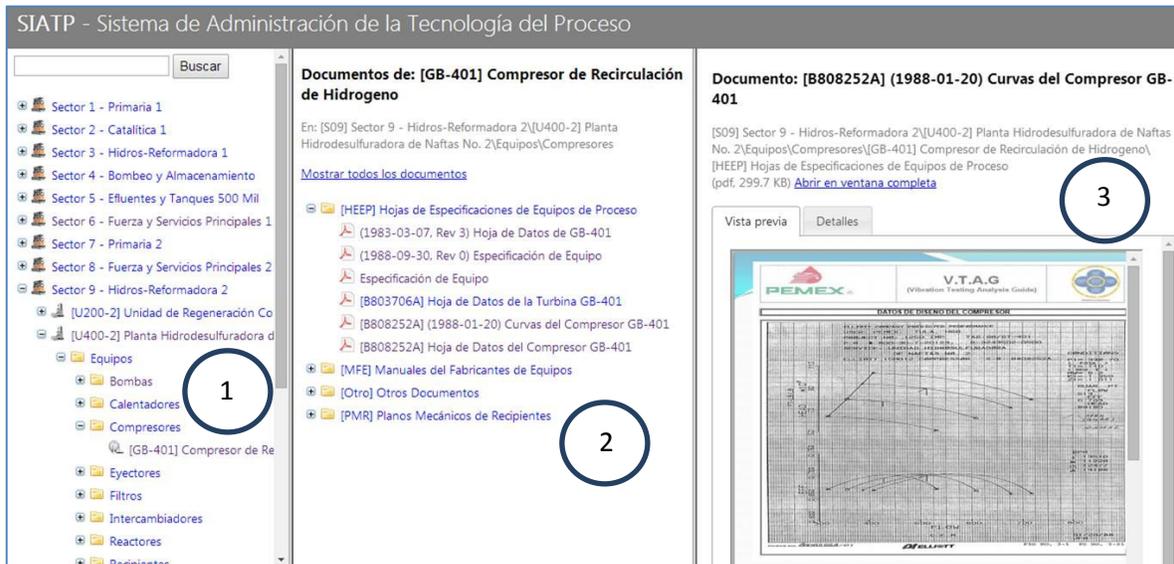


Figura 17. Vista general del SIATP.<sup>13</sup>

Para que el sistema despliegue cualquier tipo de información, ya sea para servicios, plantas, equipos y documentos, siempre se debe seleccionar el icono de “+” que se encuentra a lado del nombre de cada información que se requiere.

### Sección 1

En este apartado se ven todos los sectores de la refinería con sus respectivos nombres. Cuando se selecciona un sector, el sistema despliega una lista de las plantas que lo integran junto con sus nombres y claves. Para que se muestre la lista de los diferentes tipos de equipos con los que opera una planta se debe seleccionar a una de interés.

Por ejemplo, para

buscar la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2; primero se debe de identificar y seleccionar el sector en el que se encuentra, en este caso es el Sector 9, se selecciona y se desplegara la lista de plantas que lo integran. Como se muestra en la figura 18.

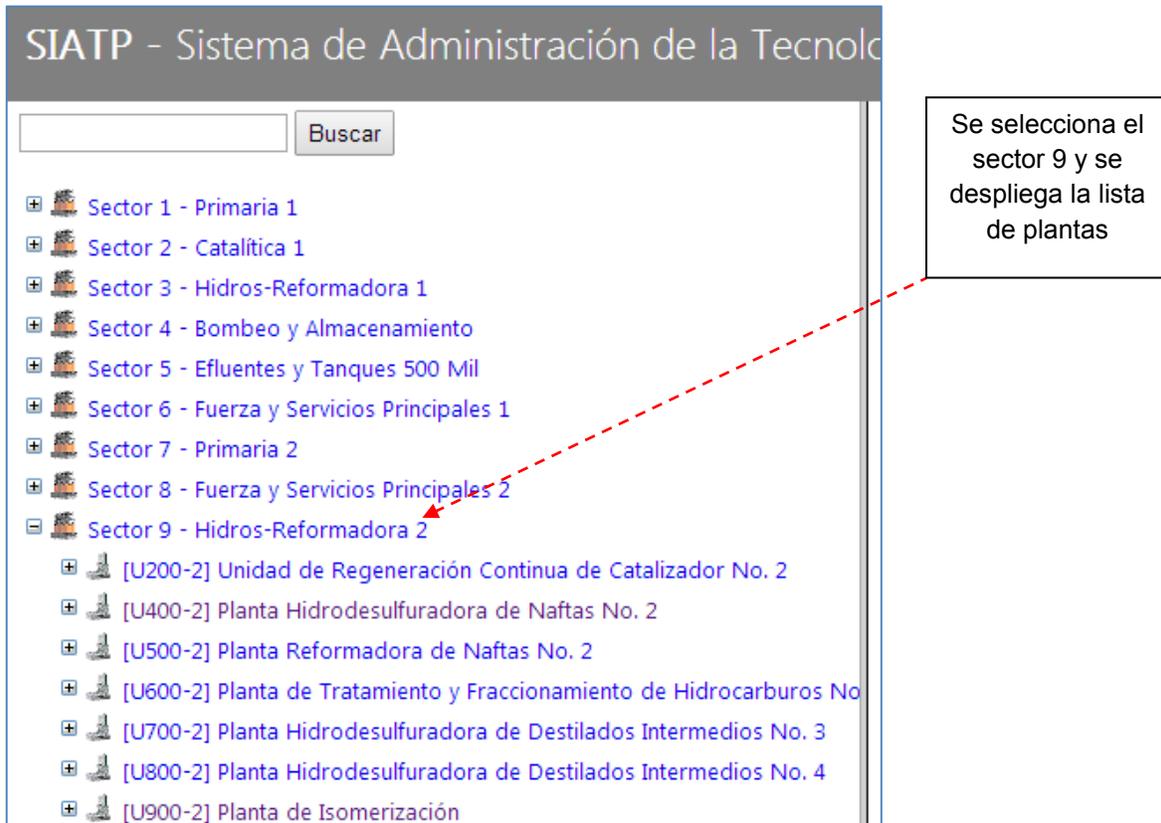


Figura 18. Plantas de la Hidros-Reformadora de Naftas No. 2.<sup>13</sup>

Para mostrar los equipos, se tiene que seleccionar la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2, después se muestra una lista de los diferentes tipos de quipos con los que opera. Al elegir a uno de ellos, se mostrarán todos los equipos que se tienen, junto con su etiqueta de identificación y servicio. Como se muestra en la figura 19 al seleccionar los intercambiadores.

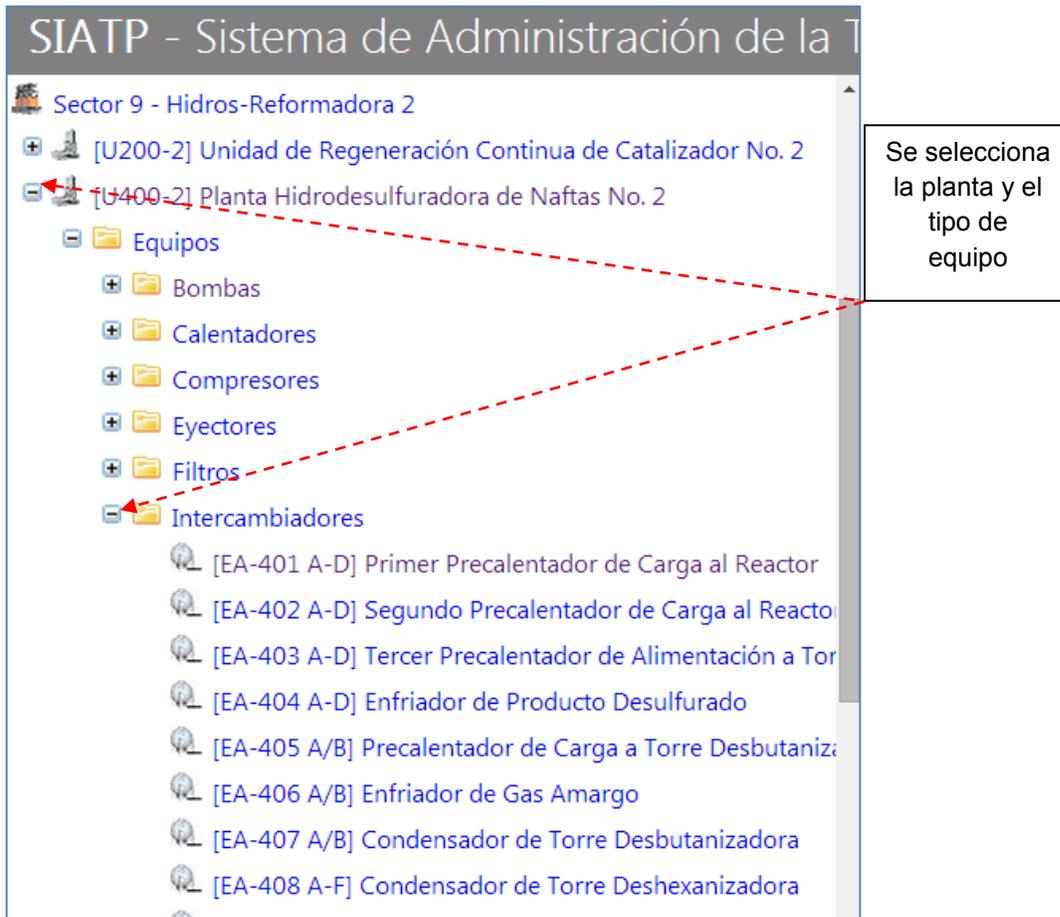


Figura 19. Lista de equipos de intercambiadores de calor.<sup>13</sup>

## Sección 2

En esta sección se observan todos los documentos cargados al SIATP en forma de lista, organizados de acuerdo a su clasificación.

Para ver esta información, se selecciona directamente el nombre de la planta de interés, el cual aparece en la Sección 1, después en la Sección 2, se mostrarán todas las clasificaciones de los documentos. Como se muestra en la figura 20, tomando de ejemplo a la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No.2

Capítulo 3  
Desarrollo y resultados

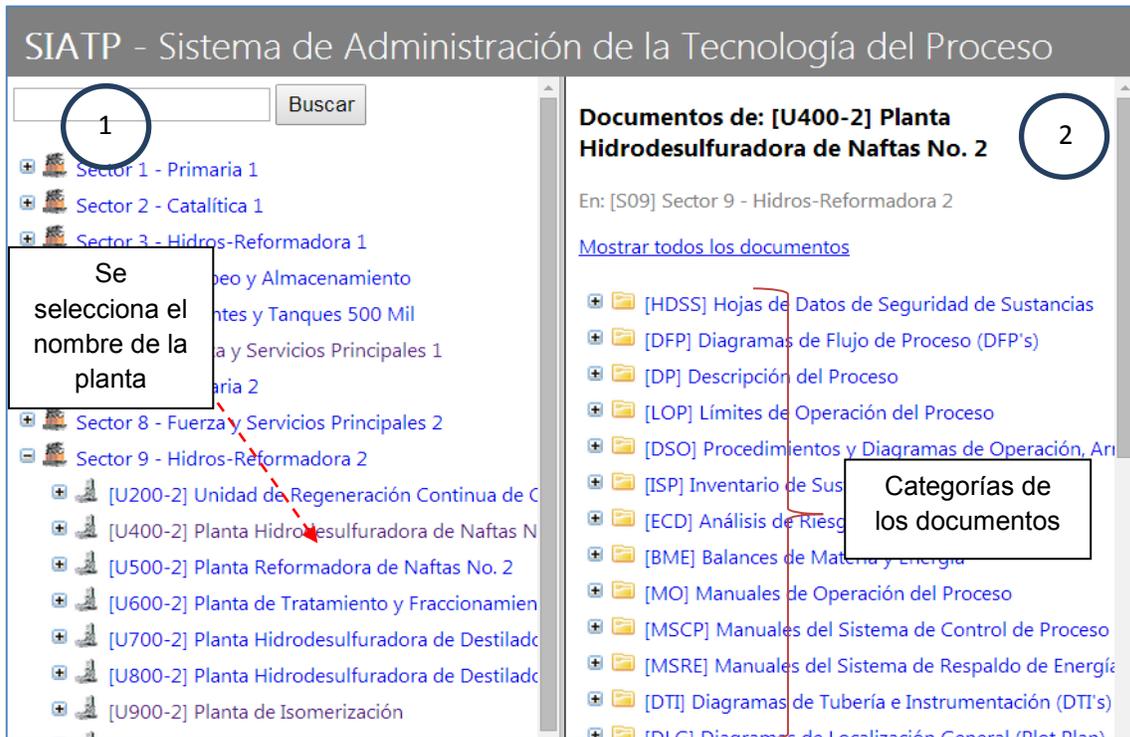


Figura 20. Lista de las categorías de documentos.<sup>13</sup>

Para ver los documentos, se elige una categoría como se muestra en la figura 21 para DFP's

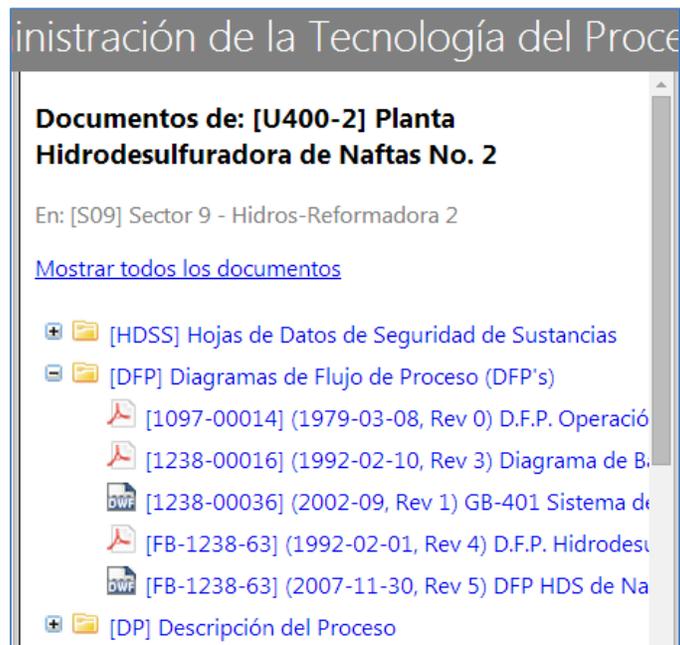


Figura 21. Ejemplo de la lista de DFP's de la U400-2.<sup>13</sup>

Para los equipos se sigue la misma mecánica, mostrando las siguientes categorías:

- 📁 Expedientes de fabricación y pruebas.
- 📁 Hojas de especificaciones.
- 📁 Planos mecánicos.
- 📁 Otros.

Como se observa en la figura 22.

En la categoría de “Otros”, se verá información que no pertenece a ninguna de las categorías anteriores pero que se ha considerado importante para el equipo.

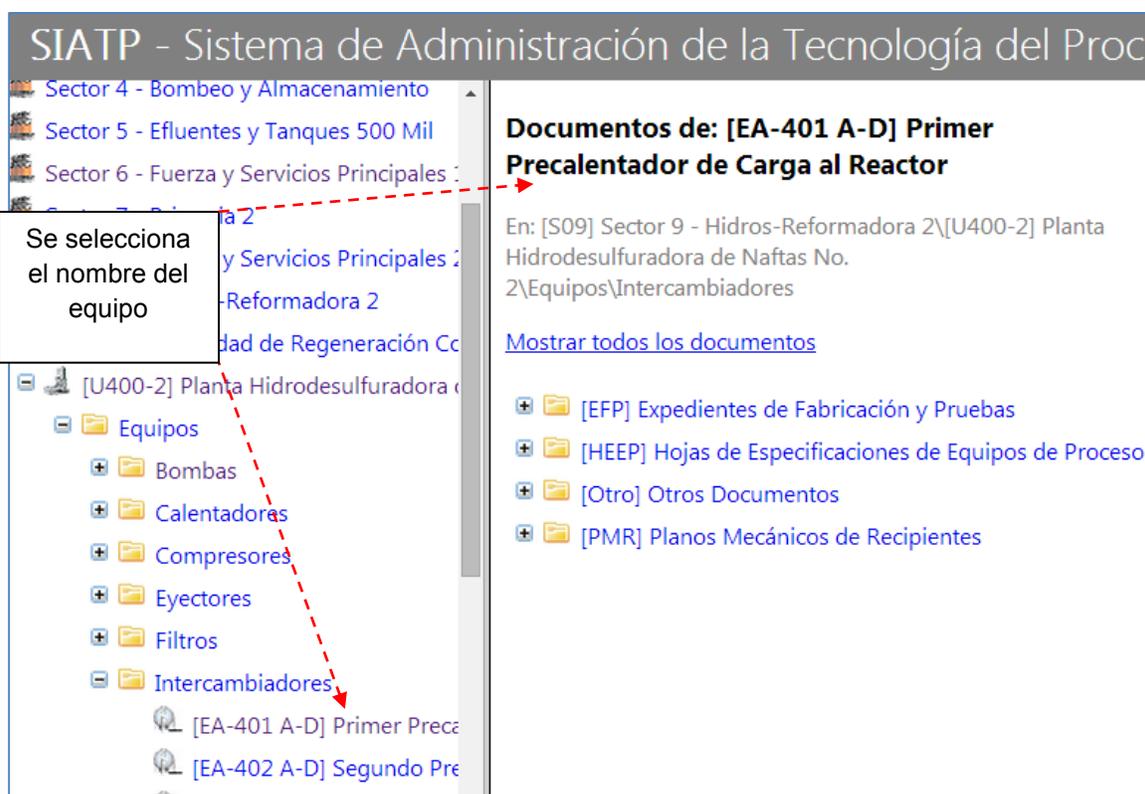


Figura 22. Información para equipos.<sup>13</sup>

### Sección 3

En esta sección, se ve el nombre completo y una vista en miniatura del documento como si estuviera abierto. En este apartado se tiene la opción de “Abrir en ventana completa” y también la opción de “descargar”. Esta sección es muy práctica ya que ayuda a identificar más rápido los documentos.

## Capítulo 3

### Desarrollo y resultados

Para que se pueda ver la información antes descrita, se tiene que seleccionar algún tipo de documento de la Sección 2, después en la Sección 3, se mostrará la información. Como se ve en la figura 23 y la figura 24.

- Sistema de Administración de la Tecnología del Proceso

Documentos de: [EA-401 A-D] Primer Precalentador de Carga al Reactor **2**

En: [S09] Sector 9 - Hidros-Reformadora 2\U400-2] Planta Hidrosulfuradora de Naftas No. 2\Equipos\Intercambiadores

Documento: [D-0-ECCB-17-B] (1987-07-22, Rev 2) Arreglo y Detalles del Cambiador

[S09] Sector 9 - Hidros-Reformadora 2\U400-2] Planta Hidrosulfuradora de Naftas No. 2\Equipos\Intercambiadores\EA-401 A-D] Primer Precalentador de Carga al Reactor\PMR] Planos Mecánicos de Recipientes (pdf, 2.2 MB) [Abrir en ventana completa](#) **3**

Mostrar todos los documentos

Se selecciona el documento

Vista previa Detalles

Figura 23. Vista de la Sección 3 cuando se ha seleccionado un documento.<sup>13</sup>

Sistema de Administración de la Tecnología del Proceso

Documento: [D-0-ECCB-17-B] (1987-07-22, Rev 2) Arreglo y Detalles del Cambiador

[S09] Sector 9 - Hidros-Reformadora 2\U400-2] Planta Hidrosulfuradora de Naftas No. 2\Equipos\Intercambiadores\EA-401 A-D] Primer Precalentador de Carga al Reactor\PMR] Planos Mecánicos de Recipientes (pdf, 2.2 MB) [Abrir en ventana completa](#)

Vista previa Detalles

Figura 24. Vista en miniatura del documento.<sup>13</sup>

### 3.6 Reporte de la documentación del SIATP

El reporte se genera automáticamente después de la carga de información al SIATP. Éste está dividido por plantas, equipos y por las distintas categorías de documentos. Las plantas aparecen con sus claves y los equipos con su respectiva etiqueta de identificación y descripción de servicio. En cuanto a los documentos, se encuentran organizados de acuerdo a su clasificación, tanto para plantas como para equipos.

El reporte refleja la cantidad de documentos clasificados en cada categoría y aquellos que hacen falta. Para poder identificar a cada uno de estos, se utilizó un código de colores, el color verde para los documentos existentes y el color amarillo para los que hacen falta, como se observa en las figuras 25 y la figura 26, para la planta Hidrodesulfuradora de Naftas No 2.

**[U400-2] Planta Hidrodesulfuradora de Naftas No. 2**

Tipo de Documento	Requeridos	Disponibles	Faltantes
1a - Hojas de Datos de Seguridad de Sustancias	1 (46)	1 (46)	0
2a - Diagramas de Flujo de Proceso (DFP's)	1 (5)	1 (5)	0
2b - Descripción del Proceso	1 (10)	1 (10)	0
2c - Límites de Operación del Proceso	1 (1)	1 (1)	0
2d - Procedimientos y Diagramas de Operación, Arranque y Paro	1 (24)	1 (24)	0
2e - Inventario de Sustancias Peligrosas	1 (1)	0 (0)	1
2f - Análisis de Riesgos de Proceso (HAZOP)	1 (2)	1 (2)	0
2g - Balances de Materia y Energía	1 (5)	1 (5)	0
2h - Manuales de Operación del Proceso	1 (4)	1 (4)	0
2i - Manuales del Sistema de Control de Proceso	1 (1)	0 (0)	1
2j - Manuales del Sistema de Respaldo de Energía (UPS)	1 (1)	0 (0)	1
3a - Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's)	1 (72)	1 (72)	0
3b - Diagramas de Localización General (Plot Plan)	1 (3)	1 (3)	0

**Figura 25. Estado de los documentos para planta.**<sup>14</sup>

## Capítulo 3

### Desarrollo y resultados

Intercambiadores	3n - Hojas de Datos de Equipos, Especificaciones y Curvas de Bombas			3t - Planos Mecánicos de Recipientes			3z - Expedientes de Fabricación y Pruebas de Equipos		
	Requerido	Disponible	Faltante	Requerido	Disponible	Faltante	Requerido	Disponible	Faltante
[EA-401 A-D] Primer Pre calentador de Carga al Reactor	1 (1)	1 (1)	0	1 (4)	1 (4)	0	1 (1)	1 (1)	0
[EA-402 A-D] Segundo Pre calentador de Carga al Reactor	1 (1)	1 (1)	0	1 (3)	1 (3)	0	1 (1)	0 (0)	1
[EA-403 A-D] Tercer Pre calentador de Alimentación a Torre Desbutanizadora	1 (2)	1 (2)	0	1 (5)	1 (5)	0	1 (2)	1 (2)	0
[EA-404 A-D] Enfriador de Producto Desulfurado	1 (1)	1 (1)	0	1 (5)	1 (5)	0	1 (1)	0 (0)	1

**Figura 26. Estado de los documentos para equipo.**<sup>14</sup>

Tanto en la figura 25 como en la figura 26, se tienen documentos que hacen falta. Esto es debido a las siguientes causas:

- 🏠 La información estaba deteriorada.
- 🏠 Había información que sólo algunos Ingenieros disponían.
- 🏠 La información fue prestada a otras instituciones y no fue devuelta.

En ocasiones se encontraba información que hacía falta y que era única, pero ésta estaba rota, incompleta, sucia o totalmente ilegible, por lo que no se clasificó.

Durante el ciclo de vida de la refinería se ha ido perdiendo información, debido a que ésta se ha prestado a otras instituciones para el desarrollo de otros proyectos, pero por alguna razón jamás fue devuelta. Por este motivo algunos documentos no se encontraron y en algunas ocasiones se negó el acceso a la información por temor a que se extraviara.

## Conclusiones y sugerencias

### Conclusiones

Se reforzó la seguridad del Sector HDS 2, ya que al término de la digitalización, actualización y clasificación de su documentación de Tecnología de Proceso se obtuvo el 92.6% de los requeridos, o dicho de otra forma, se cuenta con 2,850 documentos de los 3,077 que solicitó la refinería.

El porcentaje que se alcanzó de forma particular de cada planta se puede observar en la tabla 4.

**Tabla 4. Porcentaje de la disponibilidad de documentos por planta.**

Unidad.	Documentos disponibles.	Documentos solicitados.	Porcentaje obtenido.
U200-2	313	343	91.3%
U400-2	507	540	93.9%
U500-2	563	592	95.1%
U600-2	413	460	89.8%
U700-2	319	348	91.7%
U800-2	241	263	91.6%
U900-2	494	531	93%

Como se ha mencionado con anterioridad, varios documentos que solicitó la refinería se encontraron en mal estado o no se facilitó el acceso a ellos, debido a esto no se cubrió al cien por ciento los documentos.

Al tener la documentación de la Tecnología de Proceso concentrada en el programa SIATP facilita y agiliza su consulta para el personal, ya que éste se encuentra en línea y puede ser usado desde cualquier parte de la refinería, ayudando a:

- 🖨️ Prevenir accidentes tanto para el personal, equipos críticos y proceso.
- 🖨️ Minimizar el tiempo de respuesta en casos de emergencias.
- 🖨️ Controlar las situaciones de emergencia.
- 🖨️ Evitar el deterioro y extravió de la documentación de La Tecnología de Proceso.
- 🖨️ Tener actualizada la documentación de La Tecnología de Proceso.
- 🖨️ Evitar pérdidas económicas.
- 🖨️ La protección al medio ambiente.
- 🖨️ Divulgación de la información.

Teniendo la documentación necesaria en el preciso momento en que se requiere se puede afrontar cualquier situación de emergencia; dándole una solución rápida y eficaz, manteniendo la seguridad de una refinería, del personal y el medio ambiente.

### **Sugerencias**

Se recomienda actualizar la documentación de Tecnología de Proceso del SIATP cuando:

- Se reemplace un equipo crítico.
- Sufra una modificación el proceso y por consecuencia se actualicen los DFP's y DTI's.
- Cuando se realicen nuevos ARP's, HAZOP's, What if's etc.
- Los DTI's y DFP's que solo se tienen en físico y que están dañados por el paso del tiempo, digitalizarlos y validarlos por el personal experimentado.

Y en general, actualizar toda la documentación del SIATP conforme se vaya generando a lo largo de la vida útil de la planta y del sector, preservando la seguridad de la refinería y de sus alrededores.

**Bibliografía.**

- <sup>1</sup> J.H. Gary and G.E. Handwerk. (2001). Petroleum Refining Technology and Economics (4a Ed), New York, Ed. Marcel Dekker.
- <sup>2</sup> Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers (1995), Guidelines for Process Safety Documentation, New York.
- <sup>3</sup> Richard T., Richard C. B., Wallace B. W., Joseph A. S., and Debangsu B. (2012). Analysis, Synthesis and design of chemical processes (4a Ed), Ed. Prentice Hall
- <sup>4</sup> PEMEX – SASP, Tabla de autoevaluación. Proceso de mejoramiento continuo hacia la clase mundial, Versión 0.0.
- <sup>5</sup> PEMEX – SAST, Tabla de autoevaluación. Proceso de mejoramiento continuo hacia la clase mundial, Versión 0.0.
- <sup>6</sup> PEMEX – SAA, Tabla de autoevaluación. Proceso de mejoramiento continuo hacia la clase mundial, Versión 0.0.
- <sup>7</sup> PEMEX – Memoria de labores 2009. México.
- <sup>8</sup> DUPONT-MEXICO, Sistema de Administración de la Seguridad de Procesos.
- <sup>9</sup> Marco. A. Cruz Chávez. Conceptos básicos de bases de datos. Obtenida el 16 de Enero del 2015 de, <http://www.gridmorelos.uaem.mx>
- <sup>10</sup> Kioska.net. Lenguaje de programación junio 2014. Obtenida el 16 de Enero del 2015 de, <http://es.kioskea.net/contents/programming-3>
- <sup>11</sup> Tania Carvajal Gutiérrez. Desastre de Phillips noviembre 2012. Obtenida el 16 de Enero del 2015 de, <https://taniacarvajal1.wordpress.com/2012/11/28/desastre-de-phillips/>
- <sup>12</sup> PEMEX. Hoja de Datos de Seguridad de Sustancias agosto 2008. Obtenida el 16 de enero del 2015 de, [http://www.pemex.com/productos/gasolinas\\_refinados/Documents/Productos/pemex\\_magna\\_110201.pdf](http://www.pemex.com/productos/gasolinas_refinados/Documents/Productos/pemex_magna_110201.pdf)
- <sup>13</sup> <http://WebSiatp/siatp.htm> (intranet PEMEX)
- <sup>14</sup> <http://WebSiatp/reportes.aspx> (intranet PEMEX)
- <sup>15</sup> Lic. Carlos Moirano, Redes privadas virtuales (Túneles) .Conceptos e interrelaciones. Septiembre 2005. Obtenida el 16 de enero del 2015 de, <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catcomp/material/Internet8.pdf>