

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ANÁLISIS DE RIESGOS MEDIANTE EL MÉTODO HAZOP EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS EL BEATERIO DE EP PETROECUADOR”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

AUTOR: ELAINE VIRGINIA VILLEGAS MANTUANO

DIRECTOR

Ing. Marcelo Puente MSc.
Docente FICA
UTN

ASESOR

Ing. Raúl Baldeón MSc.
Intendente Terminales y Depósitos D.N
EP PETROECUADOR

Ibarra- Ecuador
2012

Universidad Técnica del Norte 2012
Reservados todos los derechos de reproducción



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100260401-3
APELLIDOS Y NOMBRES	Villegas Mantuano Elaine Virginia
DIRECCIÓN	Imbabura, Antonio Ante, "Atuntaqui".
EMAIL	ela_villegas@hotmail.com
TELÉFONO FIJO	06 290 9904
TELÉFONO MÓVIL	092925871
DATOS DE LA OBRA	
TEMA:	<i>"Análisis de riesgos mediante el método hazop en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del Terminal de Productos Limpios el Beaterio de EP PETROECUADOR"</i>
AUTOR:	Villegas Mantuano Elaine Virginia
FECHA:	18 de julio de 2012
PROGRÁMA :	Pre-Grado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR:	Ing. Marcelo Puente MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Elaine Virginia Villegas Mantuano, con cédula de identidad Nro. 100260401-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Elaine Virginia Villegas Mantuano, con cédula de identidad Nro. 100260401-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autor del trabajo de grado denominado:

“Análisis de riesgos mediante el método hazop en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del Terminal de Productos Limpios el Beaterio de EP PETROECUADOR” que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento en el que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma:

Nombre: Elaine Virginia Villegas Mantuano.

Cédula: 100260401-3.

Ibarra a los 18 días del mes de Julio del 2012.

DECLARACIÓN

Yo ELAINE VIRGINIA VILLEGAS MANTUANO, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica del Norte puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

ELAINE VIRGINIA VILLEGAS MANTUANO

C.I. 100260401-3

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis de grado titulada “**ANÁLISIS DE RIESGOS MEDIANTE EL MÉTODO HAZOP EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS EL BEATERIO DE EP PETROECUADOR**” para la obtención del título de Ingeniero Industrial, fue elaborada en su totalidad por la señorita, **ELAINE VIRGINIA VILLEGAS MANTUANO**.

**ING. MARCELO PUENTE MSC.
DIRECTOR DE TESIS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis de grado titulada “**ANÁLISIS DE RIESGOS MEDIANTE EL MÉTODO HAZOP EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS EL BEATERIO DE EP PETROECUADOR**” para la obtención del título de Ingeniero Industrial, fue elaborada en su totalidad por la señorita, **ELAINE VIRGINIA VILLEGAS MANTUANO**.

**ING. RAÚL BALDEÓN MSC.
ASESOR DE TESIS**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A mi padre y a Daysi que han sido un ejemplo y con el amor más grande del mundo han sabido guiarme en cada paso de mi vida, depositando su confianza en mí, haciendo su más grande esfuerzo para que pueda cumplir mis sueños.

A mis hermanos Santiago, Salvador, Omar y Zianie que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar, dándome consejos y orientación.

A mis amigos que de una u otra forma me han apoyado en el trayecto de mi vida estudiantil, que han sabido sacarme una sonrisa en los momentos difíciles y me han brindado su sincera amistad.

A Dios por brindarme la dicha de la vida, los medios necesarios, la fuerza y valentía para continuar mi formación, siendo un apoyo incondicional para lograrlo.

Elaine

AGRADECIMIENTO

A Dios por orientarme y guiarme en cada paso de mi vida, para cumplir todas mis metas.

A mi familia por la confianza depositada en mí, y por cada uno de sus esfuerzos para que pudiera seguir adelante en el cumplimiento de mis sueños.

A mis tutores de tesis Ing. Raúl Baldeón MSc. e Ing. Marcelo Puente MSc., por su paciencia, conocimientos y contribuir en la realización de este trabajo, así como en el cumplimiento de esta meta.

Agradezco a toda la familia EP-PETROECUADOR del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” por su imponderable colaboración, al facilitarme acceso a la información requerida para alcanzar los objetivos trazados.

A todos los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial y en especial a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, que día a día me brindaron sus conocimientos, y de la misma manera su apoyo para llegar a cumplir este logro.

A todos mis amigos que siempre han estado en los momentos difíciles brindándome sus consejos y apoyo incondicional para superar los obstáculos que he encontrado en el camino, a lo largo de mi carrera y mi vida.

De igual manera a todas las personas que de una u otra manera han sido parte de este proyecto mis más sinceros agradecimientos.

Elaine

VIII

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	2
1 DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO” DE EP PETROECUADOR.....	2
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 ESTRUCTURA DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS.....	4
1.2.1 ÁREA DE ALMACENAMIENTO.....	4
1.2.1.1 Tanques de almacenamiento con Techo Fijo.....	6
1.2.1.2 Tanques de almacenamiento con Techo Flotante.....	7
1.2.2 ÁREA DE BOMBAS.....	7
1.2.2.1 Bombas Centrífugas.....	9
1.2.3 ÁREA DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN.....	10
1.2.3.1 Brazo de carga superior.....	12
1.2.3.2 Carga Ventral.....	14
1.2.4 ÁREA DE EFLUENTES ACEITOSOS.....	16
1.2.5 ÁREA DE GENERACIÓN DE EMERGENCIA Y TABLEROS DE CONTROL.....	16
1.3 ESTACIÓN REDUCTORA.....	16
1.4 ESTACIÓN DE BOMBEO.....	17
1.5 PLANTA DE JET FUEL Y MEZCLA.....	18
1.6 UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	19
1.7 MANTENIMIENTO POLIDUCTO QUITO – AMBATO.....	20
1.8 INTENDENCIA DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE.....	20
1.9 INSPECCIÓN TÉCNICA.....	22
1.10 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES ..	23
1.11 INSTALACIONES DE APOYO.....	24
1.12 COMERCIALIZACIÓN.....	24
1.12.1 CLIENTES.....	25
1.13 LOGROS Y PROYECTOS AMBIENTALES.....	27
1.14 CERTIFICACIONES.....	27

CAPÍTULO II.....	29
2 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	29
2.1 INTRODUCCIÓN	29
2.2 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	30
2.2.1 MÉTODOS CUALITATIVOS COMPARATIVOS	30
2.2.1.1 Manuales Técnicos. Códigos y Normas de Diseño	30
2.2.1.2 Listas de Comprobación: Safety check lists	31
2.2.1.3 Análisis Histórico de Accidentes.....	32
2.2.1.4 Análisis Preliminar de Riesgos (APR): Preliminary Hazard Analysis (PHA)	33
2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS GENERALIZADOS	34
2.2.2.1 Análisis "What if...?": ¿Qué pasaría si...?	35
2.2.2.2 Análisis por Árbol de Fallos, AAF: Fault tree analysis, FTA.....	36
2.2.2.3 Análisis por Árboles de Sucesos, AAS: Event Tree Analysis, ETA	39
2.2.2.4 Análisis de los Modos de Fallo y Efectos, AMFE: Failure Modes and Effects Analysis, FMEA	41
2.2.2.5 Análisis Funcional de Operabilidad, Hazop	43
2.2.2.5.1 <i>Etapas</i>	45
2.2.3 MÉTODOS SEMICUALITATIVOS - ÍNDICES DE RIESGOS	46
2.2.3.1 Índice de Dow de incendio y explosión.....	47
2.2.3.2 Índice de Mond.....	51
CAPÍTULO III.....	54
3 GENERALIDADES BÁSICAS DEL HAZOP	54
3.1 INTRODUCCIÓN	54
3.1.1 RIESGO POTENCIAL Y PROBLEMAS DE OPERACIÓN.....	57
3.1.2 DESVIACIONES DEL INTENTO DEL DISEÑO	57
3.1.3 APLICACIONES EN LA INDUSTRIA	58
3.2 CONCEPTOS BÁSICOS	59
3.2.1 PALABRAS CLAVE	60

3.2.2	PALABRAS PRIMARIAS.....	61
3.2.3	PALABRAS SECUNDARIAS.....	62
3.3	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO HAZOP	64
3.4	GRUPO DE TRABAJO	68
3.5	TRABAJO DE PREPARACIÓN DEL ANÁLISIS HAZOP.....	70
3.5.1	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	71
3.5.2	COMPRENSIÓN DEL TEMA	71
3.5.3	SUBDIVIDIR LA PLANTA Y PLANEAR LA SECUENCIA.....	72
3.5.4	MARCAR LOS PLANOS	74
3.5.5	SELECCIONAR UNA LISTA DE PALABRAS CLAVES ADECUADAS	74
3.5.6	PREPARACIÓN DE LA AGENDA DE TRABAJO Y ENCABEZADOS DE LA TABLA.....	75
3.5.7	PREPARACIÓN DEL CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	76
3.5.8	SELECCIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO	76
3.6	ANÁLISIS HAZOP	77
3.7	EL REPORTE	79
3.8	ARCHIVO DE ACCIONES.....	80

CAPÍTULO IV **83**

**4 DIAGRAMAS DE FLUJO Y DE PROCESOS EN LAS ÁREAS DE
ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE
PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO” DE EP PETROECUADOR.....** **83**

4.1	INTRODUCCIÓN.....	83
4.2	SIMBOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DIAGRAMAS, INSTRUMENTOS Y TUBERÍAS	85
4.2.1	BOMBAS COMPRESORES.....	85
4.2.2	IMPULSORES.....	86
4.2.3	INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	87
4.2.4	RECIPIENTES /SECADORES/ SEPARADORES/ ACUMULADORES	87
4.2.5	TANQUES.....	88

4.2.6	INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA.....	89
4.2.7	INSTRUMENTOS DE FLUJO	89
4.2.8	INSTRUMENTOS DE PRESIÓN.....	91
4.2.9	INSTRUMENTOS DE NIVEL	91
4.2.10	ACTUADORES	92
4.2.11	SÍMBOLOS DE LÍNEAS DE INSTRUMENTOS.....	93
4.2.12	SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA VÁLVULAS	94
4.3	PROCESOS DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATERIO	96
4.3.1	ALMACENAMIENTO.....	96
4.3.2	PATIO DE BOMBAS	97
4.3.3	DESPACHO	98
4.4	DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO”	99

CAPÍTULO V 107

**5 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS HAZOP EN LAS ÁREAS DE
ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO** 107

5.1	INTRODUCCIÓN.....	107
5.2	ENFOQUE DEL ANÁLISIS	108
5.3	REGISTRO DE LOS DATOS DEL PROYECTO	109
5.4	CREACIÓN DE NODOS.....	114
5.5	PARÁMETROS.....	117
5.6	INTENCIÓN DEL PARÁMETRO.....	120
5.7	COMBINACIONES	123
5.8	CONTROL DE VISTAS.....	127
5.9	VISTA DE ARBOL	128
5.10	OPCIONES DE TABLAS	129
5.11	CATEGORIA DE CAUSAS	130
5.12	CATEGORIA DE CONSECUENCIAS.....	131
5.13	CATEGORIA DE SALVAGUARDAS.....	132
5.14	CATEGORIA DE RECOMENDACIONES	133

5.15	MATRIZ DE RIESGOS	134
5.16	CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD	135
5.17	DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS Y SEVERIDAD	136
5.18	FRECUENCIA/ SEVERIDAD	138
5.18.1	FRECUENCIA.....	138
5.18.2	SEVERIDAD	140
5.19	NODOS	141
5.19.1	PRIMER NODO-MANIFOLD DE DISTRIBUCIÓN, INGRESO A TANQUES Y SALIDA DE PRODUCTOS A TRAVÉS DE VÁLVULAS	141
5.19.2	ALMACENAMIENTO DE INTERFASE DE PRODUCTO DESDE VÁLVULA DE ENTRADA HASTA VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUE SLOP.....	144
5.19.3	SEPARACIÓN DEL PRODUCTO DE INTERFASE DESDE VÁLVULA DE INGRESO AL TANQUE SLOP HASTA VÁLVULAS DE SALIDA DE PRODUCTO, HASTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	148
5.19.4	TRASVASIJE DESDE VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO HACIA VÁLVULA DE ENTRADA A LOS TANQUES DE MEZCLAS.....	152
5.19.5	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL DESDE VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUES DE MEZCLAS HASTA VÁLVULA DE ENTRADA A TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS.....	156
5.19.6	DESPACHO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS A PATIO DE BOMBAS	160
5.19.7	DESPACHO DE PRODUCTOS DESDE PATIO DE BOMBAS HASTA ISLAS DE CARGA	164
5.19.8	DESPACHO DE PRODUCTOS A AUTOTANQUES DESDE ISLAS DE CARGA	168
5.20	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	172
	CONCLUSIONES	174
	RECOMENDACIONES.....	176
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	178

BIBLIOGRAFÍA.....	189
ANEXOS.....	192

GRÁFICOS

Gráfico No. 1: Terminal de Productos Limpios Beaterio	3
Gráfico No. 2: Área de Almacenamiento Beaterio	4
Gráfico No. 3: Partes del Tanque	6
Gráfico No. 4: Área de Bombas Beaterio	9
Gráfico No. 5: Área de Carga y Distribución Beaterio.....	12
Gráfico No. 6: Carga Superior	13
Gráfico No. 7: Carga Ventral	14
Gráfico No. 8: Estación Reductora	17
Gráfico No. 9: Estación de Bombeo	18
Gráfico No. 10: Tanques de Jet Fuel y Mezclas	19
Gráfico No. 11: Grupo contra incendios	21
Gráfico No. 12: Laboratorio Control de Calidad.....	24
Gráfico No. 13: Árbol de Fallos	37
Gráfico No. 14: Símbolos Árbol de Fallas.....	38
Gráfico No. 15: Árbol de Sucesos- lanzamiento de moneda	39
Gráfico No. 16: Ejemplo-Árbol de Sucesos	40
Gráfico No. 17: Procedimiento de HAZOP	56
Gráfico No. 18: Identificación de Procesos.....	84
Gráfico No. 19: Tanques de Almacenamiento	97
Gráfico No. 20: Bombas	98
Gráfico No. 21: Zona de Despacho	99
Gráfico No. 22: Mezclas	101
Gráfico No. 23: Jet Fuel	102
Gráfico No. 24: Diesel Premium y Diesel 1	103
Gráfico No. 25: Gasolina Extra.....	104
Gráfico No. 26: Gasolina Súper y Base.....	105
Gráfico No. 27: Datos Generales del Proyecto de la Empresa	110
Gráfico No. 28: Datos Generales del Proyecto de la Instalación	111
Gráfico No. 29: Datos Generales del Proyecto- Equipo de Trabajo.....	114
Gráfico No. 30: Creación de Nodos.....	115
Gráfico No. 31: Nodos Creados	115

Gráfico No. 32: Parámetro para el primer nodo	118
Gráfico No. 33: Intención del parámetro	120
Gráfico No. 34: Combinaciones	126
Gráfico No. 35: Combinaciones Generales de todos los nodos	127
Gráfico No. 36: Control de vistas	128
Gráfico No. 37: Vista de árbol	128
Gráfico No. 38: Opciones de la tabla	129
Gráfico No. 39: Categorías de causas	130
Gráfico No. 40: Categorías de consecuencias	131
Gráfico No. 41: Categorías de salvaguardas	132
Gráfico No. 42: Categorías de recomendaciones	133
Gráfico No. 43: Matriz de riesgos	138
Gráfico No. 44: Frecuencia	139
Gráfico No. 45: Severidad	140
Gráfico No. 46: Nodo 1- Presión	143
Gráfico No. 47: Nodo 1-Mantenimiento	143
Gráfico No. 48: Nodo 2-Composición	146
Gráfico No. 49: Nodo 2- Mantenimiento	146
Gráfico No. 50: Nodo 2-Muestreo	147
Gráfico No. 51: Nodo 3-Composición	150
Gráfico No. 52: Nodo 3-Mantenimiento	150
Gráfico No. 53: Nodo 3-Muestreo	151
Gráfico No. 54: Nodo 4-Nivel	154
Gráfico No. 55: Nodo 4-Adición	154
Gráfico No. 56: Nodo 4-Mantenimiento	155
Gráfico No. 57: Nodo 5-Presión	158
Gráfico No. 58: Nodo 5-Mantenimiento	158
Gráfico No. 59: Nodo 5-Prueba	159
Gráfico No. 60: Nodo 5-Alivio	159
Gráfico No. 61: Nodo 6-Flujo	162
Gráfico No. 62: Nodo 6-Presión	162
Gráfico No. 63: Nodo 6-Mantenimiento	163
	XVI

Gráfico No. 64: Nodo 7-Flujo.....	166
Gráfico No. 65: Nodo 7-Presión	166
Gráfico No. 66: Nodo 7-Mantenimiento	167
Gráfico No. 67: Nodo 8-Flujo.....	170
Gráfico No. 68: Nodo 8-Presión	170
Gráfico No. 69: Nodo 8-Seguridad	171

TABLAS

Tabla No. 1: Tanques de Almacenamiento	5
Tabla No. 2: Bombas	7
Tabla No. 3: Listado de Bombas de Carga del Terminal de Productos Limpios Beaterio	8
Tabla No. 4: Listado de Brazos de Carga Terminal de Productos Limpios Beaterio	11
Tabla No. 5: Carga y Distribución.....	12
Tabla No. 6: Clientes.....	25
Tabla No. 7: Formulario de trabajo para análisis FMECA.....	43
Tabla No. 8: Guías estándar	62
Tabla No. 9: Guías auxiliares para procedimientos	63
Tabla No. 10: Guías para procedimientos	64
Tabla No. 11: Formato de Hoja de Trabajo	65
Tabla No. 12: Nodos	116
Tabla No. 13: Parámetros para cada nodo.....	118
Tabla No. 14: Matriz del Riesgo	134
Tabla No. 15: Condición del Riesgo	135
Tabla No. 16: Escala de severidad para desviaciones al intento de diseño en equipos	136
Tabla No. 17: Probabilidad del Riesgo	137
Tabla No. 18: Valoración del Riesgo	172

ESQUEMAS

Esquema No. 1: Proceso del Análisis Preliminar de Riesgo	33
Esquema No. 2: Metodología general para el análisis de riesgos empleando What if?	35
Esquema No. 3: Proceso para el análisis de modo de falla y efecto	41
Esquema No. 4: Metodología general para el análisis de riesgo empleando HAZOP	44
Esquema No. 5: Metodología para la determinación del índice Dow para fuego y explosión.....	47
Esquema No. 6: Procedimiento de cálculo	48
Esquema No. 7: Metodología general para el índice de Mond	51
Esquema No. 8: Procedimiento de HAZOP	56

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP, en el Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” de EP-PETROECUADOR, el cual consta de cinco capítulos que harán referencia a:

En el primer **CAPÍTULO (I)** se realiza una breve descripción del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”, lugar donde se llevó a cabo el presente trabajo.

El segundo **CAPÍTULO (II)** se lleva a cabo una explicación de los riesgos existentes y las diferentes metodologías para analizarlos y así poder entender el cómo y el porqué de los accidentes laborales.

El tercer **CAPÍTULO (III)** se realiza la explicación del método HAZOP, utilizado para llevar a cabo la tesis, sus ventajas, desventajas y la forma de aplicación.

El cuarto **CAPÍTULO (IV)** se expone los diagramas de flujo de proceso para tener un mayor conocimiento y entendimiento del proceso que se realiza en las áreas a estudio.

Finalmente en el **CAPÍTULO (V)** y de acuerdo al trabajo de investigación desarrollado, se realiza la simulación del análisis de riesgos en el programa SCRI HAZOP, de las áreas de Almacenamiento, Patio de Bombas y Despacho del Terminal.

Al finalizar la simulación y el análisis de las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del Terminal Beaterio, se pretende reducir al máximo las fallas de operabilidad y por ende los riesgos que están presentes en las instalaciones, afectan a las personas y al medio ambiente.

ABSTRACT

This work aims to conduct a risk analysis using the HAZOP methodology, the Clean Products Terminal "The Beaterio" from EP-PETROECUADOR, which has five chapters which refer to:

In the **first chapter (I)** is a brief description of Terminal Clean Products "The Beaterio", where they carried out this work.

The **second chapter (II)** is carried out an explanation of the risks involved and the different methodologies for analysis and thus to understand how and why accidents.

The **third chapter (III)** is carried out HAZOP explanation of the method used to carry out the thesis, its advantages, disadvantages and application form.

The **fourth chapter (IV)** sets out the process flow diagrams for greater knowledge and understanding of the process under taken in the areas studied.

Finally in **chapter (V)** and according to the research work developed, the simulation of risk analysis in the SCRI program HAZOP, storage areas, yard bombs and dispatch area of the Terminal.

At the end of the simulation and analysis of storage areas, yard bombs and dispatch area of the Terminal, is to minimize failures operability and therefore the risks are present in the facilities, affecting people and the environment.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

1 DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO” DE EP PETROECUADOR

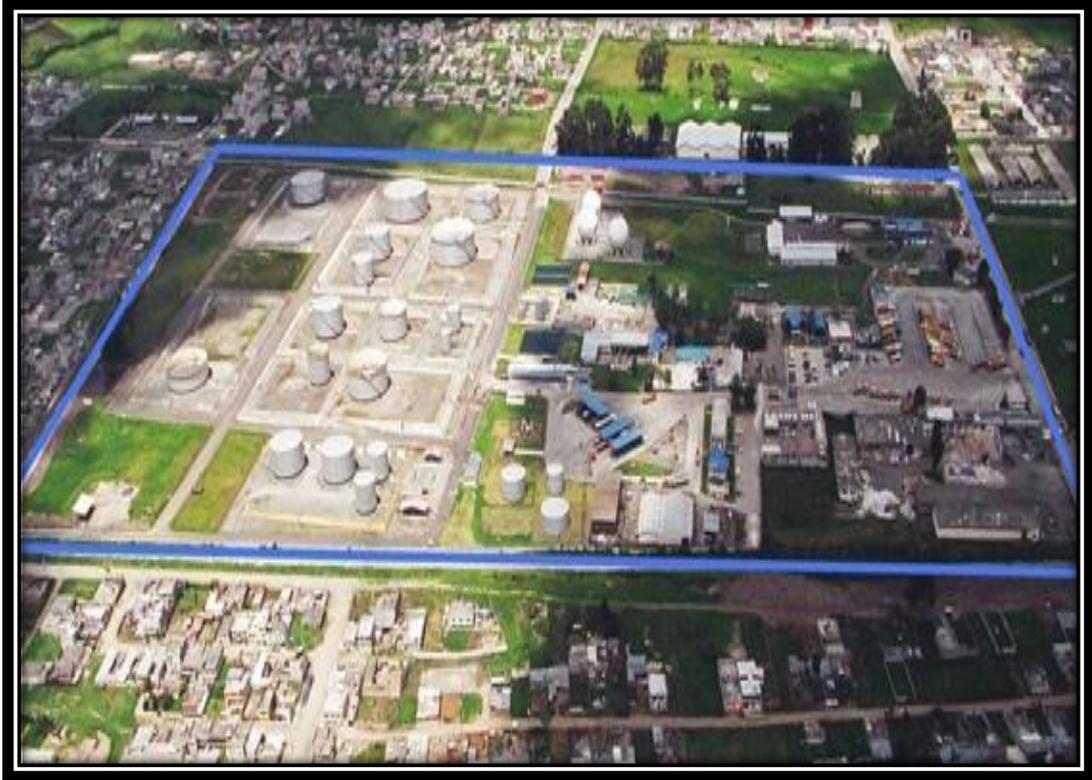
En el presente capítulo se realiza una descripción general de las diferentes áreas del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” de EP-PETROECUADOR y se profundiza en las que son puestas a estudio.

1.1 INTRODUCCIÓN

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”, inició sus operaciones en el año 1980, para recibir los combustibles provenientes de los poliductos Esmeraldas-Quito, Santo Domingo-Beaterio-Ambato y Shushufindi-Quito. De aquí también parte el poliducto Quito-Ambato.

Las instalaciones donde se desarrolla el presente tema de tesis es el Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” de EP PETROECUADOR y se ubica al suroeste de la ciudad de Quito, a la altura del Km 13+500 de la carretera Panamericana Sur, en la provincia de Pichincha del cantón Quito, barrio Guamaní, sector el Beaterio.

Gráfico No. 1: Terminal de Productos Limpios Beaterio



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

El Beaterio tiene un Área aproximada: 270.000 metros cuadrados.

Coordenadas Geográficas:

UTM 00° 19' 00" S
 78° 32' 20" E

Área de Influencia

El Terminal abastece de combustible a las provincias que conforman la zona centro norte del país, como: Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo.

1.2 ESTRUCTURA DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS

En el Terminal se realizan básicamente tres actividades que son: la recepción de productos, el almacenamiento y despacho; y la comercialización.

1.2.1 ÁREA DE ALMACENAMIENTO

Gráfico No. 2: Área de Almacenamiento Beaterio



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

Para el almacenamiento de los productos, el Terminal dispone de un área de tanques estacionarios verticales, debidamente identificados de acuerdo al producto que contienen, además poseen cubetos o diques para contener el producto del tanque en caso de un derrame.

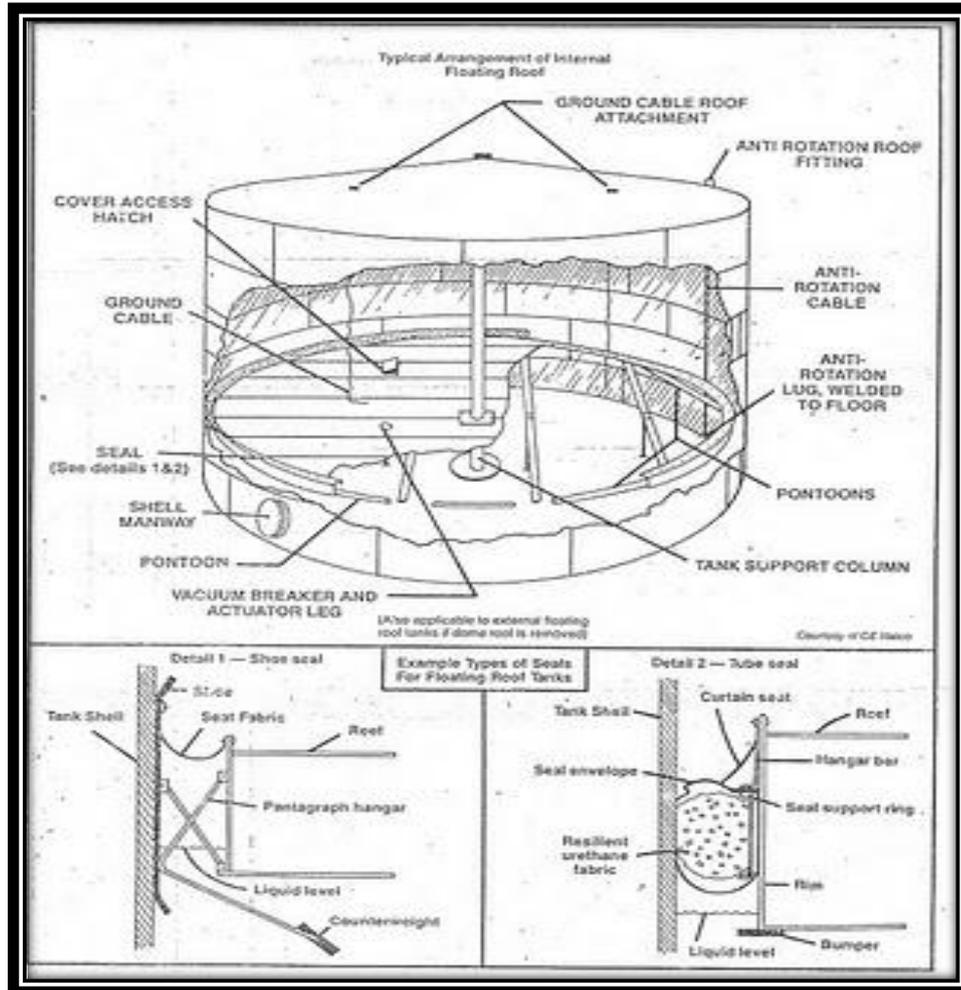
Tabla No. 1: Tanques de Almacenamiento

TANQUE Nº	PRODUCTO	VOLUMEN (bls)		TIPO DE TECHO
		TOTAL	OPERATIVO	
TB 1001	Gasolina Super	48.056	46.992	Flotante
TB 1012	Gasolina Super	36.535	35.609	Flotante con Domo
SUBTOTAL		84.591	82.601	
TB 1003	Gasolina Extra	87.324	85.396	Flotante
TB 1014	Gasolina Extra	15.679	15.174	Flotante con Domo
SUBTOTAL		103.003	100.570	
TB 1007	Mezclas	48.395	47.415	Flotante
TB 1020	Mezclas	41.163	38.925	Flotante
SUBTOTAL		89.558	86.340	
TB 1005	Nafta Base	26.266	25.787	Flotante
TB 1009	Nafta Base	6.783	6.667	Fijo
SUBTOTAL		33.049	32.454	
TB 1010	Diesel 2	109.334	106.453	Fijo
TB 1011	Diesel 2	35.357	34.464	Fijo
TB 1013	Diesel 2	21.554	20.935	Fijo
SUBTOTAL		166.268	161.852	
TB 1022	Diesel Premium	61.385	60.043	Fijo
TB 1016	Diesel Premium	27.829	26.281	Fijo
SUBTOTAL		89.218	86.324	
TB 1008	Diesel 1	2.875	2.811	Fijo
SUBTOTAL		2.875	2.811	
TB 1017	Jet Fuel	27.883	26.359	Fijo
TB 1018	Jet Fuel	11.189	10.712	Fijo
TB 1019	Jet Fuel	11.167	10.691	Fijo
SUBTOTAL		50.239	47.762	
CAPACIDAD TOTAL DEL TERMINAL		668.571	600.705	

Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

El Código ASME o Normas ASME (Sección VIII) regula respecto a los desechos y la fabricación de tanques de almacenamiento para presiones de operación mayor de los 15 psi.

Gráfico No. 3: Partes del Tanque



Fuente: www.petroleum.com
 Elaborado por: Elaine Villegas

1.2.1.1 Tanques de almacenamiento con Techo Fijo

Están permanentemente armados al armazón del tanque. Los tanques soldados de 500 bls de capacidad y más largos pueden ser proporcionados con un FRANGIBLE ROOF (diseñado para el cuidado de la liberación de la cubierta soldada de las juntas del armazón en caso ocurra un exceso interno de la presión), en este caso la presión de diseño no excederá la presión equivalente del peso muerto del techo

1.2.1.2 Tanques de almacenamiento con Techo Flotante

Este tipo de tanques es principalmente usado por almacenes cercano a la presión atmosférica.

Los techos flotantes son diseñados para mover verticalmente dentro del armazón del tanque para proporcionar una mínima constante de vacío entre la superficie del producto almacenado y el techo y para proporcionar un sello constante entre la periferia del tanque y el techo flotante.

Estas pueden ser fabricadas en un tipo que está expuesto al medio ambiente o un tipo que está dentro de un techo fijo. Los tanques de techo flotante interno con un techo fijo externo son usados en áreas de pesadas nevadas desde que la acumulación de nieve o agua afecta la operación de la flotabilidad.

Ambos tanques: **techo fijo o flotante interno** son usados para reducir las pérdidas de vapor y conservar el fluido almacenado.

1.2.2 ÁREA DE BOMBAS

El Beaterio cuenta con 14 bombas centrífugas horizontales con motor eléctrico, que se detallan a continuación:

Tabla No. 2: Bombas

Nº	PRODUCTO	CAUDAL PROMEDIO (GAL/MIN)
3	Diesel 2	500
5	Gasolina Extra	400-500
1+1 (*)	Gasolina Súper	400-500
1	Diesel 1	383
2	Jet Fuel	600

Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

**Tabla No. 3: Listado de Bombas de Carga del Terminal de Productos
Limpios Beaterio**

Brazo	Producto	Isla	Tipo de Carga
Brazo 1	Super	Isla 1	Carga Superior
Brazo 2	Jet Fuel	Isla 1	Carga Superior
Brazo 4	Extra	Isla 1	Carga Superior
Brazo 5	Extra	Isla 1	Carga Superior
Brazo 6	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 7	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 8	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 9	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 10	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 11	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 12	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 13	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 14	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 15	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 16	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 17	Diesel Premium	Isla 3	Carga Superior
Brazo 18	Diesel Premium	Isla 3	Carga Superior
Brazo 19	Extra	Isla 3	Carga Superior
Brazo 20	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 21	Super	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 22	Extra	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 23	Diesel Premium	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 24	Gasolina Base	-----	Carga Superior

Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 4: Área de Bombas Beaterio



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.2.2.1 Bombas Centrífugas.

Una bomba centrífuga es un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio llamado rodete en energía cinética y potencial requeridas.

El flujo entra por el centro del rodete, que dispone de unos álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia las tabuladoras de salida o hacia el siguiente rodete (siguiente etapa).

Las bombas centrífugas tienen un uso muy extendido en la industria ya que son adecuadas casi para cualquier uso. Las más comunes son las que están construidas bajo normativa DIN 24255 (en formas e hidráulica) con un único rodete, que abarcan capacidades hasta los 500 m³/h y alturas manométricas hasta los 100 metros con motores eléctricos de velocidad normalizada. Estas bombas se suelen montar horizontales, pero también pueden estar verticales y para alcanzar mayores alturas se fabrican disponiendo varios rodetes sucesivos en un mismo cuerpo de bomba. De esta forma se acumulan las presiones parciales que ofrecen cada uno de ellos. En este caso se habla de bomba multifásica o multietapa, pudiéndose lograr de este modo alturas del orden de los 1200 metros para sistemas de alimentación de calderas.

Constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para mover más cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo.

No hay válvulas en las bombas de tipo centrífugo; el flujo es uniforme y libre de impulsos de baja frecuencia.

Los impulsores convencionales de bombas centrífugas se limitan a velocidades en el orden de 60 m/s (200 pie/s).

1.2.3 ÁREA DE CARGA Y DISTRIBUCIÓN

Comprende 24 brazos de carga con sus respectivos equipos electrónicos de medición, válvulas y accesorios, de los cuales cuatro pertenecen a la carga ventral, mismos que no emanan vapores al medio ambiente, sino se recogen en una planta para volverlos a licuar y despachar a un tanque.

Tabla No. 4: Listado de Brazos de Carga Terminal de Productos Limpios Beaterio

Número de Brazo	Producto	Número de isla	Tipo de Carga
Brazo 1	Super	Isla 1	Carga Superior
Brazo 2	Jet Fuel	Isla 1	Carga Superior
Brazo 4	Extra	Isla 1	Carga Superior
Brazo 5	Extra	Isla 1	Carga Superior
Brazo 6	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 7	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 8	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 9	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 10	Diesel Premium	Isla 2	Carga Superior
Brazo 11	Extra	Isla 2	Carga Superior
Brazo 12	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 13	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 14	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 15	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 16	Super	Isla 3	Carga Superior
Brazo 17	Diesel Premium	Isla 3	Carga Superior
Brazo 18	Diesel Premium	Isla 3	Carga Superior
Brazo 19	Extra	Isla 3	Carga Superior
Brazo 20	Diesel 2	Isla 3	Carga Superior
Brazo 21	Super	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 22	Extra	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 23	Diesel Premium	Isla 3	Carga Ventral
Brazo 24	Gasolina Base	-----	Carga Superior

Fuente: EP-PETROECUADOR

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 5: Área de Carga y Distribución Beaterio



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

Tabla No. 5: Carga y Distribución

PRODUCTO	PROMEDIO DESPACHO (GDC)
Gasolina Súper	220.000
Gasolina Extra	600.000
Diesel 2	150.000
Diesel Premium	600.000
Jet Fuel	120.000

Fuente: EP-PETROECUADOR (Balance Consolidado Terminales)
Elaborado por: Elaine Villegas

1.2.3.1 Brazo de carga superior

El brazo de carga superior es muy utilizado para la carga de cisternas, tanto de camión como de ferrocarril. La carga se realiza por la boca de hombre situada en la parte superior de la cisterna. Según la naturaleza del producto (no peligroso, sin

evaporización de gases tóxicos....), la carga se puede realizar abierta, es decir que la boca de hombre no está recubierta.

Una conexión semi-cerrada se puede realizar mediante un cono conectado sobre la boca de hombre de la cisterna. Una conexión cerrada es necesaria para los productos tóxicos y peligrosos. Esta conexión se realiza con una brida en la parte superior de la cisterna. Los conos pueden estar equipados de un tubo flexible para evacuar los vapores del producto sin emisión a la atmosfera. Existen multitud de accesorios que se pueden hacer la utilización de un brazo de carga superior más ergonómica y práctica: elevación y descenso neumático, sondas de nivel, sensores de detección de posición, sistema anti-extracción, purgas, drenajes.

Gráfico No. 6: Carga Superior



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.2.3.2 Carga Ventral

La carga ventral (Bottom Loading) es una metodología utilizada para el despacho de autotanques, a través de un sistema de válvulas y cañerías montadas en la parte inferior de las cisternas del camión.

Gráfico No. 7: Carga Ventral



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

Los brazos de despacho de carga mixta y ventral, el sistema de recuperación de vapores; instaladas válvulas, tuberías, sensores de sobrellenado y demás accesorios que garantizan la seguridad de la operación se encuentran instalados para su óptimo funcionamiento.

Para el despacho de carga mixta, las islas en el terminal Beaterio, podrán abastecer simultáneamente de gasolina extra y diesel Premium; gasolina extra y diesel dos; gasolina súper y diesel dos; todos estos productos se demoran en llenar un tiempo promedio de 30 minutos.

Los factores principales para adoptar la carga ventral fue la seguridad, debido a los accidentes ocurridos debido a la operatoria por carga superior, al igual que la limitación de los niveles de contaminación al medio ambiente.

El sistema de carga ventral de camiones (conocido también por su nombre en inglés, “Bottom Loading”) representó un avance considerable sobre los sistemas tradicionales de carga superior. Sus principales ventajas son:

- **Operación más segura** - el operador no necesita subir al techo del tanque para controlar la carga reduciendo los riesgos de accidentes por caídas.
- **Protección del medio ambiente** - permite recuperar los vapores que en la carga superior se evacúan directamente a la atmósfera. La carga se realiza con las tapas de entrada de hombre cerradas y los vapores se capturan mediante válvulas de salida ubicadas en el techo del tanque del camión.
- **Carga más rápida** - permite trabajar con caudales mucho más elevados.
- **Multi-carga** – brinda la posibilidad de cargar varios compartimientos en forma simultánea
- **Menor riesgo de siniestro** - reduce considerablemente la posibilidad de incendio producido por la ignición de vapores por electricidad estática.

La configuración de los brazos de carga ventral se rige internacionalmente de acuerdo a la Norma API-RP-1004. La misma norma también especifica las dimensiones y diseño de los acoples de conexión brazo – camión así como la localización de los mismos.

1.2.4 ÁREA DE EFLUENTES ACEITOSOS

Compuesta por una piscina de separación API de efluentes, que impide enviar productos contaminados al medio ambiente, equipo de recuperación de productos y filtro de agua residual.

1.2.5 ÁREA DE GENERACIÓN DE EMERGENCIA Y TABLEROS DE CONTROL

Compuesta por dos generadores de 250 KVA y 120 KVA, dos transformadores de 500 KVA, y dos tableros de control MCC1 y MCC2.

1.3 ESTACIÓN REDUCTORA

Es la encargada de recibir los productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas- Sto. Domingo-Quito a 900 PSI y se reduce la presión hasta 80 PSI y a través del Poliducto Shushufindi-Quito, para ello cuenta con dos válvulas reductoras de presión, sistema de filtrado de productos, dos trenes de medición de productos, manifold de distribución, trampa de recepción de equipos de limpieza, tanques de alivio y sumidero, sala de control de operaciones, oficina de supervisión

Gráfico No. 8: Estación Reductora



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.4 ESTACIÓN DE BOMBEO

La Estación de Bombeo está compuesta por tres equipos de bombeo con motores de 420 HP y bombas de ocho etapas; Se bombean 450 barriles/hora a través del Poliducto Quito-Ambato, con una presión de 1200 PSI. Además cuenta con área destinada al lanzamiento de los equipos de limpieza.

Gráfico No. 9: Estación de Bombeo



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.5 PLANTA DE JET FUEL Y MEZCLA

En la planta de Jet Fuel se realiza la recepción, tratamiento, deshidratación y eliminación de sólidos de jet fuel, para proceder a entregar vía autotanque para el abastecimiento a los aeropuertos. En la planta de mezclas se realizan las operaciones de procesos que permiten la preparación de gasolina extra, en base de naftas de bajo y alto octano.

Gráfico No. 10: Tanques de Jet Fuel y Mezclas



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.6 UNIDAD DE MANTENIMIENTO

Se encarga de la programación y ejecución del mantenimiento de todos los equipos rotativos (motores eléctricos, bombas, dosificadores, generadores, medidores, etc.), equipos estáticos (válvulas de seguridad, de compuerta, de bola, etc.), tanques de almacenamiento y líneas de flujo de los diferentes sistemas existentes en los terminales y depósitos de la Gerencia de Transporte y Almacenamiento de la Región Norte de acuerdo a un programa anual preventivo, así también como correctivo y de taller. Todo el mantenimiento citado se lo realiza de acuerdo al sistema computarizado de maintracker.

1.7 MANTENIMIENTO POLIDUCTO QUITO – AMBATO

Se realizan las siguientes actividades:

- Mantenimiento de línea: Mantenimiento de derecho de vía, Construcción de variante de línea, Pintura de pasos elevados, bayonetas, Limpieza de cunetas y drenajes, etc.
- Mantenimiento electromecánico: Mantenimiento preventivo programado de motores y bombas, overholes cada 6.000 y 12.000 horas.
- Mantenimiento mecánico: Mantenimiento preventivo y correctivo de motores y bombas en caso de eventualidades.
- Mantenimiento eléctrico: Mantenimiento preventivo y correctivo de medidores, actuadores, etc.

1.8 INTENDENCIA DE SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE

Las actividades de Seguridad Industrial y protección Ambiental de la Gerencia Regional Norte se encuentra centralizada en esta Unidad, la misma que se encarga principalmente de:

- Cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad industrial y protección ambiental vigentes.
- Capacitar al personal en temas de seguridad industrial y protección ambiental.
- Asistencia técnica y emisión de permisos de trabajo en áreas operativas en actividades consideradas de riesgo.
- Elaboración de análisis de riesgos, impacto ambiental y proyectos ambientales.
- Inspecciones de seguridad en las áreas de trabajo.
- Supervisión, recepción y fiscalización de trabajos del sistema contra incendio de las unidades técnico-operativas.

- Actualizar planes de emergencia y capacitar al personal en ellos.
- Elaboración de índices de accidentalidad y siniestralidad.

Gráfico No. 11: Grupo contra incendios



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

- **Sistema contra incendios**

El equipo contra incendios comprende de siete grupos, motor-bomba accionado por motores eléctricos de 70 HP y motor-bomba accionados por motores de combustión interna, los cuales succionan agua de dos piscinas o espejos de agua y presurizan las líneas que alimentan a hidrantes y monitores para enfriamiento.

Existen siete equipos contra incendios:

- Primera zona (Tanques de almacenamiento y reductora)
 - 3 motores a combustión interna
 - 1 motor eléctrico
 - 1000 galones de espuma AFFF
 - 800 galones de combustible diesel

- Segunda zona (Patio de bombas y poliducto)
 - 1 motor a combustión interna
 - 1 motor eléctrico
 - 440 galones de combustible diesel

- Tercera zona (islas de carga)
 - Motor a combustión interna
 - 450 galones de espuma
 - 250 galones de combustible diesel

Cuenta también con un sistema de generación de espuma química con líneas de distribución a tanques de almacenamiento de producto e islas de carga, accionados por electro válvulas y tablero de control; así como de extintores de distintos tipos (espuma química, polvo químico seco, CO₂) para combate de fuego ubicados en sitios estratégicos.

1.9 INSPECCIÓN TÉCNICA

Las actividades que realiza esta unidad son las siguientes:

- Planificar y coordinar actividades de control de la corrosión y protección catódica en las instalaciones de poliductos, terminales y depósitos.

- Diseñar, ejecutar y controlar proyectos de protección catódica en poliductos y tanques de almacenamiento.
- Preparar especificaciones técnicas, presupuestos y cualquier tipo de información técnica de proyectos de ingeniería de protección.
- Cumplir y hacer cumplir las recomendaciones, procedimientos y normas técnicas con respecto a la inspección técnica.
- Establecer los requerimientos de especificaciones de equipos, materiales, accesorios y productos químicos necesarios para la operación y mantenimiento de los sistemas de protección.

1.10 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES

El laboratorio de control de calidad de combustibles realiza el análisis de calidad de los hidrocarburos al ingreso por los poliductos: Esmeraldas-Sto. Domingo-Quito, y Shushufindi-Quito, y a la salida por el poliducto Quito-Ambato, así como para despachos a las comercializadoras. Además se realiza el análisis de: Aguas residuales y agua potable. Productos químicos: solventes y desengrasantes.

Gráfico No. 12: Laboratorio Control de Calidad



Fuente: EP-PETROECUADOR
Elaborado por: Elaine Villegas

1.11 INSTALACIONES DE APOYO

Las instalaciones de apoyo están comprendidas por bodegas de almacenamiento, oficinas, talleres pequeños, comedor, cocina y dispensario médico.

1.12 COMERCIALIZACIÓN

Comprende las áreas de: Jefatura, Secretaría, Tesorería y Canje. Se desarrollan actividades administrativas de comercialización.

1.12.1 CLIENTES

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” entrega sus productos a las siguientes comercializadoras:

Tabla No. 6: Clientes

COMERCIALIZADORA	LUGAR
<ul style="list-style-type: none"> • Petróleos y Servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • Repsol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • Lutexa 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • Mas Gas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • Tripetrol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • Dispetrol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> • EP PETROECUADOR 	<ul style="list-style-type: none"> • Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo

Fuente: EP-PETROECUADOR

Elaborado por: Elaine Villegas

Continuación Tabla No. 6: Clientes

COMERCIALIZADORA	LUGAR
<ul style="list-style-type: none"> ExonMobil 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Comdecsa 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Energygas S.A 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Clima ServicesWorld S.A 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Parceshi S.A 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Andivel S.A 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Petrocondor 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo
<ul style="list-style-type: none"> Primax del Ecuador S.A 	<ul style="list-style-type: none"> Pichincha, Imbabura, Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo

Fuente: EP-PETROECUADOR

Elaborado por: Elaine Villegas

Adicionalmente se realizan transferencias de gasolina súper a Shushufindi y gasolina base a la Refinería Esmeraldas y Terminal Pascuales.

1.13 LOGROS Y PROYECTOS AMBIENTALES

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” cuenta con el PLAN DE MANEJO AMBIENTAL aprobado por la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA), el mismo que a partir de este año comienza con su implantación. Se tiene planificado realizar la implantación del Sistema de Gestión Ambiental para su certificación bajo la Norma ISO 14001

1.14 CERTIFICACIONES

- Certificado de Licenciamiento Ambiental otorgado por el Ministerio de Minas y Petróleos. Licencia Ambiental No. 001-2009.
- Certificación de cumplimiento de normas internacionales API o DIN y normas de seguridad industrial, vigentes en el país, otorgado por Veripet.

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En este capítulo se detallan los diferentes métodos para la identificación de riesgos en las industrias.

2.1 INTRODUCCIÓN

En las condiciones de trabajo se sintetiza la forma como la actividad laboral determina la vida humana, en ellas se debe tener en cuenta los factores de riesgos a los cuales está sometido el trabajador, así como los elementos que contribuyen para que una condición riesgosa se convierta en un evento trágico.

El ambiente de trabajo es el resultado de la interacción de todas aquellas condiciones y objetos que rodean el lugar y el momento en el cual el trabajador ejecuta su labor.

Como aspecto particular de la vida humana, el ambiente del trabajo refleja las condiciones en las que el trabajador debe desempeñar su oficio en una empresa y su ocupación específica en su puesto de trabajo, el cual está determinado por todos los aspectos físicos, químicos, biológicos, tecnológicos, sociales y psicológicos que lo rodean y la ocupación que ejecuta el trabajador, siendo estos aspectos las Condiciones de Trabajo.

La calidad del ambiente de trabajo está muy relacionada con los riesgos a los cuales está sometido todo trabajador y la carga de trabajo que debe asimilar.

Una adecuada planificación del ambiente del trabajo permite disminuir la carga de trabajo, eliminar muchos riesgos innecesarios, y reducir al mínimo otros, con lo cual se evitan accidentes laborales y se preserva la salud del trabajador.

2.2 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Básicamente, existen dos tipos de métodos para la realización de análisis de riesgos que son:

- **Métodos Cualitativos:** Se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.
- **Métodos Semicualitativos:** Los que introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso y se denominan métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a una serie de índices que cuantifican daños: índices de riesgo.

2.2.1 MÉTODOS CUALITATIVOS COMPARATIVOS

Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes:

- Manuales técnicos o códigos y normas de diseño
- Listas de comprobación o “Safety check lists”
- Análisis histórico de accidentes
- Análisis preliminar de riesgos o PHA

2.2.1.1 Manuales Técnicos. Códigos y Normas de Diseño

Los manuales internos de carácter técnico especifican las características de diseño, instalación, operación y utilización de los equipos existentes en un determinado establecimiento. La elaboración de estos manuales se debe basar en

las normas y los códigos internacionales y nacionales de diseño. Para completar el análisis, se deben realizar periódicamente auditorías de seguridad que permitan juzgar el estado de los materiales, procedimientos, operaciones, emergencias que se han establecido.

Las normas y los códigos de diseño son elaboradas por organismos internacionales de reconocido prestigio en el campo de la normalización. A nivel mundial, la organización internacional más importante es la International Organization for Standardization, ISO.

En Europa, cada país ha establecido un sistema de normalización de carácter oficial o semioficial. Las más importantes son las siguientes:

- España: Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR. Elabora las normas UNE a partir de las ISO u otras.
- Alemania: Normas DIN. Normas VDI/VDE, Verein Deutscher Ingenieure.
- Reino Unido: British Standards, BS.

En Estados Unidos de América, existen varias organizaciones gubernamentales y privadas que se dedican a la elaboración de normas:

- American National Standards Institute, ANSI.
- American Society for Testing and Materials, ASTM.
- American Petroleum Institute, API.
- National Fire Protection Association, NFPA.
- American Society of Mechanical Engineers, ASME

2.2.1.2 Listas de Comprobación: Safety check lists

Se utilizan para determinar la adecuación de los equipos, procedimientos, materiales, etc. a un determinado procedimiento o reglamento establecido por la propia organización industrial basado en la experiencia y en los códigos de diseño

y operación. Se pueden aplicar en cualquier fase de un proyecto o modificación de la planta: diseño, construcción, puesta en marcha, operación y paradas.

Permite comprobar con cierto detalle la adecuación de las instalaciones y constituye una buena base de partida para complementarlas con otros métodos de identificación que tienen un alcance superior al cubierto por los reglamentos e instrucciones técnicas.

2.2.1.3 Análisis Histórico de Accidentes.

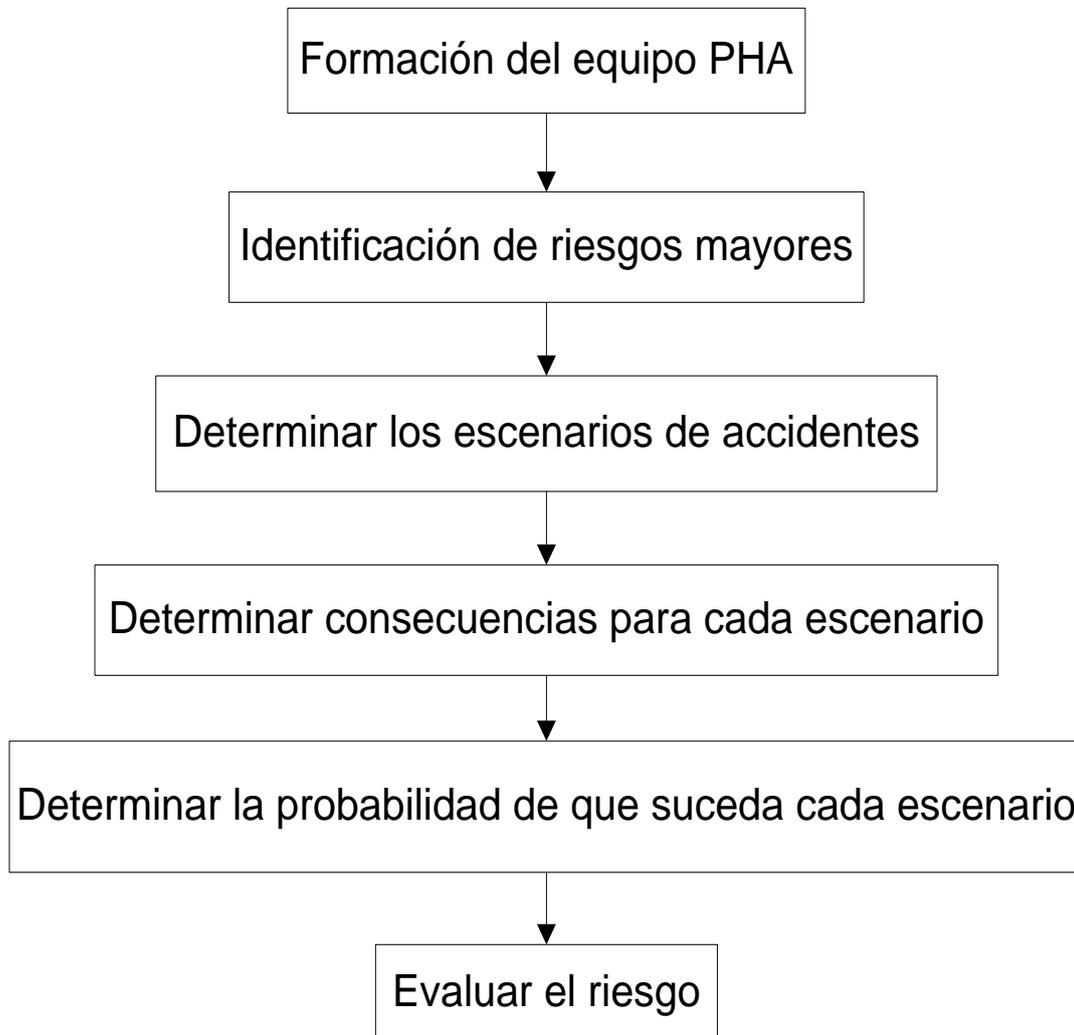
Consiste en el estudio de los accidentes registrados en el pasado en plantas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza que los que estamos analizando. La principal ventaja radica en que se refiere a accidentes que ya han ocurrido, por lo que el establecimiento de hipótesis de posibles accidentes se basa en casos reales. No obstante, en los bancos de datos existentes, no se cubren todos los casos posibles, sino sólo los que se han dado, además de que los datos de que dispone pueden no ser completos.

Se basa en diferentes tipos de informaciones:

- Bibliografía especializada
- Bancos de datos informatizados de accidentes
Existen numerosos bancos de datos internacionales de accidentes.
- Registro de accidentes/incidentes de la propia empresa
- Informes de otros accidentes ocurridos

2.2.1.4 Análisis Preliminar de Riesgos (APR): Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Esquema No. 1: Proceso del Análisis Preliminar de Riesgo



Fuente: Ayuub, 2003

Elaborado por: Elaine Villegas

Desarrollado inicialmente por las Fuerzas Armadas USA, fue el precursor de análisis más complejos y es utilizado únicamente en la fase de desarrollo de las instalaciones y para casos en los que no existen experiencias anteriores, sea del proceso o del tipo de instalación.

Selecciona los productos peligrosos existentes y los equipos principales de la planta y revisa los puntos en los que se piensa que se pueda liberar energía de

forma incontrolada en: materias, equipos de planta, componentes de sistemas, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc.

Los resultados del análisis incluyen recomendaciones para reducir o eliminar estos peligros, siempre de forma cualitativa.

Requiere relativamente poca inversión en su realización (2 ó 3 personas con experiencia en seguridad, códigos de diseño, especificaciones de equipos y materiales), por lo que es adecuado para examinar los proyectos de modificaciones o plantas nuevas en una etapa inicial.

2.2.2 MÉTODOS CUALITATIVOS GENERALIZADOS

Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos.

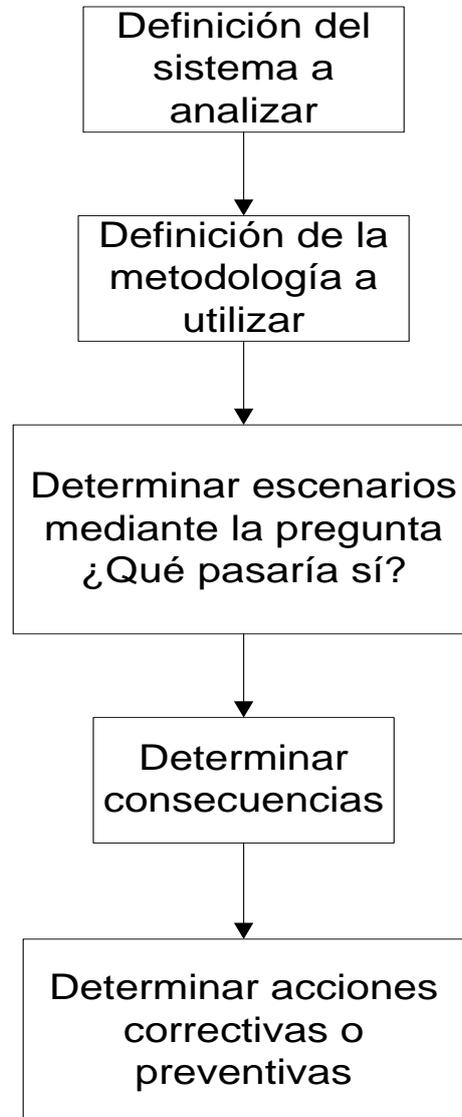
Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos.

Existen varios métodos generalizados. Los más importantes son:

- Análisis "What if...?"
- Análisis de árbol de fallos, FTA
- Análisis de árbol de sucesos, ETA
- Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA
- Análisis funcional de operabilidad, HAZOP

2.2.2.1 Análisis "What if...?": ¿Qué pasaría si...?

Esquema No. 2: Metodología general para el análisis de riesgos empleando What if?



Fuente: Ayuub, 2003

Elaborado por: Elaine Villegas

Consiste en el planteamiento de las posibles desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones y operación de una determinada instalación industrial, utilizando la pregunta que da origen al nombre del procedimiento: "¿Qué pasaría si...?". Requiere un conocimiento básico del sistema y cierta disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles, por lo que

normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

Se puede aplicar a cualquier instalación o área o proceso: instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc.

Las preguntas se formulan y aplican tanto a proyectos como a plantas en operación, siendo muy común ante cambios en instalaciones ya existentes.

El equipo de trabajo lo forman 2 ó 3 personas especialistas en el área a analizar con documentación detallada de la planta, proceso, equipos, procedimientos, seguridad, etc.

El resultado es un listado de posibles escenarios o sucesos incidentales, sus consecuencias y las posibles soluciones para la reducción o eliminación del riesgo.

2.2.2.2 Análisis por Árbol de Fallos, AAF: Fault tree analysis, FTA

Es una técnica deductiva que se centra en un suceso accidental particular (accidente) y proporciona un método para determinar las causas que han producido dicho accidente.

El hecho de su gran utilización se basa en que puede proporcionar resultados tanto cualitativos mediante la búsqueda de caminos críticos, como cuantitativos, en términos de probabilidad de fallos de componentes.

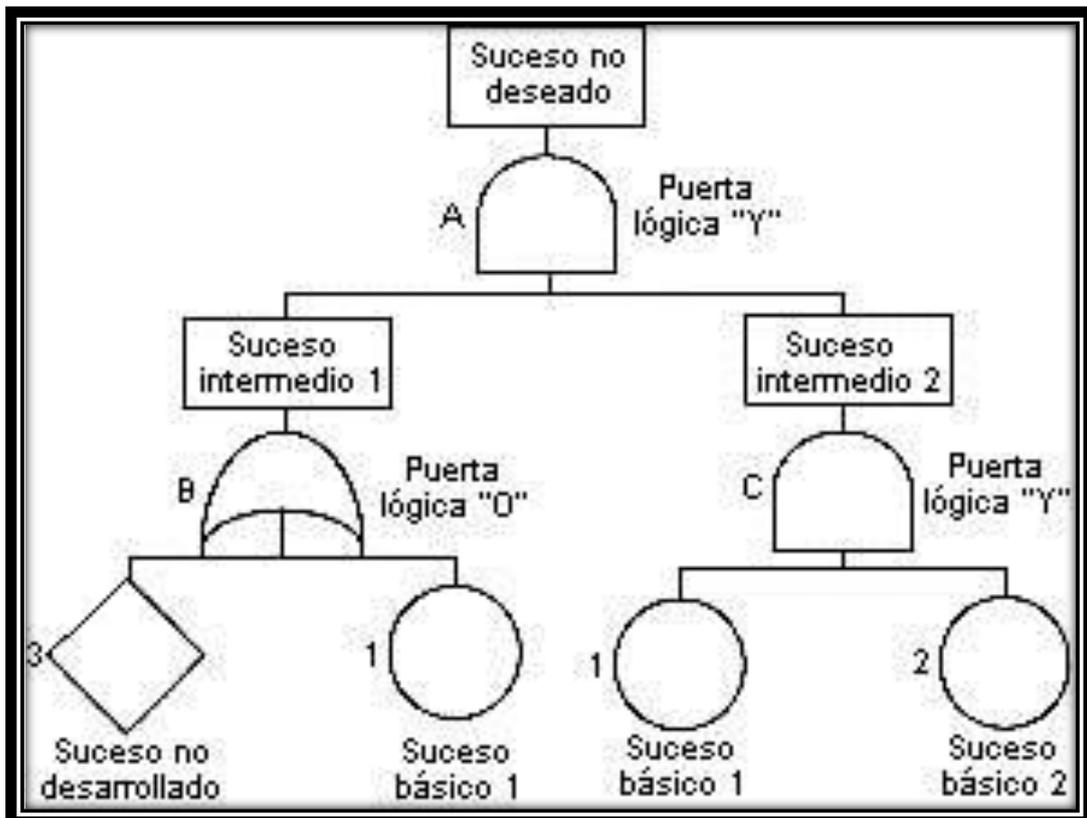
Para el tratamiento del problema se utiliza un modelo gráfico que muestra las distintas combinaciones de fallos de componentes y/o errores humanos cuya ocurrencia simultánea es suficiente para desembocar en un suceso accidental. Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo (por ejemplo rotura de un depósito de almacenamiento de amoníaco) en sucesos intermedios

hasta llegar a sucesos básicos, ligados normalmente a fallos de componentes, errores humanos, errores operativos, etc.

Este proceso se realiza enlazando dichos tipos de sucesos mediante lo que se denomina puertas lógicas que representan los operadores del álgebra de sucesos.

Cada uno de estos aspectos se representa gráficamente durante la elaboración del árbol mediante diferentes símbolos que representan los tipos de sucesos, las puertas lógicas y las transferencias o desarrollos posteriores del árbol.

Gráfico No. 13: Árbol de Fallos



Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota125/arboll.htm>

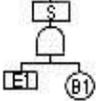
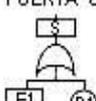
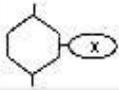
Elaborado por: Elaine Villegas

Es una metodología que se puede aplicar a sucesos relativamente complejos para los cuales intervienen muchos elementos y que se pueden descomponer en sucesos más sencillos.

Requiere de uno o dos analistas con amplia experiencia y conocimiento del sistema a analizar, frecuentes consultas a técnicos, operadores y personal experimentado en el funcionamiento del sistema y la documentación necesaria consiste en diagramas de flujos, instrumentación, tuberías, junto con procedimientos de operación/mantenimiento.

Los símbolos representan tanto sucesos, puertas lógicas y transferencias. Los más importantes son los siguientes:

Gráfico No. 14: Símbolos Árbol de Fallas

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO DEL SÍMBOLO
	SUCESO BÁSICO. No requiere de posterior desarrollo al considerarse un suceso de fallo básico.
	SUCESO NO DESARROLLADO. No puede ser considerado como básico, pero sus causas no se desarrollan, sea por falta de información o por su poco interés.
	SUCESO INTERMEDIO. Resultante de la combinación de sucesos más elementales por medio de puertas lógicas. Asimismo se representa en un rectángulo el "suceso no deseado" del que parte todo el árbol.
	<p>PUERTA "Y"</p>  <p>El suceso de salida (S) ocurrirá si, y sólo si ocurren todos los sucesos de entrada (E1 B1).</p>
	<p>PUERTA "O"</p>  <p>El suceso de salida (S) ocurrirá si ocurren uno o más de los sucesos de entrada (E1 B1).</p>
	SÍMBOLO DE TRANSFERENCIA. Indica que el árbol sigue en otro lugar.
	PUERTA "Y" PRIORITARIA. El suceso de salida ocurrirá si, y sólo si todas las entradas ocurren en una secuencia determinada, que normalmente se especifica en una elipse dibujada a la derecha de la puerta.
	PUERTA "O" EXCLUSIVA. El suceso de salida ocurrirá si lo hace una de las entradas, pero no dos o más de ellas.
	PUERTA DE INHIBICIÓN. La salida ocurrirá si, y sólo si lo hace su entrada y además se satisface una condición dada (X).

Fuente: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota125/arbhol.htm>

Elaborado por: Elaine Villegas

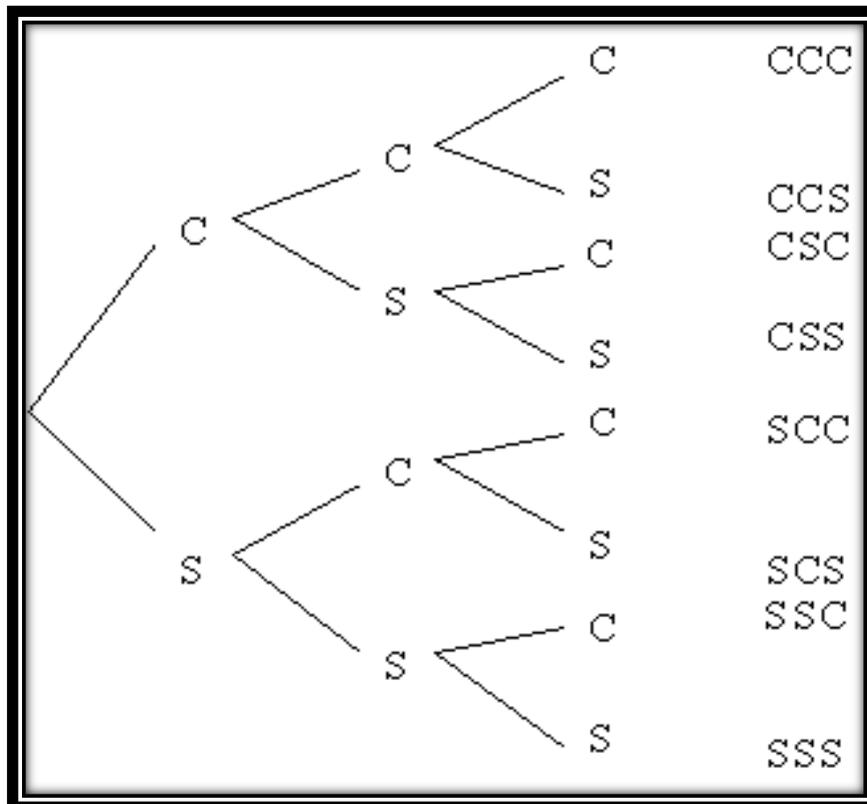
2.2.2.3 Análisis por Árboles de Sucesos, AAS: Event Tree Analysis, ETA

La técnica de análisis por árboles de sucesos consiste en evaluar las consecuencias de posibles accidentes resultantes del fallo específico de un sistema, equipo, suceso o error humano, considerándose como sucesos iniciadores y/o sucesos o sistemas intermedios de mitigación, desde el punto de vista de la atenuación de las consecuencias.

Las conclusiones de los árboles de sucesos son consecuencias de accidentes, es decir, conjunto de sucesos cronológicos de fallos o errores que definen un determinado accidente.

Partiendo del suceso iniciador, se plantean sistemáticamente dos bifurcaciones: en la parte superior se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso condicionante y en la parte inferior se representa el fallo o no ocurrencia del mismo.

Gráfico No. 15: Árbol de Sucesos- lanzamiento de moneda



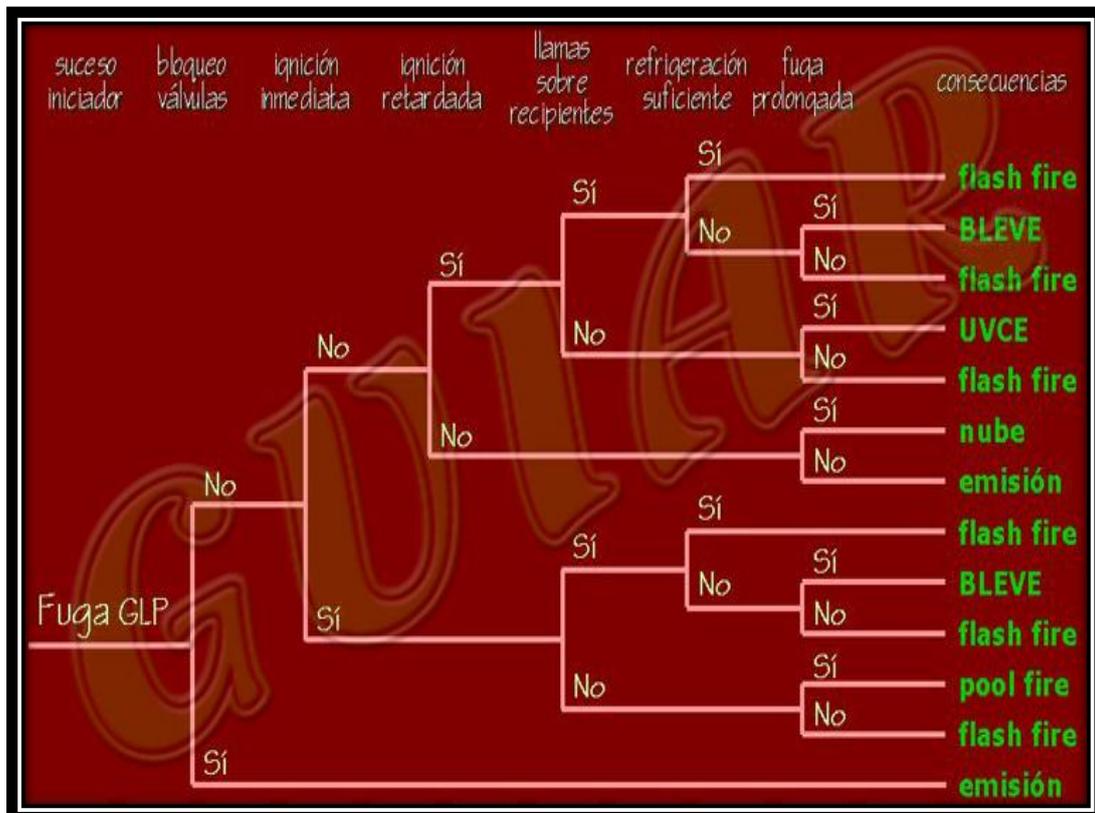
Fuente: <http://www.amschool.edu.sv/paes/e7.htm>

Elaborado por: Elaine Villegas

El suceso iniciador puede ser cualquier desviación importante, provocada por un fallo de un equipo, error de operación o error humano. Dependiendo de las salvaguardias tecnológicas del sistema, de las circunstancias y de la reacción de los operadores, las consecuencias pueden ser muy diferentes. Por esta razón, un AAS, está recomendado para sistemas que tienen establecidos procedimientos de seguridad y emergencia para responder a sucesos iniciadores específicos.

Se presenta un árbol de sucesos correspondiente a un suceso iniciador denominado "fuga de GLP en zona próxima a depósitos de almacenamiento". Se estudian las distintas secuencias accidentales y las consecuencias posibles de cada una de ellas. Algunas de estas consecuencias no conllevan un peligro especial, pero otras representan sucesos verdaderamente peligrosos, como BLEVE, UVCE o incendios de charco.

Gráfico No. 16: Ejemplo-Árbol de Sucesos



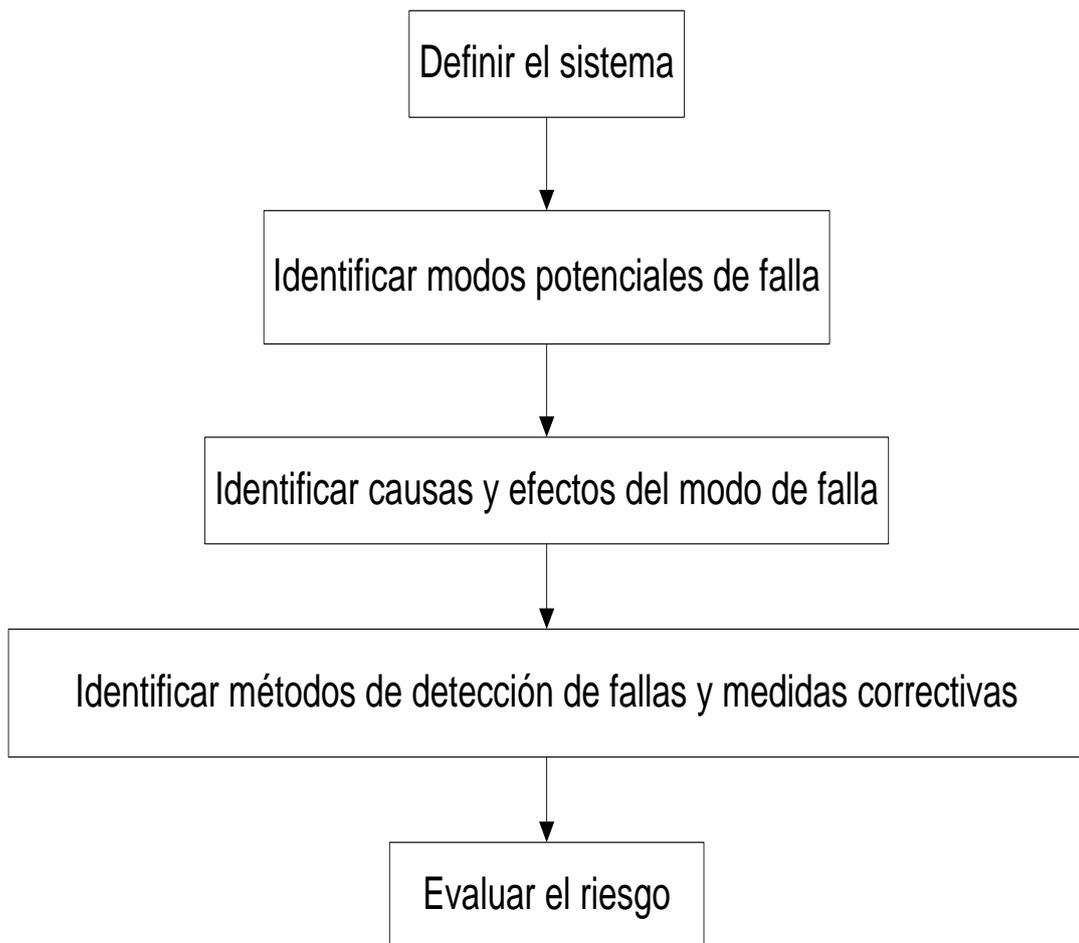
Fuente: <http://www.guiar.com>
 Elaborado por: Elaine Villegas

2.2.2.4 Análisis de los Modos de Fallo y Efectos, AMFE: Failure Modes and Effects Analysis, FMEA

El método consiste en la elaboración de tablas o listas con los posibles fallos de componentes individuales, los modos de fallo, la detección y los efectos de cada fallo.

Un fallo se puede identificar como una función anormal de un componente, una función fuera del rango del componente, función prematura, etc.

Esquema No. 3: Proceso para el análisis de modo de falla y efecto



Fuente: Ayuub, 2003

Elaborado por: Elaine Villegas

Los fallos que se pueden considerar son típicamente situaciones de anormalidad tales como:

- Abierto, cuando normalmente debería estar cerrado
- Cerrado, cuando normalmente debería estar abierto
- Marcha, cuando normalmente debería estar parado
- Fugas, cuando normalmente deba ser estanco

Los efectos son el resultado de la consideración de cada uno de los fallos identificados individualmente sobre el conjunto de los sistemas de la planta o instalación.

El método FMEA establece finalmente qué fallos individuales pueden afectar directamente o contribuir de una forma destacada al desarrollo de accidentes de una cierta importancia en la planta. Es un método válido en las etapas de diseño, construcción y operación y se usa habitualmente como fase previa a la elaboración de árboles de fallos, ya que permite un buen conocimiento del sistema.

El equipo necesario suele ser de dos personas perfectamente conocedoras de las funciones de cada equipo o sistema así como de la influencia de estas funciones en el resto de la línea de proceso. Es necesario para la correcta ejecución del método disponer de listas de equipos y sistemas, conocimiento de las funciones de cada equipo, junto al conocimiento de las funciones de los sistemas en su conjunto dentro de la planta.

Es posible incluir en la última columna de la tabla de trabajo lo que se denomina índice de gravedad, que representa mediante una escala del 1 al 4 un valor que describe la gravedad de los posibles efectos detectados.

El valor 1 representaría un suceso sin efectos adversos; el 2 efectos que no requieren parada del sistema; el 3 riesgos de cierta importancia que requieran parada normal y el 4 peligro inmediato para el personal e instalaciones, por lo que

se requiere parada de emergencia. En este caso, el análisis se denomina Análisis del Modo de Fallos, Efectos y Criticidad, FMECA (AMFEC).

Tabla No. 7: Formulario de trabajo para análisis FMECA

Fecha:			Página:	De:	
Planta:			Analista:		
Sistema:			Referencia:		
Identificación del elemento	Designación	Modo de fallo	Detección	Efectos	Índice de gravedad
1	Manguera flexible	Agujereada	Visual	Derrame ¿incendio?	4
		Taponada-aplastada	Visual	Falta o reducción de caudal	2
		Tipo equivocado	Visual (marcas)	Corrosión, rotura o contaminación	3

Fuente: <http://www.guiar.com>

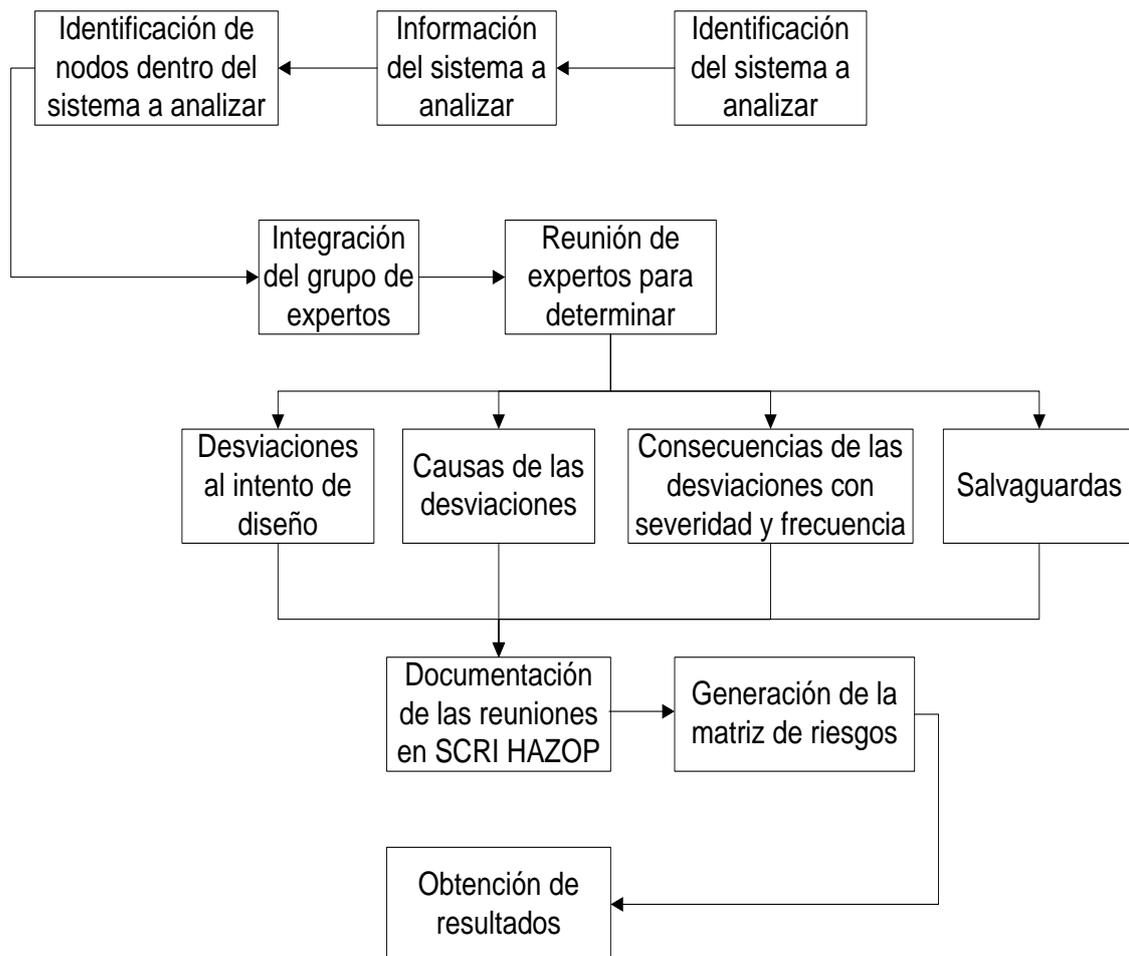
Elaborado por: Elaine Villegas

2.2.2.5 Análisis Funcional de Operabilidad, Hazop

El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en

todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

Esquema No. 4: Metodología general para el análisis de riesgo empleando HAZOP



Fuente: Ayuub, 2003
Elaborado por: Elaine Villegas

El método surgió en 1963 en la compañía Imperial Chemical Industries, ICI, que utilizaba técnicas de análisis crítico en otras áreas. Posteriormente, se generalizó y formalizó, y actualmente es una de las herramientas más utilizadas internacionalmente en la identificación de riesgos en una instalación industrial.

2.2.2.5.1 *Etapas*

Las etapas para realizar un análisis de riesgos mediante el método Hazop son las siguientes:

➤ **Definición del área de estudio**

Consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica.

➤ **Definición de los nudos**

En cada uno de estos subsistemas o líneas se deberán identificar una serie de nudos o puntos claramente localizados en el proceso.

Cada nudo vendrá caracterizado por variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, etc.

➤ **Aplicación de las palabras guía**

Las "palabras guía" se utilizan para indicar el concepto que representan a cada uno de los nudos definidos anteriormente que entran o salen de un elemento determinado.

➤ **Definición de las desviaciones a estudiar**

Para cada nudo se plantea de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nudo determinado.

➤ **Sesiones HAZOP**

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo la realización sistemática del proceso descrito anteriormente, analizando las desviaciones en todas las líneas o nudos seleccionados a partir de las palabras guía aplicadas a determinadas variables o procesos. Se determinan las posibles causas, las posibles consecuencias, las respuestas que se proponen, así como las acciones a tomar.

➤ **Informe final**

El informe final consta de diferentes documentos con toda la información obtenida después del estudio realizado en la planta como formatos de recogida de las sesiones, entre otros.

2.2.3 MÉTODOS SEMICUALITATIVOS - ÍNDICES DE RIESGOS

Los índices de riesgo son métodos de evaluación de peligros semi cuantitativos directos y relativamente simples que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a un establecimiento industrial o a partes del mismo.

No se utilizan para estimar riesgos individuales, sino que proporcionan valores numéricos que permiten identificar áreas o instalaciones de un establecimiento industrial en las que existe un riesgo potencial y valora su nivel de riesgo. Sobre estas áreas o instalaciones, puede realizarse posteriormente un análisis más detallado del riesgo mediante otros métodos generalizados.

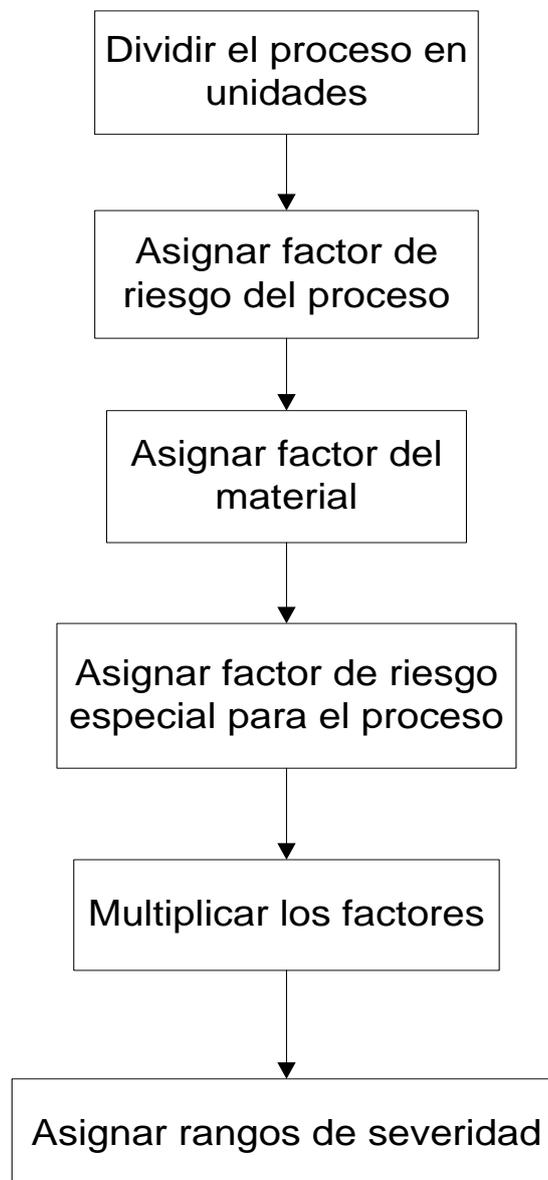
Los métodos desarrollados de mayor difusión a nivel internacional son dos:

- Índice de Dow de incendio y explosión
- Índice de Mond

2.2.3.1 Índice de Dow de incendio y explosión

Es un método desarrollado inicialmente por la compañía Dow Chemical en los años 60 con la denominación de Dow's Fire & Explosion Index que se ha ido perfeccionando con los años en ediciones sucesivas incorporando nuevos procesos de análisis.

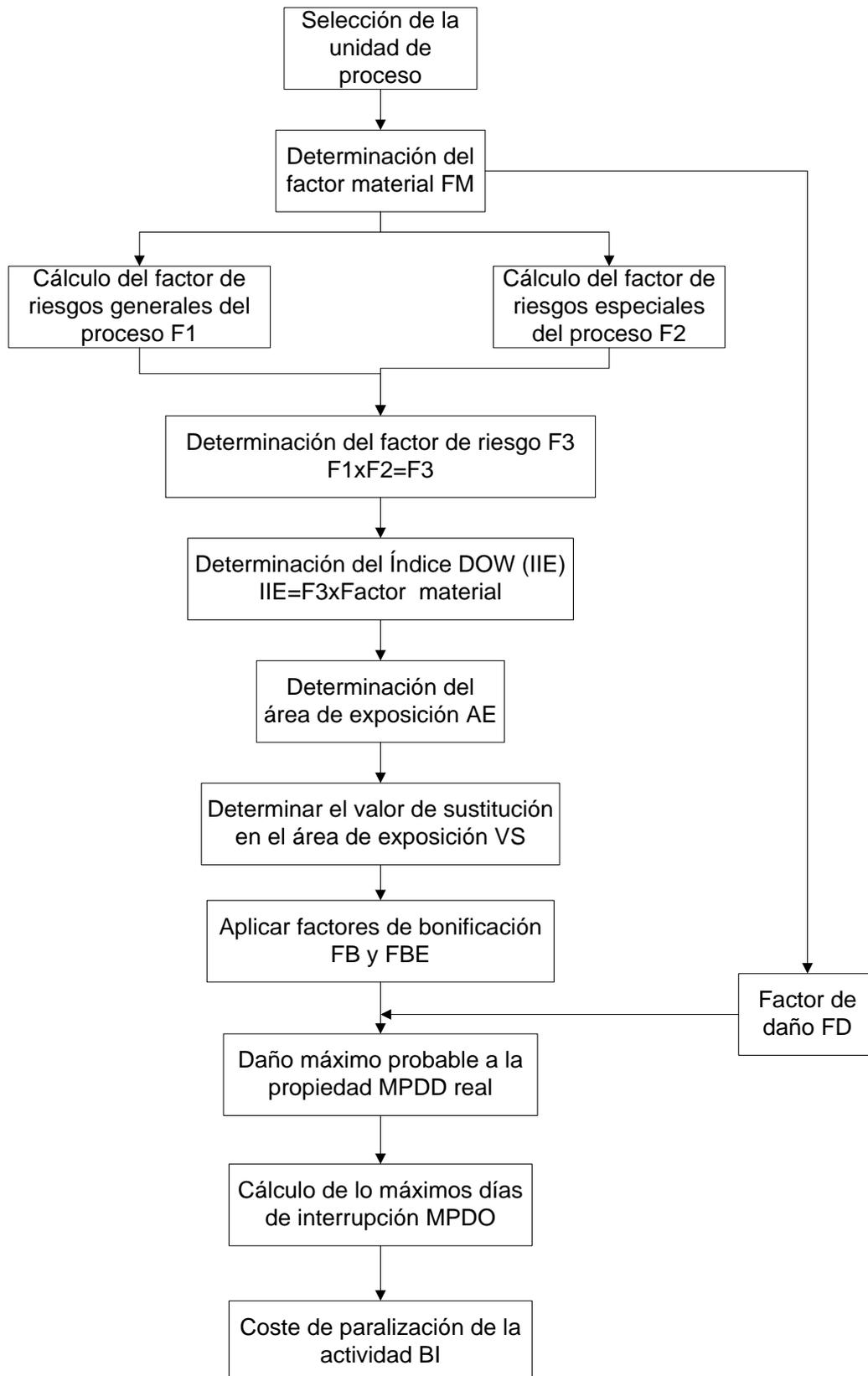
Esquema No. 5: Metodología para la determinación del índice Dow para fuego y explosión



Fuente: Ayuub, 2003

Elaborado por: Elaine Villegas

Esquema No. 6: Procedimiento de cálculo



Fuentes: DOW's Fire & Explosion Hazard Classification Guide. Sexta edición de 1987.
Elaborado por: Elaine Villegas

➤ **Factor material**

Da una idea de la medida de la intensidad de liberación de energía de una sustancia o preparado. Toma valores entre 1 y 40 y existen valores para más de 300 sustancias usadas habitualmente en la industria. También establece la posibilidad de calcularlo a partir de unas determinadas propiedades físico-químicas de la sustancia.

➤ **Factores de riesgo**

Tienen en cuenta las especiales condiciones del proceso que pueden modificar el riesgo de las instalaciones estudiadas. Hay que tener en cuenta tres tipos de factores de riesgo:

- **Factores generales del proceso, F1:** reacciones exotérmicas, endotérmicas, transferencias de producto, condiciones de ventilación, etc.
- **Factores especiales, F2:** toxicidad de las sustancias, considerada como complicación adicional, operaciones a presiones inferiores a la atmosférica, bajas temperaturas, corrosiones, etc.
- **Factor de riesgo, F3:** calculado a partir de los anteriores $F3 = F1 \cdot F2$.

➤ **Índice de incendio y explosión, IIE**

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{IIE} = \text{FM} \cdot \text{F3}$$

El método determina según este índice el área de exposición, AE, que representaría o daría una idea de la parte afectada por un incendio o explosión generada en la unidad de proceso estudiada.

Paralelamente, se determinarían las sucesivas variables: valor de sustitución (VS), el factor de daño (FD) y el máximo daño probable a la propiedad (MPDD).

➤ **Factores de bonificación**

Son aquellos factores que protegen a la instalación mediante medidas de protección, sistemas de emergencia, etc. lo que hace disminuir el máximo daño probable a la propiedad. Los principales factores de bonificación pueden ser:

- **Controles de proceso:** sistemas de refrigeración, control de explosiones, paros de emergencia, energía de emergencia, programas de mantenimiento, etc.
- **Aislamiento material:** válvulas de control remoto, drenajes, enclavamientos, depósitos para vertidos de emergencia, cubetos, etc.
- **Protección contra el fuego:** detectores, protección de estructuras, rociadores, cortinas, tanques de doble pared, sistemas especiales de extinción, etc.

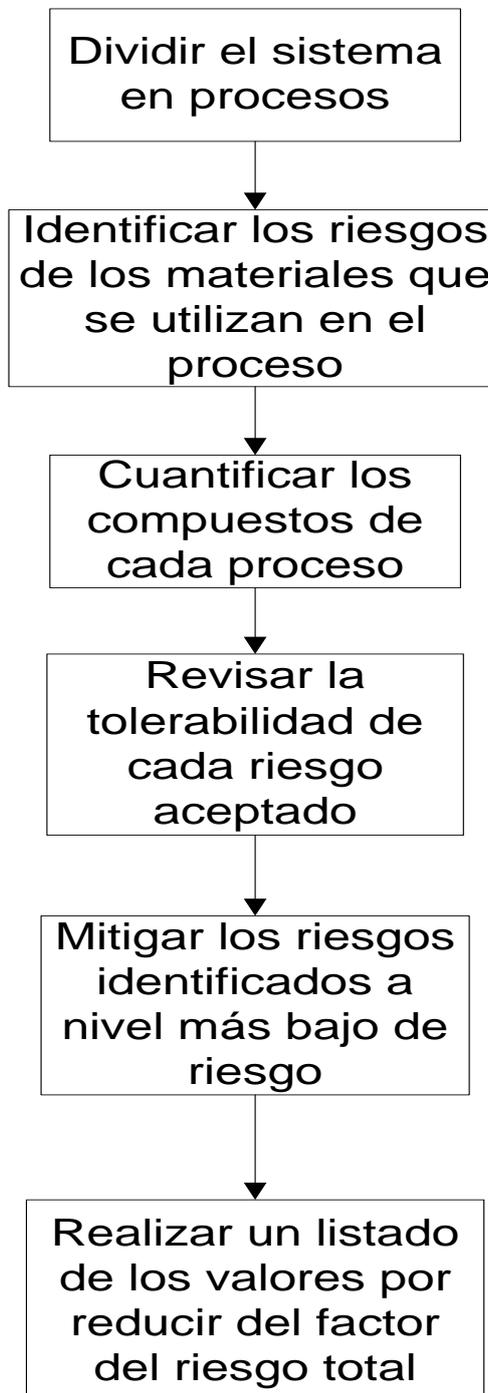
Se calcula el factor de bonificación a partir de estos tres factores anteriores y se obtiene el daño máximo probable real a la propiedad:

➤ **MPDD (real) = MPDD · FBE**

A partir de este resultado, se calcula tanto el número de días de interrupción de la actividad, como el coste asociado a la interrupción industrial.

2.2.3.2 Índice de Mond

Esquema No. 7: Metodología general para el índice de Mond



Fuente: Ayuub, 2003

Elaborado por: Elaine Villegas

Método desarrollado inicialmente en la Imperial Chemical Industries PLC (ICI) a partir del índice de Dow. La principal diferencia con el anterior es que el índice de Mond introduce la toxicidad de las sustancias presentes, y este parámetro se introduce como factor independiente, considerando los efectos de las sustancias tóxicas por contacto cutáneo, inhalación o ingestión.

Para su aplicación se recomienda consultar la guía del ICI, teniendo en cuenta que en general es más detallado que el Dow, tiene en cuenta mayor número de parámetros de riesgo y bonificaciones y además facilita una clasificación de unidades en función del riesgo.

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

3 GENERALIDADES BÁSICAS DEL HAZOP

Para la realización de un buen estudio mediante la metodología HAZOP se debe tomar en cuenta varios aspectos que se detallan a continuación.

3.1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se ha decidido usar la técnica de Análisis de Riesgos y Operabilidad “HAZOP”, debido que el terminal de productos limpios Beaterio es una organización compleja, en operación y que necesita información tanto en aspectos operativos como de seguridad.

Esta técnica se basa en aplicar una serie de palabras guía con el fin de generar desviaciones, que se pueden presentar en las variables operacionales, las causas que generan dichas desviaciones, así como las consecuencias y determinar la magnitud de las mismas que se generarían sobre las personas, los bienes y el medio ambiente en general, con el fin de definir si las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del Terminal Beaterio son seguros o si se requiere alguna forma de seguridad o acciones que mejoren la operabilidad.

Mediante la utilización de esta metodología se generan las recomendaciones, modificaciones y/o elaboración de estudios más a fondo que permitan prevenir, proteger o mitigar adecuadamente los riesgos del Terminal Beaterio ante situaciones potencialmente peligrosas como son problemas de tipo operativo o de seguridad.

De esta forma se logra un diseño y una operación más segura en las instalaciones o plantas, con personal mejor capacitado y consciente de las amenazas potenciales existentes en la operación.

Las principales ventajas del método HAZOP son:

- Es una buena ocasión para contrastar distintos puntos de vista de una instalación.
- Es una técnica sistemática que puede crear, desde el punto de vista de la seguridad, hábitos metodológicos útiles.
- El coordinador mejora su conocimiento del proceso.
- No requiere prácticamente recursos adicionales, con excepción del tiempo de dedicación.

Los principales inconvenientes, pueden ser:

- Al ser una técnica cualitativa, aunque sistemática, no hay una valoración real de la frecuencia de las causas que producen una determinada consecuencia, ni tampoco el alcance de la misma.
- Las modificaciones que haya que realizar en una determinada instalación como consecuencia de un HAZOP, deben analizarse con mayor detalle además de otros criterios, como los económicos.
- Los resultados que se obtienen dependen en gran medida de la calidad y capacidad de los miembros del equipo de trabajo.
- Depende mucho de la información disponible, hasta tal punto que puede omitirse un riesgo si los datos de partida son erróneos o incompletos.

3.1.1 RIESGO POTENCIAL Y PROBLEMAS DE OPERACIÓN

Aunque la metodología del Hazop se concentra (mediante un enfoque sistemático) en identificar tanto riesgos como problemas de operabilidad, más del 80% de las recomendaciones del estudio son problemas de operabilidad y no de por sí, problemas de riesgo. Aunque la identificación de riesgo es el tema principal, los problemas de operabilidad se deben examinar, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad.

Actualmente se considera que los mayores beneficios de un estudio Hazop se relacionan con identificar problemas de operabilidad.

3.1.2 DESVIACIONES DEL INTENTO DEL DISEÑO

Todas las plantas industriales tienen un propósito. Esto puede ser, producir un cierto tonelaje de un producto químico por año, manufacturar un número especificado de automóviles o procesar cierto volumen de efluentes industriales por año, etc. Esto, se puede decir, que es el principal intento de diseño de la planta, pero en la mayoría de los casos, se entiende que un propósito adicional sería conducir las operaciones de la manera más segura y eficiente.

Con esto en mente, todas las partes y/o equipos de la planta se ensamblan para que en conjunto logren las metas deseadas. Sin embargo para lograr esto, cada parte del equipo, cada bomba, tubería, etc., necesitan funcionar consistentemente de una manera particular.

Es de esta manera que, cada elemento en particular tiene su intento de diseño o propósito.

Como ejemplo, supongamos que una parte del proceso, requiere un servicio de agua de enfriamiento. Para esto, generalmente se requiere una tubería para

circulación del agua, una bomba, un abanico de enfriamiento y un intercambiador de calor, etc.

Podemos decir, que el intento del diseño de esta parte de la planta sería “continuamente circular agua de enfriamiento a una temperatura inicial de $X^{\circ}\text{C}$ y con un flujo de X litros por hora”

Es generalmente, a este nivel de detalle del intento de diseño o propósito, al que se dirige un estudio de Hazop. La utilización de la palabra “desviación” ahora se entiende más fácilmente. Una desviación del intento de diseño, para el caso del servicio de agua de enfriamiento sería el cese de la circulación del agua, o que el agua tenga una temperatura inicial demasiado alta. Note la diferencia entre desviación y causa. En el caso anterior, la falla de la bomba sería la causa y no la desviación.

3.1.3 APLICACIONES EN LA INDUSTRIA

La técnica del Hazop se empezó a utilizar más ampliamente después del desastre del Flixborough, en el cual, una explosión en una planta química mató a 28 personas, la mayoría de las cuales eran vecinos de la planta.

A través del intercambio de ideas y personal, la metodología se adoptó por parte de la industria de petróleo, que tiene un potencial similar de desastres mayores.

Las industrias del agua y alimentos, fueron las siguientes, donde el riesgo potencial es grande, pero de una naturaleza diferente, donde hay más preocupación con la contaminación, en el lugar de las emisiones químicas o explosiones.

La seguridad y confiabilidad en el diseño de una planta se apoyan en la aplicación de diversos códigos de práctica, códigos de diseño y estándares.

Estos representan, la acumulación de conocimiento y experiencia de individuos expertos y de la industria como un todo. Tales aplicaciones, están respaldadas por la experiencia de los ingenieros involucrados, quienes pudieron haber previamente trabajado en el diseño, instalación y operación de plantas similares.

Sin embargo, aunque se considera que estos códigos de práctica son extremadamente valiosos, es importante complementarlos con una anticipación imaginativa de las desviaciones que pudieran ocurrir, debido, por ejemplo, al mal funcionamiento del quipo o errores del operador.

Además, la mayoría de las compañías, admiten el hecho de, que para una nueva planta, el personal de diseño, actúa bajo presión, para cumplir con los tiempos de entrega. Esta presión, generalmente resulta en errores y omisiones. Un estudio Hazop, es una oportunidad para corregir estos, antes de que tales cambios se hagan demasiado caros o imposibles de llevar a cabo.

Aunque no hay estadísticas para verificarlo, se cree que la metodología del HAZOP, es quizás la ayuda más ampliamente utilizada, para prevención de pérdidas. Las razones para esto se pueden resumir en lo siguiente:

- Es fácil de aprender
- Se puede fácilmente adaptar a casi todas las operaciones de una industria de procesos.
- No se requiere un nivel académico especial para participar en el estudio.

3.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Esencialmente, el procedimiento del Hazop, involucra tener una descripción y documentación completa de la planta y sistemáticamente cuestionar cada parte, para identificar como se pueden producir desviaciones del intento de diseño. Una

vez identificados, se hace una evaluación, para determinar si tales desviaciones y sus consecuencias, pueden tener un efecto negativo en la seguridad y operación eficiente de la planta. Si se considera necesario, se establecen acciones para remediar la situación.

Este análisis crítico, es aplicado de una manera estructurada, por el grupo del Hazop, que mediante una tormenta de ideas hacen un esfuerzo para descubrir causas creíbles de desviaciones. En la práctica, muchas de las causas, serán obvias, tales como la falla de la bomba, que causa una pérdida del servicio del agua de enfriamiento, en el ejemplo mencionado. Sin embargo, una gran ventaja de la técnica, es que alienta al grupo a considerar otras posibilidades menos obvias de cómo pueden ocurrir las desviaciones, que de otra manera sería difícil descubrir en primera instancia.

De esta manera, el estudio logra mejores resultados que una revisión mecánica de una lista de verificación. El resultado es, de que hay buenas oportunidades de identificar fallas y problemas potenciales, que no hayan sido previamente experimentados en el tipo de planta bajo estudio.

3.2.1 PALABRAS CLAVE

Un elemento esencial, en este proceso de cuestionamiento y análisis sistemático, es el uso de palabras claves para enfocar la atención del grupo sobre las desviaciones y sus posibles causas. Estas palabras guías se dividen en dos clases:

- **Palabras primarias** que enfocan la atención en un aspecto particular del intento de diseño o una condición o parámetro asociado con el proceso.
- **Palabras secundarias** que, cuando se combinan con las palabras primarias sugieren posibles desviaciones.

La técnica completa del HAZOP, ronda en el uso efectivo de estas palabras guías, por lo que su significado y uso, deben ser claramente entendidos por el grupo de análisis. Ejemplo de palabras a menudo utilizadas se mencionan a continuación.

3.2.2 PALABRAS PRIMARIAS

Estas reflejan tanto el propósito, como aspectos operacionales de la planta bajo estudio. Palabras típicas orientadas al proceso, pudieran ser las siguientes:

Flujo	Nivel
Temperatura	Presión
Viscosidad	Composición
Nivel	Adición
Reacción	Mantenimiento
Prueba	Instrumentación
Muestreo	Separación
Corrosión/erosión	Reducción
Mezclado	Reducción

Note que algunas palabras incluidas, parece que no tienen ninguna relación con una interpretación razonable del propósito del proceso. Por ejemplo, se pudiera cuestionar, el uso de la palabra “Corrosión”, suponiendo que nadie quisiera que hubiera corrosión. Sin embargo, la mayoría de las plantas, están pensadas con un cierto ciclo de vida y de manera implícita se considera que no debe haber corrosión o que si ésta ocurre, no debe exceder de cierto valor. Un valor mayor de corrosión que el considerado, sería en tales circunstancias una desviación del propósito del diseño.

Considerando aspectos de Operabilidad del Proceso se puede considerar palabras operacionales importantes como:

Aislamiento

Drenaje

Ventilación	Purgado
Inspección	Mantenimiento
Arranque	Paro

Muchas veces, estas palabras, no se consideran o se les da menor importancia.

Esto puede resultar, por ejemplo, en que un operador de la planta, tenga que lograr de improviso y de manera peligrosa, una forma de poner un equipo no esencial, fuera de línea para reparación, porque no se previó una manera segura, de aislar esa parte del proceso.

Alternativamente, se pudiera llegar al caso, en que toda planta, se debe de detener solo para re calibrar o reemplazar un medidor de presión.

3.2.3 PALABRAS SECUNDARIAS

Como se mencionó anteriormente, cuando las palabras secundarias se combinan con las primarias, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Un listado estándar de las palabras utilizadas se menciona a continuación:

Tabla No. 8: Guías estándar

No/ ninguna	Negación del intento del diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Reversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Substitución completa

Fuente: Dinámica Heurística
Elaborado por: Elaine Villegas

Tabla No. 9: Guías auxiliares para procedimientos

¿Cómo?	¿Cómo se logrará este paso? ¿Se proporcionan las facilidades requeridas al operador para realizar el paso como está especificado?
¿Por qué?	¿Hay una razón lógica para este paso? ¿Es el paso u operación realmente necesaria? ¿Se requiere algo adicional?
¿Cuándo?	¿Es el tiempo importante en los pasos u operaciones?
¿Dónde?	¿Es importante dónde se efectuará el paso u operación?
¿Quién?	¿Es claramente obvio o está definido quién realizará cada parte del procedimiento?
Verificación	¿Cómo se puede verificar que el paso se haya realizado apropiadamente? ¿Es necesario que un supervisor revise nuevamente la operación?
Orden	Es importante y correcto el orden de los pasos realizados

Fuente: Dinámica Heurística
Elaborado por: Elaine Villegas

Tabla No. 10: Guías para procedimientos

No	No realiza el paso u operación. Un paso u operación importante en el proceso se omite.
Más	Se hace más de lo especificado o requerido en un sentido cuantitativo (ej. Se abre una válvula completamente cuando se requiere solo abrir parcialmente)
Menos	Se hace menos de lo especificado o requerido en un sentido cuantitativo (ej. Purgar un depósito por 5 minutos en lugar de 10 minutos)
Además de	Se hace más de lo especificado en un sentido cualitativo. (Ej. Se abren las válvulas para varios tanques cuando solo se requiere para una)
Parte de	Se realiza una parte de un paso en un sentido cualitativo (ej. Se cierra solo una válvula cuando el procedimiento dice que se cierren todo el grupo y se abra la válvula de sangrado)
Reversa	Se hace lo opuesto a lo especificado. (Ej. Se abre una válvula cuando el procedimiento dice que se debe cerrar)
Otro que	Se hace algo diferente a lo requerido (ej. Se abra la válvula equivocada)

Fuente: Dinámica Heurística

Elaborado por: Elaine Villegas

3.3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO HAZOP

En términos simples, el proceso de estudio del Hazop involucra aplicar de una manera sistemática, todas las combinaciones relevantes de palabras claves, a la planta bajo estudio, en un esfuerzo de descubrir problemas potenciales. Los resultados se registran, en un formato de tabla o matriz con los siguientes encabezados principales.

Tabla No. 11: Formato de Hoja de Trabajo

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	SALVAGUARDA	ACCIÓN

Fuente: Dinámica Heurística

Elaborado por: Elaine Villegas

❖ **Desviación**

La combinación de palabras claves que se está aplicando (ej. Flujo/No)

❖ **Causa**

Las causas potenciales que resultarían en la desviación (ej. Bloqueo del colador C1 debido a impurezas en el tanque dosificador T1 podría ser la causa de Flujo/No.)

❖ **Consecuencia**

Las consecuencias que se producirían, como efecto de la desviación. (Ej. “La pérdida de la dosificación, resulta en una separación incompleta en V1”) y si es apropiado, efectos de la causa por sí misma. (Ej. “Cavitación en la bomba B1, con un daño en la misma si esto se prolonga”.)

Siempre sea explícito, al considerar las consecuencias. No asuma que el lector en una fecha posterior entenderá completamente el significado de oraciones tales como “No químico dosificador en mezclador”.

Es mucho mejor agregar una explicación completa, como la mencionada inicialmente.

Al evaluar las consecuencias, no se deben considerar los sistemas de protección o los instrumentos ya incluidos en el diseño.

Por ejemplo, suponga que el grupo ha identificado una causa para “Flujo/No” (en un sistema diferente al del ejemplo anterior) debido a una cerradura espuria de una válvula controlada. Se hace notar que, hay una indicación de la posición de la válvula en el Cuarto de Control Central, con una alarma de software, en caso de una cerradura espuria.

El grupo podría estar tentado a minimizar la consideración del problema inmediatamente, registrando el efecto de “Consecuencias mínimas, la alarma permitirá al operador tomar una acción remedial inmediata”.

Sin embargo, sí el grupo hubiera investigado más, podría haber encontrado que, el resultado de la cerradura espuria de la válvula, sería una sobrepresión corriente arriba del sistema, llevando a una pérdida de contención y riesgo de fuego, si la causa no es rectificada en tres minutos.

Entonces se hace visible, que tan inadecuada es la protección lograda con la alarma de software.

❖ **Salvuardas**

Cualquier dispositivo protector, ya sea que prevenga la causa o salvaguarde contra consecuencias adversas, debe ser registrado en esta columna. Por ejemplo, se podría considerar registrar “Medidor depresión local en la descarga de la bomba, pudiera indicar que se está suscitando un problema”.

Note que las salvuardas no están restringidas al software, dónde sea apropiado, se debe dar crédito, a aspectos de procedimientos, tales como inspecciones regulares de la planta (Sí hay seguridad de que se estén llevando a cabo).

❖ **Acción**

Donde una causa creíble, resulte en una consecuencia negativa, se debe decidir si se debe tomar alguna acción. Es en esta etapa, que las consecuencias y sus salvaguardas asociadas, son consideradas. Sí parece que las medidas de protección son adecuadas, entonces ninguna acción necesita ser tomada y esto se indica en la columna de acciones.

Las acciones caen en dos categorías:

1. Acciones que eliminan la causa.
2. Acciones que mitigan o eliminan las consecuencias.

Obviamente es preferible la primera, sin embargo, esto no es siempre posible, especialmente al trabajar con equipo con mal funcionamiento. Sin embargo, siempre se investiga eliminar primero la causa y solo donde sea necesario, mitigar las consecuencias. Por ejemplo, regresando a la situación de “Bloqueo del colador C1 debido a impurezas, etc.”, descrita anteriormente, se pudiera enfocar el problema de varias maneras:

- Asegurar que no puedan entrar impurezas al tanque T1 colocando un colador en la línea de descarga del carro del tanque.
- Considerar cuidadosamente si se requiere el colador en la succión de la bomba. Si la bomba no se daña con el paso de partículas y no se requiere filtrar el material que pasa a V1.
- Colocar un medidor de presión diferencial entre el colador, con una alarma de alta presión diferencial, que dé una indicación clara, de que un bloqueo total es inminente.
- Colocar un colador dúplex, con un programa regular de intercambio y limpieza del colador.

Al indicar acciones, es conveniente considerar varias notas de precaución. No opte automáticamente, por una solución de ingeniería, agregando; alarmas, instrumentación adicional, etc. Se debe considerar, la fiabilidad de tales equipos y su potencial para una operación espuria, que cause un innecesario paro de la planta. Además, se debe considerar, el incremento en el costo operacional en términos de mantenimiento, calibración regular, etc.

Se conoce, que una solución con exceso de ingeniería, es menos confiable que el diseño original debido a pruebas y mantenimiento inadecuado.

Finalmente, siempre tome en cuenta el nivel de entrenamiento y experiencia del personal, que estará operando la planta.

Acciones que involucran sistemas de protección sofisticados y elaborados, generalmente se desperdician, son inherentemente peligrosos, si los operadores no entienden su funcionamiento y es común que sean deshabilitados, ya sea deliberadamente o por error, porque nadie sabe cómo mantenerlos y calibrarlos.

El procedimiento HAZOP- Considerando todas las palabras claves

Habiendo revisado las operaciones involucradas al registrar una sola desviación, el procedimiento consiste en continuar revisando y registrando todas las palabras clave.

3.4 GRUPO DE TRABAJO

El grupo de trabajo, que conducirá el estudio de HAZOP, debe consistir de personas con una buena comprensión del proceso y de la planta bajo estudio. El grupo, idealmente debe formarse por alrededor de seis miembros y con un máximo de nueve. En un estudio que involucre la participación de contratistas y clientes, es aconsejable mantener un balance entre los dos grupos, en cuanto al número de personas participando.

Los participantes, deben ser de varias disciplinas, y este aspecto es una de las fortalezas de la metodología el HAZOP, lo cual involucra:

- En un grupo de gente, cada uno con diferentes disciplinas y experiencia, es más probable que se identifiquen los problemas potenciales, que de otra manera se omitirían, de participar solo una o dos personas.
- Es común el caso, en que la solución de una persona cause problemas en otro departamento del proyecto. Por ejemplo un ingeniero de procesos puede identificar un problema potencial y considerar que sería deseable incluir otro instrumento y alarma. Sin embargo, el departamento de Instrumentación y Control, pudiera indicar que no hay canales disponibles en la sección apropiada del sistema de control electrónico solicitado. Si los dos departamentos participan en el estudio, esta problemática se pudiera definir en algunos minutos y tomar alguna acción apropiada.
- Al participar varios departamentos, se crea un espíritu de cooperación y esto persiste después de terminado el estudio. El personal entenderá mejor las opiniones, restricciones y preocupaciones de cada disciplina o departamento involucrado en el proyecto y esto se tomará en cuenta, al tomar decisiones que afecten el proyecto.

La composición final del grupo de HAZOP, variará de acuerdo al tipo de planta bajo estudio. Una de las personas que debe siempre ser incluida, es la del área de operaciones o producción. Esta persona, debe tener experiencia de primera mano, en las operaciones diarias de la planta en revisión. La contribución de esta persona puede ser invaluable, ya que incluye una perspectiva operacional que ninguno de los otros participantes pudiera nunca tener, por ejemplo, esta persona es la que pudiera conocer, el esfuerzo requerido para bajar a un depósito utilizando un aparato de respiración autónomo, para llevar al cabo reparaciones o mantenimiento.

Resumiendo, el grupo se debe seleccionar para que se asegure un enfoque balanceado del estudio. Además, es importante que las preguntas generadas en el estudio, se respondan inmediatamente, en lugar de tener que esperar un largo tiempo, a que éstas sean respondidas por expertos externos.

Por supuesto que no es necesario, que todas las personas participen de principio a fin del estudio. Si el núcleo del estudio consiste de cinco personas, se pudiera llamar a miembros adicionales, en la medida de que su experiencia sea necesaria en alguna de las sesiones.

Como con todas las actividades de grupo, se requiere una persona que se haga cargo total del proyecto. En un estudio de HAZOP, este Líder del proyecto, debe conocer perfectamente la metodología del HAZOP y debe ser cuidadosamente seleccionado, para lograr un progreso eficiente y sin problemas del estudio.

Idealmente, esta persona no debe estar muy asociada con el proyecto en revisión, para evitar los riesgos de no ser suficientemente objetivo en la dirección del grupo.

Otro miembro importante del grupo, es el Secretario. Su contribución en las discusiones pudiera ser mínima, ya que su principal función es la de registrar la información generada en el estudio. Este necesitará, sin embargo, tener suficiente conocimiento técnico para entender lo que se está discutiendo.

3.5 TRABAJO DE PREPARACIÓN DEL ANÁLISIS HAZOP

Es de la mayor importancia, de que antes de que inicie un proyecto de HAZOP, se haga un trabajo de preparación. Esto, no es solo esencial en algunos aspectos, tales como la estructuración adecuada del estudio y del grupo, sino que además, aumenta la eficiencia del HAZOP al mantener el interés y entusiasmo de los participantes.

El trabajo preparatorio es responsabilidad del Líder del HAZOP y los requerimientos son los siguientes:

1. Reúna los datos
2. Entienda el tema
3. Subdivida la planta y planeé la secuencia
4. Marque los planos
5. Seleccione una lista de palabras claves adecuadas
6. Prepare la agenda de trabajo y los encabezados de la tabla
7. Prepare un calendario de actividades
8. Seleccione el grupo de trabajo

3.5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Toda la documentación relevante debe ser colectada previamente. Típicamente esto pudiera consistir de lo siguiente:

1. Un diagrama de flujo del proceso
2. Una descripción comprensiva del proceso, conteniendo parámetros de operación, promedio de flujo, volúmenes, etc.
3. Diagramas de instrumentación y tuberías
4. Diagramas causa - efecto indicando como operan los sistemas de lazo y de control.
5. Si está disponible, información de paquetes de vendedores.
6. Diagramas de distribución de la planta.

3.5.2 COMPRENSIÓN DEL TEMA

El Líder del proyecto, debe dedicar el tiempo necesario, para lograr una buena comprensión de cómo debe operar la planta, estudiando la información y platicando con el personal de diseño involucrado. Al realizar la tarea, es muy probable que note áreas con problemas potenciales. Él debe realizar notas

personales de esto, para evitar en lo posible, que se omitan en el estudio. Si esto ocurre, el mencionar el Líder sus notas sobre estos problemas, le servirá para mejorar su posición en el grupo, al demostrar su comprensión del problema.

La etapa de preparación, es quizá la más importante, ya que es el fundamento sobre el cual, los otros pasos del proceso se basan. Sin una comprensión razonable de cómo funciona la planta, será imposible; planear una estrategia sensible del estudio, decidir cuánto tiempo durará la revisión o quién necesita ser incluido en el grupo de trabajo.

Algunos proponentes de la metodología del Hazop, indican que no es necesario que el líder del proyecto conozca sobre la planta en revisión, y que su función es solamente asegurar que las reuniones se lleven adecuadamente. Una analogía a este enfoque, sería la de un líder intentando guiar una expedición sin un mapa, sin ningún plan de acción, más que el de llegar al destino y sin conocimiento del terreno pisado. Tal líder tendría poco respeto de los otros miembros del grupo y al primer signo de problema, sería marginado por aquellos con una mejor comprensión de la situación.

Una vez que esto pase, le sería casi imposible ganar el control del grupo.

3.5.3 SUBDIVIDIR LA PLANTA Y PLANEAR LA SECUENCIA

En todas, excepto en las plantas más simples, sería mucho esperar, que el grupo de trabajo analice todos los aspectos y operaciones del proceso simultáneamente. Por eso, se debe dividir el proceso en secciones manejables (referidas como tablas debido al modo tabular de registrar el estudio.) También la secuencia, en que estas secciones son estudiadas es importante.

En plantas continuas, el análisis va de corriente arriba hacia corriente abajo, con servicios tales como, drenaje, ventilación, instrumentos de aire, agua de enfriamiento, etc., siendo consideradas separadamente y al final. Con respecto a

subdividir la planta en secciones, no hay necesidad de considerar cada línea y cada equipo menor en una tabla separada. Esto sería un desperdicio de tiempo y una labor tediosa para el grupo.

En vez de esto trate de agrupar los elementos más pequeños en unidades lógicas. De esta manera una bomba menor con su succión, descarga y líneas de regreso, pudieran ser agrupadas juntas en una tabla. Sin embargo, para el caso de un compresor mayor, quizá deba ser estudiado separadamente, su línea de reciclo y enfriador en línea. También al estudiar un depósito, la tabla debe incluir las líneas de entrada y salida e incluir cualquier válvula de control o aislamiento, todas las bridas de nivel, así como las líneas de ventilación y válvulas de seguridad de presión.

Si varios flujos de corriente, convergen en un depósito, la secuencia del estudio debe en lo posible, trabajar con todos los flujos de corriente, antes de considerar el depósito. La regla es "nunca estudie un depósito antes de conocer todas las desviaciones de entrada".

Con operaciones por lotes o "batch" se requiere un enfoque diferente. En tales casos, los diagramas de la planta no son el enfoque primario del estudio y son más bien accesorios. De mayor importancia será, un diagrama de flujo detallado o la secuencia de pasos operativos, que deben ser realizados.

Es en esta secuencia de lotes, donde se requiere la división en secciones manejables, y las palabras claves se aplicarán, a las operaciones secuenciales, tales como; Preparación, Carga, Reacción, Transferencia, Centrifugado, Secado, etc.

Esta metodología se requiere, porque es muy probable que cada elemento individual de la planta sea puesto en diferentes estados y sirva a diferentes propósitos en las diversas etapas de la secuencia.

3.5.4 MARCAR LOS PLANOS

Cuando la estrategia del estudio se haya decidido, los elementos de la planta integrados en cada tabla, se deben marcar en colores separados y distintivos, con los números de la tabla o nodo marcados con el mismo color.

Las líneas deben ser paralelas y los equipos y depósitos delineados con el mismo color. Donde una tabla se extienda en dos o más planos, el color utilizado se debe mantener.

Este marcado previo, es una salida a la práctica común, de ir marcando el trabajo mientras avanza el estudio.

Lo cual tiene dos propósitos; primero, ahorrar tiempo durante las juntas, tanto en el marcado, como en la discusión de donde la tabla o nodo debe iniciar y donde terminar, segundo, el Líder se asegurará al planear la estrategia del estudio, de que no se haya inadvertidamente olvidado algún punto.

3.5.5 SELECCIONAR UNA LISTA DE PALABRAS CLAVES ADECUADAS

Habiendo completado el trabajo anterior, será algo simple formular un listado comprensivo de las palabras claves requeridas para cubrir todos los aspectos del proceso en estudio.

Algunas compañías, dado que la mayoría de las plantas que operan, son de naturaleza similar, tendrán un conjunto estándar de palabras clave.

Tal lista se debe verificar, para asegurar que cubra todos los aspectos del sistema en estudio. Cualquier palabra clave redundante, debe ser eliminada. Por ejemplo, si el objeto de estudio, es una estación de bombeo, la inclusión de la palabra clave "Absorción" será innecesaria.

La lista final se debe copiar para entregar una copia a cada miembro del equipo. También se debe incluir un programa de las combinaciones apropiadas (i.e. que palabras claves secundarias se aplicarán a cada palabra primaria).

Donde haya la posibilidad de confusión, respecto al significado de una combinación en particular, se debe dar una completa explicación de ésta.

Al integrar la lista, se debe considerar que entre menor sea el número de palabras utilizadas, mayor velocidad en el estudio. Esto no quiere decir, que algunos de los aspectos del proceso no se deben considerar.

Para ilustrar lo anterior con un ejemplo, considere una planta con un depósito de separación, algunos filtros con bombas de succión y un dispositivo de control ambiental por rocío de agua. En lugar de tener tres palabras claves; "Separar", "Filtrar" y "Absorber", se pudiera usar solo "Separar", ya que es la función principal de todo el equipo.

3.5.6 PREPARACIÓN DE LA AGENDA DE TRABAJO Y ENCABEZADOS DE LA TABLA

Los encabezados de la tabla, hacen referencia a los diagramas y planos relevantes y contienen una breve descripción del intento de diseño de la sección en análisis de la planta, con sus parámetros de proceso, promedios de flujo y cualquier otro detalle informativo potencial.

La agenda es una lista de estos encabezados. Una copia debe ser enviada a cada miembro del grupo. Además de ser informativa y una ayuda para una buena participación. Sirve para poner en perspectiva, el total de trabajo que se debe lograr en el tiempo asignado. Esto inducirá en el grupo, un sentido de urgencia para lograr el trabajo.

3.5.7 PREPARACIÓN DEL CALENDARIO DE ACTIVIDADES

El Líder debe formular un horario de trabajo, indicando lo que necesita lograrse en cada junta de trabajo, para cumplir con el límite de tiempo asignado al estudio. El integrar el calendario de trabajo, el Líder se debe basar en su experiencia, para evaluar el tiempo requerido en cada revisión. Mucho de esto dependerá, de la complejidad de la planta y la experiencia del grupo.

Como una guía general, en una planta sencilla y con planos no muy llenos, en promedio, se puede estudiar tres diagramas diarios. Si el sistema a revisar, es complejo y cada diagrama, parece que se dibujó con la intención de no desperdiciar espacio, entonces se completarán dos o posiblemente sólo un diagrama por día.

Esté preparado para un desperdicio de tiempo, al iniciar el estudio. Al principio, el progreso del estudio, es siempre lento, en la medida de que el grupo se conoce, en el nuevo rol de revisar y criticar el diseño propio y el de sus colegas, en la operación de la planta. Después del primer día todo irá más rápido.

3.5.8 SELECCIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

Habiendo tenido, una buena apreciación de lo que involucra el estudio, tanto en términos de contenido, como de tiempo requerido, el Líder debe asegurar que los miembros principales del grupo, tengan la experiencia adecuada y también tiempo disponible durante la revisión. Además debe considerar, que probablemente será necesario, personal con experiencia adicional, durante el transcurso de las juntas y estimar cuando será requerida su asistencia. Con respecto a esto último, en ciertas circunstancias, la secuencia del estudio puede modificarse alrededor de la disponibilidad de tal personal.

3.6 ANÁLISIS HAZOP

Después de la preparación anterior, el Líder debe estar en la posición de guiar fácil y eficientemente un análisis comprensivo, llegando a una conclusión satisfactoria. Sin embargo se exponen algunas recomendaciones a continuación:

- Siempre es una tentación para los miembros del grupo hacer anotaciones en el plano principal del proceso, el cual ha sido previamente marcado, indicando las secciones o nodos del estudio. Establezca la regla, de que está prohibido terminantemente hacer esto, aún con lápiz.
- Similarmente en equipos y paquetes de vendedores, un miembro del grupo puede estar tentado, en ayudar, ilustrando a grosso modo, la planta de corriente arriba a corriente abajo, o con los detalles internos del paquete. Sea firme en rechazar tal ayuda, es peligroso pretender que se ha estudiado algo bien y que esto, está disponible en unos cuantos escritos en una hoja de papel.
- Si el calendario no se está cumpliendo, resista la tentación de acelerar el proceso, listando usted mismo las causas y consecuencias. Todo lo que resulta, es que el grupo permanezca sentado escuchando como le dicta usted al Secretario y continuarán así, hasta que se les induzca a participar de nuevo.
- No permita que se desarrolle una reunión separada, con dos miembros del grupo, conversando en voz baja en la esquina de la mesa. Si esto pasa, detenga la discusión general y pídale que compartan con el resto del grupo los beneficios de sus deliberaciones (siempre asuma que están discutiendo algo relevante al estudio, aunque es probable que no lo sea). Esto generalmente traerá una disculpa y los regresará a participar completamente.

Si ellos persisten, requiera que el resto del grupo permanezca en silencio, mientras continua la discusión privada. Si aún esto no produce el resultado requerido, haga un tiempo de descanso. Entonces hable en privado con estas personas y en un tono firme y diplomático insista en que abandonen la reunión. Tales miembros, generalmente no tienen nada que contribuir al estudio y ellos solo irritará y desmotivarán al resto del grupo.

- Asegúrese que todos los miembros del grupo participen, aún aquellos que se sientan inseguros. Logre esto, al hacer preguntas tales como? ¿Estás de acuerdo con esta solución, Juan?? o ¿Qué severidad le asignarías a esta consecuencia, María?? Alternativamente se pudiera requerir; ?Juan, podrías ayudar al secretario a resumir en pocas palabras la acción acordada? Una vez que tales miembros del grupo se den cuenta de que no serán contradichos en sus ideas, participarán con lo mejor de sus habilidades.
- Reconozca y recompense con elogios a los miembros del grupo que sensiblemente y de todo corazón contribuyan a la discusión, pero no permita que opaquen al resto del grupo.
- Si la discusión se desvía del tema principal, reenfoque la atención del grupo, ya sea requiriendo el Secretario, para que lea lo que se ha registrado o pidiendo que se formule una acción. Esto último generalmente concentra la mente y alienta a los miembros del grupo en la parte medular del problema.
- Cuando se llega particularmente a un problema intratable o las consecuencias sean de naturaleza seria, se dedica una gran suma de tiempo a formular remedios potenciales. Soluciones y contra soluciones se proponen y discuten, hay mucha especulación respecto a los costos y otros aspectos relacionados, y generalmente no se llega a ninguna conclusión satisfactoria. Antes de que se desperdicie demasiado tiempo, tales situaciones se deben remediar, asignando una acción a una persona

específica, para que investigue y reporte sobre las alternativas disponibles, junto con las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Cualquier discusión, obtención de datos adicionales, cálculos de confiabilidad, etc., pueden de esta manera ser llevados fuera de la reunión del HAZOP, permitiendo al grupo progresar continuamente con el análisis.

- El Líder debe ser independiente e imparcial, y no se le debe percibir como que favorece constantemente a una sección del grupo que se opone a la otra. Esto es de particular importancia, cuando están participando clientes y contratistas. Si se llega a una situación difícil, donde por ejemplo, haya una disputa acalorada sobre si alguna acción debe ser tomada o no, en alguno de los casos, una de las partes en disputa, requerirá que el Líder haga la decisión final. Si en la estimación del Líder, las razones de los argumentos de una de las partes, son tan fuerte que son indisputables, entonces él debe tomar la decisión. En la otra mano, si la situación está balanceada, entonces la disputa se debe diferir con una acción apropiada.

3.7 EL REPORTE

El reporte del HAZOP, es un documento clave respecto a la seguridad de la planta. El número de horas - hombre, dedicadas al estudio, es generalmente considerable. Es crucial, que el beneficio de este estudio de expertos, sea fácilmente accesible y comprensible para una referencia futura, en caso de que haya necesidad de alterar la planta o sus condiciones de operación.

El reporte incluye los miembros del grupo de trabajo, las fechas de las reuniones, las palabras claves aplicadas y cada detalle de los resultados del estudio del grupo. Sin embargo, es usual incluir una descripción general cuyo contenido generalmente es el siguiente:

- Una descripción de los términos de referencia y enfoque del estudio.

- Una muy breve descripción del proceso estudiado.
- Los procedimientos y protocolos utilizados. Se debe listar las combinaciones aplicadas de las palabras clave, junto con una explicación de éstas, dado al grupo al inicio del estudio. También se deben explicar las Hojas de Acciones producidas y las respuestas dadas a estas acciones.
- Comentarios generales. Si, por ejemplo, al grupo se le asegura que se tendrán universalmente ventilaciones en los puntos altos y drenajes en los puntos bajos, se debe mencionar esta aseveración, así como su fuente. Si ciertos detalles de paquetes de vendedores no estuvieran disponibles, se debe explicar y listar los elementos que no fueron revisados.
- Resultados. Estos son generalmente las acciones recomendadas.

3.8 ARCHIVO DE ACCIONES.

El reporte del HAZOP, es compilado tan pronto como sea posible, después del estudio y una vez completado, éste no cambia. En la otra mano, el Archivo de Acciones, se inicia al final del estudio, y su contenido, continuará cambiando, quizá por varios meses, hasta que la última acción haya sido revisada y aceptada.

Esencialmente, este Archivo de Acciones es una carpeta. Inicialmente, al final del estudio del HAZOP, estará vacía. En la medida que se completan y firman las Hojas de Respuesta a las Acciones, son colocadas en la carpeta.

En la primera reunión de revisión, el Secretario debe preparar una lista de todas las respuestas recibidas y enviará una copia a cada miembro del grupo de revisión. Durante la revisión de las respuestas, estas serán aceptadas y marcadas como terminadas o en un pequeño número de casos, se requerirá efectuar más acciones.

Al final de la primera revisión, si se requieren más acciones, las Hojas de Acciones para éstas serán producidas para su distribución. Posteriormente estas serán completadas, firmadas y regresadas y estas respuestas adicionales entrarán al Archivo de Acciones, como anteriormente.

El procedimiento para la segunda revisión es el mismo que para el primero, excepto que el número de respuestas será menor. Si algunas de las respuestas no fueron aún satisfactorias, se sigue el procedimiento de nuevo.

Se puede ver que el Archivo de Acciones, representa un registro de copias del estado de terminación de las recomendaciones del HAZOP. Cuando todas las respuestas a las Acciones se hayan revisado y aceptado, finalmente se convierte éste en un registro estático conteniendo toda la historia de implementación de los resultados del estudio de HAZOP.

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

4 DIAGRAMAS DE FLUJO Y DE PROCESOS EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO” DE EP PETROECUADOR.

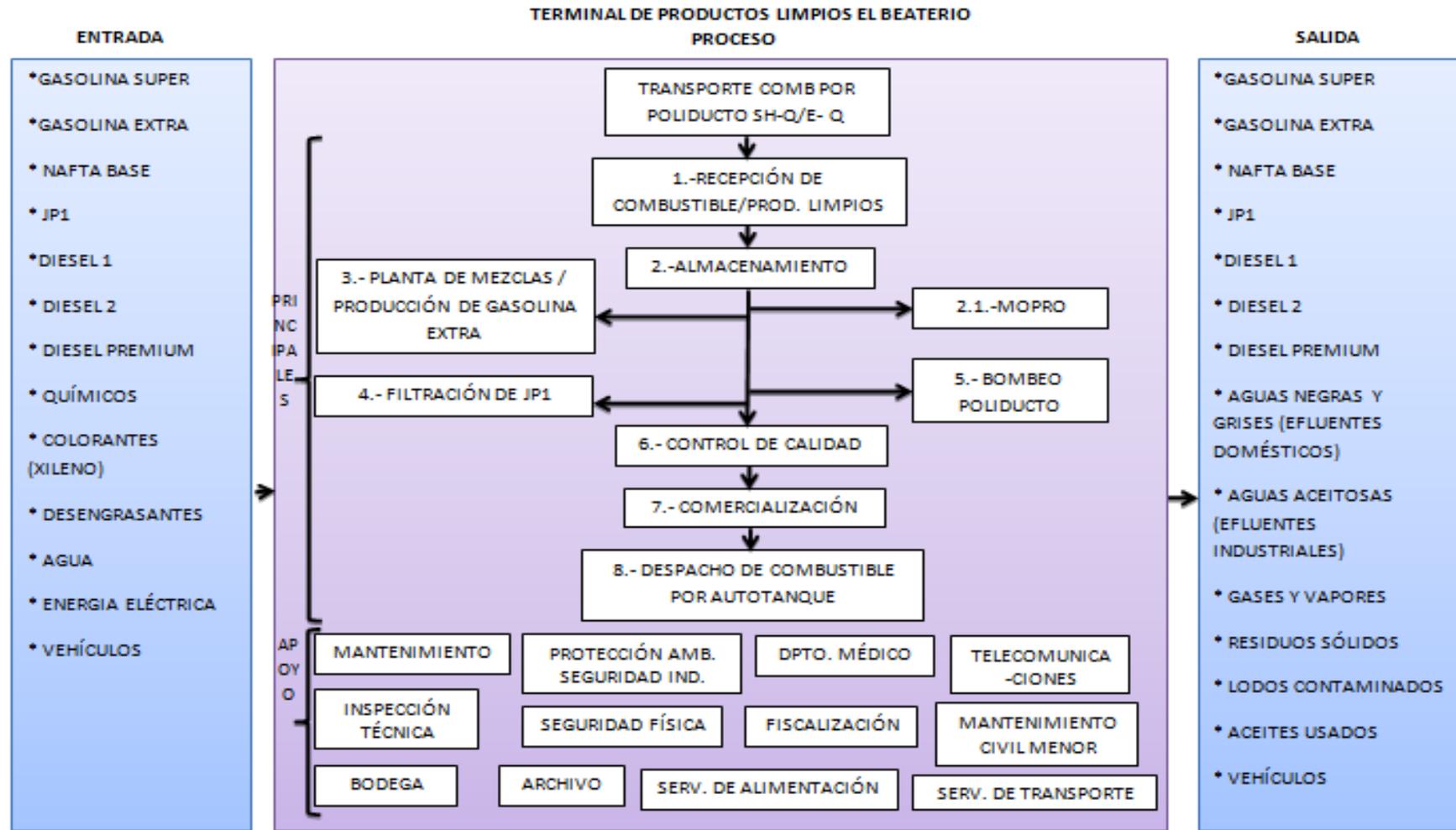
Para un mayor entendimiento de los diagramas de flujo y de proceso se realiza una breve explicación.

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo ayuda a comprender el proceso realizado por la empresa, para ello es muy importante comprender que cada paso en el proceso crea relaciones o dependencias entre unos y otros para lograr la realización del trabajo. Cada paso del proceso depende en uno o varios proveedores de materiales o servicios y en algunos casos de información o recursos, los cuales deben ser confiables, libres de defectos, oportunos y completos. En contraposición, aquellos que son los receptores del o de los productos del proceso deben asentar claramente sus requerimientos y dar a conocer cuando no están recibiendo lo esperado.

Cada proceso es un sistema y debe ser tratado de tal manera con todas las partes con las que conecta. Si se cambia una de las partes del subsistema siempre se verá afectado el cómo actúa el sistema en su totalidad. Los PI&Ds o diagramas de tubería e instrumentación son empleados para identificar el flujo de un líquido a través de un oleoducto, emplean símbolos que representan las diferentes clases de líneas, estos símbolos ayudan al operador en su trabajo a identificar las conexiones entre los equipos de proceso e instrumentación.

Gráfico No. 17: Identificación de Procesos



Fuente: Actividad Económica de la Empresa
 Elaborado por: Unidad de Protección Ambiental y Seguridad Industrial

4.2 SIMBOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DIAGRAMAS, INSTRUMENTOS Y TUBERÍAS

Para la realización de los diagramas de flujo correspondientes a los diferentes procesos del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”, lugar de nuestro estudio, es importante dar a conocer primero las diversas simbologías usadas dentro de los mismos, de esta manera se hará más fácil su comprensión.

4.2.1 BOMBAS COMPRESORES

Los gráficos presentados a continuación representan las diferentes clases de bombas usadas en la industria al igual que su representación dentro de un proceso. Es de mucha importancia conocerlos para el entendimiento de los diagramas de flujo.



Bomba Centrífuga Horizontal



Bomba Centrífuga



Bomba de Desplazamiento Positivo



Bomba Centrífuga en Línea



Bomba Centrífuga de Sumidero



Bomba Vertical



Bomba Reciprocante



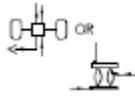
Cavidades Progresivas



Bomba de Espiral o de Rodete de Elice



Bomba Dosificadora (Neumática)



Bomba Doble Diafragma (Neumática)



Compresor Centrífugo



Compresor Reciprocante de una Etapa

4.2.2 IMPULSORES

Los impulsores o motores son aquellos que brindan la energía necesaria a los instrumentos para su funcionamiento. En esta sección se detallara gráficamente los diferentes tipos de impulsores usados dentro de los procesos y su correcta representación dentro de la industria.



Motor Eléctrico



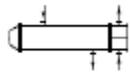
Impulsado por Turbina



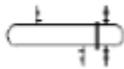
Impulsado por motor de Diesel/Motor de Gas

4.2.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR

Los intercambiadores de calor son aquellos que varían y gradúan la temperatura transformándola en la requerida para el correcto funcionamiento de un instrumento, los diferentes tipos son presentados a continuación junto con su representación gráfica.



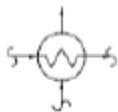
Intercambiador/Enfriador/condensador



Intercambiador/Enfriador/Condensador



Intercambiador/Enfriador/Condensador



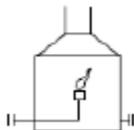
Intercambiador/Enfriador/Condensador



Intercambiador Enfriado por Aire



Intercambiador Enfriado por Aire



Tea de Baja Emisión

4.2.4 RECIPIENTES/SECADORES/SEPARADORES/ACUMULADORES

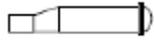
A continuación se muestran las representaciones gráficas de los separadores, secadores y acumuladores a usarse dentro de un proceso industrial.



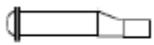
Recipiente Vertical



Recipiente Horizontal



Lanzador



Recibidor

4.2.5 TANQUES

Dentro de la automatización, la correcta representación de los tanques de almacenamiento es muy importante debido a que su gráfica varía de acuerdo al producto que contenga cada uno.



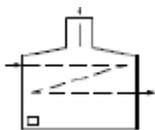
Tanque de Techo Cónico



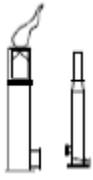
Tanque de Techo Flotante



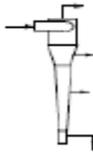
Tanque de Techo Cúpula o Domo



Horno



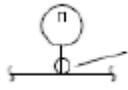
Tea



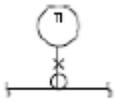
Separador Ciclónico

4.2.6 INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA

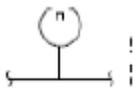
A continuación se muestran algunas representaciones de instrumento de temperatura.



Elemento de Temperatura



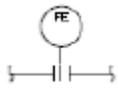
Indicador de Temperatura Conectado por el Tubo Capilar



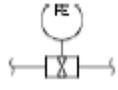
Indicador de Temperatura Montado Directo

4.2.7 INSTRUMENTOS DE FLUJO

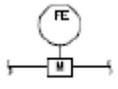
Los instrumentos de flujo varían de acuerdo a su función específica, a continuación presentamos algunos de los más conocidos y su representación gráfica.



Placa de Orificio



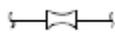
Turbina o Hélice



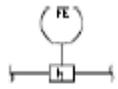
Tipo Magnético



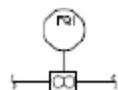
Tobera



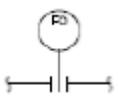
Tubo Venturi



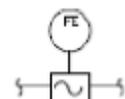
Elemento tipo Inserción



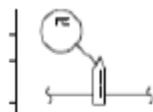
Tipo Desplazamiento Positivo



Orificio de Restricción



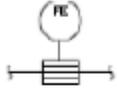
Tipo Ultrasónico



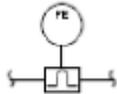
Placa de Orificio con Porta Placa



Rotámetro



Rectificador de Flujo



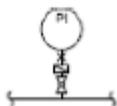
Tipo Coriolis

4.2.8 INSTRUMENTOS DE PRESIÓN

En esta sección hemos colocado dos de los más importantes instrumentos de presión con la finalidad de mostrar la representación gráfica de los mismos.



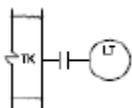
Indicador de Presión Montado Directo



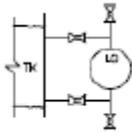
Instrumento de Presión con sello de Diafragma

4.2.9 INSTRUMENTOS DE NIVEL

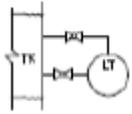
En esta sección se mostrará algunos ejemplos gráficos de los instrumentos de nivel a fin de reconocerlos fácilmente al momento de leer un diagrama de flujo.



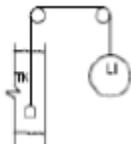
Elemento de Nivel/Transmisor de Nivel



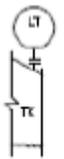
Tubo Indicador conectado externamente



Transmisor de Nivel de Presión Diferencial



Indicador de Nivel



Transmisor de Nivel

4.2.10 ACTUADORES

Dentro del estudio de las válvulas es importante conocer los diferentes tipos de actuadores con que las mismas trabajan ya que esto nos permitirá realizar una correcta selección.



Actuador Manual



Actuador de Diafragma



Actuador Diafragma de Presión Balanceada



Actuador con Volante



Cilindro Neumático de acción simple Retorno de Resorte



Cilindro Neumático de Acción Doble



Actuador Motorizado



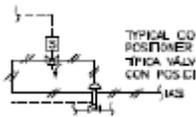
Actuador Electro-Hidráulico



Actuador Simple Solenoide



Actuador Simple Solenoide con Reset Manual



Típica Válvula de Control con Posicionador y Solenoide

4.2.11 SÍMBOLOS DE LÍNEAS DE INSTRUMENTOS

Los diferentes tipos de señales o líneas de conexión deben estar correctamente señalizados y representados para que no exista confusión, por esta razón mostraremos la forma correcta en que estas deben representarse en un diagrama de flujo.



Conexión al Proceso



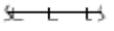
Tubería Capilar



Señal Neumática



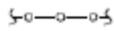
Señal Eléctrica



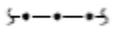
Señal Hidráulica



Señal Electromagnética o Comunicación vía Aérea



Señal de Software



Conexión Mecánica

4.2.12 SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA VÁLVULAS

Las válvulas como hemos mencionado anteriormente son unos de los principales y más comunes instrumentos a representarse dentro de un diagrama de flujo es por esta razón que se debe conocer la correcta manera de graficar los diferentes tipos existentes.



Válvula de Compuerta (GA)



Válvula de Bola (BA)



Válvula Eléctrica (PL)



Válvula de Aguja (NE)



Válvula de Globo (GL)



Válvula Check (CH)



Válvula de Mariposa (BU)



Válvula de Control con Actuador de Diafragma



Válvula de Control con Actuador de Pistón



Regulador de Presión



Válvula de Solenoide



Válvula de Seguridad de Presión



Medidor de Orificio



Medidor de Turbina o Medidor de desplazamiento positivo



Medidor de Flujo tipo Vortex



Sello



Boton reset

A.O Aire para abrir

A.C Aire para cerrar

C.S.O Sello Abierto

N.C Normalmente Cerrado

N.O Normalmente Abierto



Disco de Ruptura

4.3 PROCESOS DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS BEATERIO

A continuación se realiza una descripción de los diferentes procesos del Terminal.

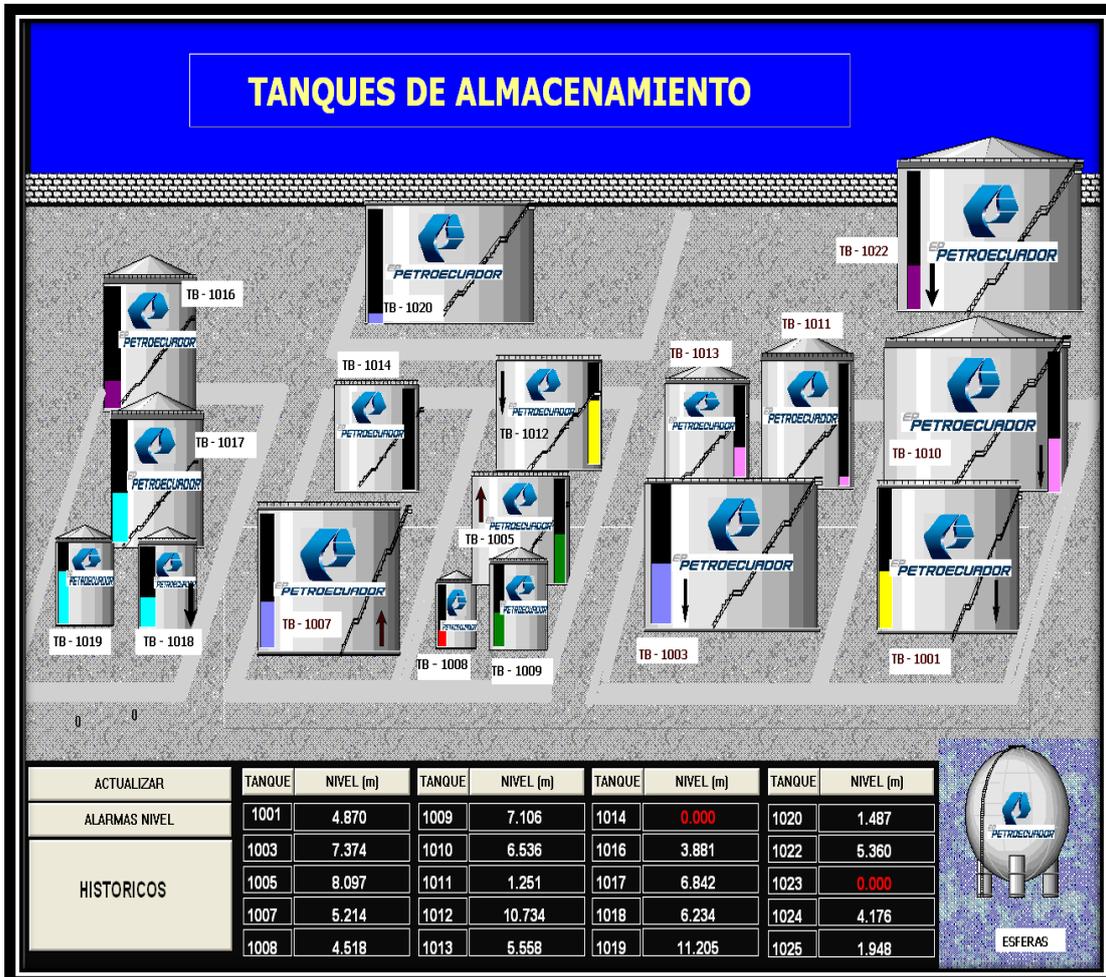
4.3.1 ALMACENAMIENTO

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”, después de recibir el combustible de Shushufindi y la refinería de Esmeraldas a través de poliducto, pasa por la estación reductora para reducir la presión de entrada.

Posteriormente el producto pasa por un elemento filtrante, luego por un sistema de medición y este es enviado a un manifold de distribución, el mismo que

distribuye el producto a los diferentes tanques de almacenamiento según el producto.

Gráfico No. 18: Tanques de Almacenamiento



Fuente: EP-PETROECUADOR
 Elaborado por: Elaine Villegas

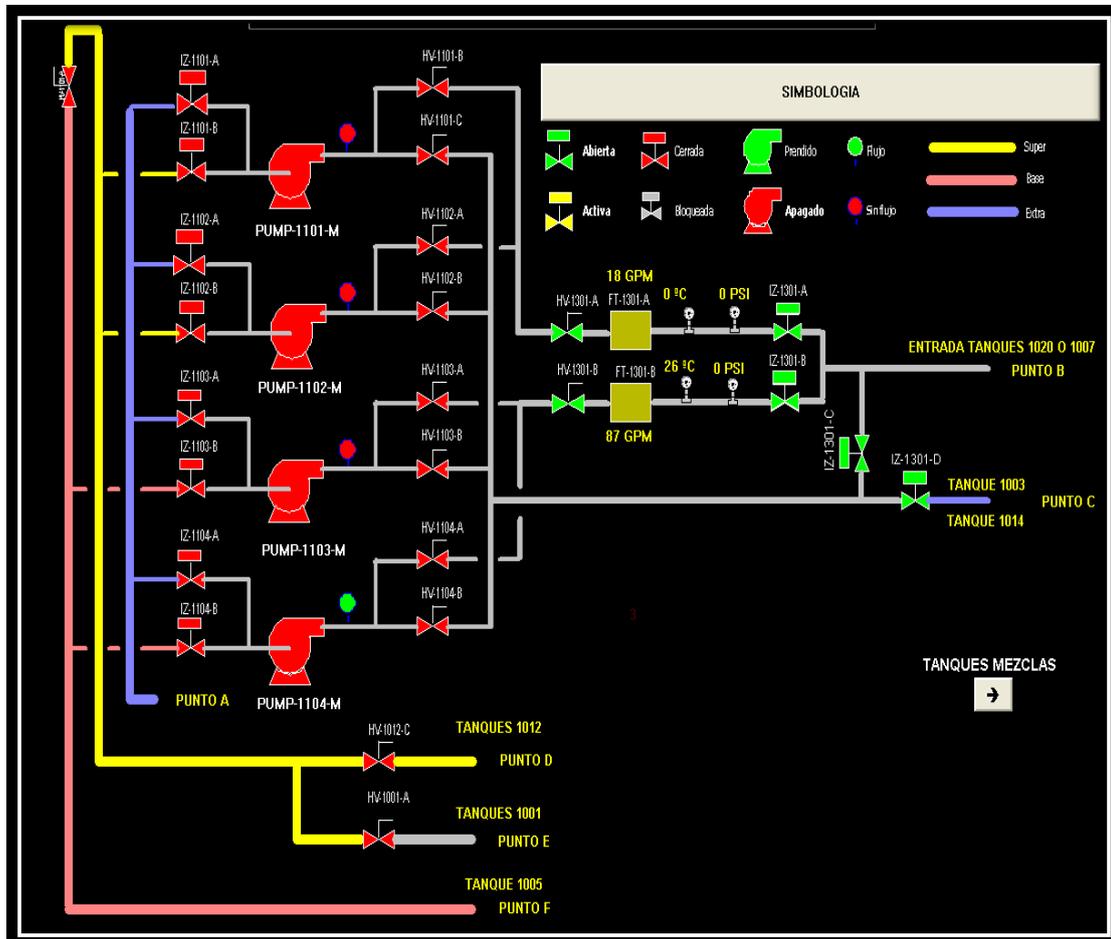
4.3.2 PATIO DE BOMBAS

El Terminal de Productos Limpios “El Beaterio” cuenta entre sus instalaciones con un área de bombas que ayudan al almacenamiento, distribución y transporte de los productos que llegan hasta este lugar.

La principal función de esta área es succionar el producto desde los tanques de almacenamiento hasta su despacho en las islas de carga con la ayuda de bombas

centrífugas de diferentes capacidades que se encuentran instaladas en una plataforma más conocida como patio de bombas.

Gráfico No. 19: Bombas



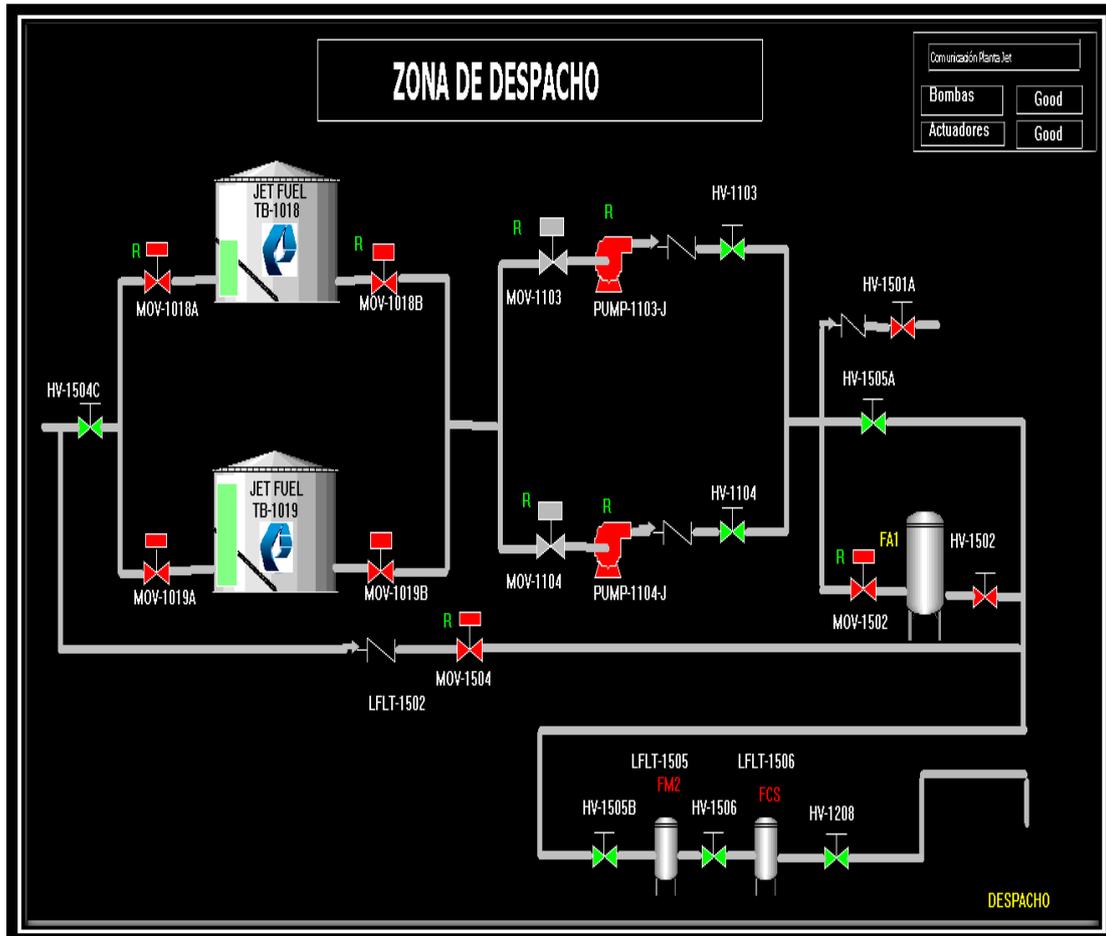
Fuente: EP Petroecuador
Elaborado por: Elaine Villegas

4.3.3 DESPACHO

Una vez que el producto ha sido recibido, almacenado y se ha verificado que cumpla con las normas de calidad vigentes este puede ser comercializado y despachado para su distribución al público por medio de las empresas de comercialización.

Las actividades principales contemplan la succión de producto mediante bombas centrifugas de diferentes capacidades instaladas en una plataforma o patio de bombas y el envío del mismo hacia los brazos de carga instalados en plataformas o islas de carga.

Gráfico No. 20: Zona de Despacho



Fuente: EP Petroecuador
 Elaborado por: Elaine Villegas

4.4 DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS “EL BEATERIO”

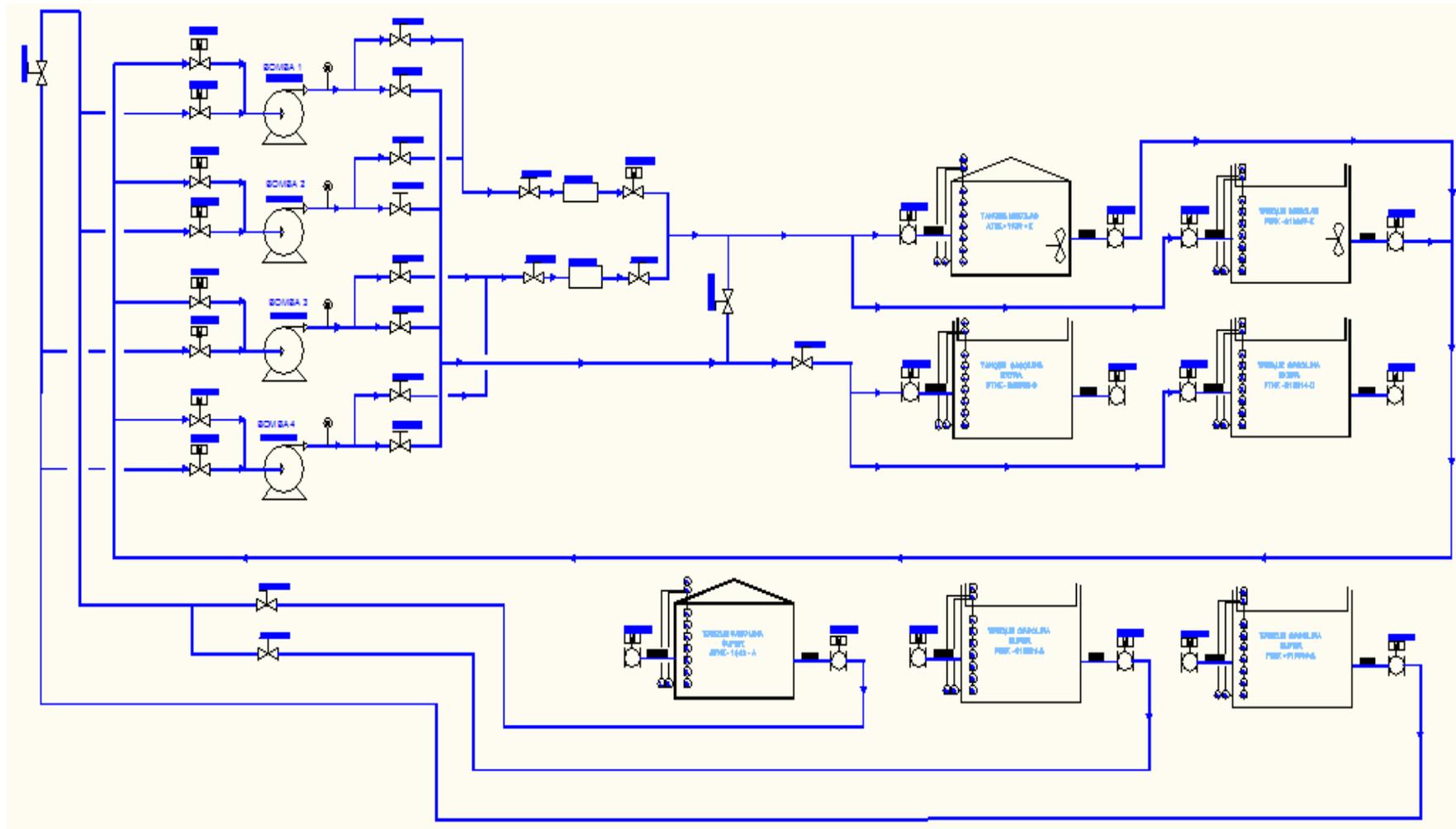
Los gráficos presentados a continuación son los diagramas de flujo y PI&DS correspondientes a los procesos realizados en el Terminal de Productos Limpios

El Beaterio, los mismos que muestran el flujo del producto para tener un mejor entendimiento de los mismos.

Los diagramas que se muestran a continuación son:

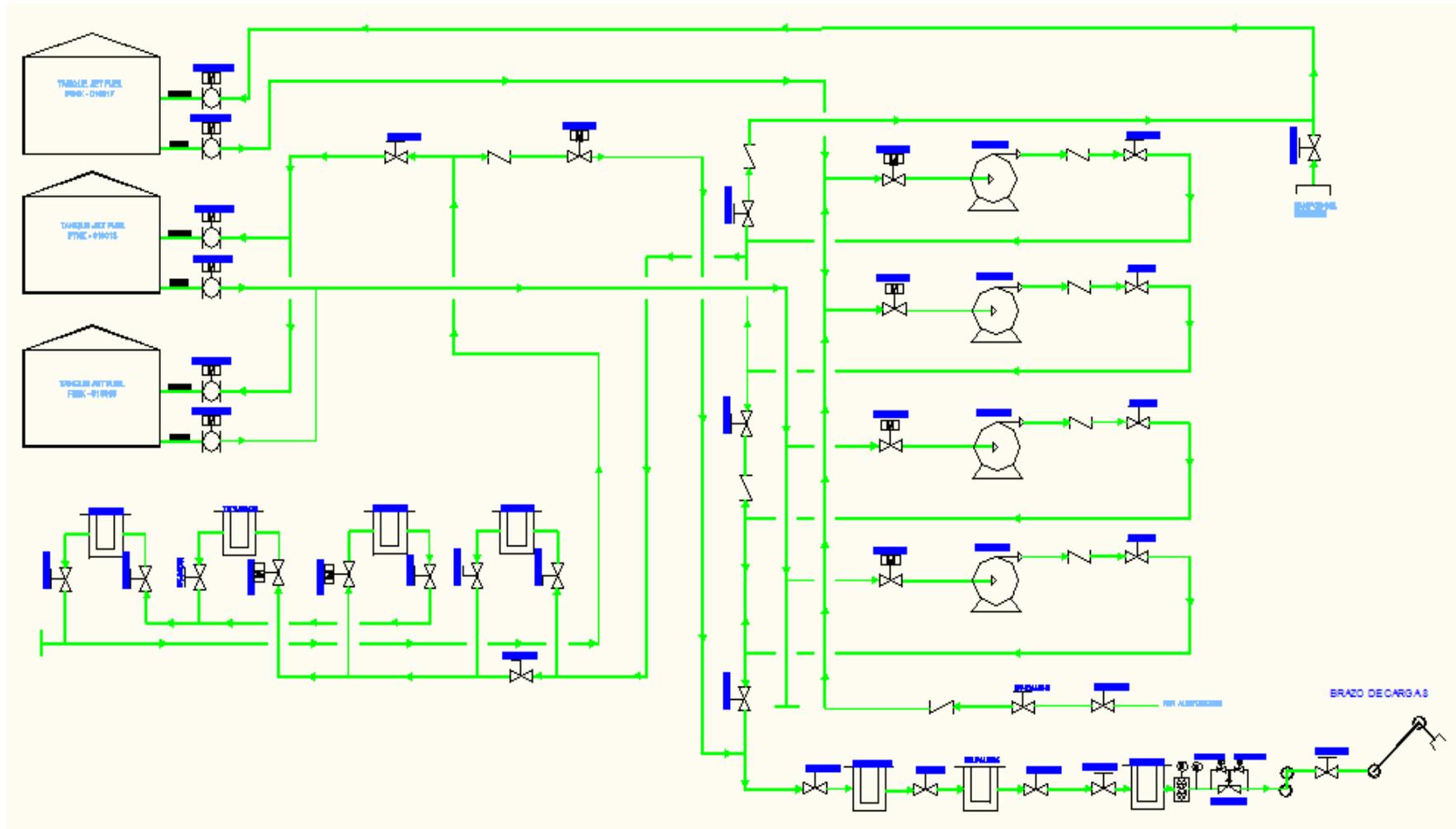
- Mezclas
- Jet Fuel
- Gasolina Súper y Base
- Diesel Premium y Diesel 1
- Gasolina Extra

Gráfico No. 21: Mezclas



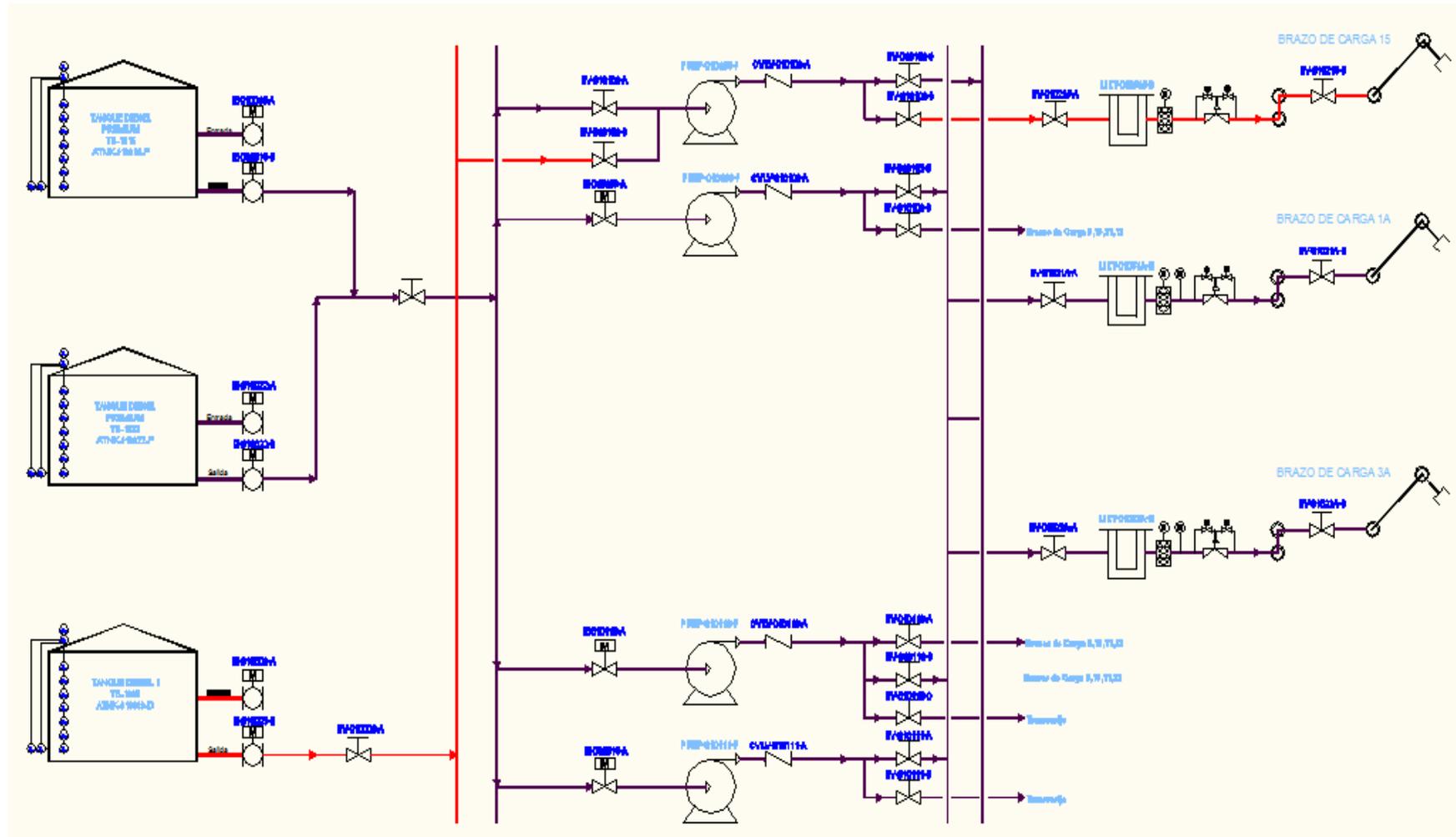
Fuente: EP Petroecuador
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 22: Jet Fuel



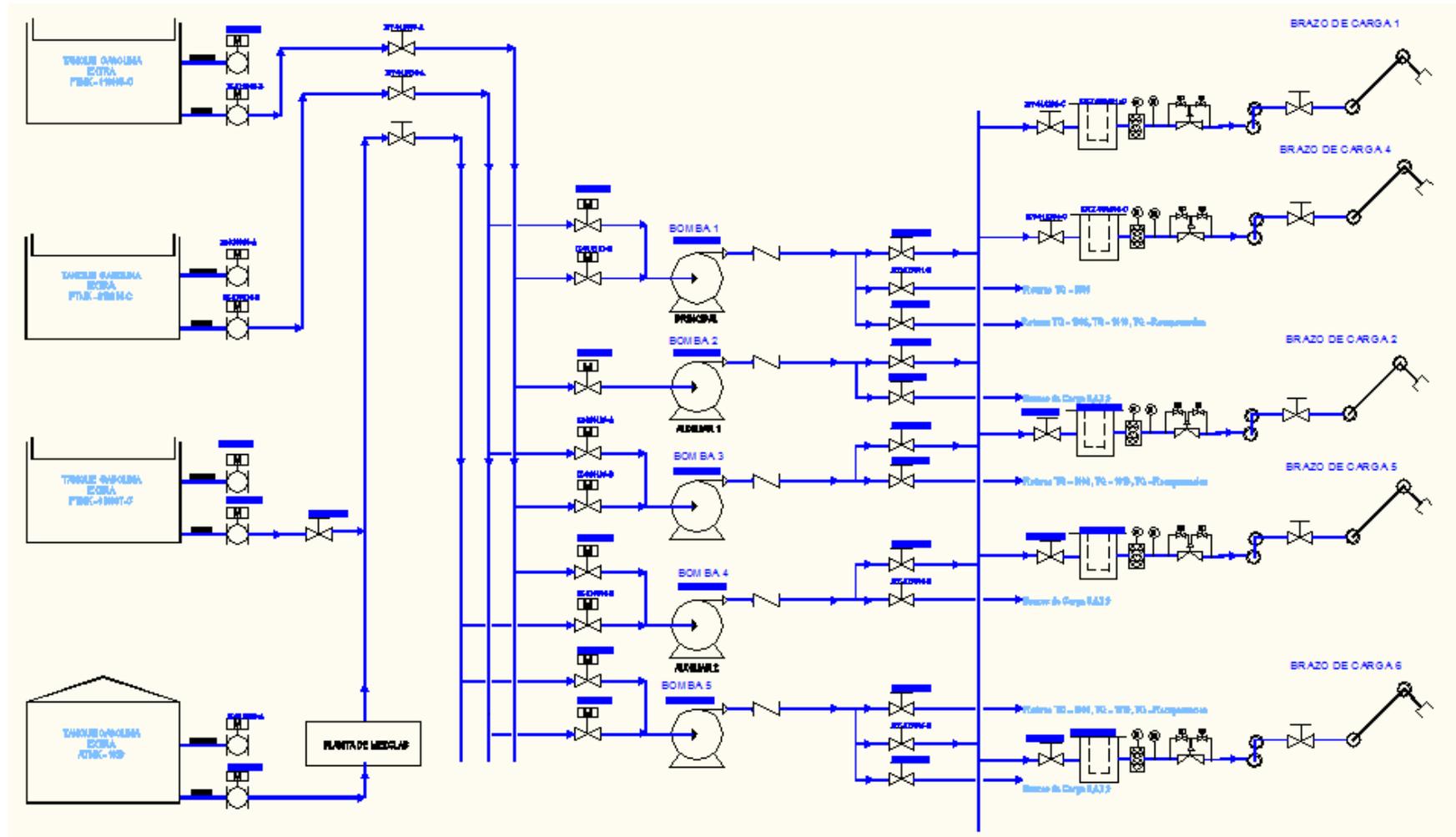
Fuente: EP Petroecuador
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 23: Diesel Premium y Diesel 1



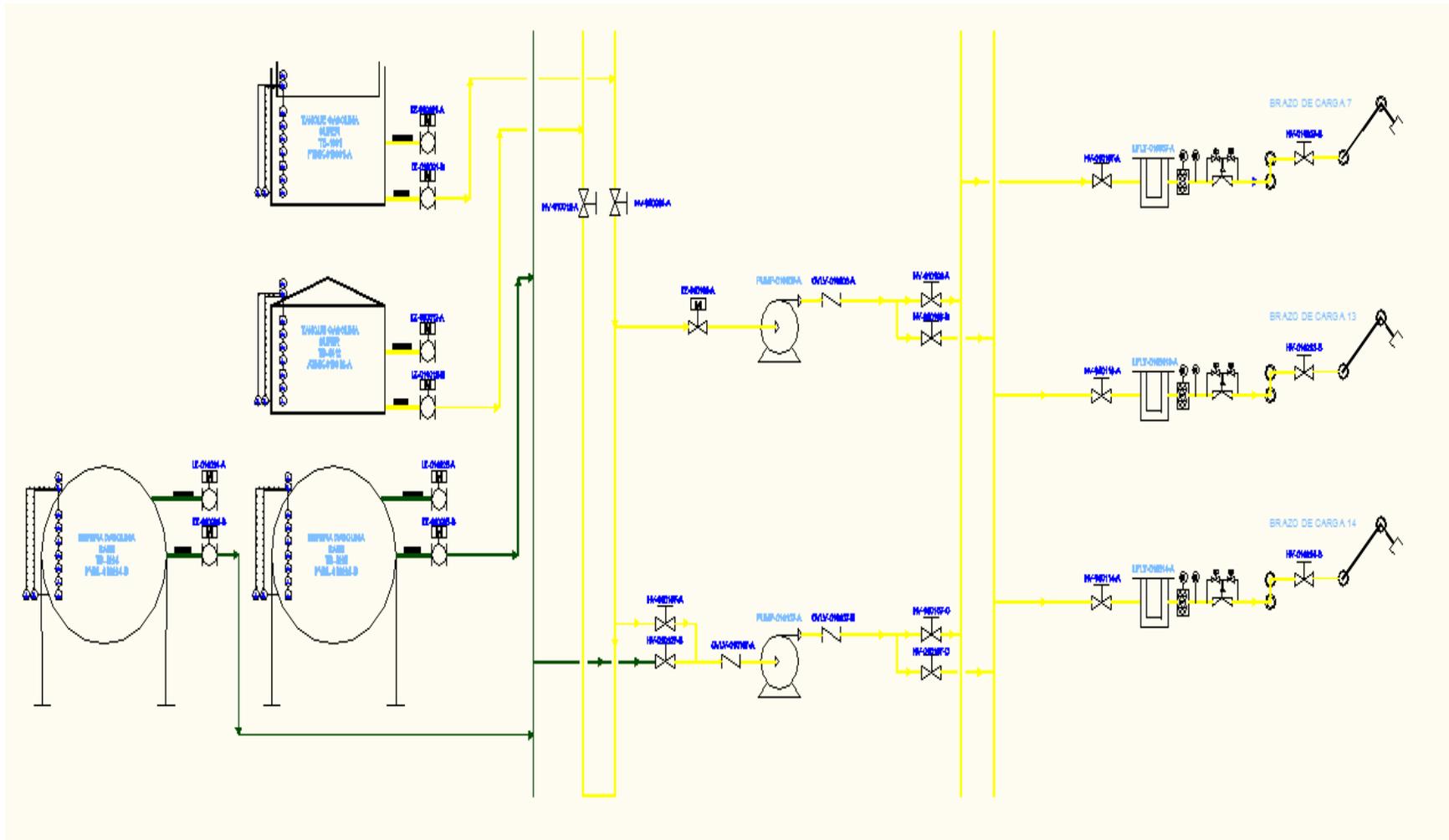
Fuente: EP Petroecuador
 Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 24: Gasolina Extra



Fuente: EP Petroecuador
 Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 25: Gasolina Súper y Base



Fuente: EP Petroecuador
Elaborado por: Elaine Villegas

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

5 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS HAZOP EN LAS ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, PATIO DE BOMBAS Y DESPACHO

La simulación y análisis mediante la metodología HAZOP en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho permitirá determinar las posibles fallas de operabilidad y como estas pueden afectar al proceso.

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se da una descripción general de los requerimientos y objetivos de la Administración de Seguridad de los Procesos (ASP) al conducir un Análisis de Riesgo del Proceso (ARP).

En un estudio de ARP se deben incluir los objetivos específicos que la administración desea lograr en el estudio.

Toda actividad humana lleva en sí un riesgo. En la vida cotidiana o en un día ordinario, las posibilidades de que algo falle en las actividades humanas están presentes.

Desde que alguien despierta y trata de levantarse de su cama, corre el riesgo de caer o pisar algún objeto que se encuentre en el suelo y lastimarse.

El riesgo significa que no es totalmente seguro que suceda, es decir que la persona que se levanta de la cama puede no pisar nada y levantarse exitosamente de la cama. Es decisión de la persona si se arriesga a levantarse o no. Esto se llama aceptar el nivel de riesgo.

En la vida cotidiana se aceptan o rechazan riesgos en todo momento, a veces inconscientemente, es decir que se analiza si se va a aceptar o rechazar el nivel de riesgo que la actividad implica, como cuando se decide esperar la luz roja de un semáforo para cruzar una avenida porque se sabe que si cruza cuando esta prendida la luz verde, es muy probable que un automóvil arrolle al transeúnte.

Muchas veces se realizan estos análisis de riesgos porque la vida depende del resultado.

El riesgo que se acepta o rechaza en la industria es más significativo que el que se analiza en la vida cotidiana. Si se estudia el nivel de riesgo para una actividad tan simple, como levantarse de la cama, en la que la consecuencia podría ser un piquete en el pie sin mayor gravedad, ¿cuánto más importante es analizar el riesgo en una instalación donde una falla podría causar cuantiosos daños al ambiente, a las instalaciones y más importante la pérdida de muchas vidas de trabajadores y personas habitando las áreas circunvecinas.

Los análisis de riesgos ayudan a clasificar de una manera sistemática y completa todos los aspectos que implican un riesgo para la población, las instalaciones de una planta, los trabajadores y el medio ambiente.

El analizar los riesgos permite estimar de antemano la probabilidad de una eventualidad así como la gravedad de sus consecuencias y mediante el estudio de las posibles causas se pueden prevenir o minimizar las consecuencias.

En este trabajo se realiza un análisis de riesgos a las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del Terminal Beaterio

5.2 ENFOQUE DEL ANÁLISIS

Se determinó la necesidad de un Análisis de Riesgo del Proceso de Almacenamiento, Patio de Bombas y Despacho teniendo en cuenta que son las áreas más riesgosas debido a que trabajan constantemente con combustible.

El estudio hazop que se lleva a cabo asumió que los procesos de las áreas antes mencionadas son esenciales y el diagnóstico preliminar determinó que la opción de eliminar las sustancias con las que trabaja está fuera del enfoque del estudio debido a que son irremplazables ya que es su materia prima.

5.3 REGISTRO DE LOS DATOS DEL PROYECTO

En las reuniones de expertos HAZOP se determina desde desviaciones del intento de diseño hasta las salvaguardas que se deben implementar. Es importante mencionar que a partir de este punto el programa SCRI HAZOP 1.3 es de gran ayuda para la organización de los datos. La reunión comienza por registrar todos los datos del proyecto y del sistema analizar.

En primer lugar se parte de la información general de la empresa, para llevar a cabo el análisis de riesgos mediante el método hazop en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del terminal de productos limpios Beaterio de EP Petroecuador.

- Nombre de la Empresa: EP-PETROECUADOR
- Nombre de la Instalación: Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”
- Ubicación de las instalaciones: Km 13+500 de la carretera Panamericana Sur- Barrio Guamaní, sector el Beaterio
- El Proceso que lleva a cabo la empresa en dichas instalaciones: Recepción, Almacenamiento, Despacho y la comercialización de Productos Limpios.
- La descripción del proceso que la empresa lleva a cabo en las instalaciones: Recibe productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas-Santo Domingo-Quito a 900 PSI y reduce la presión hasta 80 PSI y

también se recibe a través del Poliducto Shushufindi-Quito para ser Almacenados y posteriormente Despachados y Comercializados a la zona norte del País.

Gráfico No. 26: Datos Generales del Proyecto de la Empresa

Datos Generales del Proyecto

Empresa

Nombre: EP PETROECUADOR

Instalaciones: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio"

Ubicación: Km 13+500 de la carretera Panamericana Sur- Barrio Guamaní, s

Proceso: Recepción, Almacenamiento, despacho; y la comercialización de

Descripción del proceso: Se reciben los productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas- Sto. Domingo-Quito a 900 PSI y se reduce la

Fecha de creación del proyecto: **Wednesday, January 18 2012**

Datos del proyecto | Equipo de trabajo

Clave: TPLB Referencia: 5

Descripción: Análisis de riesgos y operabilidad al Terminal de Productos Limpi

Sustancias: Gasolina Super, Gasolina Extra, Mezclas, Nafta Base, Diesel 2,C

Propósito: Realizar un Análisis de Riesgos al Terminal Beaterio

Objetivos: Determinar el nivel de operabilidad y el nivel de riesgo en un Terminal de Productos Limpios

Documentos: Hoja de seguridad (MSDS), Especificaciones para los equipos del sistema, Planos generales de las instalaciones, Planos contra incendios, Planos de ubicación de

Alcance: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio" con opción a aplicarse en los terminales en general.

Actualizar Cerrar

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

En segundo lugar los datos del proyecto llevado a cabo:

Gráfico No. 27: Datos Generales del Proyecto de la Instalación

Datos Generales del Proyecto

Empresa

Nombre: EP PETROECUADOR

Instalaciones: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio"

Ubicación: Km 13+500 de la carretera Panamericana Sur- Barrio Guamaní, s

Proceso: Recepción, Almacenamiento, despacho; y la comercialización de

Descripción del proceso: Se reciben los productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas- Sto. Domingo-Quito a 900 PSI y se reduce la

Fecha de creación del proyecto: **Wednesday, January 18 2012**

Datos del proyecto | Equipo de trabajo

Clave: TPLB Referencia: 5

Descripción: Análisis de riesgos y operabilidad al Terminal de Productos Limpios

Sustancias: Gasolina Super, Gasolina Extra, Mezclas, Nafta Base, Diesel 2,D

Propósito: Realizar un Análisis de Riesgos al Terminal Beaterio

Objetivos: Determinar el nivel de operabilidad y el nivel de riesgo en un Terminal de Productos Limpios

Documentos: Hoja de seguridad (MSDS), Especificaciones para los equipos del sistema, Planos generales de las instalaciones, Planos contra incendios, Planos de ubicación de

Alcance: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio" con opción a aplicarse en los terminales en general.

Actualizar Cerrar

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

- La Clave del proyecto: Se refiere a una clave cualquiera que puedan recordar TPLB (Terminal de Productos Limpios Beaterio).

- La Referencia del proyecto: Es la misma que la clave TPLB
- Las Sustancias que se manejan dentro del proceso: Gasolina Súper, Gasolina Extra, Mezclas, Nafta Base, Diesel 2, Diesel Premium, Diesel 1, Jet Fuel.
- El propósito del proyecto: Aplicar el método HAZOP para el análisis de riesgos del Terminal Beaterio.
- El objetivo del proyecto: Realizar un análisis de riesgos al Terminal Beaterio utilizando la metodología HAZOP, para determinar el nivel de operabilidad.
- Los Documento a utilizar para el análisis: Hoja de seguridad (MSDS), Especificaciones para los equipos del sistema, Planos generales de las instalaciones, Planos contra incendios, Planos de ubicación de equipos, Políticas de seguridad de la empresa.
- El Alcance del proyecto: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio" con opción a aplicarse en los terminales en general.

Finalmente se registran los datos del equipo de trabajo:

- Los nombres de los integrantes del equipo HAZOP

NOMBRE	DEPARTAMENTO
Cristian Chuquín	Mantenimiento
Joffre López	Diseño
Elaine Villegas	Seguridad
Raúl Baldeón	Procesos
Dario Grijalva	Operaciones
Xxxxx	xxxx

- La clave se genera automáticamente después de haber escrito el nombre y el apellido del integrante del equipo.

- Se ingresa el puesto de cada uno de los integrantes

- El departamento al que pertenece cada uno de los integrantes.

- Número de teléfono de cada integrante.

- Correo electrónico de cada integrante del equipo hazop

Por último se actualizan los datos, se aceptan los registros y se cierra la ventana general del proyecto.

Gráfico No. 28: Datos Generales del Proyecto- Equipo de Trabajo

Datos Generales del Proyecto

Empresa

Nombre: EP PETROECUADOR

Instalaciones: Terminal de Productos Limpios "El Beaterio"

Ubicación: Km 13+500 de la carretera Panamericana Sur- Barrio Guamaní, s

Proceso: Recepción, Almacenamiento, despacho; y la comercialización de

Descripción del proceso: Se reciben los productos limpios a través del Poliducto Esmeraldas- Sto. Domingo-Quito a 900 PSI y se reduce la

Fecha de creación del proyecto: **Wednesday, January 18 2012**

Datos del proyecto: Equipo de trabajo

Equipo de trabajo:

- Chuquín, Cristian
- Lopez, Jeffre
- Villegas, Elaine
- Baldeón, Raúl

Clave: BAR Nombre(s): Raúl

Apellido(s): Baldeón

Puesto: Intendente Departamento: Procesos

Teléfono(s): 097766103 Correo Electrónico: rbaldeon@ute.edu.ec

Nuevo Miembro Actualizar Datos

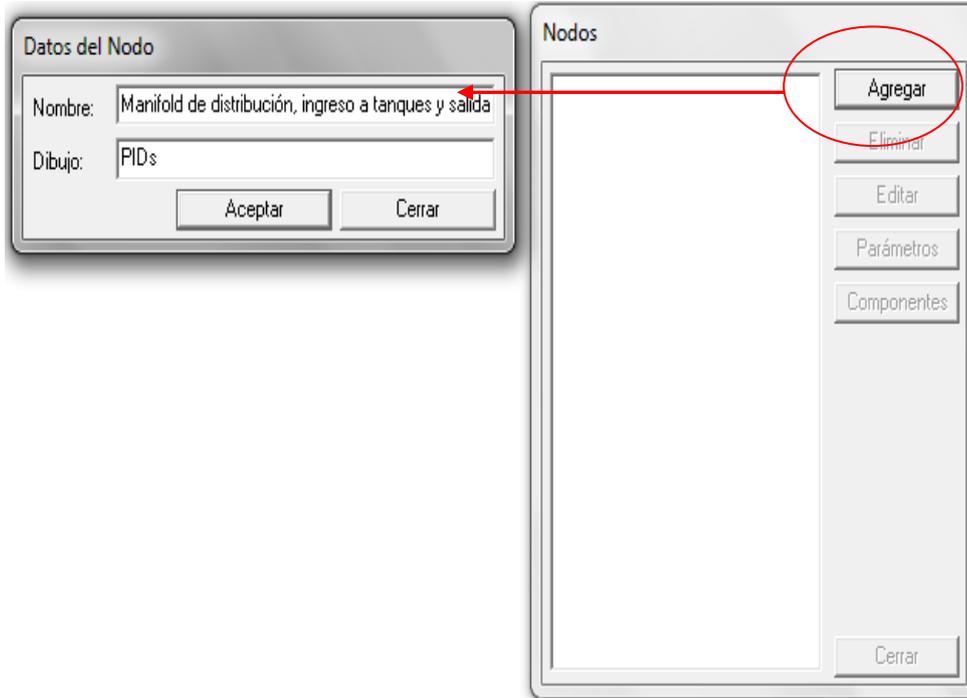
Actualizar Cerrar

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

5.4 CREACIÓN DE NODOS

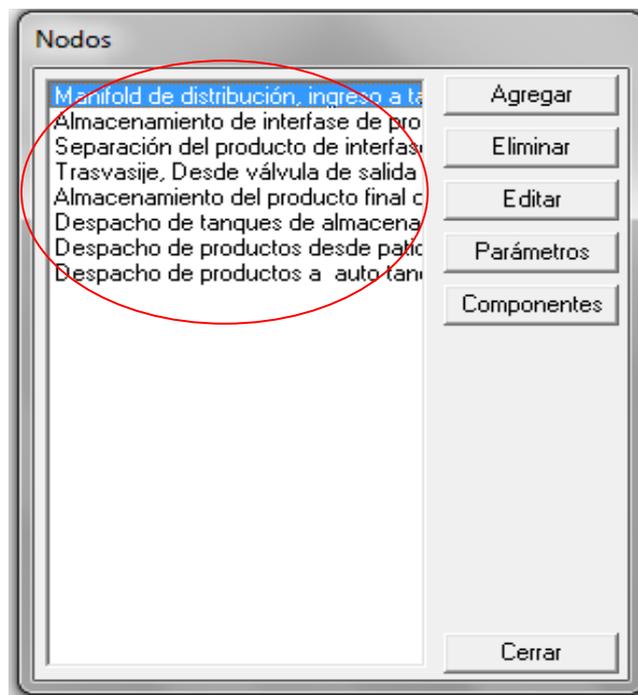
Para la creación de nodos en el SCRI HAZOP 1.3 se selecciona en la barra de tareas la opción proyecto, seguidamente la opción nodos para agregarlos con su respectivo nombre y dibujo de referencia.

Gráfico No. 29: Creación de Nodos



Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 30: Nodos Creados



Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Cada uno de los nodos se va agregando de acuerdo a las áreas y sectores más riesgosos, en el Terminal Beaterio se crearon 8 nodos para su respectivo análisis que se lleva a cabo de acuerdo a las instalaciones y componentes pertinentes a cada una de las áreas.

Los nodos creados para el análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP en el Terminal de Productos Limpios El Beaterio de EP-PETROECUADOR son los siguientes:

Tabla No. 12: Nodos

	NODO	DESCRIPCION
1	Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.	Manifold de distribución, válvula de ingreso tanque, válvula de salida de producto del tanque,
2	Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque Slop	Válvulas, Tanque Slop, Tanques de almacenamiento
3	Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque Slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.	Tanque Slop, válvulas, tanques de producto, tuberías de producto.
4	Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.	Válvulas, tanque mezclas, tanque de productos, tubería.

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Continuación de la tabla No.11: Nodos

	NODO	DESCRIPCION
5	Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.	Tanques de mezclas, válvulas, tanques de almacenamiento de productos, bombas, tubería.
6	Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas	Válvulas, tubería, bombas, tanques de almacenamiento de productos.
7	Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga	Válvulas, tubería, aculoads
8	Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.	Tanques de producto, Válvulas, bombas, válvulas de descarga, válvulas de ingreso y salida de tanques.

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

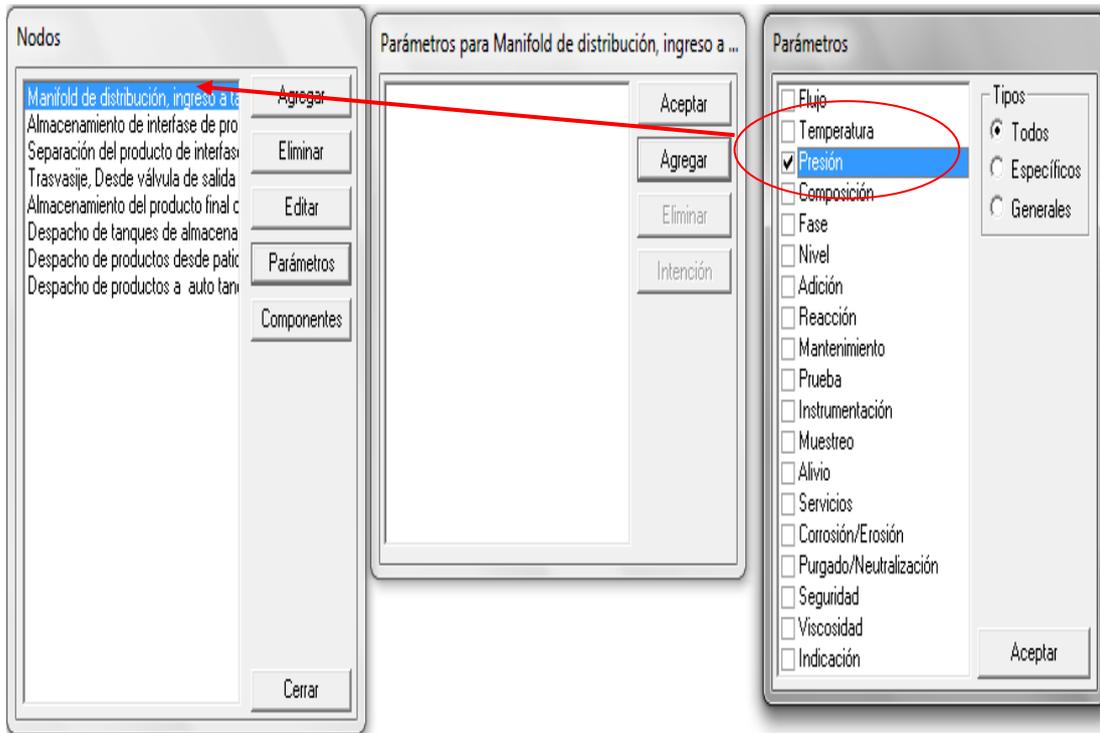
Elaborado por: Elaine Villegas

5.5 PARÁMETROS

Una vez definidos los nodos para las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho, se procede a signar los parámetros a evaluar para cada uno. Es necesario definir por lo menos un parámetro para cada nodo.

La forma de agregar dichos parámetros se muestra a continuación, señalando el respectivo nodo, y colocando en el botón de parámetros que automáticamente despliega todos los que existen en la base de datos del programa o en su defecto se puede elegir específicos o generales.

Gráfico No. 31: Parámetro para el primer nodo



Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

Los parámetros elegidos para cada nodo después de un análisis detallado se mencionan a continuación:

Tabla No. 13: Parámetros para cada nodo

	NODO	PARÁMETROS
1	Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.	Presión, Mantenimiento
2	Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque Slop	Composición, Muestreo, Mantenimiento

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

Continuación Tabla No. 12: Parámetros para cada nodo

	NODO	PARÁMETROS
3	Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque Slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.	Composición, Muestreo, Mantenimiento
4	Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.	Nivel, Adición, Mantenimiento
5	Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.	Presión, Mantenimiento, Prueba, Alivio
6	Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas	Flujo, Presión, Mantenimiento
7	Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga	Flujo, Presión, Mantenimiento
8	Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.	Flujo, Presión, Seguridad

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

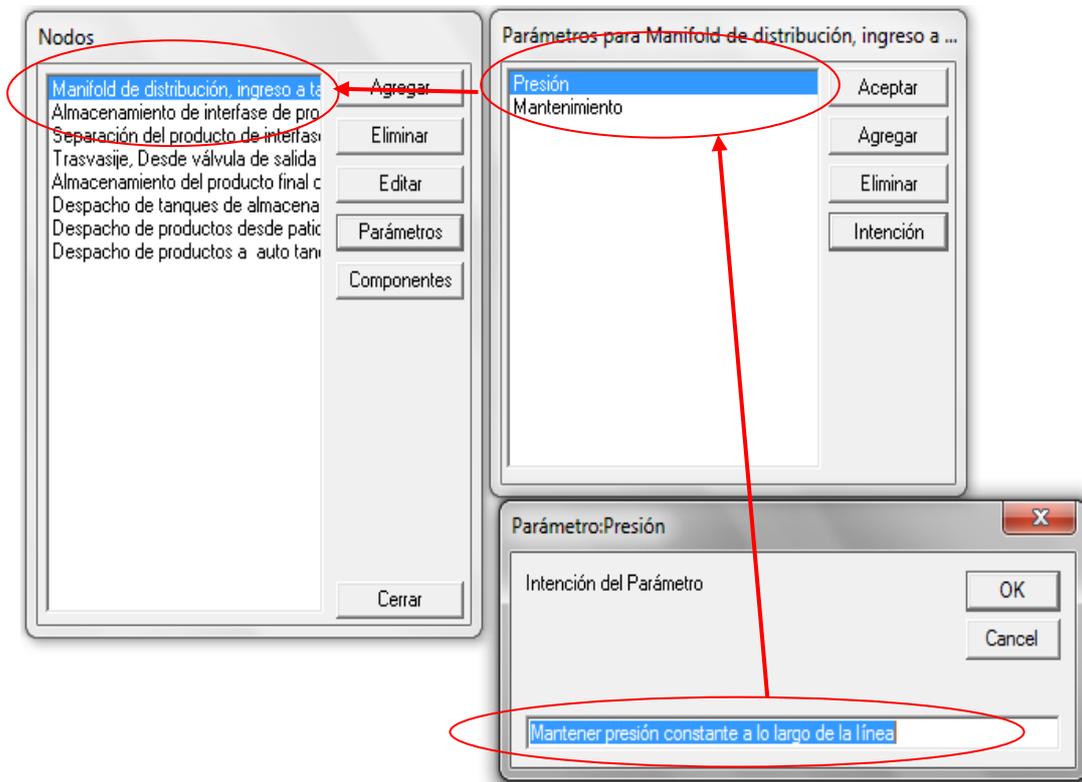
Elaborado por: Elaine Villegas

Se eligieron estos parámetros debido a que cumplen con los requisitos de las instalaciones y las áreas donde se llevan a cabo el análisis de riesgos mediante la metodología HAZOP.

5.6 INTENCIÓN DEL PARÁMETRO

Para agregar la intención de los parámetros que no es más que el modo normal de operación con ausencia de desviaciones, se marca el nodo seguido del parámetro para ese nodo y finalmente se escribe la intención del mismo.

Gráfico No. 32: Intención del parámetro



Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Las intenciones de los parámetros para los diferentes nodos que se han ubicado en este proyecto son:

Nodo 1. Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.

- **Parámetro.** Presión
 - **Intención.** Mantener presión constante a lo largo de la línea

- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener en buen estado los equipos

Nodo 2. Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque Slop

- **Parámetro.** Composición
 - **Intención.** Verificar calidad del producto (gasolina o interfase)
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado
- **Parámetro.** Muestreo
 - **Intención.** Verificar octanaje desde el ingreso del producto hasta almacenamiento en tanque Slop.

Nodo 3. Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque Slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.

- **Parámetro.** Composición
 - **Intención.** Separar interfase de combustible para despacho
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado
- **Parámetro.** Muestreo
 - **Intención.** Comprobar calidad y cantidad de producto

Nodo 4. Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.

- **Parámetro.** Nivel
 - **Intención.** Existencia de niveles y cantidades en igual proporción en tanques de almacenamiento y tanques de jet
- **Parámetro.** Adición

- **Intención.** Colocar cantidades necesarias de base, gasolina o componentes para las mezclas en los tanques
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado

Nodo 5. Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.

- **Parámetro.** Presión
 - **Intención.** Mantener presión constante a lo largo de la línea.
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado
- **Parámetro.** Prueba
 - **Intención.** Mantener los estándares de calidad de los productos salientes de la planta de mezclas
- **Parámetro.** Alivio
 - **Intención.** Reducir la presión excesiva

Nodo 6. Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas

- **Parámetro.** Flujo
 - **Intención.** Mantener flujo constante de despacho
- **Parámetro.** Presión
 - **Intención.** Mantener presión constante a lo largo de la línea
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado

Nodo 7. Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga

- **Parámetro.** Flujo
 - **Intención.** Mantener flujo constante de despacho

- **Parámetro.** Presión
 - **Intención.** Mantener presión constante a lo largo de la línea
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Intención.** Mantener los equipos en buen estado.

Nodo 8. Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.

- **Parámetro.** Flujo
 - **Intención.** Mantener flujo constante de despacho
- **Parámetro.** Presión
 - **Intención.** Mantener presión constante a lo largo de la línea
- **Parámetro.** Seguridad
 - **Intención.** Mantener zonas seguras tanto para las personas como para instalaciones

5.7 COMBINACIONES

Para crear las combinaciones de las palabras guía con los parámetros de cada nodo, se necesita arrastrar la palabra guía hasta el parámetro al que se le realiza la combinación para efectuar en ese nodo el análisis con dicha combinación.

Para ayuda del usuario las vistas de cada una se desplazan tanto para evitar confusiones como para ayudar a su mejor comprensión, tanto para los del equipo HAZOP como para las personas que van a hacer uso del estudio.

Las combinaciones realizadas para este análisis se describen a continuación:

Nodo 1. Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.

- **Parámetro.** Presión

- **Combinación.** mas, menos
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no

Nodo 2. Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque Slop

- **Parámetro.** Composición
 - **Combinación.** parte de
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no
- **Parámetro.** Muestreo
 - **Combinación.** no

Nodo 3. Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque Slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.

- **Parámetro.** Composición
 - **Combinación.** Parte de
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no
- **Parámetro.** Muestreo
 - **Combinación.** no

Nodo 4. Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.

- **Parámetro.** Nivel
 - **Combinación.** más
- **Parámetro.** Adición
 - **Combinación.** no
- **Parámetro.** Mantenimiento

- **Combinación.** no

Nodo 5. Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.

- **Parámetro.** Presión
 - **Combinación.** Más, meno
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no
- **Parámetro.** Prueba
 - **Combinación.** no
- **Parámetro** Alivio
 - **Combinación.** no

Nodo 6. Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas

- **Parámetro.** Flujo
 - **Combinación.** menos
- **Parámetro.** Presión
 - **Combinación.** Más, menos
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no

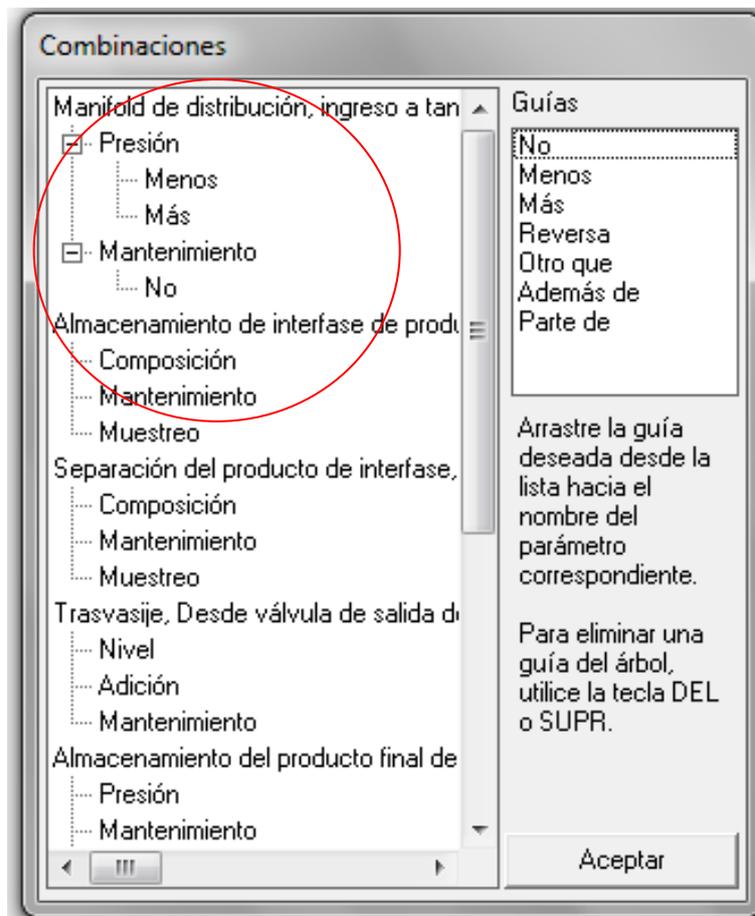
Nodo 7. Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga

- **Parámetro.** Flujo
 - **Combinación.** menos
- **Parámetro.** Presión
 - **Combinación.** Más, menos
- **Parámetro.** Mantenimiento
 - **Combinación.** no

Nodo 8. Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.

- **Parámetro.** Flujo
 - **Combinación.** menos
- **Parámetro.** Presión
 - **Combinación.** Más, menos
- **Parámetro.** Seguridad
 - **Combinación.** No

Gráfico No. 33: Combinaciones

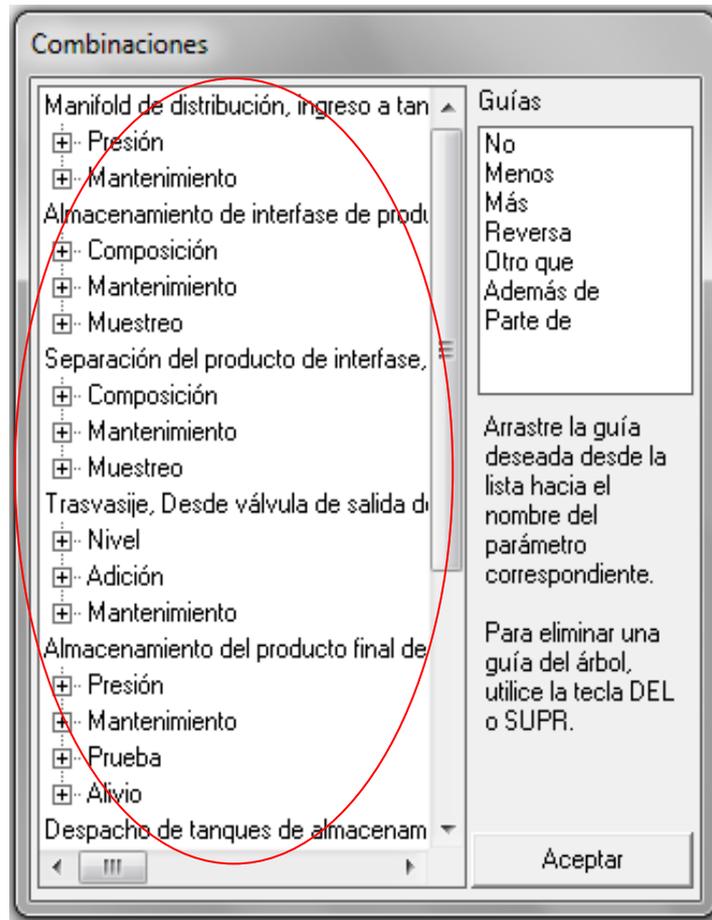


Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La vista de todos los nodos generales se muestran a continuación, los mismos que se muestran tanto desplazados como cerrados para poder observarlos de una mejor manera.

Gráfico No. 34: Combinaciones Generales de todos los nodos



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.8 CONTROL DE VISTAS

El control de vistas muestra las celdas de las hojas de trabajo en las que se van a llevar a cabo los registros del análisis de los riesgos de las instalaciones.

Se puede editar y elegir los ámbitos que uno quiere y que sean importantes para dicho análisis.

Gráfico No. 35: Control de vistas

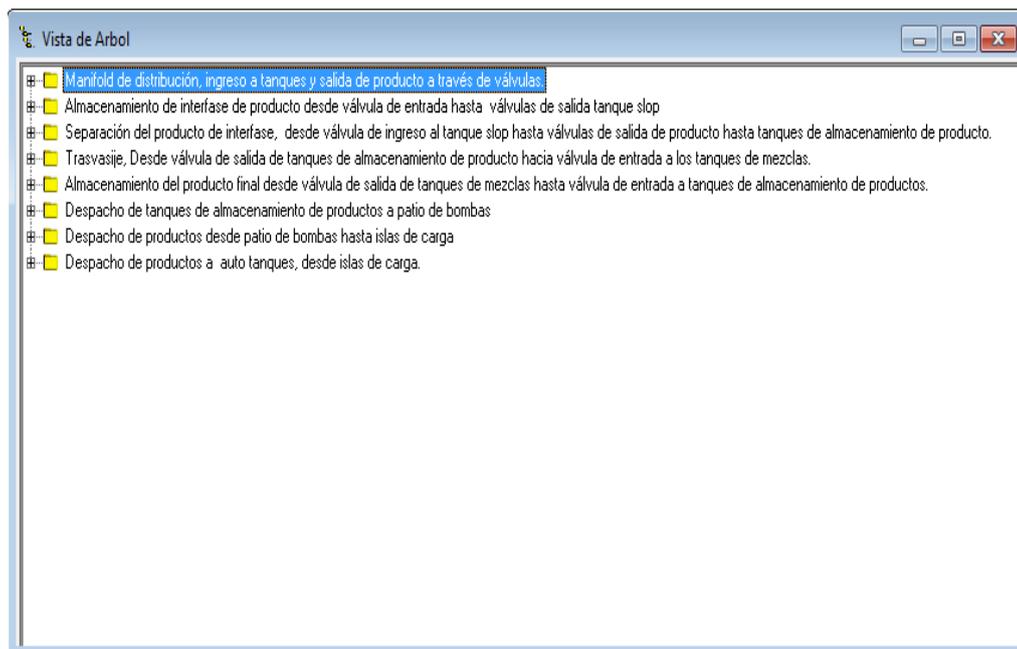
1	2	3	4	5	6	Descripción
X	X				X	Palabra guía
X	X	X	X		X	Desviación
X	X	X	X		X	Causa
	X				X	Categoría de causa
X	X	X	X		X	Consecuencia
	X				X	Categoría de consecuencia
X	X		X		X	Severidad previa a la recomendación
X	X		X		X	Frecuencia previa a la recomendación
X	X		X		X	Riesgo previo a la recomendación
X	X	X	X		X	Salvaguarda

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.9 VISTA DE ARBOL

Gráfico No. 36: Vista de árbol



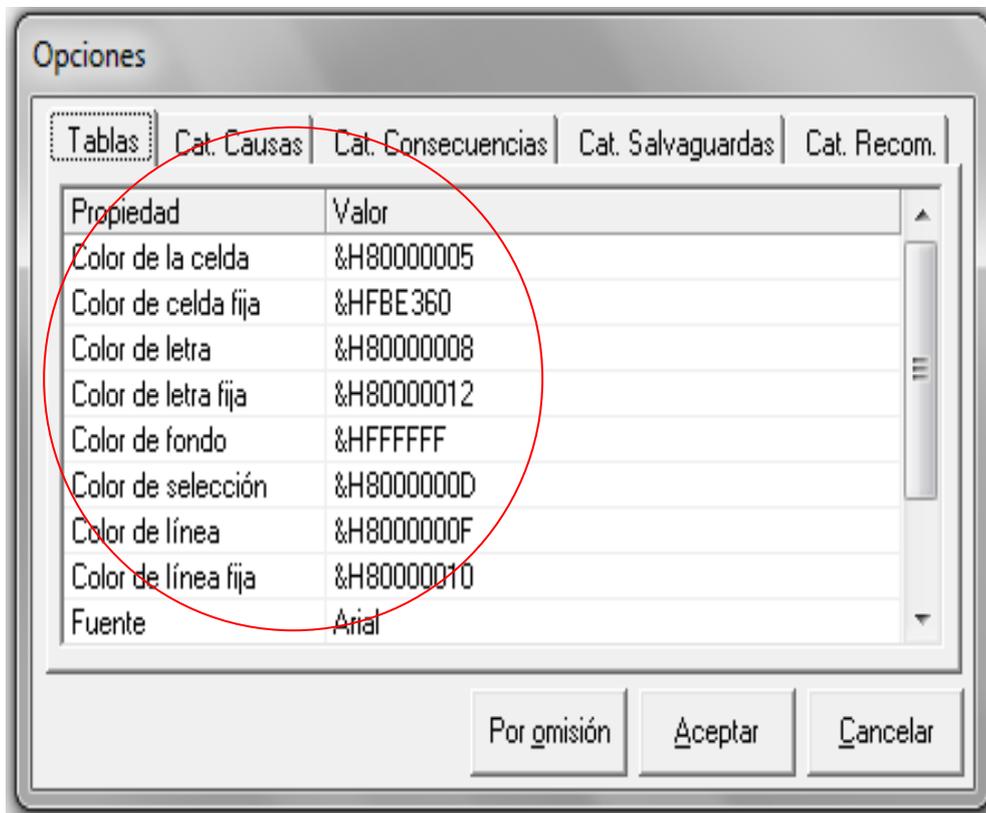
Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La vista de árbol muestra todos los nodos creados en los registros originales y desplegando las vistas de cada uno de ellos, se muestran las celdas editadas en el control de vistas. Por medio de la vista de árbol se abren las tablas editables de los registros de desviaciones, causas, consecuencias, probabilidad de severidad, de consecuencias, salvaguardas, recomendaciones y consecuencias.

5.10 OPCIONES DE TABLAS

Gráfico No. 37: Opciones de la tabla



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

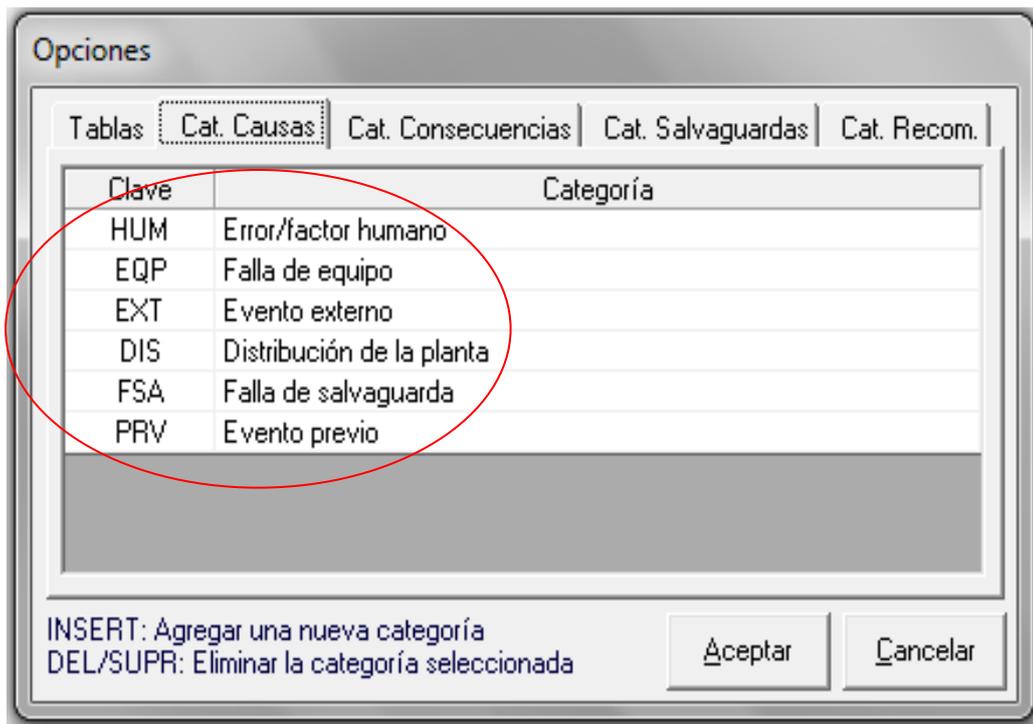
Elaborado por: Elaine Villegas

En opciones de tabla se elije el color de la celda, color de la letra, color de fondo, color de selección, color de línea, fuente, entre otras cosas para tener una mejor presentación de la hoja de trabajo, además de que sea más llamativo a la vista de las personas.

5.11 CATEGORIA DE CAUSAS

La tabla que indica las categorías de las causas permite observar la clave y categoría de las mismas que se van a utilizar los expertos para realizar el análisis de riesgos.

Gráfico No. 38: Categorías de causas



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

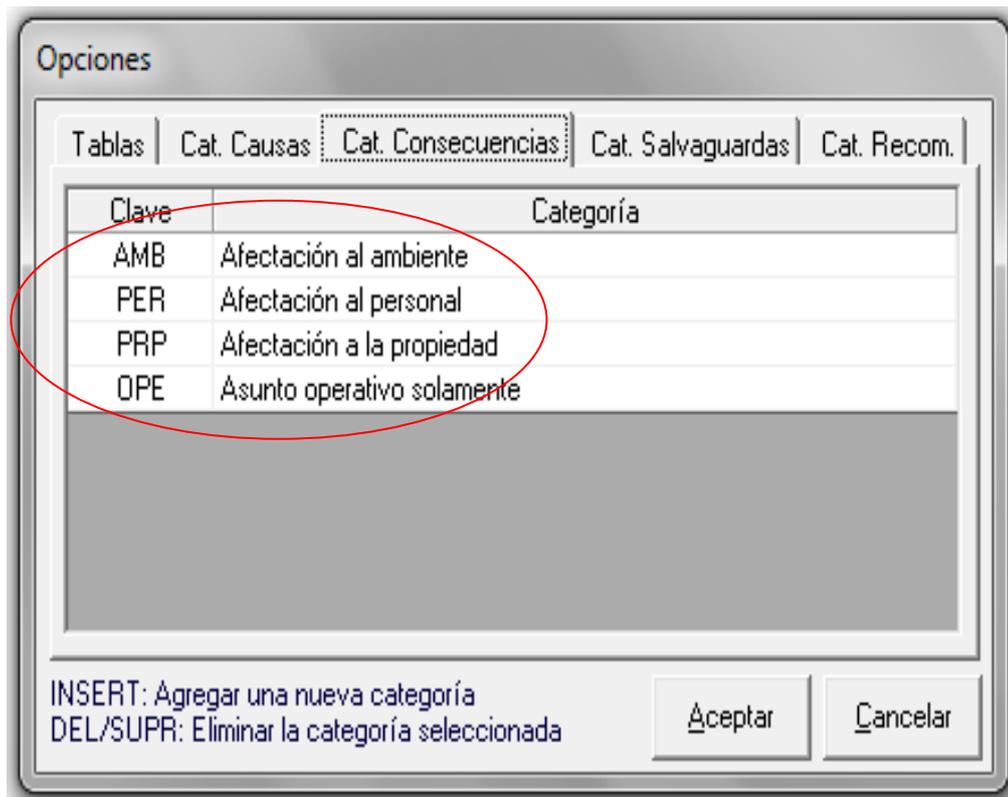
Las causas pueden ser:

- Error /Factor Humano (HUM).- Como un descuido del personal.
- Falla de equipo (EQP).- Como rotura de una palanca o falla de una alarma.
- Evento externo (EXT).- Es un evento ajeno y que no se puede controlar.
- Distribución de la planta (DIS).- Como mala distribución, un lugar que usa combustible cerca de una caldera.
- Falla de Salvaguardas (FSA).- Es decir que un elemento que funcionaba como parte del proceso se dañó o no se encuentra en funcionamiento.

- Evento Previo (PRV).- Es una actividad previa como secar el producto no se realizo bien o no se realizo y eso provoco un accidente.

5.12 CATEGORIA DE CONSECUENCIAS

Gráfico No. 39: Categorías de consecuencias



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La tabla que indica las categorías de las consecuencias permite observar la clave y categoría de las mismas que se van a utilizar los expertos para definir qué clase de consecuencia es.

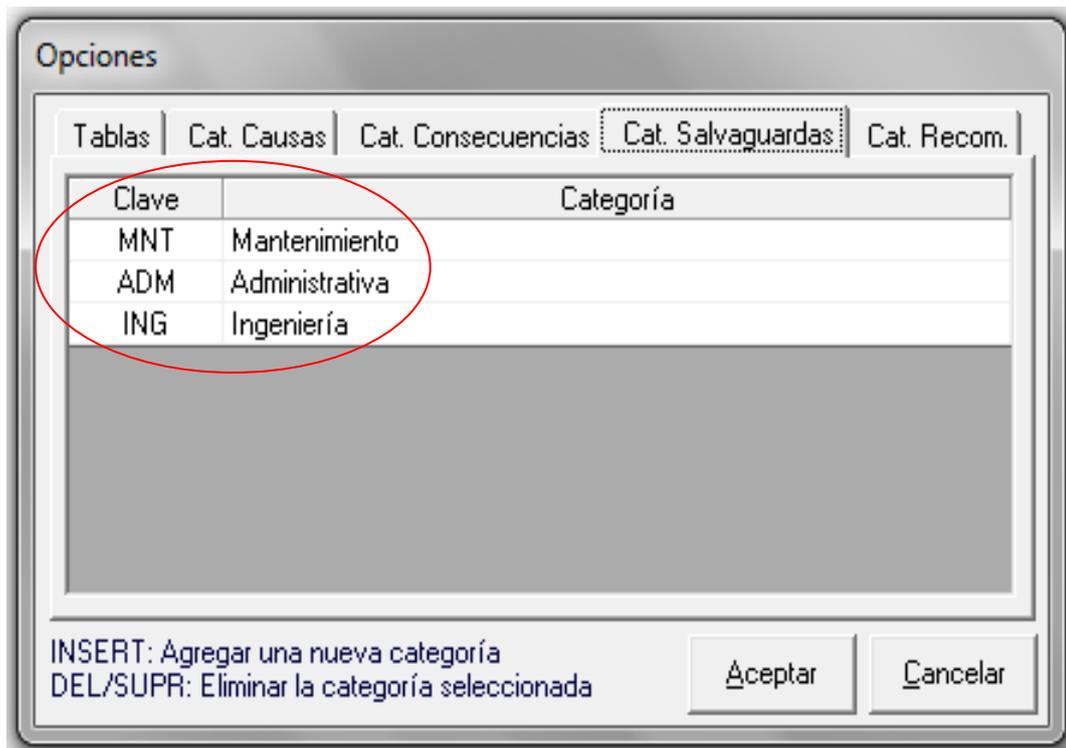
Las consecuencias pueden ser:

- Afectación al ambiente (AMB).- Es decir que causo un daño al medio ambiente como un derrame.

- Afectación al personal (PER).- Causó accidente a algún miembro de la institución, como un golpe grave en alguna parte de su cuerpo.
- Afectación a la propiedad (PAP).- Esto quiere decir que daño la infraestructura de la institución, como puede ser la rotura de una pared a causa de un choque de una grúa.
- Asunto operativo solamente (OPE).- Un asunto que solamente fue o requirió la parte que incluye el trabajo.

5.13 CATEGORIA DE SALVAGUARDAS

Gráfico No. 40: Categorías de salvaguardas



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

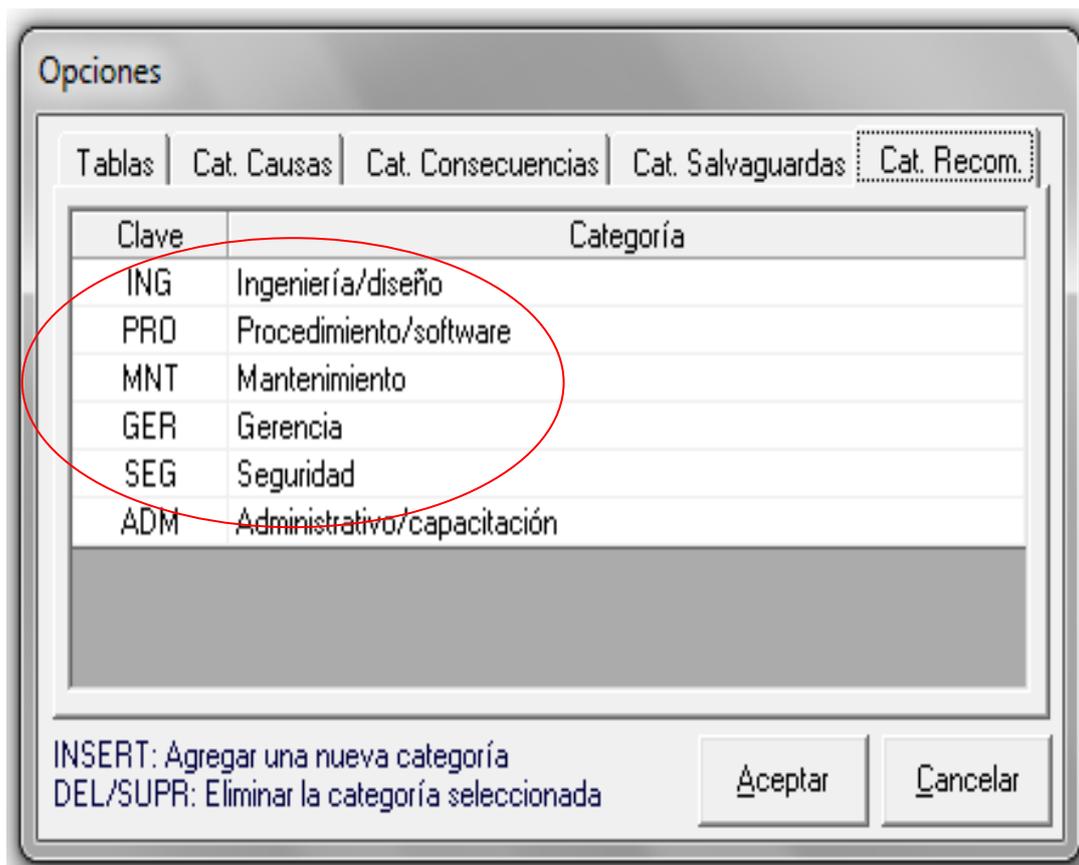
La tabla que indica las categorías de salvaguardas permite observar la clave y categoría de las mismas que se están utilizando dentro de las instalaciones y algunas que podrían incorporarse.

Las salvaguardas pueden ser:

- Mantenimiento (MNT).- Es decir que se debería realizar un buen plan de mantenimiento para mantener los equipos a punto.
- Administrativa (ADM).- Seguir los procedimientos según el instructivo y normas vigentes de la empresa.
- Ingeniería (ING).- Cambios en maquinaria o en su defecto en la estructura del proceso.

5.14 CATEGORIA DE RECOMENDACIONES

Gráfico No. 41: Categorías de recomendaciones



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La tabla que indica las categorías de recomendaciones permite observar la clave y categoría de las mismas que serán empleadas dentro del análisis en las instalaciones.

Las recomendaciones pueden ser de tipo:

- Ingeniería/Diseño (ING).-Soluciones de rediseño del proceso
- Procedimiento/ Software (PRO).- Revisión y correcciones de procedimientos.
- Mantenimiento (MNT).- Planes de mantenimiento
- Gerencia (GER).- Área administrativa
- Seguridad (SEG).- Aplicar las normas de seguridad en las labores diarias
- Administrativo/Capacitación (ADM).- Más cursos de aprendizaje

5.15 MATRIZ DE RIESGOS

Tabla No. 14: Matriz del Riesgo

VALOR DEL RIESGO					
VR = C * P			CONSECUENCIA (C)		
			<i>Ligeramente Dañino</i>	<i>Dañino</i>	<i>Extremadamente Dañino</i>
			1	2	3
PROBABILIDAD (P)	<i>Baja</i>	1	1	2	3
	<i>Media</i>	2	2	4	6
	<i>Alta</i>	3	3	6	9

Fuente: Obtenido de SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La matriz de riesgos es la relación entre la consecuencia y la frecuencia del suceso indeseable, Esta relación es una multiplicación de sus valores de riesgo asignados. El resultado obtenido con la matriz de riesgos determina el grado de aceptabilidad del evento, y sus salvaguardas respectivas.

5.16 CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD

El criterio de aceptabilidad determina cuando un evento puede ser considerado como riesgoso y el tiempo en el cual deben tomarse las medidas de corrección y prevención para dicho evento.

Tabla No. 15: Condición del Riesgo

CONDICIÓN DEL RIESGO	
NIVEL	DESCRIPCIÓN
Alto	<p>El riesgo es INTOLERABLE. Los métodos propuestos deberán modificarse, para entregar una solución destinada a evitar o reducir el riesgo.</p> <p>Se requieren <i>Medidas de control específicas</i>.</p>
Medio	<p>El riesgo es INTOLERABLE. Proceder con PRECAUCIÓN. El riesgo necesita ser manejado con procedimientos de control.</p> <p>Se requieren <i>Medidas de control generales</i>.</p>
Bajo	<p>El riesgo es bajo, TOLERABLE.</p> <p><i>No requiere de controles adicionales.</i></p>

Fuente: Obtenido de SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.17 DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS Y SEVERIDAD

Una de las partes más importantes del análisis es la determinación de consecuencias.

La determinación de consecuencias es el resultado del análisis de las desviaciones en el sistema. Las consecuencias son determinadas por los expertos y en base a sus conocimientos y experiencia.

A las consecuencias se les clasifica de acuerdo a su gravedad o severidad y a su frecuencia u ocurrencia.

La escala para detallar la severidad para equipos, donde la escala va del 0 al 4 siendo 0 el indicador de que no hay daño y el 4 el del daño más severo.

Tabla No. 16: Escala de severidad para desviaciones al intento de diseño en equipos

CONSECUENCIA (SEVERIDAD)	
NIVEL	DESCRIPCION
Ligeramente dañino	Lesiones leves no incapacitantes, pérdida de material leve (< XX UF). Molestias superficiales, disconfort.
Dañino	Incapacidades transitorias. Pérdida de material de costo moderado (XX - XX UF). Enfermedades incapacitantes menores.
Extremadamente dañino	Incapacidades permanentes. Lesiones serias o muerte. Pérdida de material de alto costo (> XX UF). Litigios o pleitos judiciales. Pérdida de reputación.

Fuente: Obtenido de SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

La frecuencia se refiere al periodo de tiempo que tarda un evento en repetirse, esta escala también es determinada por el grupo de expertos según convenga al sistema.

La escala detallada de frecuencia se muestra a continuación, siendo 0 el evento menos probable y el 4 el más probable.

Tabla No. 17: Probabilidad del Riesgo

PROBABILIDAD	
NIVEL	DESCRIPCION
Baja	El incidente y daño ocurrirá menos del 10% de las veces. (inverosímil/raro)
Media	El incidente y daño ocurrirá entre el 10% y el 70% de las veces. Aunque no haya ocurrido antes, no sería extraño que ocurriera. (probable/posible)
Alta	El incidente y daño ocurrirá siempre o casi siempre, sobre el 70% de las veces. Es posible que haya ocurrido en otras ocasiones anteriores. (casi seguro)

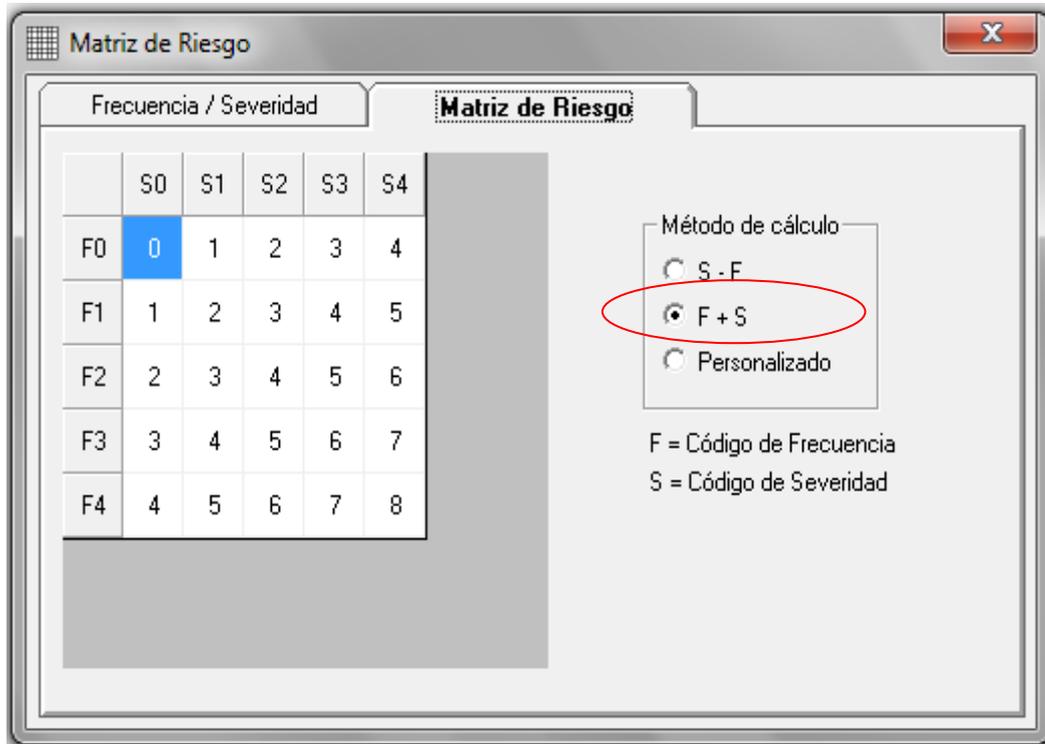
Fuente: Obtenido de SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Para el análisis en Terminal Beaterio se ha decidido utilizar la ecuación “Severidad más frecuencia y realizar una matriz de cinco por cinco para indicar el daño ocasionado en las instalaciones como en las personas y medio ambiente.

Por tanto en el siguiente gráfico se observa cual es la matriz de riesgos general para este análisis de riesgos llevado a cabo.

Gráfico No. 42: Matriz de riesgos



Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.18 FRECUENCIA/ SEVERIDAD

La frecuencia y la severidad del proyecto viene dada de acuerdo al grado de ocurrencia del evento y al daño que producen los hechos ocurridos.

5.18.1 FRECUENCIA

La frecuencia viene dada por las veces de ocurrencia del evento que en este caso particular desde el cero hasta el cuatro, siendo cero el rango de mayor ocurrencia y cuatro el de menor.

A continuación se da una breve explicación de cada uno de ellos.

- **Una vez al mes (0).**- Cuando el grado de ocurrencia es o se produce una vez, es decir que es frecuente.
- **Una vez al año (1).**- Cuando el problema que se presenta no es tan regular.
- **Una vez cada diez años (2).**- El problema presentado se produce pero con menos regularidad.
- **Una vez cada cien años (3).**- Los problemas que se puedan presentar son escasos.
- **Una vez cada mil años (4).**- Cuando los problemas o conflictos se dan en contadas ocasiones después de largo tiempo.

Gráfico No. 43: Frecuencia

The image shows a software window titled 'Matriz de Riesgo'. Inside, there are two main sections: 'Frecuencia / Severidad' and 'Matriz de Riesgo'. The 'Frecuencia / Severidad' section has two columns. The left column is labeled 'Frecuencia (Descendente)' and has five rows with values 0 to 4. The right column is labeled 'Severidad' and also has five rows with values 0 to 4. A red circle highlights the 'Frecuencia' column. The 'Matriz de Riesgo' section has two spinners for 'Tamaño de la matriz' set to 5.

Frecuencia (Descendente)	Severidad
0 Una vez al mes	0 Menor
1 Una vez al año	1 Apreciable
2 Una vez cada 10 años	2 Mayor
3 Una vez cada 100 años	3 Severo
4 Una vez cada 1000 años	4 Catastrófico

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.18.2 SEVERIDAD

La severidad viene dada por el daño que causa tanto a las personas, medio ambiente e instalaciones de la empresa, siendo en este caso cero el de menor severidad y cuatro el de mayor.

A continuación se da una breve explicación de cada uno de ellos.

- **Menor (0).**- Causa un daño leve es decir que puede ser reparado con facilidad.
- **Apreciable (1).**- Causa un daño un poco más considerable.
- **Mayor (2).**- Esta consideración define que el hecho ocurrido ya tuvo repercusiones.
- **Severo (3).**- Consideración de que el evento ocurrido fue grave.
- **Catastrófico (4).**- Esta referencia nos indica que el evento tuvo unas repercusiones casi irreparable o irreparable por completo.

Gráfico No. 44: Severidad

The screenshot shows a software window titled 'Matriz de Riesgo'. It has two tabs: 'Frecuencia / Severidad' (selected) and 'Matriz de Riesgo'. Below the tabs, there are two spinners: 'Tamaño de la matriz : 5' and 'por 5'. The main area is divided into two columns. The left column is titled 'Frecuencia (Descendente)' and contains five rows with values 0 to 4 and corresponding frequency descriptions: 'Una vez al mes', 'Una vez al año', 'Una vez cada 10 años', 'Una vez cada 100 años', and 'Una vez cada 1000 años'. The right column is titled 'Severidad' and contains five rows with values 0 to 4 and corresponding severity levels: 'Menor', 'Apreciable', 'Mayor', 'Severo', and 'Catastrófico'. A red circle highlights the 'Severidad' column.

Frecuencia (Descendente)	Severidad
0 Una vez al mes	0 Menor
1 Una vez al año	1 Apreciable
2 Una vez cada 10 años	2 Mayor
3 Una vez cada 100 años	3 Severo
4 Una vez cada 1000 años	4 Catastrófico

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.19 NODOS

Los nodos se han visto reflejados por las siguientes consideraciones que para el HAZOP son fundamentales describir antes de llevar a cabo los registros de datos.

- El área de Almacenamiento donde se encuentran los tanques, válvulas y tuberías, que sirven para contener los productos limpios que llegan al Terminal.
- El patio de bombas donde se encuentra las bombas centrífugas que permiten que el producto sea transportado desde los tanques de almacenamiento hasta los brazos de carga para su respectivo despacho.
- El área de despacho que comprende de tres islas donde se encuentran brazos de carga tanto superiores, como ventrales por medio de los cuales el combustible es cargado a los autotanques para ser comercializados.

5.19.1 PRIMER NODO-MANIFOLD DE DISTRIBUCIÓN, INGRESO A TANQUES Y SALIDA DE PRODUCTOS A TRAVÉS DE VÁLVULAS

- **Presión**

En este nodo se consideró la presión debido a que para el ingreso al área de almacenamiento se debe reducir la presión para que continúe hacia el manifold de distribución y se dirija hacia los diferentes tanques de acuerdo al producto que sea.

Si existe más presión de la necesaria o requerida quiere decir que no existe un control en el primer tren reductor de presión lo que podría causar una rotura de la línea o una falla de las válvulas que se encuentran después a lo largo del tramo y se considera un grado de severidad grave ya que puede ocasionar tanto daños al

medio ambiente ya que se puede producir un derrame y por ende las instalaciones y el personal también estarían en peligro. Su grado de frecuencia es apreciable debido a que existen alarmas que indican una sobrepresión en línea, además de que la coordinación con la estación reductora se realiza constantemente para su buen desempeño y así poder evitar riesgos en la empresa.

Con menor presión existe un flujo menor de producto lo que conlleva a un mayor tiempo de almacenamiento y provoca un retraso en las partidas de combustible que se están recibiendo vía poliducto.

Se considera que también existe una falla del primer tren reductor de presión y que tiene una severidad menor debido a que no causa un daño sino que solo aumenta el tiempo del proceso, su frecuencia es poco probable debido a que solo puede presentarse por descuido del personal por no llevar el control debido o por fallas en los quipos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas.

Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

Gráfico No. 45: Nodo 1- Presión

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.									
Dibujos PID's									
Parámetro Presión Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener presión constante a lo largo de la línea									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Presión menor a la requerida	No existe control del primer tren reductor de presión	Menor flujo de producto y mayor tiempo de almacenamiento	0	2	2	Alarma de baja presión, Coordinación con la reductora siguiendo procedimientos	Revisar procedimiento de operaciones, mayor control del monitoreo	
Más	Presión mayor a la requerida	No existe control del primer tren reductor de presión	Rotura de la línea de entrada al reductor	3	1	4	Alarma de alta presión, Coordinación con la reductora siguiendo procedimientos, válvulas de alivio	Revisar procedimiento de operaciones, mayor control del monitoreo	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 46: Nodo 1-Mantenimiento

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.									
Dibujos PID's									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener en buen estado los equipos									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Falla en la línea y equipos	Mala programación de mantenimiento preventivo	Interrupción del bombeo del poliducto Esmeraldas-Quito y del poliducto Shushufindi-Quito	3	3	6	Coordinar mantenimiento con poliductos	Seguir procedimientos, y planes de mantenimiento.	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

5.19.2 ALMACENAMIENTO DE INTERFASE DE PRODUCTO DESDE VÁLVULA DE ENTRADA HASTA VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUE SLOP

- **Composición**

Si la composición del producto no es parte del producto se genera producto poco conforme ya que no se verifico las características y composición del mismo. Esto se provoca debido a un descuido o sobre confianza del operador en su puesto de trabajo y puede llevar a que se contaminen los tanques de almacenamiento, por ende tiene una severidad mayor ya que contaminándose un tanque es una pérdida de dinero significativa tanto para la empresa como para el país.

Su frecuencia es relativamente escasa ya que siempre se lleva a cabo una verificación a la salida del tanque slop para confirmar la separación de la interfase del combustible y se registra en bitácora, además de realizar informes periódicos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

- **Muestreo**

Se debe realizar un muestreo continuo del producto para confirmar que el producto que está saliendo de los tanques slop es el producto registrado para no tener ningún inconveniente y no contaminar ningún tanque, si esto no se llevara a cabo el producto que se comercializa seria poco fiable y su severidad es mayor porque causa inconformidad tanto en clientes externos como en internos debido a que se tiene que llevar a cabo una descontaminación y poner fuera de operación un tanque necesario para otras operaciones.

Es poco frecuente que ocurra ya que los operadores tienen sus procedimientos de muestreo antes de llevar a cabo el almacenamiento, aunque si fuera el caso lo mejor sería poner una alarma que indique que se debe llevar a cabo el muestreo del producto, además de exigir concentración al trabajador.

Gráfico No. 47: Nodo 2-Composición

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque slop									
Dibujos PIDs									
Parámetro Composición Revisión 1 Sesión 1									
Intención Verificar calidad del producto (gasolina o interfase)									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Parte de	No se realiza la verificación del producto antes del almacenamiento	Falla o descuido del operador	Contaminación de los tanques	2	2	4	Informes continuos del producto que se va a recibir.	Seguir procedimientos operativos e informar cada fallo de los mismos	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 48: Nodo 2- Mantenimiento

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque slop									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Falla en las líneas y equipos	Mala programación de mantenimiento preventivo	Interrupción del almacenamiento de los productos recibidos	4	3	7	Coordinar el mantenimiento con las diferentes áreas	Seguir procedimientos y planes de mantenimientos	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
 Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 49: Nodo 2-Muestreo

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque slop									
Dibujos PIDs									
Parámetro Muestreo Revisión 1 Sesión 1									
Intención Verificar octanaje desde el ingreso del producto hasta almacenamiento en tanque Slop									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Ausencia o muestreo incompleto	Falla del operador	Producto poco fiable	2	2	4	Concentración por parte del operador en el trabajo	Seguir procedimientos y colocar una alarma que ayude al operario a recordar su función	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**

Elaborado por: **Elaine Villegas**

5.19.3 SEPARACIÓN DEL PRODUCTO DE INTERFASE DESDE VÁLVULA DE INGRESO AL TANQUE SLOP HASTA VÁLVULAS DE SALIDA DE PRODUCTO, HASTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO

- **Composición**

Si la composición del producto no es parte del producto se genera producto poco conforme ya que no se verifico las características y composición del mismo. Esto se provoca debido a un descuido o sobre confianza del operador en su puesto de trabajo y puede llevar a que se contaminen los tanques de almacenamiento, por ende tiene una severidad mayor ya que contaminándose un tanque es una pérdida de dinero significativa tanto para la empresa como para el país.

Su frecuencia es relativamente escasa ya que siempre se lleva a cabo una verificación a la salida del tanque slop para confirmar la separación de la interfase del combustible y se registra en bitácora, además de realizar informes periódicos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

- **Muestreo**

Se debe realizar un muestreo continuo del producto para confirmar que el producto que está saliendo de los tanques slop es el producto registrado para no tener ningún inconveniente y no contaminar ningún tanque, si esto no se llevara a cabo el producto que se comercializa seria poco fiable y su severidad es mayor porque causa inconformidad tanto en clientes externos como en internos debido a que se tiene que llevar a cabo una descontaminación y poner fuera de operación un tanque necesario para otras operaciones.

Es poco frecuente que ocurra ya que los operadores tienen sus procedimientos de muestreo antes de llevar a cabo el almacenamiento, aunque si fuera el caso lo mejor sería poner una alarma que indique que se debe llevar a cabo el muestreo del producto, además de exigir concentración al trabajador.

Gráfico No. 50: Nodo 3-Composición

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Composición Revisión 1 Sesión 1									
Intención Separar interfase de combustible para despacho									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Parte de	No se realiza la verificación del producto antes de su almacenamiento	Falla o descuido del operador	Contaminación de los tanques	2	1	3	Informes continuos del producto que se va a almacenar	Seguir los respectivos procedimientos para evitar inconsistencias en el producto	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

Gráfico No. 51: Nodo 3-Mantenimiento

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Falla en las líneas y equipos	Mala o falla en la programación del mantenimiento preventivo	Interrupción del flujo del producto a ser almacenado	4	3	7	Coordinar el mantenimiento de las líneas y equipos	Seguir procedimientos y planes de mantenimiento	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

Gráfico No. 52: Nodo 3-Muestreo

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Muestreo Revisión 1 Sesión 1									
Intención Comprobar calidad y cantidad de producto									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Ausencia o muestreo incompleto	Falla del operador	Producto poco fiable	1	1	2	Mayor concentración por parte del trabajador	Seguir procedimientos de la empresa	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

5.19.4 TRASVASIJE DESDE VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO HACIA VÁLVULA DE ENTRADA A LOS TANQUES DE MEZCLAS

- **Nivel**

En lo referente al nivel se debe verificar que se encuentre en lo requerido y no sobrepase la capacidad de los tanques de mezclas debido a que puede haber un sobrellenado y por ende un derrame.

El sobrellenado se da debido a la falla de los elementos de medición o a un descuido del operador, lo que puede recaer en un año alto para el medio ambiente y las instalaciones, por lo que se tiene que prestar más atención en las actividades que se realiza y seguir los procedimientos necesarios para llevar a cabo actividades seguras dentro de las instalaciones y áreas más riesgosas del Terminal.

- **Adición**

En la adición de componentes para realizar las mezclas se procura que las cantidades no sean mayores ni menores a lo requerido para realizar diesel Premium, diesel 2, jet fuel y extra.

Si tiene más o menos cantidades se debe a una falla del operador o falla de los equipos como válvulas, tuberías, etc. Y como consecuencia el producto a comercializar no cumpliría los estándares requeridos, por tal motivo se debe seguir los procedimientos operativos para no caer en incumplimientos ambientales.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

Gráfico No. 53: Nodo 4-Nivel

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...										
Nodo/Paso Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.										
Dibujos PIDs										
Parámetro Nivel Revisión 1 Sesión 1										
Intención Existencia de niveles y cantidades en igual proporción en tanques de almacenamiento y tanques de jet										
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones	
Más	Más nivel de lo necesitado en los tanques	Falla del elemento de medición de nivel en los tanques	Sobrellenado y derrame de producto de los tanques de almacenamiento	3	2	5	Medidores de nivel	Seguir procedimientos y verificar niveles de tanques antes de realizar trasvasije		

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 54: Nodo 4-Adición

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...										
Nodo/Paso Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.										
Dibujos PIDs										
Parámetro Adición Revisión 1 Sesión 1										
Intención Colocar cantidades necesarias de base, gasolina o componentes para las mezclas en los tanques										
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones	
Menos	Menos cantidad de producto	Descuido del operador o falla de los equipos	Combustible con menos octanos de lo requerido	3	2	5	Medidores, válvulas	Seguir procedimientos y verificar cantidades		
Más	Más cantidad de producto	Descuido del operador o falla de los equipos	Combustible con mas octanos de lo requerido	3	2	5	Medidores, válvulas	Seguir procedimientos y verificar cantidades		

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 55: Nodo 4-Mantenimiento

☰ Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Fallas en las líneas y equipos	Mala programación del mantenimiento preventivo	Interrupción del flujo de producto hasta los tanques de mezclas	4	3	7	Coordinar el mantenimiento respectivo de las líneas y equipos	Seguir procedimientos y planes de mantenimiento	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

5.19.5 ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL DESDE VÁLVULA DE SALIDA DE TANQUES DE MEZCLAS HASTA VÁLVULA DE ENTRADA A TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS.

- **Presión**

En este nodo se consideró la presión debido a que para el ingreso al área de almacenamiento se debe reducir la presión para que continúe hacia el manifold de distribución y se dirija hacia los diferentes tanques de acuerdo al producto que sea.

Si existe más presión de la necesaria o requerida quiere decir que no existe un control en el primer tren reductor de presión lo que podría causar una rotura de la línea o una falla de las válvulas que se encuentran después a lo largo del tramo y se considera un grado de severidad grave ya que puede ocasionar tanto daños al medio ambiente ya que se puede producir un derrame y por ende las instalaciones y el personal también estarían en peligro.

Su grado de frecuencia es apreciable debido a que existen alarmas que indican una sobrepresión en línea, además de que la coordinación con la estación reductora se realiza constantemente para su buen desempeño y así poder evitar riesgos en la empresa.

Con menor presión existe un flujo menor de producto lo que conlleva a un mayor tiempo de almacenamiento y provoca un retraso en las partidas de combustible que se están recibiendo vía poliducto. Se considera que también existe una falla del primer tren reductor de presión y que tiene una severidad menor debido a que no causa un daño sino que solo aumenta el tiempo del proceso, su frecuencia es poco probable debido a que solo puede presentarse por descuido del personal por no llevar el control debido o por fallas en los quipos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

- **Prueba**

Las pruebas necesarias se deben realizar para verificar los estándares y calidad del producto para llevar al mercado un producto conforme, además para almacenar en los tanques de almacenamiento después de haberse realizado la prueba se debe verificar el octanaje del combustible.

Para este parámetro no existe ninguna salvaguarda ya que depende meramente de seguir procedimientos y llevar a cabo correctamente las pruebas

- **Alivio**

Para este parámetro si existiera una presión elevada, se debería a que las válvulas de alivio están cerradas por causa del descuido de un operador por ende los componentes que se necesitan para reducir la presión excesiva en la línea evitando daños en los componentes y así evitar fisuras en las soldaduras no ayudan a solucionar la falla y puede causar fisuras o rotura en las líneas e incluso un derrame, lo que implica que causaría un daño grave.

Gráfico No. 56: Nodo 5-Presión

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Presión Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener presión constante a lo largo de la línea									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Presión menor a la requerida en la línea	No existe control de la presión en la salida de los tanques de mezclas	Menor flujo de producto y mayor tiempo de recirculación a los tanques	0	1	1	Alarma de baja presión, coordinación con el área de mezclas	Revisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	
Más	Presión mayor a la requerida en la línea	No existe control de la presión en la salida de los tanques de mezclas	Rotura de la línea de salida del área de mezclas	3	2	5	Alarma de alta presión en los tableros del área de mezclas, válvulas de alivio	Revisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 57: Nodo 5-Mantenimiento

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Fallas en líneas y equipos	Mala programación del mantenimiento	Interrupción del almacenamiento del producto	4	3	7	Coordinar el mantenimiento respectivo de las líneas y quipos	Seguir procedimientos y planes de mantenimiento	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 58: Nodo 5-Prueba

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Prueba Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener estándares de calidad de los productos salientes de la planta de mezclas									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	No se realizan las pruebas de rutina	Descuido del operador	Producto incorforme	3	2	5	Ninguna	Seguir procedimientos	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

Gráfico No. 59: Nodo 5-Alivio

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Alivio Revisión 1 Sesión 1									
Intención Reducir la presión excesiva									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Presión elevada	Válvulas de alivio cerradas por descuido del operario	Mucha presión y daño en las instalaciones y equipos	4	3	7	Ninguna	Mas atención de los trabajadores	

Fuente: **SCRI HAZOP 1.3**
 Elaborado por: **Elaine Villegas**

5.19.6 DESPACHO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS A PATIO DE BOMBAS

- **Flujo**

Se debe mantener un flujo constante en la línea con el fin de optimizar el tiempo de carga de autotanques, si no hay flujo existe pérdida de tiempo e ineficiencia en el despacho, lo que significa que las válvulas no fueron abiertas por completo o simplemente no fueron abiertas.

Para la solución de este tipo de problemas debe existir una alarma que indique la cantidad y dirección del flujo de producto para corregir los daños, además de que los operadores deben prestar más atención.

- **Presión**

En este nodo se consideró la presión debido a que para el ingreso al área de almacenamiento se debe reducir la presión para que continúe hacia el manifold de distribución y se dirija hacia los diferentes tanques de acuerdo al producto que sea.

Si existe más presión de la necesaria o requerida quiere decir que no existe un control en el primer tren reductor de presión lo que podría causar una rotura de la línea o una falla de las válvulas que se encuentran después a lo largo del tramo y se considera un grado de severidad grave ya que puede ocasionar tanto daños al medio ambiente ya que se puede producir un derrame y por ende las instalaciones y el personal también estarían en peligro.

Su grado de frecuencia es apreciable debido a que existen alarmas que indican una sobrepresión en línea, además de que la coordinación con la estación reductora se realiza constantemente para su buen desempeño y así poder evitar riesgos en la empresa.

Con menor presión existe un flujo menor de producto lo que conlleva a un mayor tiempo de almacenamiento y provoca un retraso en las partidas de combustible que se están recibiendo vía poliducto. Se considera que también existe una falla del primer tren reductor de presión y que tiene una severidad menor debido a que no causa un daño sino que solo aumenta el tiempo del proceso, su frecuencia es poco probable debido a que solo puede presentarse por descuido del personal por no llevar el control debido o por fallas en los quipos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

Gráfico No. 60: Nodo 6-Flujo

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas									
Dibujos PIDs									
Parámetro Flujo Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener flujo constante de despacho									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Menos Flujo	-Válvula de la cantidad de flujo no abierta. -Falla del operador	Ineficiencia en el despacho y pérdida de tiempo	1	1	2	Alarma indicando la cantidad de producto en línea de despacho	Visualización del operador a las pantallas de componentes	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 61: Nodo 6-Presión

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas									
Dibujos PIDs									
Parámetro Presión Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener presión constante a lo largo de la línea									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Presión menor a la requerida en línea	No existe control de la presión en la entrada al patio de bombas o el dispositivo de presión esta defectuoso	Menor flujo de producto y mayor tiempo de bombeo	0	1	1	Alarma de baja presión o de falla de línea	Reisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	
Más	Presión mayor a la requerida en línea	No existe control de la presión en la entrada al patio de bombas o el dispositivo de presión esta defectuoso	Rotura de la línea	3	2	5	Alarma de alta presión y de falla en línea	Reisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3
Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 62: Nodo 6-Mantenimiento

☰ Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Falla en línea y equipos	Incumplimiento del programa de mantenimiento preventivo	Interrupción del flujo del producto hasta el patio de bombas	4	3	7	Coordinar y planificar el mantenimiento preventivo	Seguir procedimientos y planes de mantenimiento	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.19.7 DESPACHO DE PRODUCTOS DESDE PATIO DE BOMBAS HASTA ISLAS DE CARGA

- **Flujo**

Se debe mantener un flujo constante en la línea con el fin de optimizar el tiempo de carga de autotanques, si no hay flujo existe pérdida de tiempo e ineficiencia en el despacho, lo que significa que las válvulas no fueron abiertas por completo o simplemente no fueron abiertas.

Para la solución de este tipo de problemas debe existir una alarma que indique la cantidad y dirección del flujo de producto para corregir los daños, además de que los operadores deben prestar más atención.

- **Presión**

En este nodo se consideró la presión debido a que para el ingreso al área de almacenamiento se debe reducir la presión para que continúe hacia el manifold de distribución y se dirija hacia los diferentes tanques de acuerdo al producto que sea.

Si existe más presión de la necesaria o requerida quiere decir que no existe un control en el primer tren reductor de presión lo que podría causar una rotura de la línea o una falla de las válvulas que se encuentran después a lo largo del tramo y se considera un grado de severidad grave ya que puede ocasionar tanto daños al medio ambiente ya que se puede producir un derrame y por ende las instalaciones y el personal también estarían en peligro.

Su grado de frecuencia es apreciable debido a que existen alarmas que indican una sobrepresión en línea, además de que la coordinación con la estación reductora se realiza constantemente para su buen desempeño y así poder evitar riesgos en la empresa.

Con menor presión existe un flujo menor de producto lo que conlleva a un mayor tiempo de almacenamiento y provoca un retraso en las partidas de combustible que se están recibiendo vía poliducto. Se considera que también existe una falla del primer tren reductor de presión y que tiene una severidad menor debido a que no causa un daño sino que solo aumenta el tiempo del proceso, su frecuencia es poco probable debido a que solo puede presentarse por descuido del personal por no llevar el control debido o por fallas en los quipos.

- **Mantenimiento**

Si no existiera mantenimiento se lo atribuye a una mala planificación del mismo debido a descuidos o por no seguir un procedimiento adecuado para esto, lo que causa una interrupción en el bombeo de producto tanto hacia los tanques de almacenamiento como en la recepción y en el área de mezclas. Todo esto causa una severidad alta debido a que el producto que está planificado salir a la venta en toda la zona norte del país se retrasa y por ende crea colapso en las personas de esta zona por falta de combustible.

Su frecuencia es rara debido a que el equipo de mantenimiento lleva planes anuales que se llevan a cabo minuciosamente, por otra parte cuando existe una falla se dirigen al sitio para realizar el respectivo correctivo.

Gráfico No. 63: Nodo 7-Flujo

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga									
Dibujos PIDs									
Parámetro Flujo Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener flujo constante de despacho									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Menos Flujo	Válvulas del patio de bombas semi abiertas, Falla del operador	Ineficiencia en el despacho y pérdida de tiempo	1	1	2	Alarmas de la cantidad de despacho	Visualización directa del operador en pantallas	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 64: Nodo 7-Presión

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga									
Dibujos PIDs									
Parámetro Presión Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener presión constante a lo largo de la línea									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Presión menor en la línea de lo requerido	No existe un control efectivo de presión en el patio de bombas	Menor flujo del producto	0	1	1	Alarma de baja presión, fallos de las líneas y equipos	Revisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	
Más	Presión mayor en la línea de lo requerido	No existe un control efectivo de presión en el patio de bombas	Rotura de la línea y falla del equipo	3	2	5	Alarma de alta presión, fallos de las líneas y equipos		

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 65: Nodo 7-Mantenimiento

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga									
Dibujos PIDs									
Parámetro Mantenimiento Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener los equipos en buen estado									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Falla en líneas y equipos	Incumplimiento de los programas de mantenimiento	Interrupción en el flujo de despacho y aumento del tiempo	4	3	7	Realizar mantenimiento constante y planificado de los equipos	Seguir los procedimientos y planes	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.19.8 DESPACHO DE PRODUCTOS A AUTOTANQUES DESDE ISLAS DE CARGA

- **Flujo**

Se debe mantener un flujo constante en la línea con el fin de optimizar el tiempo de carga de autotanques, si no hay flujo existe pérdida de tiempo e ineficiencia en el despacho, lo que significa que las válvulas no fueron abiertas por completo o simplemente no fueron abiertas.

Para la solución de este tipo de problemas debe existir una alarma que indique la cantidad y dirección del flujo de producto para corregir los daños, además de que los operadores deben prestar más atención.

- **Presión**

En este nodo se consideró la presión debido a que para el ingreso al área de almacenamiento se debe reducir la presión para que continúe hacia el manifold de distribución y se dirija hacia los diferentes tanques de acuerdo al producto que sea.

Si existe más presión de la necesaria o requerida quiere decir que no existe un control en el primer tren reductor de presión lo que podría causar una rotura de la línea o una falla de las válvulas que se encuentran después a lo largo del tramo y se considera un grado de severidad grave ya que puede ocasionar tanto daños al medio ambiente ya que se puede producir un derrame y por ende las instalaciones y el personal también estarían en peligro.

Su grado de frecuencia es apreciable debido a que existen alarmas que indican una sobrepresión en línea, además de que la coordinación con la estación reductora se realiza constantemente para su buen desempeño y así poder evitar riesgos en la empresa.

Con menor presión existe un flujo menor de producto lo que conlleva a un mayor tiempo de almacenamiento y provoca un retraso en las partidas de combustible que se están recibiendo vía poliducto. Se considera que también existe una falla del primer tren reductor de presión y que tiene una severidad menor debido a que no causa un daño sino que solo aumenta el tiempo del proceso, su frecuencia es poco probable debido a que solo puede presentarse por descuido del personal por no llevar el control debido o por fallas en los quipos.

- **Seguridad**

En lo concerniente a seguridad si se omite o no se notifica alguna actividad del proceso que implique un riesgo tanto para el proceso, como para las personas, instalación o medio ambiente puede provocar que el tiempo de respuesta a las emergencias que puedan existir se incremente y por ende esto repercuta en algún problema serio.

La severidad de esto sería catastrófica ya que puede causar un gran daño para todos pero su frecuencia no será alta debido a que en este tipo de situaciones se toma mayor conciencia y se presta más atención.

Gráfico No. 66: Nodo 8-Flujo

Nodo/Paso Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Flujo									
Intención Mantener flujo constante de despacho									
					Revisión 1			Sesión 1	
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Menos Flujo	Válvulas cerradas o semi abiertas	Interferencia en despacho	1	1	2	Aculoads en buen estado	Seguir procedimientos	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 67: Nodo 8-Presión

Nodo/Paso Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Presión									
Intención Mantener presión constante a lo largo de la línea									
					Revisión 1			Sesión 1	
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
Menos	Presión menor	Falla en el controlador de presión	Menor flujo del producto y aumento de tiempo de despacho a autotanques	0	1	1	Alarma de baja presión en los equipos	Revisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	
Más	Presión mayor	Falla en el controlador de presión	Rotura o falla de la línea	3	2	5	Alarma de alta presión en los equipos	Revisar procedimientos de operación, mayor control de monitoreo	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

Gráfico No. 68: Nodo 8-Seguridad

Archivo Proyecto Vista Herramientas Ventanas Reportes Acerca de...									
Nodo/Paso Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.									
Dibujos PIDs									
Parámetro Seguridad Revisión 1 Sesión 1									
Intención Mantener zonas seguras tanto para las personas como para instalaciones.									
Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	S Prv	F Prv	R Prv	Salvaguarda	Recomendación	Observaciones
No	Omitir paso	Supervisor uoperario no lo notifica	Se puede incrementar el tiempo de respuesta a una emergencia del personal, debido a que no hubo un aviso previo	4	2	6	Ninguna	Consecuencias menores, seguir procedimientos	

Fuente: SCRI HAZOP 1.3

Elaborado por: Elaine Villegas

5.20 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla No. 18: Valoración del Riesgo

NODO	VALORACIÓN DEL RIESGO
1. Manifold de distribución, ingreso a tanques y salida de producto a través de válvulas.	12
2. Almacenamiento de interfase de producto desde válvula de entrada hasta válvulas de salida tanque Slop	15
3. Separación del producto de interfase, desde válvula de ingreso al tanque Slop hasta válvulas de salida de producto hasta tanques de almacenamiento de producto.	12
4. Trasvasije, Desde válvula de salida de tanques de almacenamiento de producto hacia válvula de entrada a los tanques de mezclas.	22
5. Almacenamiento del producto final desde válvula de salida de tanques de mezclas hasta válvula de entrada a tanques de almacenamiento de productos.	25
6. Despacho de tanques de almacenamiento de productos a patio de bombas	15
7. Despacho de productos desde patio de bombas hasta islas de carga	15
8. Despacho de productos a auto tanques, desde islas de carga.	14
Σ Riesgos=	130
Riesgo Promedio Terminal de Productos Limpios Beaterio	16.25

Una forma de estimar los riesgos de los accidentes es la utilización de un Índice de Riesgo. El objetivo principal de este índice es asignar prioridades a las recomendaciones e identificar en forma semi cuantitativa aquellos accidentes que poseen riesgos inaceptables. Para luego realizar un plan de acciones correctivas.

Según la matriz de riesgos elaborada por el grupo de expertos el riesgo promedio calculado 16.25; tiene un índice de riesgo INACEPTABLE, puesto que este valor oscila entre los rangos de 10 – 30, en este nivel de riesgo la desviación debe ser mitigada inmediatamente, ya sea reduciendo el índice de frecuencia o el índice de severidad a un nivel aceptable.

CONCLUSIONES

- Una vez estudiados los diferentes métodos de análisis de riesgo, se determinó que la metodología HAZOP, al ser la más veraz y completa es óptima para su aplicación en la terminal de productos limpios Beaterio.
- La información requerida para la realización de los análisis debe ser siempre actualizada, y cualquier cambio realizado en la planta debe ser registrado en los respectivos diagramas de proceso e instrumentación (PI&D's).
- Las escalas de medición del riesgo de 10-30 (Inaceptable), 4-9 (Moderado) y 1-3 (Bajo) determinada por el grupo de expertos y el líder HAZOP se la realizó tomando en cuenta la infraestructura del terminal, experiencia del personal y estudios HAZOP realizados con anterioridad en procesos similares.
- Para la realización del análisis HAZOP se requiere la participación obligatoria de los supervisores de las áreas de operaciones, producción, seguridad, por lo menos un representante por cada área.
- El tiempo de desarrollo del análisis varía según la complejidad del proceso, en el caso del terminal Beaterio las sesiones HAZOP se las realizó en aproximadamente el período de seis meses, llevándose a cabo dos sesiones por semana, siendo de suma importancia recalcar que cada sesión se la debe realizar con el mismo equipo de trabajo, de esta manera no se pierde la continuidad y objetividad del análisis.
- Como resultado del análisis HAZOP en las áreas de almacenamiento, patio de bombas y despacho del terminal, basado en la escala de riesgo determinada por el grupo de seis expertos, la valoración obtenida fue de 16.25, y comparando este resultado con la escala 10-30 (Inaceptable), es

considerado de alto riesgo, además si no se toman las medidas correctivas y preventivas adecuadas, se podrían desencadenar consecuencias no deseadas, las cuales afectarían tanto al personal como también a las instalaciones y medio ambiente.

- La realización oportuna y continua de un mantenimiento preventivo en los equipos de medición y control reducirá en manera significativa el alto riesgo existente.

RECOMENDACIONES

Para reducir la valoración de riesgo del Terminal de Productos Limpios Beaterio, obtenida durante el análisis HAZOP se recomienda:

- Actualizar los procedimientos existentes y darlos a conocer al personal, para obtener una mejor comunicación, tanto horizontal como vertical entre la dirección de la empresa y los niveles operacionales, ya que el flujo de información garantiza un intercambio de experiencias, trabajo en equipo y la excelencia en la producción.
- Realizar una evaluación periódica de los procedimientos de operación: Control y monitoreo de equipos (sensores, alarmas, medidores, manómetros, etc.), así como el control y manejo de válvulas.
- Capacitar de manera permanente a todo el personal del Terminal en temas de seguridad, como de procesos.
- Cumplir con el cronograma de mantenimiento preventivo del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”
- Evaluar y registrar la información obtenida del mantenimiento preventivo realizado a los equipos del Terminal.
- Completar los diagramas de proceso e instrumentación (PI&D’s), con sus respectivos set points (flujo, nivel, presión, temperatura).
- Dentro de los P&ID’S actualizar la nomenclatura para cada equipo.
- Rediseñar los layouts respectivos del Terminal, esto servirá para futuros análisis operacionales.

- Reforzar el plan de contingencia para tomar acciones y medidas preventivas correspondientes a cada área de estudio.
- Implementar un manual de procedimiento para la coordinación con poliducto, en caso de un eventual paro de operaciones por emergencia.
- Reforzar el plan de emergencia para el caso de válvulas manuales cerradas en una eventualidad no deseada.
- Realizar el análisis de riesgos HAZOP una vez cada año.
- Revisar la instrumentación ya que puede llevar a indicaciones falsas, produciendo desajustes entre el patio y el tablero.
- Para poder realizar un análisis más profundo se recomienda una cooperación más formal y directa con los jefes de las áreas a estudio para tener acceso a más información como la frecuencia de mantenimiento de cada operación y el personal involucrado, así como un historial de accidentes o fallas de operabilidad para poder validar los resultados obtenidos con el análisis. Además de la información de un grupo de expertos que estén 100% involucrados en el proceso.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

- **Accidente, secuencia de eventos de accidente:** Un evento o secuencia de eventos no planeados que lleva a una consecuencia indeseable
- **Acción:** Un tipo de recomendación que involucra una tarea que requiere seguimiento.
- **Administración de Seguridad en los Procesos (ASP):** La aplicación de los principios administrativos, métodos y prácticas para prevenir y controlar emisiones accidentales de sustancias químicas o energía del proceso.
- **Análisis de Peligros en los Procesos (APP):** La aplicación de uno o más métodos analíticos para identificar y evaluar los peligros del proceso, con el propósito de determinar lo adecuado de las medidas de control o de la necesidad de medidas adicionales.

C

- **Cantidad agregada de umbral:** La cantidad total de químicos peligrosos contenida en depósitos que están interconectados, o contenidos en un proceso o en depósitos cercanos sin conexión, que pueden ser adversamente afectados por un evento en ese proceso.
- **Cantidad de umbral:** Para el caso de la reglamentación de EUA definida en 29 CRF 1910.119, la cantidad mínima de un químico tóxico, reactivo o inflamable que a juicio de la OSHA es capaz de causar un evento catastrófico. Esta cantidad de umbral involucra la aplicación de los requerimientos de esta reglamentación.

- **Causas:** Los medios (identificados sobre una base realista por el grupo de análisis) por los cuales la desviación pudiera ocurrir.
- **Columnas de categorías:** Hay una columna de categorías para causas, consecuencias, salvaguardas y recomendaciones, su propósito es agrupar en conjuntos similares ya sea para determinar el tipo de afectación, el departamento responsable, etc.
- **Columna de comentarios:** Sirve para ingresar cualquier información no incluida en otras columnas. Esta información se asocia con las recomendaciones. Cualquier número de comentarios se puede incluir para cada recomendación.
- **Columna de consecuencias:** Utilice esta columna para registrar los efectos potenciales de los peligros, en las personas, la propiedad o el ambiente.
- **Columna de desviaciones:** Esta columna muestra las desviaciones del intento de diseño.
- **Columna de fin:** Columna para registrar la fecha planeada de terminación de las recomendaciones registradas, ya sea tareas de acción o necesidades de información.
- **Columna de frecuencia:** Esta columna identifica la frecuencia del escenario de consecuencias, basado en una definición acordada para el estudio. Hay dos columnas de frecuencias, una para la frecuencia de la consecuencia previa a las recomendaciones y otra para la frecuencia de la consecuencia posterior a que se hayan implementado las recomendaciones.
- **Columna de guías:** Esta columna muestra la guía siendo aplicada al parámetro seleccionado.

- **Columna de inicio:** Columna para registrar la fecha de inicio planeada para ejecutar las recomendaciones.
- **Columna de peligro:** Una columna que permite registrar los peligros potenciales.
- **Columna de prioridad:** Esta columna determina la prioridad de la recomendación.
- **Columna de recomendaciones:** Esta columna puede tener diversos propósitos, ya sea como recomendaciones de acciones correctivas, necesidades de información, o referencias a otros temas en el estudio o comentarios generales acerca del estudio.
- **Columna de responsables:** Esta columna permite identificar a las personas responsables de realizar las recomendaciones, ya sean necesidades de información o tareas de acción, su elección depende de las personas dadas de alta en el equipo de trabajo.
- **Columna de riesgo:** El valor de esta columna se genera automáticamente basado en los valores de frecuencia y severidad. El riesgo se determina de la matriz de riesgos que asigna un rango de riesgo para cada combinación de severidad y frecuencia. Hay dos columnas de riesgo de las consecuencias, una previa a las recomendaciones y una posterior a la implementación de las recomendaciones.
- **Columna de salvaguardas:** Utilice esta columna para identificar medidas para prevenir o mitigar el riesgo de accidentes. Por ejemplo, alivio de presión, mantenimiento preventivo, sistemas de diluvio contra incendios y planes de respuesta a emergencias, son salvaguardas para un nodo. Puede haber salvaguardas contra las causas y contra las consecuencias.

- **Columna de severidad:** Hay dos columnas de severidad: uno se refiere a la severidad esperada de la consecuencia y representa generalmente el escenario de peor caso y la otra se refiere a la severidad esperada de la consecuencia, después de que las recomendaciones se han implementado. El valor de la severidad se determina, de acuerdo a las definiciones realizadas por el grupo de análisis.
- **Componentes:** Equipo identificado como parte de un modo (ejemplo, válvulas, bombas, tuberías, etc.).
- **Consecuencias:** El efecto si ocurre una desviación. Las consecuencias pueden variar dependiendo de las causas.
- **Cuasi accidente:** Un evento que no resulta en una emisión accidental de un químico altamente peligroso, pero que hubiera pasado, si hubiera ocurrido otra falla. Cuasi accidente, algunas veces llamados precursores, incluyen:
 - La ocurrencia de un accidente iniciados donde un sistema de protección funcionó adecuadamente, para eliminar la emisión de un químico altamente peligroso; o,
 - La determinación de que un sistema de protección estaba fuera de servicio, de tal manera que si un evento iniciador hubiera ocurrido, hubiera tomado lugar, una emisión de un químico altamente peligroso.

D

- **Desviación:** Un valor fuera del rango de valores de operación normal (intención del diseño) de un elemento o nodo de la planta.

E

- **Emisión catastrófica:** Una fuga descontrolada, fuego o explosión mayor, involucrando uno o más químicos altamente peligrosos que presentan serios peligros a los trabajadores en el lugar de trabajo o al público en general.
- **Escenario de peligro:** La consecuencia de eventos que causa que ocurra un daño o lesión a las personas, a la propiedad o al ambiente.
- **Estudio de procedimientos:** Una revisión formal de los procedimientos escritos.
- **Evento:** Una ocurrencia o hecho, involucrado, procesos, equipo o actividad humana, ya sea interno o externo a un sistema, que causa una conmoción en el sistema. En términos de accidentes, un evento es ya sea, una causa o factor contribuyente de un incidente (cuasi accidente) o accidente o una respuesta al evento iniciador del accidente.

F

- **Frecuencia:** El período de tiempo de ocurrencia de un escenario de peligro.

G

- **Gas inflamable:** Un gas que a temperatura y presión ambiental, forma una mezcla inflamable con el aire a una concentración de 13% en volumen o menos; o un gas que a temperatura y presión ambiental, forma un rango de mezclas inflamables con aire a más de 13% por volumen, sin importar el límite inferior.

- **Guías:** Palabras o frases simples, utilizadas para identificar desviaciones al cuantificar o cualificar la intención o los parámetros asociados.

H

- **Hazop:** Análisis de riesgo y operabilidad de los procesos.
- **Hoja de trabajo:** La forma en que los resultados del estudio se registran.

I

- **Incidente:** Un evento no planeado que puede o no resultar en daños o pérdidas.
- **Intención del diseño:** La forma en que se espera que funcione un elemento o nodo de una planta, en condiciones normales de operación (Sin desviaciones).
- **Intención del nodo:** Este define como se espera que el proceso opere en cada nodo. La intención del nodo permite determinar los parámetros relevantes del proceso en ese nodo.
- **Intención del parámetro:** La intención del parámetro describe el rango de valores del proceso, operando en condiciones normales y seguras.
- **Intención del paso:** Describe lo que se entiende que debe ser logrado, en cada paso del procedimiento. La intención del paso, se utiliza para determinar los parámetros relevantes para el proceso en ese paso.

L

- **Líquido inflamable:** Un líquido con punto de inflamación debajo de 100°F (37.8 °C), excepto mezclas, donde tales líquidos cuentan por 1% ó menos del volumen total.

M

- **Matriz de riesgo:** Una matriz que muestra los valores de riesgo asignados a las diversas combinaciones de los valores de frecuencia y severidad.

N

- **Necesidades de información:** Se refiere a recomendaciones que requieren mayor información para el análisis.
- **Nodo:** Una localización en un diagrama de proceso, en donde se investigan las desviaciones de un parámetro del intento de diseño del proceso. Los nodos son puntos, donde los parámetros del proceso tienen un intento de diseño identificado. Los nodos son generalmente depósitos o tramos de tubería. En un estudio de procedimientos, los pasos en el procedimiento son el equivalente a los nodos.

O

- **Objetivos:** En la ventana de diálogo de identificación del proyecto, este campo especifica los tipos de peligros a ser tratados, tales como, emisiones tóxicas, fuego o explosiones y las clases de consecuencias a ser consideradas, tales como efectos en la gente y el impacto potencial en el ambiente o en la propiedad.

P

- **Parámetro:** Un aspecto de las funciones del proceso que determina lo que está pasando física o químicamente.
- **Parámetro específico:** Un tipo de parámetro que describe un aspecto físico de una planta (Ej. Flujo, temperatura, presión, etc.).
- **Parámetro general:** Un tipo de parámetro que involucra algún tipo de actividad (Ej. Mantenimiento, pruebas, seguridad, etc.).
- **Paso:** Una división de un procedimiento en el cual se investigan los parámetros por desviaciones del intento de diseño. Dependiendo del formato del procedimiento, cada paso o acción en el procedimiento, esencialmente se convierte en un nodo para el estudio.
- **Peligro:** Una propiedad química, fuente de energía o condición física que tiene el potencial de causar enfermedad, daño o muerte del personal, o daño a la propiedad o al ambiente, sin considerar la probabilidad o credibilidad de accidentes potenciales o a la mitigación de las consecuencias.
- **Planta:** Los edificios, contenedores o equipo que contiene un proceso químico.
- **Planta remota normalmente no ocupada:** Una planta que es operada, mantenida o servida por trabajadores quienes visitan la planta periódicamente para verificar su operación y para realizar tareas necesarias de operación o mantenimiento. Ningún trabajador está estacionado regularmente o permanentemente en la planta. Tales plantas no están contiguas y están geográficamente remotas de todos los otros edificios, procesos o personas. Si los trabajadores pasan más de una hora

diariamente en la planta, entonces no se considera normalmente desocupada.

- **Probabilidad:** Una expresión de la verosimilitud esperada de ocurrencia de un evento o secuencia de eventos durante un intervalo de tiempo, o la verosimilitud del suceso o falla de un evento en prueba o en demanda. Por definición la probabilidad debe ser expresada como un número de 0 a 1.
- **Proceso:** Cualquier actividad en el sitio que involucra un químico altamente peligroso, incluyendo cualquier uso, almacenamiento, manufactura, manejo o movimiento de la sustancia o una combinación de estas actividades. Cualquier grupo interconectado de depósitos es considerado un solo proceso. Depósitos sin interconexión física localizados de tal manera que un accidente en un depósito pudiera extenderse a depósitos adyacentes son considerados un solo proceso.
- **Propósito:** En la ventana de diálogo de identificación del proyecto, este campo identifica la motivación del estudio, ya sea por regulaciones del gobierno, cumplir con las políticas de la compañía o como respuesta a un incidente.

Q

- **Químico altamente peligroso:** Sustancia tóxica, reactiva, inflamable o explosiva, como está definida en el documento oficial de la Agencia Ambiental de Estados Unidos (EPA) Apéndice A de 29 CFR 1910.119 “Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals”

R

- **Rango por riesgo:** Un ordenamiento por riesgo, basado en un estimado de la severidad y frecuencia de ocurrencia.

- **Recomendaciones:** Actividades identificadas durante el estudio y que requieren un seguimiento y posible implementación. Las recomendaciones se agrupan como necesidades de información, tareas de acción o irrelevantes (tales como comentarios u observaciones).
- **Reglamentación de Administración de Seguridad de los Procesos:** Las reglamentaciones vigentes de ASP. Para el caso de EUA, la reglamentación de la Agencia de Seguridad e Higiene (OSHA) “Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals” 29 CFR 1910.119.
- **Reporte de acciones:** Este reporte contiene las tareas de acciones, resultado de las recomendaciones dadas por el grupo de análisis.
- **Reporte de acciones por individuo:** Un reporte de temas de acción, ordenados por el individuo que es el principal responsable de ejecutar la tarea.
- **Reporte de necesidades de información por individuo:** Un reporte con las tareas identificadas para recabar información para el análisis, ordenado por el individuo principal responsable de realizar la tarea.
- **Reporte de sesiones:** Un reporte de las sesiones llevadas a cabo para el estudio.
- **Riesgo:** La expresión cuantitativa o cualitativa de una posible pérdida, que considera tanto la probabilidad de que un peligro resulte en un evento adverso como las consecuencias de ese evento. El riesgo se utiliza a menudo para ordenar las recomendaciones.

S

- **Salvaguardas:** Formas o medidas de protección, para evitar o prevenir condiciones peligrosas o para mitigar sus consecuencias.

- **Sesión:** La parte del estudio realizada en una reunión de trabajo.
- **Severidad:** Para un escenario particular de peligro. El grado en que el personal, la propiedad o el ambiente pueden ser afectados adversamente.
- **Sistema:** Una parte formal de una planta.
- **Subsistema:** Una parte formal de la estructura de un sistema.
- **Sustancias químicas:** En la ventana de diálogo de datos del proyecto, identifica a las sustancias químicas peligrosas utilizadas en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. Puente, M. (2001). *Higiene y seguridad en el trabajo*. Ibarra-Ecuador: Edición 1.
- Piqué, T., Cejalvo, A. (1994). *Análisis probabilístico de riesgos*. Barcelona.
- Kletz, T.A. (1986). *Notes on the identification and assessment of hazards*. Icheme Rugby.
- Chemical Industry Association. (1985). *A guide to hazard and operability analysis*.
- Dr. Echeverria, J.A. (1997). *Compendio de normas de seguridad e higiene industrial, Relaciones humanas*. Quito-Ecuador.
- Gomez, G. (1997). *Sistemas Administrativos –Análisis y Diseños*. Editorial Mc Graw Gil.
- Casal, J. Montiel, H. Planas, E. Vilchez, J. (1999). *Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales*. Barcelona: Editorial UPC.
- Denton, D.K. (1985). *Seguridad Industrial*. Editorial McGraw-Hill.
- Wiley, J & Sons. (2005) *System Safety HAZOP and software HAZOP*.
- Fernandez - Ríos, M. (1995). *Análisis y descripción de los puestos de trabajo*. Ed. Díaz de Santos.
- Barrenechea Suso, J. y Ferrer López, M.A. (1998). *Ley de Prevención de Riesgos Laborales*. Ed. Deusto. Bilbao.

- Cortés Díaz, J.J. (1997). Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad e Higiene del Trabajo.
- Vaquero Puera, J.L. y Ceña Callejo, R. (1996). Prevención de riesgos laborales: seguridad, higiene y ergonomía. Ed. Pirámide. Madrid.
- www.unefa.edu.ve
2011/ 11/ 15 a las 09:00
- www.compuchanel.seguridadindustrial.com
2011/ 11/ 29 a las 10:30
- www.elcosh.org/
2011/ 12/ 08 a las 14:00
- www.heuristica.com
2012/ 01/ 11 a las 11:00
- http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/estructdatos2/tema5_1.htm
2012/ 01/ 23 a las 10:00
- <http://macabremoon0.tripod.com/id13.html>
2012/ 01/ 27 a las 14:00
- <http://clintyanyurbis-diagramasdeflujo.blogspot.com/2007/07/diagramas-de-flujo.html>
2012/ 02/ 21 a las 08:45
- www.monografias.com/.../diagrama-de-flujo2.shtml
2012/ 02/ 28 a las 11:30

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO NO. 1

Plano del Terminal de Productos Limpios “El Beaterio”

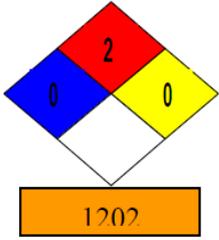
ANEXO NO. 2

Hoja de seguridad-Diesel 2, secciones 1, 2, 3 y 4.

 <p>PETROCOMERCIAL FILIAL DE PETROECUADOR</p>	<p>UNIDAD DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL</p>	<p>VERSIÓN: 00</p>
		<p>FECHA:</p>
		<p>CÓDIGO:</p>
		<p>Página 1 de 18</p>

IMPORTANTE: Lea esta MSDS antes de manejar y desechar este producto y haga llegar esta información a sus empleados, clientes y usuarios de este producto.

RESEÑA DE EMERGENCIA	
Estado Físico:	Líquido
Color:	Amarillo
Olor:	Característico del Hidrocarburo
<p>ADVERTENCIA! Líquido Combustible: el vapor puede causar fuego repentino. Puede ser dañino o fatal si es ingerido – puede entrar en los pulmones y causar daño severo. La niebla o el vapor puede irritar el tracto respiratorio El contacto con el líquido puede causar irritación en los ojos o en la piel. Puede ser nocivo si se inhala o se absorbe por la piel Sobreexposición puede causar depresión del sistema nervioso central (SNC) y efectos sobre órganos seleccionados. Los derrames pueden crear riesgo a resbalarse</p>	

CLASIFICACION DE RIESGOS		
	HMIS	NFPA
Riesgo para la Salud *	2	0
Riesgo de Incendio	2	2
Reactividad	0	0
<p>* = Riesgo Crónico para la Salud</p>		
		

EQUIPO DE PROTECCION
<p>Recomendado mínimo Ver detalles en la Sección 8</p>


1. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

NOMBRE COMERCIAL:	Diesel
NOMBRE QUIMICO:	Diesel Fuel # 2
USO:	Combustible para maquinas y calderos con motor a diese, y para usos de proceso de ingeniería, quemadores y otros
SINONIMOS:	Combustible para motor.
NOMBRE FABRICANTE:	PETROINDUSTRIAL
DIRECCIÓN FABROICANTE:	Alpallana y Diego de Almagro
NOMBRE DISTRIBUIDOR:	PETROCOMERCIAL
DIRECCION DISTRIBUIDOR:	Alpallana y Av. 6 de Diciembre
TELEFONO EMERGENCIA:	Seguridad Industrial 022 (563 - 607) EXT. 5115
TELÉFONO INFORMACIÓN:	Terminal El Beaterio 022 (690 – 688) EXT. 114 ó 209 Dispensario Médico 022 (690 – 876) EXT. 109 ó 219
TELÉFONO 24 HORAS AL DÍA:	Estación Reductora 2690794
FORMULA QUIMICA:	C12H26 a C20H42
NUMERO CAS* :	(Chemical Abstract Service) Código Contable 68476-34-6
NUMERO NU:	(Número de ident de las Naciones Unidas de <u>1202</u> Productos Químicos Peligrosos)

2. COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO (COMPONENTES)

Descripción del Compuesto:	Mezcla compleja de hidrocarburos provenientes de destilación atmosférica del petróleo, compuesta en su mayor parte por fracciones que van de C12 a C20 átomos por molécula.
-----------------------------------	---

Componentes Peligrosos

NOMBRE	No. CAS	CONTENIDO	RIESGOS	FRASES DE RIESGO "R"	FRASES DE SEGURIDAD "S"	LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL	
						CPP-TWA	CMP-STEL
Poliaromáticos	50-32-8	2%	Xn	R21/22	S23.2	0.2 mg/m3	-
Deri naftalen	91-20-3	0.3 - 0.6 %	Xn	R22		10 PPM	15 PPM

F: Fuego **T:** Tóxico **Xn:** Nocivo **R:** (Frases de Riesgo) **S:** (Frases de Seguridad)

CMP-STEL: Concentración Máxima Permissible: Concentración máxima a la cual pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos sin sufrir efectos severos.

TWA: Concentración Promedio Permissible: Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas diarias.

3. PROPIEDADES FISICO – QUÍMICOS

Estado Físico: Líquido a temperatura ambiente
Aspecto: Aceitoso
Color: Amarillo
Olor: Característico

Temperatura de Ebullición Inicial: 160 °C
Temperatura de Ebullición Final: 360°C
Solubilidad en Agua: 0.007 kg/m3
Presión de Vapor Reid: 0.1 mmHg
Densidad de Vapor (Aire = 1): 4.5
Densidad a 15 C: 85 kg/m3
Densidad Relativa: 0.865
Viscosidad Cinemática 37.8°C: 2.6 - 6 cst
Calor Latente Vaporización: 60 cal/gm
Calor De Combustión: 11200 BTU/lb

4. RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

Punto de Inflamación:	60°C
Temperatura de Autoignición:	240°C
Límite Superior de Inflamabilidad:	5%
Límite Inferior de Inflamabilidad:	0.7%
Medios de extinción recomendados:	Espuma, polvo químico seco, CO2, Agua pulverizada ó nebulizada
NFPA:	Salud 1; Inflamabilidad 1; Reactividad 0

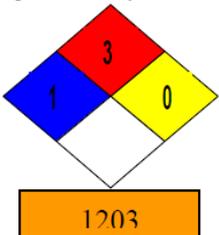
ANEXO NO. 3

Hoja de seguridad-Gasolina Extra, secciones 1, 2, 3 y 4.

 <p>PETROCOMERCIAL FILIAL DE PETROECUADOR</p>	<p>UNIDAD DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL</p>	<p>VERSIÓN: 00</p>
		<p>FECHA: CÓDIGO:</p>
		<p>Página 1 de 18</p>

IMPORTANTE: Lea esta MSDS antes de manejar y desechar este producto y haga llegar esta información a sus empleados, clientes y usuarios de este producto.

RESEÑA DE EMERGENCIA	
Estado Físico:	Líquido
Color:	Verde
Olor:	Característico del Hidrocarburo
<p>ADVERTENCIA! Líquido Combustible: el vapor puede causar fuego repentino. Puede ser dañino o fatal si es ingerido – puede entrar en los pulmones y causar daño severo. La niebla o el vapor puede irritar el tracto respiratorio El contacto con el líquido puede causar irritación en los ojos o en la piel. Puede ser nocivo si se inhala o se absorbe por la piel Sobreexposición puede causar depresión del sistema nervioso central (SNC) y efectos sobre órganos seleccionados. Los derrames pueden crear riesgo a resbalarse</p>	

CLASIFICACION DE RIESGOS	
	NFPA
Riesgo para la Salud *	1
Riesgo de Incendio	3
Reactividad	0
<p>* = Riesgo Crónico para la Salud</p>	
	

EQUIPO DE PROTECCION
<p>Recomendado mínimo Ver detalles en la Sección 8</p>


1. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

NOMBRE COMERCIAL:	Gasolina Extra
NOMBRE QUIMICO:	Gasolina
USO:	Combustible para motores de combustión interna por ignición, diseñados para carburantes sin plomo.
SINONIMOS:	Combustible para motor, gasolina sin plomo, benzina
NOMBRE FABRICANTE:	PETROINDUSTRIAL
DIRECCION FABRICANTE:	Alpallana Y Diego de Almagro
NOMBRE DISTRIBUIDOR:	PETROCOMERCIAL
DIRECCION DISTRIBUIDOR:	Alpallana y Av. 6 de Diciembre
TELEFONO EMERGENCIA:	Seguridad Industrial 022 (563 - 607) EXT. 5115
TELÉFONO INFORMACIÓN:	Terminal El Beaterio 022 (690 – 688) EXT. 114 ó 209 Dispensario Médico 022 (690 – 876) EXT. 109 ó 219
TELÉFONO 24 HORAS AL DÍA:	Estación Reductora 2690794
FORMULA QUIMICA:	C5H10 a C9H18
NUMERO CAS* :	CAS: (Chemical Abstract Service) Código Contable 8006 - 61-9
NUMERO NU: (Número de ident de las Naciones Unidas de Productos Químicos Peligrosos)	<u>1203</u>

2. COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO (COMPONENTES)

Descripción del Compuesto:	Mezcla de hidrocarburos aromáticos y olefínicos, obtenidos de procesos de destilación atmosférica o craking catalítico, ruptura alquilación, compuesta en su mayor parte por fracciones de hidrocarburos que van de C5 a C10 átomos por molécula. Puede contener benceno en una concentración de 1% (V/V). Puede contener n-hexano hasta una concentración de 5% (V/V).
-----------------------------------	---

Componentes Peligrosos

NOMBRE	No. CAS	CONTENIDO	RIESGOS	FRASES DE RIESGO "R"	FRASES DE SEGURIDAD "S"	LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL	
						CPP-TWA	CMP-STEL
Olefinas	142-82-5	3%	F	R:11	5:9-16-23.2-29-33	400 PPM	500 PPM
Tolueno	108-88-3	20%	Xn, F	R11-20	S:16-25-29-33	100 PPM	150 PPM
Xileno	1330-20-7	20%	Xn	R10-20/21-38	S:25	100 PPM	150 PPM
Benceno	71-43-2	< 1% (V/V)	F, T	R45-1148-23/24/25	S53-45	10 PPM	25 PPM
n-Hexano	110-54-3	< 5% (V/V)	F, Xn	R11-48/20	S9-16-24/25-29-51	100 PPM	510 PPM

F: Fuego **T:** Tóxico **Xn:** Nocivo **R:** (Frasas de Riesgo) **S:** (Frasas de Seguridad)

CMP-STEL: Concentración Máxima Permissible: Concentración máxima a la cual pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos sin sufrir efectos severos.

TWA: Concentración Promedio Permissible: Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas diarias.

3. PROPIEDADES FISICO – QUÍMICOS

Estado Físico:	Líquido a temperatura ambiente
Aspecto:	Transparente y brillante
Color:	Verde
Olor:	Característico
Temperatura de Ebullición Inicial:	Aproximadamente 35 °C
Temperatura de Ebullición Final:	Aproximandamente 210°C
Solubilidad en Agua:	0.003 - 0.010 kg/m3
Presión de Vapor Reid:	48 - 78 Kpa
Densidad de Vapor (Aire = 1):	> 3
Densidad a 15 C:	735 - 785 kg/m3
Densidad Relativa:	0.7643
Viscosidad Cinemática 37.8°C:	<1 mm2/s
Octanaje:	80
Calor Latente Vaporización:	71 - 78 cal/gm
Calor De Combustión:	19277 BTU/lb

4. RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

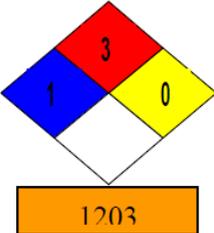
Punto de Inflamación:	-42°C (PMCC)
Temperatura de Autoignición:	>250°C
Límite Superior de Inflamabilidad:	6-8 % (V/V)
Límite Inferior de Inflamabilidad:	1% (V/V)
Medios de extinción recomendados:	Espuma, polvo químico seco, CO2, Agua pulverizada ó nebulizada
NFPA:	Salud 1; Inflamabilidad 3; Reactividad 0

ANEXO NO. 4

Hoja de seguridad Gasolina Súper, secciones 1, 2, 3 y 4.

IMPORTANTE: Lea esta MSDS antes de manejar y desechar este producto y haga llegar esta información a sus empleados, clientes y usuarios de este producto.

RESEÑA DE EMERGENCIA	
Estado Físico:	Líquido
Color:	Amarillo
Olor:	Característico del Hidrocarburo
<p>ADVERTENCIA! Líquido Combustible: el vapor puede causar fuego repentino. Puede ser dañino o fatal si es ingerido – puede entrar en los pulmones y causar daño severo. La niebla o el vapor puede irritar el tracto respiratorio El contacto con el líquido puede causar irritación en los ojos o en la piel. Puede ser nocivo si se inhala o se absorbe por la piel Sobreexposición puede causar depresión del sistema nervioso central (SNC) y efectos sobre órganos seleccionados. Los derrames pueden crear riesgo a resbalarse</p>	

CLASIFICACION DE RIESGOS	
	NFPA
Riesgo para la Salud *	1
Riesgo de Incendio	3
Reactividad	0
<p>* = Riesgo Crónico para la Salud</p>	
	

EQUIPO DE PROTECCION
<p>Recomendado mínimo Ver detalles en la Sección 8</p>


1. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

NOMBRE COMERCIAL:	Gasolina Súper
NOMBRE QUIMICO:	Gasolina
USO:	Combustible para motores de combustión interna por ignición, diseñados para carburantes sin plomo.
SINONIMOS:	Combustible para motor, gasolina sin plomo, benzina
NOMBRE FABRICANTE:	PETROINDUSTRIAL
DIRECCIÓN FABRICANTE:	Alpallana y Diego de Almagro
NOMBRE DISTRIBUIDOR:	PETROCOMERCIAL
DIRECCION DISTRIBUIDOR:	Alpallana y Av. 6 de Diciembre
DIRECCION DISTRIBUIDOR:	Alpallana y Av. 6 de Diciembre
TELEFONO EMERGENCIA:	Seguridad Industrial 022 (563 - 607) EXT. 5115
TELÉFONO INFORMACIÓN:	Terminal El Beaterio 022 (690 – 688) EXT. 114 ó 209 Dispensario Médico 022 (690 – 876) EXT. 109 ó 219
FORMULA QUIMICA:	C5H12 a C10H22
NUMERO CAS* :	(Chemical Abstract Service) Código Contable 8006-61-9
NUMERO NU: :	(Número de ident de las Naciones Unidas de Productos Químicos Peligrosos) <u>1203</u>

2. COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO (COMPONENTES)

DESCRIPCION DEL COMPUESTO:	Mezcla de hidrocarburos aromáticos y olefínicos, obtenidos de procesos de destilación mediante craqueo catalítico, alquilación, isomerización compuesta en su mayor parte por fracciones de hidrocarburos que van de C5 a C10 átomos por molécula. Puede contener benceno en una concentración de 1% (V/V). Puede contener n-hexano hasta una concentración de 5% (V/V).
-----------------------------------	--

COMPONENTES PELIGROSOS

NOMBRE	No. CAS	CONTENIDO	RIESGOS	FRASES DE RIESGO "R"	FRASES DE SEGURIDAD "S"	LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL	
						TWA	STEL
Olefinas	142-82-5	3%	F	R:11	5:9-16-23.2-29-33	400 PPM	500 PPM
Benceno	71-43-2	< 1% (V/V)	F, T	R45-1148-23/24/25	S53-45	10 PPM	25 PPM
n-Hexano	110-54-3	< 5% (V/V)	F, Xn	R11-48/20	S9-16-24/25-29-51	500 PPM	510 PPM
Tolueno	108-88-3	25%	Xn, F	R11-20	S:16-25-29-33	100 PPM	150 PPM
Xileno	1330-20-7	25%	Xn	R10-20/21-38	S:25	100 PPM	150 PPM

F: Fuego **T:** Tóxico **Xn:** Nocivo **R:** (Frases de Riesgo-sección 17)

CMP-STEL: Concentración Máxima Permissible: Concentración máxima a la cual pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo de hasta 15 minutos sin sufrir efectos severos.

TWA: Concentración Promedio Permissible: Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de 8 horas diarias.

3. PROPIEDADES FISICO – QUÍMICOS

Estado Físico:	Líquido a temperatura ambiente
Aspecto:	Transparente y brillante
Color:	Amarillo
Olor:	Característico
Temperatura de Ebullición Inicial:	Aproximadamente 35°C
Temperatura de Ebullición Final:	Aproximadamente 210°C
Solubilidad en Agua:	0.003 - 0.010 kg/m ³
Presión de vapor Reid:	6 PSIA
Densidad de vapor (Aire = 1):	3 - 4
Densidad A 15 C:	0.71-0.72 g/ml
Densidad relativa:	0.7174
Viscosidad cinemática 37.8°C:	<1 mm ² /s
Octanaje:	89
Calor latente vaporización:	71 - 78 cal/gm
Calor de combustión:	19277 BTU/lb

4. RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

Punto de Inflamación: -42°C (PMCC)

Temperatura de Autoignición: >280°C

Límite Superior de Inflamabilidad: 7.4 % (V/V)

Límite Inferior de Inflamabilidad: 1.4% (V/V)