

26
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DE RIESGO APLICADO A BATERIAS DE SEPARACION.

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO PETROLERO

P r e s e n t a:

HECTOR JOSE MENDEZ LOYDA

Director: Ing. Ramón E. Domínguez Betancourt



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Ciudad Universitaria, D. F. 1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-I-017

SR. HECTOR JOSE MENDEZ LOYDA
Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Ramón Domínguez Betancourt y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero Petrolero:

ANALISIS DE RIESGO APLICADO A BATERIAS DE SEPARACION

- I INTRODUCCION
- II ASPECTOS BASICOS DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE
- III EL ANALISIS DE RIESGO
- IV LA BATERIA DE SEPARACION COMO UNIDAD DE PRODUCCION
- V EJEMPLO DE APLICACION, BATERIA SAMARIA II
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a 17 de marzo de 1997
EL DIRECTOR


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

TEMA: ANALISIS DE RIESGO APLICADO A BATERIAS DE SEPARACION

DIRECTOR DE TESIS:

ING. RAMON E. DOMINGUEZ BETANCOURT

REALIZADO POR:

HECTOR JOSE MENDEZ LOYDA

FIRMAS DE CONFORMIDAD DEL JURADO:

PRESIDENTE:

ING. EDUARDO CERVERA DEL CASTILEO

VOCAL:

ING. RAMON E. DOMINGUEZ BETANCOURT.

SECRETARIO:

ING. NESTOR MARTINEZ ROMERO.

1ER. SUPLENTE:

ING. SALVADOR MACIAS HERRERA.

2DO. SUPLENTE.

ING. JUAN DE LA CRUZ CLAVEL LOPEZ.

Ciudad Universitaria. Mayo de 1997

**ESTE TRABAJO LO DEDICO A TODAS
Y CADA UNA DE LAS PERSONAS
INTEGRANTES DE MI FAMILIA QUE
SIEMPRE ME BRINDAN SU AMOR,
CARIÑO Y APOYO.**

*CON DEDICATORIA ESPECIAL A MIS
ABUELITOS*

**JOSE MARIA MENDEZ CASTILLO
DOLORES AGUIRRE RODRIGUEZ
FRANCISCO LOYDA FLORES
SOCORRO AYALA PALOMINO**

*A MIS PADRES GRACIAS POR SU
AMOR, COMPRESION Y CARIÑO SIN
USTEDES ESTE SUEÑO NO SERIA UNA
REALIDAD, LOS AMO DEMASIADO.*

**YOLANDA AIDA LOYDA AYALA
LEONEL MENDEZ AGUIRRE
ESPERANZA MENDEZ AGUIRRE**

MARTHA IMELDA

*CUNDO TE DIGO TE AMO. EL DECIRLO
SUENA TAN HUECO PERO, SIN
EMBARGO, EXPRESA LA MAXIMA
REALIZACION DE UNA PERSONA. TU
AMOR, PACIENCIA Y COMPRESION
SOLO SE INTEGRAN COMO UNA MINIMA
PARTE DE LO QUE YO SIENTO POR TI.
CARIÑO LINDO, MI HERMOSO AMOR.*

*CON TODO MI AMOR A MIS HIJOS,
QUIENES FUERON LA INSPIRACION PARA
LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.*

HECTOR DANIEL MENDEZ GUTIERREZ
IVAN URIEL MENDEZ GUTIERREZ

MARTHA (TITA)

ESTE TRABAJO TE LO DEDICO COMO
MUESTRA DE MI AMOR SINCERO, SIN TU
APOYO, COMPRENSION Y CARIÑO ESTO NO
SERIA UNA REALIDAD, GRACIAS POR TODO
LO QUE TU ERES

*A MIS HERMANOS GRACIAS POR SU
APOYO Y CARÑO.*

ELSA PATRICIA, MARIA DEL PILAR,
ANA LILIA, NORMA GRACIELA, JOSE
OCTAVIO, HUGO OCTAVIO, BETY,
AGUSTIN Y ARTURO,

A MIS SOBRINOS LINDOS.

CITLALI, NICTE, KAREN SUGEY,
VIRIDIANA ITZEL, HUGO ARTURO,
JOSE ARMANDO, CLAUDIA IVETT,
SANDRA GISEL, MILDRET Y LOS
QUE ME FALTARON.

A MIS TIOS GRACIAS.

VELIA, NARCISO, VICTOR, MARTHA,
HILDA, HECTOR, BARBARA, MOISES,
FEDERICO, PILAR, FRANCISCO,
JORGE, MIGUEL, LIDIA ASÍ COMO A
TERESA, ELVA, JUAN, JESUS, A MI
CUÑADO JOSE IGNACIO, Y A MIS
PRIMOS BLANCA ANGELICA, MONICA
FRANCISCO, JOEL ADRIAN, ROSA,
JOEL Y LOS QUE ME FALTARON QUE
SON MUCHOS PERO QUE LOS QUIERO
IGUAL.

EN LA VIDA EL AMOR DE UNA MUJER Y SU FAMILIA REPRESENTA LA BASE PARA ENFRENTAR CON AMOR, ALEGRIA Y FUERZA LAS SITUACIONES QUE SE PRESENTAN DIARIAMENTE, PERO ESTO NO SE COMPLEMENTARIA EN SU TOTALIDAD SIN LA COMPAÑIA DE VERDADEROS AMIGOS GRACIAS A TODOS USTEDES.

JOSE LUIS, JOSE ALFONSO,
FRANCISCO (PACO), ALFONSO,
JUDITH, AGUSTINA, PORFIRIO,
RAFAEL, VICTOR HUGO, CESAR,
JESUS, GENARO, PATRICIO, LOURDES,
MARIA DE LOURDES, KARIN, VICTOR
MANUEL, CARLOS ALBERTO, JAVIER,
MARTIN, CARLOS, RAUL, GORGONIO,
EL SR. MANUEL, EL ING. JAIME, ASÍ
COMO LA FAMILIA GUTIERREZ
CASAS, A LA SRA. ESPERANZA, JUAN
PABLO, RUBEN Y A LOS QUE ME
FALTARON, DESGRACIADAMENTE EL
TIEMPO A BORRADO SUS NOMBRES A
TODOS ELLOS GRACIAS..

*DE LA MISMA MANERA OFREZCO CON
ESTE TRABAJO MI MAS PROFUNDO
AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS
PERSONAS QUE EN ALGÚN MOMENTO
DE MI VIDA ME BRINDARON SU AMOR Y
SU APOYO INCONDICIONAL*

MARICELA, RAQUEL, NOEMI, ANA
LUISA, YOLANDA, MARIBEL, REBECA,
ROSITA, ROSA MARIA, FLOR,
AZUCENA, EDILBERTA, MARIANA,
ELENA, YANINA, LETICIA, SARA,
ANABEL, ELSA, PATY, SILVIA,
BLANCA, MARGARITA, IRENE,
GABRIELA, ALEJANDRA, LUPITA Y
ANGELES.

*MI MAS PROFUNDO AGRADECIMIENTO
PARA EL ING. RAMON E. DOMINGUEZ
BETANCOURT POR SUS CONOCIMIENTOS,
PACIENCIA E INTERES*

*DE LA MISMA MANERA GRACIAS, POR
TODO LO QUE UN MAESTRO REALIZA POR
UNO COMO ESTUDIANTE, ESTE TRABAJO
SE REPRESENTA COMO EL RESULTADO DE
SU ESFUERZO Y DEDICACION.*

PROF. CESAR GALLEGOS BARTOLO
PROFA. LUCINA
ING. MIGUEL MARTINEZ ALCARAZ
ING. JOSE ANGEL GOMEZ CABRERA
ING. MARIO BECERRA ZEPEDA
ING. JUAN MARIN AZNAR
ING. EDUARDO CERVERA DEL CASTILLO
ING. WALTER FRIDEFERG MEZHBACK
ING. NESTOR MARTINEZ ROMERO.
ING. HECTOR DIAS ZERTUCHE
ING. FRANCISCO GARAICOHEA P.
ING. ROSA DE JESUS HERNANDEZ
ING. EDUARDO G. LORETO MENDOZA
ING. RAFAEL RODRIGUEZ NIETO
ING. CARLOS ISLAS SILVA
ING. MARCO A. TORRES HERRERA

CONTENIDO

	PAG
CAPITULO 1	
INTRODUCCION.	1
CAPITULO 2	
ASPECTOS BASICOS DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE.	
2.1 NOCION GENERAL DEL AMBIENTE.	4
2.2 NOCIONES DE ECOLOGIA.	5
2.3 ECOLOGIA HUMANA.	5
2.4 PROBLEMA AMBIENTAL.	8
2.5 SEMBLANZA HISTORICA.	9
2.6 ASPECTOS BASICOS DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLOGICO.	10
2.6.1 Primero: Disposiciones Generales.	11
2.6.1.1 Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente.	12
2.6.2 Segundo: Areas Naturales Protegidas.	16
2.6.3 Tercero: Aprovechamiento Regional de los Elementos Naturales.	17
2.6.4 Cuarto: Protección al Ambiente.	17
2.6.5 Quinto: Participación Social.	18
2.6.6 Sexto: Medidas de Control, Seguridad y Sanciones.	18
2.7 LAS DIFERENTES MODALIDADES DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL	20

2.7.1 Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad General.	21
2.7.2 Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Intermedia.	22
2.7.3 Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Específica.	22
2.8 ASPECTOS GENERALES DE LAS MODALIDADES PROPUESTAS.	23
2.8.1 Datos Generales del Proyecto.	24
2.8.2 Descripción del Proyecto.	24
2.8.3 Descripción del Proyecto Antes de ser Realizado.	25
2.8.3.1 Medio físico.	25
2.8.3.2 Medio biológico.	27
2.8.3.2.1 En el caso de ecosistemas terrestres.	27
2.8.3.2.2 En el caso de ecosistemas acuáticos.	27
2.8.3.3 Medio Socioeconómico.	28
2.8.4 Vinculación del Proyecto con los Planes y Programas de uso de Suelo.	29
2.8.4.1 Planes sobre uso de suelo.	29
2.8.4.2 Proyectos de ordenamiento ecológico.	29
2.8.4.3 Areas naturales protegidas.	30
2.8.4.3.1 En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, existen dos clases de areas naturales protegidas.	30
2.8.5 Identificación y Descripción de los Impactos Ambientales que Ocasionarían la Ejecución del Proyecto en sus Distintas Etapas.	31
2.8.5.1 En cuanto a la extensión.	32
2.8.5.2 En cuanto a la intensidad.	32
2.8.6 Medidas de Mitigación.	34
2.9 GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO.	38
2.9.1 Datos Generales.	38
2.9.2 Descripción General del Proyecto.	39
2.9.3 Aspectos del Medio Natural y Socioeconómico.	40
2.9.4 Integración del Proyecto a las Políticas Marcadas	

en el Plan Nacional de Desarrollo.	43
2.9.4.1 Etapas de operación.	43
2.9.4.2 Substancias involucradas en el proceso.	44
2.9.4.3 Residuos principales.	48
2.9.4.4 Condiciones de operación.	48
2.9.5 RIESGO AMBIENTAL.	49
 CAPITULO 3	
ANALISIS DE RIESGO	
3.1 ANALISIS DE RIESGO.	51
3.2 ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.	51
3.3 LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.	52
3.4 CRITERIOS PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES.	63
3.5 RIESGOS QUIMICOS.	65
3.5.1 Riesgos Contra la Salud.	65
3.5.1.1 Intoxicación.	65
3.5.1.2 Toxicología experimental.	66
3.5.1.3 Vías de acceso.	66
3.5.1.4 Máximos permisibles.	67
3.5.1.5 Sustancias carcinógenas.	68
3.5.1.6 Sustancias corrosivas.	69
3.5.1.7 Sustancias dermatósicas.	70
3.5.1.8 Medidas preventivas.	70
3.5.1.9 Riesgos por inhalación de polvos y fibras.	71
3.5.1.10 Accidentes por exposición a gases.	71
3.5.1.11 Primeros auxilios en caso de inhalación de gases.	72
3.5.2 Riesgos por Inflamabilidad.	73
3.5.3 Riesgos por Reactividad Química. (Inestabilidad).	74

3.5.3.1 Sistema de identificación de riesgos.	74
3.6 ESTUDIO DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP Y HAZAN).	76
3.6.1 Evolución.	78
3.6.2 Situación Actual.	80
3.7 PRINCIPIO DE ANALISIS.	84
3.7.1 HAZAR AND OPERABILTY STUDIES.	84
3.7.2 Conceptos Básicos.	84
3.7.3 Descripción de Conceptos Básicos.	84
3.7.4 Procedimiento para el Estudio.	85
3.7.4.1 Definición alcance y objetivos.	86
3.7.4.2 Selección del equipo de trabajo.	86
3.7.4.3 Trabajo preparatorio.	87
3.7.4.4 Desarrollo práctico del trabajo.	88
3.7.4.5 Actividades de seguimiento.	89
3.7.4.6 Riesgos de la información.	90
3.7.5 Programa de Estudio.	90
3.7.5.1 Clasificación de riesgos.	94
3.7.5.2 Estudios previos al arranque.	95
3.7.5.3 Estudios para plantas en operación.	95
3.7.6 Aplicaciones.	98
3.7.6.1 Plantas de proceso continuo.	98
3.7.6.2 Plantas de proceso intermitente.	99
3.8 ANALISIS DE RIESGO (CUANTITATIVO).	107
3.8.1 Criterios Cuantitativos.	107
3.8.1.1 La necesidad de criterios.	107
3.8.2 Criterios para le Emisión de Gases Tóxicos.	107
3.8.2.1 Ejemplo: Planta de cloro.	107
3.8.3 Definición HAZAN.	109
3.8.4 Criterio de Comparación.	109
3.8.4.1 El Criterio FAR (FATAL ACCIDENT RATE).	109
3.8.4.2 Criterios para riesgos mayores.	111
3.8.4.3 Frecuencia del accidente.	112
3.8.4.4 Riesgo social.	112
3.8.4.5 Riesgos individuales.	113
3.8.4.6 Riesgo - Beneficio.	114

3.8.4.7	Conversión de FAR a Tasa de Riesgo (TDR).	116
3.8.5	Causas Comunes o Fallas de Tipo Común.	117
3.8.5.1	Uso de Redundancia.	118
3.8.5.2	Diversidad.	119
3.8.6	Limitaciones de Tipo Común de los Sistemas Automáticos de Protección	119
3.8.6.1	Consideraciones de tipo común en estudios de riesgo y operabilidad.	120
3.8.6.2	Factores ergonómicos y humano.	121
3.8.6.3	Tipos de errores humanos.	122
3.8.6.4	Origen de los Errores Humanos.	124
3.8.7	Falta de Atención Memoria.	125
3.8.8	Distracción.	125
3.8.8.1	Factores ambientales.	125
3.8.9	Tensión.	126
3.8.9.1	Factores que influyen o afectan el desempeño eficiente del trabajo.	126
3.8.10	Colocación.	127
3.8.10.1	Ejemplo.	128
3.8.11	Características de una Buena Presentación.	129
3.8.11.1	Legibilidad.	130
3.8.11.2	Congruencia.	130
3.8.11.3	Precisión.	130
3.8.11.4	Conciso.	130
3.8.11.5	Capacidad para indicar sus propias fallas.	130
3.8.11.6	Diferenciable.	131
3.8.12	Controles.	131
3.8.13	Características del Buen Control.	131
3.8.13.1	Congruente.	131
3.8.13.2	Funcionamiento.	131
3.8.13.3	Indicación clara de la situación.	132
3.8.13.4	Fácil diferenciación.	132
3.8.14	Evaluación de la probabilidad de error.	132
3.8.14.1	Familiarización con la actividad analizada.	132
3.8.14.2	Factores que influyen en el desempeño del operador.	132
3.8.15	Selección del factor de probabilidad.	133
3.8.16	Puntos débiles en el análisis de riesgo.	139

3.8.16.1 Los datos pueden ser no aplicables.	139
3.8.17 Los datos se aplican a equipos y modelos específicos.	139
3.8.18 Los datos son afectados por las políticas de mantenimiento.	140
3.8.19 Muy baja fracción de tiempo muerto.	141
3.8.20 No se cumple con la intención del diseño.	141
3.8.21 Fallas que no siguen al azar.	141

CAPITULO 4

LA BATERIA DE SEPARACION COMO UNIDAD DE PRODUCCION.

4.1 DESCRIPCION GENERALIZADA DEL SISTEMA DE RECOLECCION UTILIZADO, DESDE EL FONDO DEL POZO HASTA SU ENTREGA A UNA REFINERIA O UNA PETROQUIMICA.	142
4.1.1 Definición del Sistema de Tuberías como Medio de Transporte..	142
4.1.2 Conjunto de Tuberías y Accesorios Involucrados, desde el Fondo del Pozo hasta la Superficie.	142
4.1.3 Accesorios Instalados de la Superficie al Fondo del Pozo.	143
4.1.4 Sistema de Recolección que parte del Pozo, desde el Arbol de Válvulas hasta la Estación Inicial del Sistema Troncal.	146
4.2 ANTECEDENTES.	151
4.3 ARBOL DE VALVULAS.	152
4.4 PORTA-ESTRANGULADORES Y ESTRANGULADORES.	154
4.4.1 Porta-estranguladores.	154
4.4.2 Estranguladores.	154
4.5 CABEZAL DE POZOS O MANYFOLD.	155

4.6 LÍNEA DE DESCARGA O DE ESCURRIMIENTO.	156
4.7 DESCRIPCIÓN DE LA SEPARACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS.	158
4.8 TIPOS DE SEPARADORES.	159
4.8.1 Separadores Verticales.	159
4.8.1.1 Operación.	159
4.8.1.2 Ventajas del separador vertical.	160
4.8.1.3 Desventajas del separador vertical	160
4.8.2 Separadores Horizontales.	160
4.8.2.1 Operación.	160
4.8.2.2 Ventajas del separador horizontal.	161
4.8.2.3 Desventajas del separador horizontal.	161
4.8.3 Separadores Esféricos.	161
4.8.3.1 Operación.	161
4.8.3.2 Ventajas y desventajas.	162
4.9 SEPARADORES	162
4.9.1 Separación por Fuerza Centrífuga	163
4.9.2 Separación por Choque.	163
4.9.3 Separación por Gravedad.	164
4.10 PARTES DE UN SEPARADOR.	164
4.10.1 Componentes Internos.	164
4.10.2 Componentes Externos.	165
4.11 CLASIFICACIÓN SEGUN SU USO	168
4.11.1 Separadores de Medición	168
4.11.2 Separadores de Producción General.	168
4.11.3 Selección del Tipo y Tamaño de los Separadores.	168
4.12 RECTIFICADORES.	169
4.13 ENFRIAMIENTO DEL GAS.	169
4.13.1 Motores Soloaires o Enfriadores.	170
4.13.2 Tipos de Motores Soloaires.	170
4.13.3 Deshidratación del aceite.	171

CAPITULO 5

EJEMPLO DE APLICACION BATERIA SAMARIA II

5.1 PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO	173
5.1.1 Definición, alcance y objetivos.	173
5.1.2 Selección del equipo de trabajo.	173
5.1.3 Trabajo Preparatorio.	174
5.1.4 Desarrollo Práctico del Trabajo.	174
5.1.5 Actividades de Seguimiento.	175
5.1.6 Riesgos de la Información.	176
5.2 INSTALACION: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II	176
5.2.1 Descripción del proceso.	176
5.2.2 Instalación: Batería de Separación SAMARIA II.	177
5.2.3 Instalación: Equipos Generadores de Contaminantes.	177
5.3 INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II	182
5.3.1 Descripción del proceso.	182
5.3.2 Instalación: Estación de Compresoras SAMARIA II.	182
5.4 INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA DE CRUDO SAMARIA II	191
5.4.1 Descripción del proceso	191
5.4.2 Instalación: Deshidratadora SAMARIA II	191
5.4.3 Instalación: Equipos Generadores de Contaminantes.	195
5.4.4 Antecedentes.	195
5.4.5 Descripción del Sistema.	195
5.4.6 Justificación de Trabajos en Planta Deshidratadora.	196
5.5 ESTUDIO HAZOP: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II	196
5.5.1 Nota Aclaratoria.	196
5.5.2 Estudio HAZOP: Desarrollo Práctico del Trabajo.	197

CONCLUSIONES 222

BIBLIOGRAFIA 225

OBJETIVO

EL OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO ES EL DE PROPORCIONAR UNA INTRODUCCION AL ANALISIS DE RIESGO BAJO CRITERIOS DE ESTUDIO AMBIENTAL, ASI COMO SU APLICACION A LA INDUSTRIA PETROLERA Y ESPECIFICAMENTE A UNA BATERIA DE SEPARACION.

I

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El hombre de nuestros días se encuentra, entre otras, con dos graves preocupaciones en el diario vivir dentro de una empresa.

Por una parte reclama, con absoluta justicia, el conservar la salud, la integridad física y fundamentalmente, la vida y por otra satisfacer sus necesidades y mejorar sus condiciones sociales. Lo primero, dentro del ámbito de la empresa, se traduce en el postulado de la Seguridad Industrial: Ambientes higiénicos, materiales de protección contra el riesgo profesional que puede provocar desde la incidencia que no deja incapacidad alguna hasta la tragedia que priva de la vida, y ante todo y sobre todo, educación de la seguridad.

En cuanto a la relación salud y trabajo, se ha enfatizado, con mayor frecuencia en algunas condiciones de seguridad e higiene a ser observadas por los trabajadores a fin de disminuir la frecuencia de las enfermedades y los accidentes. Esto es hacer énfasis en los aspectos externos del individuo y su buen o mal manejo que será responsabilidad exclusiva de él.

En cuanto a este punto, es menester hacer mención a la etapa social de la medicina del trabajo, que nace en 1919 con el tratado de Versalles en la que se establecen los principios que posteriormente regirán a la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.), creada para fomentar la paz y la justicia social, mejorar las condiciones del obrero y promover su estabilidad económica y social.

La aplicación de métodos o procedimientos de seguridad industrial dentro de la industria en general se ha implementado en todo tipo de actividades relacionadas al ser humano, se establece la necesidad de implementar normas dentro de las zonas en donde el obrero, empleado o toda aquella persona que este ligado a una relación de trabajo pueda evitar percances que tiendan a perturbar el proceso productivo y su seguridad personal.

De esta forma se establece en estos centros de trabajo formas o procedimientos para evitar percances como lo serían: acondicionar el centro de trabajo con buena iluminación, zonas ventiladas y hasta el color de muros y temperatura adecuada juegan un papel importante para el mejor desempeño del trabajador.

Así como todo el equipo necesario que les reduzca el riesgo en sus labores estos serían: mascarillas, guantes, casco, calzado y ropa adecuada, todas estas consideraciones son de suma importancia, pero qué podemos decir del equipo y las instalaciones, así como del entorno natural.

Se establece de esta manera un análisis del manejo, operación y mantenimiento de plantas industriales, en este punto se observa que una falla podría ocasionar desastres que en ocasiones sobrepasan lo catastrófico, cabe mencionar que si en una planta industrial el equipo que se maneja cuenta con toda la supervisión técnica, no es garantía de que alguna mala maniobra por negligencia, cansancio u otros aspectos pueda ocasionar un mal funcionamiento y hasta algún accidente. De esta forma se introducen análisis y técnicas que prevén o tratan de prevenir algún percance en el funcionamiento de estos equipos, de esta manera se implementan estas técnicas que permiten llevar un control de qué pasaría si algo saliera mal en algún equipo en cuanto a su funcionamiento.

La prevención de riesgos de trabajo debe ser, para cualquier empresa, una preocupación que no se agote en un día o con la implementación de una medida de seguridad. Por el contrario ha de constituirse en una constante y permanente búsqueda del bienestar físico, mental y social de los trabajadores, de la conservación de las instalaciones y de la procuración del medio ambiente.

El riesgo de trabajo desde un punto de vista técnico implica la existencia de una interrelación entre tres factores: El trabajador, el agente y el medio ambiente.

Trabajador. Ciertas actitudes de los individuos hacia el trabajo (entre las cuales la más frecuente es la desidia por falta de concientización y capacitación para acatar las normas de seguridad) se convierten en causales de riesgo.

Agente. Toda sustancia, maquinaria, equipo o herramienta que bajo ciertas circunstancias es capaz de causar daño. El estudio de este factor causal considera las características físicas, químicas y biológicas así como los efectos que pueden producir en los trabajadores.

Medio ambiente. Situación definida por la influencia de las políticas, sistemas administrativos, la economía y las técnicas de operación particulares en una empresa.

En los últimos años se han establecido en México, numerosas empresas industriales, de acuerdo con lineamientos de organización moderna. Tales lineamientos comprenden la inclusión de actividades específicas de seguridad industrial y métodos de control de accidentes a plantas industriales, a ello se debe que el número de supervisores, jefes o ingenieros encargados en la prevención de riesgos en las industrias, haya aumentado considerablemente.

De lo anterior no se puede excluir el riesgo provocado al entorno ecológico, hoy en día es cada vez más complicado emprender cualquier tipo de empresa sin tomar en cuenta el impacto ambiental, así como controles sanitarios y equipo de control de contaminantes.

No obstante esto no significa que el progreso de la seguridad a personas e instalaciones ni con mucho sea paralelo de la industria. El hecho real es que la demanda de ingenieros de seguridad por parte de la industria, ha sido aún muy precaria y carente de los incentivos, honorarios y promoción para hacer que un mayor número de técnicos ya formados en estas ramas de la ingeniería, se encaucen hacia una actividad tan excepcionalmente humanista, sin que ello signifique, el abandono de la aplicación de sus conocimientos técnicos antes adquiridos pues está comprobado que la labor de seguridad a personas y equipo industrial, no es un trabajo más, sino una finalidad.

Es así como el presente trabajo trata de dar una introducción a temas tan importantes y poco abordados dentro de la industria, como lo son la Ecología, Equilibrio Ecológico, Seguridad Industrial y de manera más precisa su enfoque a la industria petrolera, estos temas deberán empezar en las mentes de los más altos ejecutivos y descender gradualmente por todos los niveles de una industria, de esta manera se proponen procedimientos que permitan elevar al máximo el buen funcionamiento de una planta industrial, como el estudio incluido en este trabajo, la técnica HAZOP se introduce con aplicación a baterías de separación.

CAPITULO II

EQUILIBRIO ECOLOGICO

2.1 NOCION GENERAL DEL AMBIENTE

Se dice que ambiente (del lat. ambiens-entis, que rodea.) es el conjunto de circunstancias o condiciones que rodean un organismo o una comunidad de organismos. El ambiente comprende pues, los factores ecológicos, numerosos y variados, que se incluyen en todo sistema biológico y que interfieren entre sí de modo complejo.

La noción de "medio" fue analizada por Comte cuando habla de: "... esas dos condiciones fundamentales correlativas, necesariamente inseparables del ser vivo, un organismo determinado y un medio conveniente..." no se entiende por medio solamente el fluido en el que el organismo está sumergido, sino el conjunto total de las circunstancias exteriores de cualquier género necesarias a la existencia de cada organismo determinado.

La Directiva de la Comunidad Europea que regula las evaluaciones del impacto ambiental de determinadas obras públicas y privadas define ambiente como el sistema constituido por diferentes variables de estado y flujo, es decir, por el hombre, la fauna, la flora, el clima, el aire, el suelo, el agua y el paisaje, la interacción entre los bienes anteriores, los bienes materiales y el patrimonio cultural.

Finalmente el artículo 3o de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, define al ambiente como: El conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

La ecología esta de moda ella interviene incluso en política y con mucha frecuencia nos olvidamos que esta ciencia tiene fundamentos muy sólidos su origen es antiguo. Es en 1866 que Haeckel creo el nombre y definió la ecología como el estudio de las relaciones entre los seres vivos y el medio natural que les rodea. A continuación la ecología general se confundió con

las "Ciencias Naturales", pues era evidente que los seres vivos estaban sometidos a las influencias del medio. Actualmente el cuadro se ha complicado, porque la ecología general ha cambiado de orientación y ha aparecido la ecología humana.

2.2 NOCIONES DE ECOLOGIA

La ecología general pone el acento en las interrelaciones entre los organismos y el medio y presenta este carácter de síntesis que caracteriza la ecología. La naturaleza relaciona algunos seres en un sitio que llamaremos biotopo, soporte no organizado (abiótico) del hábitat este biotopo esta formado por los elementos naturales, el aire, el agua, el suelo, el clima. En este hábitat se encuentran organismos viviendo en comunidades y se denomina biocenosis este conjunto de animales, de vegetales y de microorganismos, el biotopo y la biocenosis conforman un ecosistema, al menos si hay homogeneidad y estabilidad una marisma, una duna, un bosque forman ecosistemas con una flora y una fauna peculiares de cada uno. Estos pequeños ecosistemas se ligan naturalmente a los ecosistemas vecinos para formar unidades cada vez mas grandes a escala mundial, se llaman biomas los conjuntos de ecosistemas similares por ejemplo, el bosque tropical. Así se pueden distinguir cinco grandes zonas geográficas sobre la superficie del globo, las tierras cultivadas (3% solamente), las estepas, praderas y pastizales (5%), los bosques (8%), los desiertos y zonas áridas (13%), finalmente los océanos (71% de la superficie del planeta).

2.3 ECOLOGIA HUMANA

La ecología consiste en el estudio de los ecosistemas; también habrá que comprenderse bien este término. Demos, primeramente, dos definiciones clásicas. Para Odum, el ecosistema es el conjunto de los organismos vivientes y de las sustancias no vivientes que interactúan para producir un intercambio de materias entre las partes vivientes y las no vivientes. Para Weiner, es la relación dinámica entre el hábitat (biotopo) y la comunidad que satisface sus necesidades (biocenosis en equilibrio). De estas dos definiciones complementarias surgen dos palabras claves, intercambio y equilibrio. En efecto, un ecosistema implica la circulación de materia y de energía por las

actividades de los organismos: estas son las cadenas tróficas, mejor conocidas con el nombre de cadenas alimenticias formadas por los productores, los consumidores y los descomponedores, expliquémonos, al principio se encuentra la energía solar que permite la función clorofiliana de las plantas; bajo la acción de la luz, la clorofila utiliza el agua y el gas carbonico del aire (fotosíntesis) para nutrir las plantas, efectuando las síntesis orgánicas fundamentales (prótidos, glúcidos e incluso lípidos) y proporcionando el carbón a los tejidos vivos. La vida animal debe su nacimiento a la vida vegetal.

En efecto, las plantas son las productoras, ellas producen la materia viva a partir de materias no vivas y ésta, a su vez, la consumirán los herbívoros que van a transformarla en carne, en otra materia viva. Luego los carnívoros van a comer a los herbívoros (el rendimiento energético es mucho mas débil); finalmente, los microorganismos que van a descomponer los desechos (y los cadáveres) y a cerrar el ciclo de los elementos naturales; oxígeno, carbono, nitrógeno, etc. Se notara la existencia de un reciclaje permanente, pues los elementos naturales se usan y luego se regeneran. Por ejemplo, el oxígeno del aire se utiliza en la respiración de los animales y las plantas, pero sigue un ciclo durante el cual finalmente se regenera y, por último, su tasa en el aire permanece constante: 21%. Esta estabilidad, como la de los otros elementos, le permite la eventual acumulación de las materias orgánicas en sedimentos; se conoce el caso del petróleo formado por los desechos de organismos acuáticos. Insistamos también en señalar la existencia, a todo lo largo de la cadena alimenticia, de un derrame de energía, de un flujo reversible e inagotable.

El medio es variable, puede ser mas o menos favorable, él tiene su valor ecológico. La regulación de los ecosistemas se hace, también, por el tamaño de las poblaciones; si se sitúan herbívoros en un sitio dado uno percibe muy rápidamente que este lugar posee una capacidad de carga que le es propia; él no puede soportar animales mas allá de sus posibilidades. Un ejemplo bien conocido es el de los borregos introducidos en Australia a principios del siglo XIX; su número ha aumentado rápidamente y llego a los siete millones al final de ese siglo; cuando esta cifra se superó, hubo carencia de pasturas y el efectivo disminuyó considerablemente para subir, tan pronto se repuso la hierba, y establecerse poco a poco en la cifra dada, de la misma manera,

cuando hay menos presas que predadores en un territorio, sobreviene la escasez hasta que se encuentre un equilibrio entre ellos.

Un ecosistema se presenta como un organismo viviente, respira, se nutre, crece, llega a la madurez y muere si se desequilibra. También puede transformarse, especializarse o, por el contrario, generalizarse; en el primer caso, se simplificará y comprenderá muchos individuos de pocas especies; en el segundo, muchas especies estarán presentes, pero representadas por pocos individuos. Se vera que un ecosistema simplificado es inestable.

Finalmente las especies que pueblan un ecosistema no son, tan sólo, consumidores y consumibles; pueden contraer entre ellas relaciones variables, ser independientes (neutralismo) o cooperar bajo formas diversas (simbiosis, comensalismo, etc.).

La ecología humana no es una simple extensión, una prolongación de la ecología general. Esta presenta características propias, sobre todo complicaciones.

Hasta aquí las especies se consideraban bajo un pie de igualdad, ésta era la ginecología, todas ellas tenían el mismo interés; con la ecología humana una especie se sitúa aparte y se convierte en el grupo de referencia; éste es el hombre y esta autoecología es una ecología un tanto antropocéntrica.

Luego, las especies consideradas en la ecología general con frecuencia se agrupaban de manera geográfica, incluso local en ocasiones. Por el contrario, el hombre es un animal nómada, cosmopolita, ubícuo, al que encontramos en todas latitudes y en todas altitudes.

Y, sobre todo, la presencia humana modifica los ecosistemas naturales y destruye los equilibrios normales. Bien entendido, todo depende de la densidad humana y de su nivel cultural. Parece que el orden de aparición de las etapas culturales ha sido el siguiente: recolección, caza y pesca, ganadería, agricultura, industria, finalmente urbanización. En la etapa de la recolección, el hombre no era sino un depredador como los otros y, aun cuando poseía su cerebro voluminoso y conociese la conservación del fuego y la fabricación de útiles, los otros animales podían considerarlo como un nuevo antropoide sobre la tierra, viviendo en simbiosis con la naturaleza,

como "un simio vestido" (Howells). Con la caza y la pesca, las cosas han cambiado un poco y hubo que esperar hasta una época reciente, hace solo unos cuantos millares de años, para que los agricultores modificasen el aspecto de la tierra; al principio hubo que destruir el bosque primario, con frecuencia incendiándolo tanto que los cultivos sobre las chamiceras fueron benéficos durante algunos años; pero luego hubo que trasladar las regiones cultivadas dejando, en su lugar, una maleza muy diferente del bosque inicial; en ciertos casos aparecieron sabanas o tierras estériles, impropias para el cultivo. Esto había comenzado con los rebaños de los pastores, pero la agricultura añadió una simplificación de los ecosistemas. Con la urbanización y la industria nos encontramos frente a ecosistemas artificiales, con fuentes de energía mucho más refinadas y diversificadas que en las muy simples cadenas alimenticias.

Precisemos que la movilidad de los individuos y la existencia de estructuras sociales no son solo propias del hombre; esto lo constatamos con frecuencia entre los animales, pero sin las mismas acciones sobre el medio.

Lo último que hay que subrayar es la acción del hombre sobre el hombre. No se trata de una acción deliberada como lo será ¿mañana? la modificación voluntaria de nuestro patrimonio hereditario.. Pero nuestra técnica y nuestra organización social constituyen un nuevo entorno que actúa a su vez sobre nuestra biología. Este nuevo medio suple a la naturaleza en algunos casos, en otros contrarresta sus efectos normales, sin que nosotros nos demos mucha cuenta de ello. Algunos distinguen este nuevo medio con "medio natural"; pero convendría llamarlo "medio humano", pues le es normal al hombre rodearse de los productos de su industria, el hombre es por naturaleza, un ser de cultura.

2.4 PROBLEMA AMBIENTAL

Uno de los problemas contemporáneos que han significado la toma de nuevas formas de conciencia personal, política y social, es el deterioro ecológico con todas sus implicaciones.

Deterioro ecológico significa darse cuenta de que la relación sociedad-ambiente, naturaleza-humano está en crisis, el crecimiento de la población y la mala distribución de ésta, el hambre, la urbanización acelerada, la

industrialización sin bases ambientales y ecológicas, la desertificación, son algunos de los fenómenos que nos muestra esta crisis.

A nivel mundial, el fenómeno de la crisis ambiental se manifiesta de la siguiente manera:

Contaminación de aguas.

Destrucción de la flora y fauna fluvial, lacustre y marítima.

Desaparición progresiva de mamíferos y otras especies de la fauna silvestre.

Destrucción de bosques, selvas y de la flora en general.

Contaminación de la atmósfera.

Degradación del suelo, del espacio urbano y rural.

Acumulación de desechos industriales que se almacenan sin posibilidad de biodegradarse.

Malos olores, basura, ruidos y neurósis y depresión propia de las grandes ciudades.

2.5 SEMBLANZA HISTORICA

El hombre llegó al continente americano entre unos 15 o 20 mil años, a finales del pleistoceno. Desde entonces, existe evidencia de que la sobre utilización de los recursos naturales ha sido un elemento común en el continente, y que, ha provocado importantes procesos de extinción biológica y de colapso poblacional.

Las grandes extinciones del pleistoceno, con la desaparición masiva de decenas de especies, de grandes mamíferos, coincidieron con la llegada del hombre a América, muchos investigadores sostienen que fue inducida con la llegada de los nuevos cazadores.

El colapso de varias culturas mesoamericanas y sudamericanas ha sido asociado por estudios arqueológicos con el agotamiento de los recursos naturales. El colapso de Teotihuacán, por ejemplo, puede asociarse de manera perfecta a procesos de sobreexplotación del ambiente, excesivamente explotados y no renovables para la tecnología de esa época.

Así, el mal uso de los recursos naturales no fue prerrogativa de los europeos del tiempo de la colonia, ni de los criollos de la independencia. Desde su inicio, la historia entera de la especie humana en el continente americano estuvo marcada por eventos de agotamiento del ambiente. Sin embargo la escala a la cual se están dando los problemas de deterioro ambiental a finales del siglo XX es nueva en la historia de la región. La deforestación, por ejemplo, ha sido con toda seguridad una constante en el desarrollo de Latinoamérica desde la colonia de hecho muchos investigadores sostienen que jugó un papel importante en el colapso de algunas culturas como la teotihuacana. Pero la escala a la cual se está dando la tala de nuestros bosques es ahora masiva, a una dimensión suficientemente grande como para generar una preocupación por el ambiente global. Varios estudios señalan que la conversión a gran escala de las selvas tropicales húmedas en cultivos y pastizales generará cambios climáticos importantes en el trópico latinoamericano, con mayores variaciones en las temperaturas, una atmósfera más seca, y algunos estudios sugieren que cambiarán significativamente los patrones de lluvia a nivel regional, y que esto puede afectar el clima del planeta entero.

Bajo el tema general de lo que los científicos llaman "cambio ecológico global" aparecen también en forma importante otros problemas como la degradación de los ecosistemas costeros, la acumulación de contaminantes en la atmósfera, la erosión de las suelos agrícolas y la extinción de especies biológicas.

Para los que estamos interesados en los problemas ecológicos, parece claro que el mundo está entrando en un proceso de acelerado deterioro ecológico que demandará nuestros mejores esfuerzos para detenerlo.

2.6 ASPECTOS BASICOS DE LA LEY DE EQUILIBRIO ECOLOGICO.

Aunque rebasa los propósitos de este capítulo el hacer una descripción detallada de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, podemos decir que se encuentra estructurada en seis capítulos.

2.6.1 Primero.- Disposiciones Generales. Contiene Cinco Capítulos.

I. Se refiere a las normas preliminares, en donde se establece el carácter reglamentario de la Ley respecto a los preceptos constitucionales, además de precisar el objeto de la misma (definir los principios de la política ecológica general, preservación, restauración y el mejoramiento del ambiente, protección de áreas naturales, prevención de la contaminación, el ordenamiento ecológico), y sus conceptos fundamentales.

Equilibrio ecológico.- Relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos (art. 3o. f. XI).

Protección.- el conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro (art.3o. f. XIII).

II. Describe la concurrencia entre la federación, las entidades y los municipios para dar cumplimiento a las disposiciones de ley.

III. Establece las atribuciones de la SEDUE (hoy SEDESOL), y la coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal, para la vigilancia y aplicación de la ley en el ámbito que a cada una compete y que en este capítulo se estipula.

IV. Se plantea la política ecológica y establece los principios que deben observarse para la formulación y conducción de la citada política y qué acciones deben realizarse en estrecha coordinación con los sectores público social y privado, así como los principios que en la esfera de su competencia deberán observar y aplicar las entidades federativas.

V. Establece como instrumento de la política ecológica los siguientes puntos.

I. La planeación ecológica, que consiste en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Para la elaboración de dichos programas, el artículo 18 de la ley dispone que el Ejecutivo Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales y, en su artículo 17, que la planeación ecológica deberá ser considerada en la planeación nacional del desarrollo, en los términos de los artículos 25 y 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

2.6.1.1 Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente.

Haciendo una breve referencia al Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 (D.D.F. 10 de julio de 1990) que fundamento las acciones prioritarias en materia ambiental durante esos cuatro años. Se estructura en cinco capítulos. El primero corresponde al diagnóstico, rubro en el cual se describen las características geográficas del territorio, los elementos generales de la problemática ambiental y la situación actual de los recursos naturales y de cada uno de los componentes de la gestión ambiental. En el capítulo segundo, se plantea el propósito general de hacer de la gestión ambiental uno de los instrumentos básicos para modernizar el desarrollo nacional, con esto se propicia la armonía del crecimiento socioeconómico con la conservación del medio ambiente natural, en un horizonte de largo plazo. Se establecen también los objetivos específicos para revertir el nivel de deterioro ambiental observado en las principales ciudades y ecosistemas. En el capítulo tercero, se plantea la estrategia general y las líneas generales de estrategia para la consecución de los propósitos del programa. Con el fin de propiciar una relación mas equilibrada entre las actividades productivas y su impacto en el entorno inmediato y zonas ecológicas de influencia, se propone también una estrategia territorial en materia de aire, agua, suelo y recursos naturales, así como una estrategia intersectorial orientada a definir los términos fundamentales para sumar y conjugar esfuerzos institucionales. De ese modo, en lo referente a Impacto y Riesgo Ambiental, se menciona que: Las actividades socioeconómicas, fundamentalmente las industriales, implican por lo general un impacto ambiental. Por ejemplo, la construcción de grandes proyectos para la generación de energía eléctrica y la irrigación, la explotación de yacimientos petroleros y minerales, los corredores industriales y los desarrollos turísticos conllevan grandes efectos sobre el medio ambiente. Sin una adecuada evaluación de su impacto, tales proyectos degradan el ambiente y pueden producir desplazamientos de núcleos de población, inutilizan tierras aptas para la agricultura y afectan recursos renovables. El impacto ambiental puede reducirse al mínimo, si se considera la dimensión ambiental en el diseño y desarrollo del proyecto y en la operación de los ya existentes. En este contexto, la aplicación de estudios de impacto es prioritaria para el desarrollo sustentable del país. Para reducir el deterioro causado por diversas obras, debe considerarse el impacto ambiental en el diseño y desarrollo de los proyectos, es preciso realizar un

estudio cuidadoso, para estimar con precisión por lo menos tres rubros, forma de utilización de los recursos necesarios, posible efecto de los desechos que se produzcan y los impactos adversos al paisaje y al patrimonio cultural de la comunidad donde se asienta, se extenderá la aplicación de los estudios de impacto ambiental a todos los proyectos públicos y privados. En el capítulo cuarto, se establecen las metas que se han pretendido alcanzar en el periodo. Finalmente en el capítulo quinto se precisan las líneas de instrumentación para la atención de los problemas específicos.

2. El Ordenamiento Ecológico, que la propia ley define en su artículo 3o. fracción XX como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para restaurar y preservar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente.

La ley dispone en su artículo 19 que para el ordenamiento ecológico se deberán considerar ciertos criterios que tienen que ver, entre otras cosas, con la naturaleza y características de cada ecosistema, la vocación de cada región y los desequilibrios existentes en los ecosistemas.

Dicho ordenamiento, previsto en el artículo 20, será considerado en la regulación del aprovechamiento de los recursos naturales, en la localización de la actividad productiva secundaria y en los asentamientos humanos.

3. Los Criterios Ecológicos en la Promoción del Desarrollo. De acuerdo al artículo 21 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, este instrumento consiste en la observancia, por parte de las dependencias y entidades de la administración pública federal, de los criterios ecológicos generales que establezca la propia ley y las demás disposiciones que de ella emanen, en la planeación y realización de las acciones que se relacionen con las materias objeto de la ley. Se determinan como prioritarias, para efecto del otorgamiento de estímulos fiscales, a las actividades relacionadas con la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

4. La Regulación Ecológica de los Asentamientos Humanos. Consiste, según el artículo 23, en el conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda para mantener, mejorar o restaurar el equilibrio

de los asentamientos humanos con los elementos naturales y asegurar el mejoramiento de la calidad de vida, que lleven a cabo el gobierno federal, las entidades federativas y los municipios.

5. La Evaluación del Impacto Ambiental. Este instrumento se encuentra regulado por los artículos 28 al 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente de la siguiente manera.

* El artículo 28 indica que para la realización de obras y actividades públicas o privadas que pueden originar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones previstos en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger el ambiente, requerirán de autorización previa del Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría (SEDESOL) o de las entidades federativas o municipios, conforme a la competencia que señala la ley, y asimismo, deberán cumplir con los requisitos que se establezcan una vez evaluado el impacto ambiental.

Tratándose de la evaluación del impacto ambiental por obras que se pretendan realizar inherentes al aprovechamiento de recursos naturales, la SEDESOL exigirá se incluya en la manifestación una descripción de los posibles efectos de dichas obras o actividades en el ecosistema del lugar en donde se vayan a efectuar los trabajos en cuestión.

* El artículo 29 señala, de modo general, las actividades que serán objeto de evaluación del impacto ambiental

* El artículo 30 establece que deberán considerarse, tratándose de la relación de estudios y en el otorgamiento de permisos y autorizaciones para los aprovechamientos forestales, cambio de uso de terrenos forestales y extracción de materiales de estos terrenos, los dictámenes generales de impacto ambiental por regiones, ecosistemas territoriales definidos o para especies vegetales, que emita la SEDESOL, en los términos del artículo 23 de la ley forestal.

* Se establece en el artículo 31 la posibilidad jurídica administrativa de que las entidades federativas y los municipios evalúen el impacto ambiental en aquellas materias no comprendidas en el artículo 29, que se encuentran reservadas a la Federación.

***A través del artículo 32 se establece la obligatoriedad para los interesados en obtener autorización para realizar obras o actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos, de presentar ante la autoridad correspondiente una manifestación de impacto ambiental, a la cual acompañara en su caso un estudio de riesgo de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas.**

*** Según el artículo 33, una vez presentada la manifestación del impacto ambiental y satisfechos los requerimientos formulados por la autoridad competente, cualquier persona podrá consultar este. No obstante la posibilidad de consulta, se permite que los interesados soliciten a la autoridad que se mantenga en reserva aquella información que de hacerse pública, afectaría derechos de propiedad industrial o intereses lícitos de naturaleza mercantil.**

*** El artículo 34 señala que una vez que la autoridad competente ha evaluado la manifestación de impacto ambiental emitirá la resolución correspondiente.**

Esta resolución podrá dictarse en sentido aprobatorio, es decir, que se autoriza la ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate en los términos solicitados. Se puede también, resolver en sentido negativo, con lo cual no se otorgara la autorización solicitada o bien se puede otorgar de manera condicionada a fin de que se atenúe o eviten los impactos ambientales que puedan provocar deterioro o alteración en el ambiente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la autoridad competente establecerá los requerimientos que deban observarse para la ejecución de la obra o la realización de la actividad.

*** Se prevé en el artículo 35 la posibilidad de que a solicitud de las entidades federativas y de los municipios, el gobierno federal los asista técnicamente para la evaluación de la manifestación de impacto ambiental o del estudio de riesgo en su caso.**

6. Las Normas Técnicas Ecológicas. El artículo 36 de la Ley de Equilibrio Ecológico define a este instrumento de la política ecológica, como el conjunto de reglas científicas o tecnológicas que establecen los requisitos, especificaciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes,

que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente y además, que uniformen principios, criterios, políticas y estrategias en la materia. Es requisito el que las normas técnicas ecológicas determinen los parámetros dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población y para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Toda actividad y servicios que originen emanaciones, emisiones, descargas o depósitos, deberán observar los límites y procedimientos que se fijen en las normas técnicas ecológicas aplicables.

7. Medidas de Protección de Areas Naturales. Consiste en la obligación de las autoridades competentes para establecer medidas de protección de dichas áreas con la finalidad de asegurar la preservación y restauración de los ecosistemas.

8. Investigación y Educación Ecológicas. La importancia de este instrumento radica en la obligación que tienen las autoridades involucradas en materia como la educación, la investigación científica y la capacitación laboral, de incorporar contenidos ecológicos en los programas y planes que elaboran y ejecuten.

9. Información y Vigilancia. La necesidad de hacer partícipe a la sociedad en la atención de la problemática ambiental, motivó al legislador a establecer la obligación de la autoridad competente para que mantenga un sistema permanente de información, vigilancia y evaluación sobre los ecosistemas y su equilibrio en el territorio nacional, así como de las acciones que al respecto emprenda.

2.6.2 Segundo: Areas Naturales Protegidas. Se Divide en Tres Capítulos.

I. Categorías, declaratorias y ordenamiento de áreas naturales protegidas, con dos secciones.

*Sección I . Sobre los tipos y características de las áreas naturales protegidas y.

*Sección II. Sobre las declaratorias para el establecimiento, administración, conservación, desarrollo y vigilancia de áreas naturales protegidas.

II. Sobre el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas.

III. Sobre la Protección de la Flora y Fauna Acuática y Silvestre. En este capítulo se describen los propósitos de establecimientos, conservación, administración, desarrollo y vigilancia de las áreas naturales protegidas en todo el territorio nacional, así como el establecimiento de vedas y zonas de refugio para la protección de la flora y fauna silvestres.

2.6.3 Tercero. Del Aprovechamiento Regional de los Elementos Naturales. Se Conforman en Tres Capítulos.

I. Esta destinado al aprovechamiento racional del agua y los ecosistemas acuáticos, así como la coordinación de la SEDESOL con las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Salud, para la expedición de las normas técnicas ecológicas para la protección en general de las fuentes de abastecimiento de agua y con la de Pesca en relación a las autorizaciones para la realización de actividades pesqueras que pongan en peligro su preservación o puedan causar desequilibrio ecológico.

II. Relativo al aprovechamiento racional de suelos y sus recursos, establece disposiciones para el uso de suelo de tal forma que mantengan su integridad física y su capacidad productiva.

III. Relativo a los efectos de la exploración y explotación de los recursos no renovables el equilibrio ecológico, determina la implementación de normas técnicas ecológicas para la protección de las aguas, de los suelos, flora y fauna silvestres como recursos no renovables y que regulan los efectos nocivos de su exploración y explotación.

2.6.4 Cuarto. De la Protección al Ambiente.

Se integra de siete capítulos que en su conjunto contienen el marco de acción de las autoridades competentes para la prevención y control de los contaminantes que se liberan al ambiente provenientes de fuentes emisoras contaminantes, naturales, industriales y móviles.

En cuanto a la contaminación del agua y los ecosistemas, regula el aprovechamiento del agua en actividades productoras susceptibles de producir su contaminación, el tratamiento en su caso de aguas residuales, en

general establece requisitos, lineamientos y criterios para su descarga, así como para la protección del medio marino.

Respecto a la contaminación del suelo establece los criterios para evitar su contaminación por actividades que incluyen la descarga en el suelo de desechos y residuos peligrosos, plaguicidas, fertilizantes o sustancias tóxicas. Por lo que toca a actividades consideradas como riesgosas, establece que en la determinación de los usos de suelo se especifiquen las zonas en las que se presenta el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados como riesgosos. En lo que se refiere a materiales y residuos peligrosos, regula la localización, instalación y funcionamiento de sistemas de manejo y disposición de residuos peligrosos, así como su importación y exportación.

En lo relativo a energía nuclear define que a SEMIP (hoy Secretaría de Energía) compete cuidar la exploración, explotación y beneficio de la energía nuclear. En cuanto a la emisión de ruidos, vibraciones energía térmica y lumínica, olores y contaminación visual, implementa el establecimiento y aplicación de medidas para evitar que se rebasen los límites máximos permisibles estipulados en las normas técnicas ecológicas para que esos efectos se expidan.

2.6.5 Quinto. De la Participación Social.

Establece que el Gobierno Federal deberá promover la participación y responsabilidad de la sociedad en la formulación de la política ecológica, en su aplicación, en acciones de información y vigilancia y en general en las acciones ecológicas que emprenda.

2.6.6 Sexto. Medidas de Control y Seguridad y Sanciones.

Se establece que en los actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad e imposición de sanciones, seguimientos y recursos administrativos, se estará en lo dispuesto en esta Ley. En relación con los reglamentos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que se han expedido, son los siguientes.

1) Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (D.D.F. 7 de junio de 1988).

2) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para la Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan en el Distrito Federal y los Municipios de su Zona Conurbada (D.D.F. 25 de noviembre de 1988).

3) Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (D.D.F. a 25 de noviembre de 1988).

4) Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. (D.D.F. a 25 de noviembre de 1988).

5) Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas (D.D.F. a 29 de marzo de 1973).

6) Reglamento para la Protección del ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de ruido D.D.F. 6 de diciembre de 1982).

7) Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Venimiento de Desechos y otras Materias (D.D.F. 23 de enero de 1979).

Finalmente Jorge Muñoz Barret señala atinadamente las características de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente:

a) Es una ley considerada como "marco", es decir, se trata de una ley que solo establece los supuestos jurídicos principales, de mayor generalidad, y por tanto requiere ser desarrollada o reglamentada con normas más concretas. Esta característica se opone a las de algunas leyes que son codificadas completas y que contienen en sí misma todas las normas necesarias para su aplicación. La situación de ser una ley marco se debe a la propia naturaleza dinámica de los problemas ambientales, frente a la tradicional lentitud de la evolución de las normas emitidas por el Congreso; también se debe a la complejidad de los problemas, en donde son difíciles las generalizaciones y la aplicación de las mismas normas para diferentes sectores productivos.

b) Es una ley que pretende ser globalizadora, es decir, que pretende vincular otras normas como las forestales, las pesqueras, las mineras, etc. para que su aplicación se considere al ambiente en forma global.

c) Es una ley que pretende establecer una política nacional de protección al ambiente, es decir, establece alguna serie de principios o criterios que deben tomarse en cuenta para las actuaciones del Estado.

d) Es una ley con gran contenido de tipo orgánico dirigida, por una parte, a señalar los campos de acción o competencias entre las autoridades federales y las locales y, por otra parte, a distribuir funciones entre las diferentes secretarías dependientes del poder ejecutivo federal, sobre todo las encargadas de algún sector productivo. Como un elemento complementario a la característica orgánica, la ley regula ciertos aspectos de la coordinación de los diferentes ordenes de gobierno y de éstos con los particulares.

e) Es una ley de gran contenido preventivo, dirigido a evaluar las modificaciones ambientales antes de que se ocasionen, aunque mantiene un buen número de normas de tipo correctivo para sancionar las conductas antijurídicas.

f) Es una ley programática pues un buen número de sus disposiciones están dirigidas a regular la actuación de los órganos del estado y pocas a regular directamente la conducta de los ciudadanos."

2.7 LAS DIFERENTES MODALIDADES DE MANIFESTACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, en su artículo 9o. nos indica las siguientes modalidades de manifestación:

- a) General
- b) Intermedia.
- c) Específica.

2.7.1 Manifestación del Impacto Ambiental en su Modalidad General

La Manifestación del Impacto Ambiental en su modalidad general procede en todos los casos, incluidos en el artículo 5o. del Reglamento la manifestación del impacto ambiental en sus modalidades intermedia o específica, procede sólo a requerimiento de la SEDESOL, una vez presentada esta Manifestación en su modalidad general, cuando las características de la obra o actividad, su magnitud o considerable impacto en el ambiente, o las condiciones del sitio en el que pretenda desarrollarse, hagan necesario la presentación de diversa y mas precisa información.

La información básica, que a la luz del artículo 10o. del Reglamento debe contener la Manifestación en su modalidad general será:

- I. Nombre, denominación o razón social, domicilio y dirección de quien pretenda llevar a cabo la obra o actividad objeto de la manifestación.
- II. Descripción de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio para la ejecución de la obra en el desarrollo de la actividad superficie del terreno requerido el programa de construcción, montaje de instalaciones y operación correspondiente el tipo de actividad, volúmenes de producción previstos, e inversiones necesarias la clase y cantidad de recursos naturales que habrán de aprovecharse, tanto en la etapa de construcción como en la operación de la obra o el desarrollo de la actividad el programa para el manejo de residuos, tanto en la construcción y montaje como durante la operación o desarrollo de la actividad y el programa para el abandono de las obras o cese de las actividades.
- III. Aspectos generales del medio ambiente natural y socioeconómico del área donde se pretenda desarrollar la obra o actividad.
- IV. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.
- V. Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto o actividad en sus distintas etapas.

VI. Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas.

2.7.2 Manifestación del Impacto Ambiental en su Modalidad Intermedia

La Manifestación del Impacto Ambiental en su modalidad intermedia, según el artículo 11o., además de contener todos y cada uno de los datos previstos en el artículo anterior, deberá:

I. Ampliar la información a que se refieren las fracciones II y III del artículo 10o.

II. Sustener la descripción del posible escenario ambiental modificado por la obra o actividad de que se trate.

III. Contemplar las adecuaciones que la autoridad le solicite, respecto a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la manifestación general.

2.7.3 Manifestación del Impacto Ambiental en su Modalidad Específica

Finalmente, cuando se trata de la manifestación del impacto ambiental en su modalidad específica, ésta se requerirá por la SEDESOL, siguiendo el mismo criterio que se aplica cuando se trata de la manifestación cuya modalidad es intermedia.

El artículo 12o. establece expresamente que la Manifestación del Impacto Ambiental en su modalidad específica, "deberá contener como mínimo la siguiente información en relación con el proyecto de obra o actividad de que se trate."

I. Descripción detallada y justificación de la obra o actividad proyectada, desde la etapa de selección del sitio, hasta la terminación de las obras o el cese de la actividad, ampliando la información a que se refiere la fracción II del artículo 10o. del Reglamento.

II. Descripción del escenario ambiental, con anterioridad a la ejecución del proyecto.

III. Análisis y determinación de la calidad, actual y proyectada, de los factores ambientales en el entorno del sitio en que se pretende desarrollar la obra o actividad proyectada en sus distintas etapas;

IV. Identificación y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto, en sus distintas etapas.

V. Determinación del posible escenario ambiental resultante de la ejecución del proyecto, incluyendo las variaciones en la calidad de los factores ambientales.

VI. Descripción de las medidas de prevención y mitigación para reducir los impactos ambientales adversos identificados en cada una de las etapas de la obra o actividad, y el programa de recuperación del área impactada, al concluir la vida útil de la obra o el término de la actividad correspondiente."

Así, la autoridad ambiental establece en su caso la modalidad requerida basándose fundamentalmente en el tipo y magnitud del proyecto, así como en las características básicas del área donde se piensa ubicar.

2.8 ASPECTOS GENERALES DE LAS MODALIDADES PROPUESTAS

En general cualquiera de las modalidades, se compone de seis aspectos fundamentales.

- *Datos generales del proyecto.
- *Descripción del proyecto.
- *Descripción del medio ambiente antes de realizar el proyecto.
- *Vinculación del proyecto con los planes y programas de uso de suelo.
- *Identificación y evaluación de los impactos ambientales generados por el proyecto.
- *Definición de las medidas de mitigación propuestas para la mitigación del impacto ambiental esperado.

2.8.1 Datos Generales del Proyecto:

Aquí se enlistan generalmente los siguientes datos.

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nacionalidad de la misma.
3. Actividad principal de la empresa u organismo.
4. Domicilio para oír y recibir notificaciones, indicando:
 - Estado.
 - Municipio.
 - Código postal.
 - Ciudad.
 - Localidad.
 - Teléfono.
5. Cámara o asociación a la que pertenece.
Registro en la cámara, indicando:
 - Número.
 - Fecha.
6. Registro Federal de Contribuyentes.
7. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, indicando:
 - Nombre.
 - Razón social.
 - Registro SEDESOL.
 - Registro Federal de Contribuyentes.
 - Domicilio para oír y recibir notificaciones y teléfono.

2.8.2. Descripción del Proyecto:

Aquí, se hace la identificación de actividades básicas del proyecto durante las siguientes etapas: selección, preparación del sitio, construcción, operación y abandono.

1. Etapa de selección del sitio: se presenta información referente a las características del lugar en que se desarrollará la obra o actividad, así como de los alrededores de la zona.
2. Etapa de preparación del sitio y construcción: se presenta información desarrollada con las actividades de preparación del sitio previas a la

construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

3. Etapa de operación y mantenimiento: corresponde a la etapa de operación del proyecto, y a las actividades de mantenimiento necesarias para el buen funcionamiento del mismo.

4. Etapa de abandono del sitio: se debe describir el destino programado para el sitio y sus alrededores al término de sus operaciones.

2.8.3. Descripción del Medio Antes de Realizar el Proyecto.

Una manifestación de impacto ambiental requiere de una descripción objetiva, concisa y sencilla de las condiciones del medio físico, biológico y socioeconómico antes de la instrumentación del proyecto. Para lograrlo, es necesario definir el sitio donde se ubicará el proyecto y el área de influencia que puede ser afectada por las actividades previstas en el proyecto. También es necesario delimitar qué factores ambientales se verán afectados por el proyecto. Probablemente cada factor ambiental puede tener su propia área física de influencia, en función de su interacción con el proyecto. La importancia de cada uno de los factores ambientales para la zona del proyecto así como su área de influencia, determinará la amplitud y profundidad que debe tener su descripción.

2.8.3.1. Medio físico.

El medio físico describe los componentes del aire, el agua y el suelo con objeto de estudiar y manifestar las modificaciones potenciales físicas o fisicoquímicas generadas por la instrumentación del proyecto. Así se agrupa con los factores ambientales la climatología, geología, edafología, hidrología y oceanografía.

a. En la delimitación del área de influencia es necesario considerar el área afectada por emisiones a la atmósfera; los límites naturales de la zona en donde se localiza el sitio del proyecto como una cuenca o subcuenca hidrológica, bahía o litoral afectado, etc.

b. La descripción de los factores físicos a considerar incluye los siguientes rubros:

* **Climatología:** tipo de clima, precipitación, temperaturas, velocidad y dirección del viento, insolación, nubosidad, calidad del aire, intemperismos severos (ciclones, nevadas, heladas, granizadas, tormentas eléctricas). De esta forma, el clima es un factor limitante de muchas actividades económicas ya que de él puede depender el éxito o fracaso de un modo de producción.

La Manifestación del Impacto Ambiental en la climatología permitirá evaluar la dispersión atmosférica de los contaminantes, así como la evaluación de los riesgos en las instalaciones por interperismos severos.

* **Geología:** geomorfología (topografía), geología histórica, litología, geología estructural y sismología.

El conocimiento de la geología de la zona del proyecto o actividad permitirá evaluar los riesgos sísmicos y de inestabilidad para las instalaciones del proyecto, así como los impactos del proyecto en la topografía original del área.

* **Edafología:** Tipos de suelo, características físicas y características químicas.

Una descripción adecuada del suelo permitirá evaluar los impactos del proyecto en el potencial agrícola-forestal del área.

* **Hidrología:** sea superficial, tomando en cuenta un estudio de los cuerpos de agua, la calidad de ellas, cuencas, disponibilidad y escurrencia; o bien, sea subterránea, tomando en cuenta la calidad del agua, disponibilidad, dirección de flujo, infiltración y vedas.

Lo anterior, se tomará en cuenta para evaluar la dispersión acuática de los contaminantes, la disponibilidad de agua para el proyecto y la afectación potencial del proyecto a la hidrología de la zona.

* **Oceanografía:** Tipo de costa, régimen de mareas, temperatura-salinidad, velocidad y dirección de corrientes, arrastre litoral, fondo marino, calidad del agua e intemperismos severos (tsunamis).

Partiendo de la descripción de la oceanografía que haga el proponente, la autoridad podrá evaluar la dispersión acuática de los contaminantes, los

riesgos para el proyecto por intemperismos severos y la afectación potencial del proyecto al medio marino de la zona.

2.8.3.2. Medio Biológico.

2.8.3.2.1 En el caso de ecosistemas terrestres.

* Flora: comunidades, dinámica poblacional, especies presentes, especies en peligro y especies de interés.

De este modo, la autoridad podrá evaluar el impacto del proyecto en la flora, así como la disponibilidad de los recursos florísticos.

* Fauna: Diversidad, abundancia, rutas de migración especies dominantes, especies presentes, especies en peligro, especies de interés y las zonas de producción.

De esa manera, la autoridad evaluará el impacto del proyecto en la fauna de la zona y tomará en cuenta, al momento de evaluar, la disponibilidad de recursos del área.

2.8.3.2.2 En el caso de los ecosistemas acuáticos:

* Flora: comunidades, dinámica poblacional, especies presentes, especies en peligro y especies de interés.

Eso permitirá evaluar el impacto del proyecto en la flora, así como la disponibilidad de los recursos florísticos.

* Fauna: diversidad, abundancia, rutas de migración, especies dominantes, especies presentes, especies en peligro, especies de interés y las zonas de producción.

Así se podrá evaluar el impacto del proyecto en la fauna de la zona y la disponibilidad de recursos del área.

2.8.3.3. Medio socioeconómico.

En la Manifestación del Impacto Ambiental, se deberá presentar información referente a las características sociales del sitio seleccionado y sus alrededores.

La realización de un proyecto o actividad, puede presentar impactos en un área de influencia que puede abarcar a una localidad, un municipio, una región, una entidad federativa, todo el país o a varios países.

Los factores característicos que se deben describir de manera concisa y sencilla en la Manifestación del Impacto Ambiental son:

* **Demografía:** población total, crecimiento, densidad poblacional, grupos étnicos, migración y nivel educacional.

Luego entonces, se podrá evaluar los impactos del proyecto en la población, así como la posibilidad de emplear mano de obra local.

* **Servicios urbanos:** agua potable, alcantarillado, servicio de limpia, servicio de electricidad y comunicaciones.

Con esa información, se evaluará la disponibilidad de servicios requeridos por el proyecto, se evaluará la presión en la demanda de servicios por las necesidades del proyecto.

* **Infraestructura:** vías de comunicación, servicios de salud, servicios educativos, plantas para el tratamiento de residuos, y la vivienda.

Así, se puede evaluar la disponibilidad de infraestructura para los requerimientos del proyecto y el impacto de la demanda de infraestructura por las necesidades del proyecto.

* **Otros aspectos económicos:** Población económicamente activa, nivel de empleo, ingreso per cápita, producto interno bruto sectorial y las principales actividades productivas.

De ese modo, se podrá evaluar posibilidades de uso de mano de obra local, así como la evaluación del impacto económico del proyecto.

2.8.4. Vinculación del Proyecto con Planes y Programas de Uso de Suelo.

En este apartado, el solicitante deberá consultar a la Secretaría, para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones. Los elementos que deberán considerarse son:

2.8.4.1. Planes sobre uso de suelo:

Conforme al artículo 98 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, para la protección y el aprovechamiento del suelo se considerarán los siguientes criterios ecológicos:

- a) El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas
- b) El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva
- c) Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos.
- d) En las zonas de pendientes pronunciadas en las que se presentan fenómenos de erosión o de degradación del suelo, se deben introducir cultivos y tecnologías que permitan revertir el fenómeno.
- e) La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo a los suelos, deben incluirse acciones equivalentes de regeneración.

Los instrumentos de planeación local en comunidades urbanas establecen restricciones, compatibilidades, usos restringidos, usos prohibidos y usos permitidos.

2.8.4.2. Proyectos de ordenamiento ecológico:

La fracción XX del artículo 3o. de la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al ambiente define al ordenamiento ecológico como "el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger al ambiente".

Así, el ordenamiento ecológico es un proceso de planeación que debe ser tomado en cuenta, al presentar una manifestación del impacto ambiental. Los instrumentos de planeación regional por ecosistema, pueden incluir: zonificación primaria, zonas de reserva, zonas de consolidación, zonas de desarrollo y zonas protegidas.

2.8.4.3 Áreas naturales protegidas:

El artículo 44 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente dispone: En los términos de ésta y de las de más leyes aplicables, las áreas naturales del territorio nacional a que se refiere el presente capítulo, podrá ser materia de protección, como reservas ecológicas, para los propósitos y con los efectos y modalidades que en tales ordenamientos se precisan, mediante la imposición de las limitaciones que determinen las autoridades competentes para realizar en ellas sólo los usos y aprovechamiento social y nacionalmente necesarios. Las mismas son consideradas en la presente ley como áreas naturales protegidas y su establecimiento es de interés público."

2.8.4.3.1 En la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, existen dos clases de áreas naturales protegidas:

a) De interés de la Federación:

- *reservas de la biosfera.
- *reservas especiales de la biósfera.
- *parques nacionales.
- *monumentos naturales.
- *parques marinos nacionales.

*áreas de protección de recursos naturales.

*áreas de protección de flora y fauna.

b) De jurisdicción local:

*parques urbanos

*zonas sujetas a conservación ecológica.

Las áreas naturales protegidas que sean consideradas como de interés de la federación, constituyen en un conjunto el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, cuyo registro está a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales del Instituto Nacional de Ecología. Este sistema debe ser considerado en la presentación de la manifestación de impacto ambiental.

2.8.5. Identificación y Descripción de los Impactos Ambientales que Ocasionaría la Ejecución del Proyecto en sus Distintas Etapas:

La identificación de impactos busca responder a una sola pregunta ¿que sucede? La descripción, por su parte, pretende dar respuesta a tres interrogantes básicas: ¿cómo sucede?, ¿cuando sucede?, ¿que tanto sucede?

En cuanto a la identificación de impactos, es muy ilustrativa una actividad típica de gran cantidad de proyectos o actividades, nos referimos al despalme; que presenta impactos típicos dependiendo del factor del medio:

*Aire. Emisiones de partículas suspendidas, gases y ruido.

*Agua. Consumo de agua por personal así como la generación de aguas negras.

*Suelo. Pérdida de este y los residuos que el despalme arroja.

*Biota. El despalme genera migración de especies y elimina la vegetación.

*Socioeconómico. El despalme es una actividad tan necesaria en la etapa de preparación del sitio, que genera empleos, que a su vez demanda servicios y, naturalmente, genera residuos.

La descripción de los impactos toma en cuenta la intensidad y la extensión de los mismos.

2.8.5.1 En cuanto a la extensión, hay cuatro factores básicos a considerar:

- a) Marco geográfico: pues un impacto puede ser a nivel local, municipal, estatal, regional, nacional o internacional.
- B) Duración: ya que un impacto puede presentarse temporalmente, semipermanentemente o, permanentemente.
- c) Orden: esto quiere decir que un impacto puede ser primario (con un efecto cuya causa es detectable), secundario (con un efecto generado por otro efecto de alguna causa) o bien, complejo (un efecto que se da por la interacción de varios efectos)
- d) Presentación: de este modo un impacto se puede presentar de manera inmediata, a corto plazo, a mediano plazo o a largo plazo.

2.8.5.2 Por lo que se refiere a la intensidad, también hay cuatro factores que se deben tomar en cuenta:

- a) Calidad: un impacto ambiental puede ser positivo (y esto generalmente se manifiesta en el medio socioeconómico por la generación de empleos, mejoramiento del nivel de vida, etc.), o negativo (contaminación, residuos, etc.).
- b) Magnitud: puede ser un impacto superficial, intermedio o profundo.
- c) Reversibilidad: Un impacto puede ser, por sus propias características, reversible, parcialmente reversible o de plano irreversible.
- d) Naturaleza: en este orden de ideas, un impacto puede ser mitigable o no mitigable.

La integración de los elementos que permiten identificar y caracterizar un impacto no es cosa fácil. Para la elaboración correcta de una Manifestación de Impacto Ambiental, el proponente de una obra o actividad puede realizarla por sí mismo o acudir a una empresa consultora inscrita en el Registro de Prestadores de Servicios de la SEDESOL. Ahora bien, la empresa a la que se acuda debe reunir tres características básicas.

- *Experiencia en el campo.
- *Recursos Humanos: se necesita preferentemente un grupo interdisciplinario básico conformado por biólogos, ingenieros petroleros, ingenieros civiles, ingenieros ambientales, sociólogos, economistas y abogados.
- *Recursos Materiales: pues eso garantizará un estudio más profesional, empleando metodologías de identificación de impactos sofisticadas y menos objetables por la autoridad.

Las metodologías más usuales para la identificación y caracterización de los impactos ambientales, utilizadas tanto por el promovente como por la autoridad que evalúa, presenta las siguientes características:

- * Permiten identificar los impactos.
- * Permiten predecir los impactos.
- * Permiten interpretar los impactos.
- * Permiten evaluar los riesgos.
- * Son replicables.
- * Su nivel de detalle será determinado por la autoridad atendiendo al tipo y magnitud del proyecto.

Las seis metodologías más comunes, comenzando por la menos compleja, son las siguientes:

I. Listas de comprobaciones: Son preguntas lógicas que deberá responder el promovente. ¿Producirá la fábrica emisiones que sean directa o indirectamente perjudiciales a la salud?

II. Matriz de Cribado: Es el utilizado por el Instituto Nacional de Ecología para la modalidad general, y consiste en presentar en entrecruce las actividades y los factores del medio, de manera que se emplea así:

- A = Impacto adverso significativo.
- B = Impacto benéfico significativo
- a = Impacto adverso no significativo.
- b = Impacto benéfico no significativo.
- / = Impacto mitigable.

III. Red de Eventos-Efectos: implica un análisis más detallado pues, como hemos visto, hay impactos que no se generan directa sino indirectamente.

Por ejemplo, el despalme ocasiona pérdida de vegetación y pérdida de suelo, que a su vez, ocasiona migración de fauna, erosión y modificaciones en la capacidad de infiltración, efectos que a su vez, pueden ocasionar la proliferación de fauna nociva, alteración del paisaje, agotamiento de los recursos hidráulicos, etc.

IV. Índice o Indicadores Ambientales: No es empleada esta metodología en nuestro país, pero consiste en que a cada impacto se le da un valor numérico que no debe ser rebasado. Así, si la totalidad de los impactos ambientales equivale a 1000, el referente a la contaminación del agua no debe pasar de 300. Naturalmente, para cada patrón, hay un indicador específico pero puede variar de región a región ya que no es igual la calidad de aire en el desierto de Sonora que en el área metropolitana de la Ciudad de México.

V. Sobreposición de Planos: Se van estableciendo capas contemplando las distintas variables, y esto es muy útil tratándose de proyectos de carreteras, pues establece alternativas de trazo y ubicación.

VI. Modelos de Simulación: Constituye la metodología mas elaborada y precisa ya que permite: definir las variables de interés en el escenario ambiental "cero", definir el grado de interacción entre las variables, definir la variación con el tiempo, esto es, se pueden obtener los resultados después de las "x" interacciones de las que resulta un escenario ambiental modificado.

2.8.6. Medidas de Mitigación.

Mitigar proviene de MITIS.- apacible, suave y AQUERE.- hacer; ésto es "moderar, disminuir, suavizar una cosa rugosa o áspera".

El Promovente, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental, debe enunciar todas aquellas medidas de mitigación que puedan eliminar, reducir o compensar el impacto de los impactos.

Hemos apuntado que todo impacto tiene una extensión y una intensidad así, debemos tener en cuenta cada una de las variables para saber qué medidas de mitigación debemos implantar.

- *En cuanto a la extensión del impacto habrá medidas de mitigación.
- Marco geográfico: se buscará reducir el área de afectación.
- Duración: se buscará reducir la duración de los efectos.
- Orden: se buscará evitar impactos derivados.
- Presentación: se buscará alargar los periodos de presentación.

*Del mismo modo para la intensidad las medidas de mitigación tendrán como propósito:

- Calidad: cambiar la connotación del impacto.
- Magnitud: reducir la magnitud.
- Reversibilidad: procurarla.
- Naturaleza: compensar lo no mitigable.

* Normalmente las medidas de mitigación son las siguientes:

- Cancelación del proyecto.
- Alternativas de ubicación.
- Modificación del proyecto.
- Buenas prácticas de ingeniería.
- Instalación de equipos de control.
- Instrumentación de medidas compensatorias.

* Las modificaciones al proyecto en su etapa de construcción pueden consistir en:

- Modificación de trazos.
- Cambios en el proyecto arquitectónico.
- Modificación al arreglo general.
- Modificación de instalaciones.
- Cambio de tecnología de construcción.

* Las modificaciones al proyecto en su etapa operativa pueden ser las siguientes:

- Sustitución de materias primas.
- Modificación a las condiciones de operación.

- Inclusión o incremento del reciclaje.
 - Reducción de la generación de residuos.
- * Por lo que se refiere a la instalación de equipos de control estos pueden ser:

- Sistemas de control de emisiones a la atmósfera.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Construcción de diques de contención.
- Sistemas de control de residuos peligrosos.
- Sistemas de control de residuos sólidos no peligrosos.

* Las buenas prácticas de ingeniería durante el proyecto y la construcción, deben llevarse a cabo conforme a normas y estándares así como a especificaciones y proyectos adecuados.

* Las buenas prácticas de ingeniería en la etapa de operación, se reducen a lo siguiente:

- Capacitación de personal
- Manuales de operación.
- Calibración de instrumentos.
- Mantenimiento preventivo.
- Simulacros de emergencias

* Pueden, asimismo, introducirse las siguientes medidas compensatorias:

- Regeneración de ecosistemas.
- Remodelación y equipamiento urbano. Esto es, puede cooperarse instalando una planta de potabilidad, para que así se beneficie en algo a la comunidad que ha resentido el impacto. No obstante, es difícil que el promotor considere tal medida de mitigación
- Contratación local. Significa un beneficio para la comunidad, pues se genera empleo y bienestar.
- Compensación de emisiones. Por ejemplo, se pavimenta o se ponen pastos para reducir emisiones de polvos por el aire.

Si queremos un listado ideal de medidas de mitigación por etapa, veremos lo siguiente:

*** Etapa de preparación del sitio y construcción:**

- Despalme selectivo.
- Balance de terracerías.
- Reducción de consumo de agua.
- Mejores prácticas de construcción.
- Reducción de generación de residuos.
- Regeneración de áreas.
- Contratación local del personal.

*** Etapas de operación.**

- Buenas prácticas de operación.
- Mantenimiento adecuado.
- Uso de combustibles limpios.
- Reducción de consumo de agua.
- Tratamiento de aguas.
- Minimización de residuos.
- Control de emisiones.
- Sistemas de contención.
- Sistemas de seguridad.
- Planes de contingencia.
- Control de residuos peligrosos.
- Reciclaje.
- Contratación local.

*** Etapa de abandono del proyecto:**

- Regeneración de suelos.
- Reubicación del personal. (esto parece particularmente adecuado, porque dejar sin empleo de golpe a miles de personas causaría un fuerte impacto socioeconómico).
- Regeneración de cuerpos de agua.
- Restauración ecológica.

Como hemos visto, para cada impacto debe haber una medida de mitigación, es decir, aquellas acciones que eliminan, reducen o compensan un impacto.

Lo ideal es eliminar el impacto negativo, pero esto no siempre es posible, entonces se busca su reducción en cuanto a su intensidad y extensión o bien, se compensa.

No existe duda de que se necesitan proyectos de desarrollo para mejorar el nivel de vidas de la población; esto se logra aprovechando los recursos naturales. Sin embargo, un desarrollo desordenado impide que los recursos tengan la oportunidad de regenerarse.

De ese modo, se busca un patrón que permita utilizar los recursos a un ritmo que permita la regeneración de los mismos; un impacto ambiental mitigado favorecerá el desarrollo sustentable.

En suma, la evaluación del impacto ambiental no es otra cosa que la evaluación de la sustentabilidad de proyectos de desarrollo.

2.9 GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO, MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO.

2.9.1 Datos Generales.

La información solicitada en este apartado, es necesario escribirla sin abreviaturas y perfectamente legible; cuando existan varios departamentos involucrados en el plan o proyecto, anotarlos, pero con la observación de cual es el responsable.

1. Nombre de la Empresa u Organismo.
2. Registro Federal de Causantes.
3. Objeto de la Empresa u Organismo.
4. Cámara o Asociación a la que pertenece.
 - Número de Registro de la Cámara o Asociación.
 - Fecha.

5. Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo. (escritura pública, decreto de creación, etc.)

6. Departamento proponente.

- Domicilio para oír y recibir notificaciones.
- Estado, ciudad, municipio, localidad, código postal, teléfono.

- Nombre completo de la persona responsable.

Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

- Puesto.

- Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc.). Anexar comprobante.

- Firma del responsable bajo protesta de decir verdad.

2.9.2 Descripción General del Proyecto.

La información que se solicita en este apartado se requiere de forma concisa y breve, en caso necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio.

1. Nombre de la planta.
 - Planes de crecimiento futuro

2. Ubicación de la planta
 - Estado.

 - Municipio.

 - Localidad.

(Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1:20,000 ó 1:25,000 en la microregión y 1:100,000 en la región).

- Coordenadas del predio.
 - Describir las colindancias del predio y los husos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando las datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.
 - Superficie total requerida (m²).
 - Origen legal del predio (compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc.).
 - Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).
 - Infraestructura necesaria (actual y proyectada).
3. Actividades conexas (industriales, comerciales y servicios).
 4. Lineamiento y programas de contratación de personal.
 5. Programas de capacitación y adiestramiento de personal.
 6. Especificar si cuenta con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, etc.). Anexar comprobantes.

2.9.3 Aspectos del Medio Natural y Socioeconómico.

Describe el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

1. ¿ Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales (por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales). ?

2. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacinamiento ?
3. ¿ Es o se encuentra cercano a un recurso acuático (lago, río, etc.) ?
4. ¿ Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atracción turística ?
5. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (parques, escuelas u hospitales) ?
6. ¿ Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o debieran reservarse para hábitat de fauna silvestre ?
7. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de especies acuáticas ?
8. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de ecosistemas excepcionales ?
9. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de centros culturales, religiosos o históricos del país ?
10. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en características geológicas o arqueológicas) ?
11. ¿ Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías comerciales ?
12. ¿ Se están evaluando otros sitios donde sería posible establecer el proyecto? ¿ Cuáles son ?
13. ¿ Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el proyecto en un programa de planificación adecuado o aplicable (por ejemplo: el Plan de Ordenamiento Ecológico del área) ?
14. Dentro de un radio aproximado de 10 km. del área del proyecto, ¿qué actividades se desarrollan ?
 - () Tierras cultivables
 - () Bosques
 - () Actividades industriales (incluidas las minas.)
 - () Actividades comerciales o de negocios

- Centros urbanos
- Núcleos residenciales
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos, o reservas ecológicas)
- Cuerpos de agua

15. Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- ¿ Terremotos (sismicidad) ?
 - ¿ Corrimientos de tierra ?
 - ¿ Derrumbamientos o hundimientos ?
 - ¿ Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.) ?
 - ¿ Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial) ?
 - ¿ Pérdidas de suelo debido a la erosión ?
 - ¿ Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión ?
 - ¿ Riesgos radiológicos ?
16. ¿ Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto ? especificar.
17. ¿ Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a él ?
18. ¿ Existe un historial endémico y epidémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto ?
19. ¿ Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticos) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto ?
20. ¿ Existe alguna afectación a los hábitats presentes ?
21. ¿ Describa en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación ?

22. ¿ Es la economía del área exclusivamente de subsistencia ?
23. ¿Cuál es el ingreso medio anual per capita de los habitantes del área del proyecto en un radio de 10 Km. en relación con el resto del país ? Describe asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.
24. Creará el proyecto una demanda excesiva de :
- () ¿ Fuerza de trabajo de la localidad ?
 - () ¿ Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general) ?
 - () ¿ Sistema de servicios públicos y de comunicaciones ?
 - () ¿ Instalaciones o servicios de eliminación de residuos ?
 - () ¿ Materiales de construcción ?
25. ¿ Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios ?
26. ¿ Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencia para evitar el deterioro del medio ambiente ?

2.9.4 Integración del Proyecto a las Políticas Marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo

1. Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

2.9.4.1. Etapa de operación.

- Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y de bloques)
- Metabolismo industrial
- Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundaria.

- Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso (Especificando: Sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración).
- Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento (Especificando características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen por recipiente).

2.9.4.2. Sustancias involucradas en el proceso

***Componentes riesgosos**

- Porcentaje y nombre de componentes riesgosos
- Número CAS
- Número de Naciones Unidas
- Nombre del fabricante o importador
- En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax número:

***Precauciones especiales**

- Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento.
- Especificar cumplimiento de acuerdo con la regulación del transporte.
- Especificar cumplimiento de acuerdo a la reglamentación ecológica.
- Otras precauciones

***Propiedades físicas**

Datos de las sustancias peligrosas que se manejan como : materia prima, producto y subproducto.

- Nombre comercial

- Nombre químico
- Sinónimos
- Fórmula química
- Estado físico
- Peso molecular (gr./g/mol)
- Densidad a temperatura inicial (T1) (gr./ml)
- Punto de ebullición (°C.)
- Calor de evaporización (T2) (cal/gr.)
- Calor de combustión (como líquido) (BTU/lb)
- Calor de combustión (como gas) (BTU/lb)
- Temperatura del líquido en proceso (°C)
- Volumen en condiciones normales (pie³)
- Volumen del proceso (gal)
- Presión de vapor (mmHg a 20 oC)
- Densidad de vapor. (aire = 1)
- Reactividad en agua
- Velocidad de evaporación butil-acetona = 1
- Temperatura de autoignición (oC)
- Temperatura de fusión (oC)

- Densidad relativa
- Solubilidad al agua
- Estado físico, color, olor
- Punto de inflamación
- Por ciento de volatilidad
- Otros datos

***Riesgos para la salud**

- Ingestión accidental
- Contacto con los ojos
- Contacto con la piel
- Absorción
- Inhalación
- Toxicidad

IDLH	-----	(ppm o mg/m3)
TLV 8 horas	-----	(ppm o mg/m3)
TLV 15 min.	-----	(ppm o mg/m3)

- Daño genético: Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros. Especificar.
- *Riesgo de fuego o explosión**
- Medios de extinción
 - () Niebla de agua
 - () Espuma

- () Halon
- () CO2
- () Químico seco
- () Otros.

- Equipo especial de protección, (general) para combate de incendio.
- Procedimiento especial de combate de incendio.
- Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales.
- Productos de combustión.
- Inflamabilidad:
 - Límite Superior de Inflamabilidad (%).
 - Límite Inferior de Inflamabilidad (%).

***Datos de reactividad**

- Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua, y potencial de oxidación.
- Estabilidad de las sustancias.
- Condiciones a evitar.
- Incompatibilidad, (sustancias a evitar).
- Descomposición de componentes peligrosos.
- Polimerización peligrosa.
- Condiciones a evitar

***Corrosividad.**

- Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

*Radioactividad.

- Clasificación de sustancias por su radioactividad.

2.9.4.3. Residuos principales (características, volumen, emisiones atmosféricas, descarga de aguas residuales).

1. Residuos sólidos

Industriales

Domésticos

2. Sistema y tecnología de control y tratamientos (descripción general, características y capacidad).

3. Disposición final: (Volumen, composición y cuerpos receptores).

4. Aguas tratadas.

5. Residuos sólidos.

6. Factibilidad de reciclaje.

7. Uso del agua corriente abajo del proyecto (Abastecimiento público, riego, recreo, deporte, hábitat de especies acuáticas únicas o valiosas).
No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.

2.9.4.4. Condiciones de operación.

1. Características de instrumentación y control (debiendo incluir diagrama lógico de control y planos de tuberías e instrumentación).

2. Métodos usados y bases de diseño en el dimensionamiento y capacidad de los sistemas de relevo y venteo.

3. Equipos de proceso y auxiliares (Descripción, características, tiempo estimado de uso, localización). Asimismo se deberán anexar diagramas de pñtalos y arreglo general de la planta.
4. De igual manera se deberá incluir: (temperaturas extremas de operaci3n, presiones extremas de operaci3n y estado físico de las diversas corrientes del proceso).
5. Características del régimen de la instalaci3n.
6. Características de los recipientes y/o envases para almacenamiento (Tipos de recipientes y/o envases, diámetro del recipiente, tipo de material, capacidad y densidad máxima de llenado).

2.9.5 Riesgo Ambiental.

1. Antecedentes de riesgo del proceso.
2. Determinar y jerarquizar los riesgos en áreas de:
Proceso.
Almacenamiento.
Transporte.
3. Describir los riesgos potenciales de accidentes ambientales por:
 - Fugas de productos t3xicos y carcinogénicas
 - Derrame de productos t3xicos.
 - Explosi3n.
4. Descripci3n de medidas de seguridad y operaci3n para abatir el riesgo.
5. Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.
6. Descripci3n de normas de seguridad y operaci3n para captaci3n y traslado de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran t3xicos, inflamables, explosivos, etc.

7. Descripción de las rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.
8. Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios de los transportes.
9. Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1: 5,000.
10. Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
11. Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.
12. Descripción de auditorias de seguridad.
13. Drenajes a afluentes acuosos.
 - Planos de distribución de drenajes.
 - Diagrama de la instalación del sistema de segregación de drenajes.
 - Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los afluentes y parámetros analizados en los mismos.
 - Registro y medición de los gastos volumétricos de los afluentes.
 - Tratamiento o disposición actual de los afluentes.
 - Manifiesto y condiciones particulares de descarga de afluentes.
 - Colectores o cuerpos de agua de descarga de sus afluentes.

CAPITULO III

ANALISIS DE RIESGO

3.1 ANALISIS DE RIESGO

El criterio adoptado para determinar cuales actividades deben considerarse como altamente riesgosas se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radiactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarán una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

3.2 ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Por lo tanto la cantidad mínima de las sustancias peligrosas con las propiedades antes mencionadas, que en cada caso convierten su producción, procesamiento, y transporte, almacenamiento, uso o disposición final, en actividades que, de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas, vía atmosférica, provocarían la presencia de límites de concentración superiores a los permisibles, en un área determinada por una franja de 100 metros en torno de las instalaciones, o medio de transporte, y en el caso de formación de nubes explosivas, la existencia de ondas de sobrepresión, a esta cantidad mínima de sustancia peligrosa, se le denomina cantidad de reporte, por lo tanto, para la determinación de las actividades consideradas altamente riesgosas se parte de una clasificación de sustancias peligrosas, en función de sus propiedades, así como de las cantidades de reporte correspondiente.

Cuando una sustancia presenta más de una de las propiedades señaladas, ésta se clasificará en función de aquella o aquellas el o los más altos grados potenciales de afectación al ambiente, a la población o a sus bienes y apareciera en el listado correspondiente, este listado se refiere al de las actividades altamente riesgosas y que corresponde a aquellas en que se manejan sustancias tóxicas. En dicho listado quedan exceptuadas en forma expresa el uso y

aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas, esto es por que se maneja un listado aparte para este tipo de actividades. El siguiente listado se proporciona para el caso de aquellas actividades asociadas con el manejo de sustancias inflamables, explosivas, reactivas, corrosivas o biológicas, éstas se proporcionan como base para determinar las normas técnicas de seguridad y operación, así como para la elaboración de los programas para la prevención de accidentes.

Las actividades asociadas con el manejo de sustancias con propiedades reactivas, podrían considerarse altamente riesgosas, sin embargo no se proporciona listado, en virtud de que la expedición de las normas de seguridad nuclear, radiológica y física de las instalaciones nucleares o radiactivas compete a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear.

3.3 LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS

Antes de establecer el siguiente listado cabe mencionar y establecer ciertos terminos: Se establecerá como actividad altamente riesgosa, al manejo de sustancias peligrosas en un volumen igual o superior a la cantidad de reporte. La cantidad de reporte, es la cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transporte dado y que al ser liberada, por causas naturales o derivadas de las actividades humanas, ocasionará una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. A su vez una sustancia peligrosa será aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica pueda ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes. Finalmente una sustancia tóxica será aquella que pueda producir en organismos vivos, lesiones enfermedades, implicaciones genéticas y hasta la muerte.

Cantidad de reporte a partir de 1 Kg:

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso

ACIDO CIANHIDRICO
ACIDO FLUORHIDRICO
ARSINA

FOSGENO
HEXAFLUORURO DE TELURIO
OXIDO NITRICO

CLORURO DE HIDROGENO
CLORO (1)
DIBORANO
DIOXIDO DE NITROGENO
FLUOR

OZONO
SELENIURO DE HIDROGENO
TETRAFLUORURO DE AZUFRE
TRICLORURO DE BORO
TETRAFLUORURO DE AZUFRE

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido

ACROLEINA
ALIL AMINA
BROMURO DE PROPARGILO
BUTIL VINIL ETER
CARBONILO DE NIQUEL
CICLOPENTANO
CLOROMETIL METIL ETER
CLORURO DE METACRILATO
DIOXOLANO

DISULFURO DE METILO
FLUORURO CIANURICO
FURANO
ISOCIANATO DE METILO
METIL HIDRACINA
METIL VINIL CETONA
PENTABORANO
SULFURO DE DIMETILO
TRICLOROETIL SILANO

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido

2 CLOROFENIL TIUREA
2,4 DITIOBIURET
4,6 DINITRO-O- CRESOL
ACIDO BENZEN ARCEINICO
ACIDO CLOROACETICO
ACIDO FLUOROACETICO
ACIDO METIL-O-CARBAMILO

ARSENIATO DE CALCIO
ACIDO TIOCIANICO 2-
BENZOTIANICO
COBALTO
DECABORANO
DIFACIONONA
DIMETIL-P-FENILENDIAMINA
ENDOSULFAN
ESTEREATO DE CADMIO
FENAMIFOS

BIS CLOROMETIL CETONA
BROMODIOLONA
CARBOFURANO (FURADAN)
CARBONILOS DE COBALTO
CIANURO DE POTACIO
CIANURO DE SODIO
CLOROPLANTINATO DE
AMONIO
CLORURO CROMICO
CLORURO PLATINOSO
COMPLEJO DE ORGANORODIO
DICLORO XILENO
DILSOCIANATO DE ISOFORONA
DIXITOXIN
EPN
ENTRICNINA
FENIL TIOUREA

FLUOROACETAMIDA

FOSFORO DE ZINC
HEXACLORO NEFTALENO
METIL ANZIFOS
MONOCROTOFOS (AZODRIN)
PARAQUAT
PENTADECILAMINA
PENTOXIDO DE FOSFORO
PIRENO
SELENIATO DE SODIO
SULFATO TALOSO
TETRACLORURO DE IRIDIO
TETRAOXIDO DE AMONIO
TRICLOROFON

FOSFORO (ROJO, AMARILLO,
BLANCO)
FOSMET
HIDRURO DE LITIO
METIL PARATION
OXIDO DE CADMIO
PARAQUAT METASULFATO
PENTOXIDO DE ARGENICO
PENTOXIDO DE VANADIO
PIRIDINA, 2 METIL, 5 VINIL
SULFATO DE ESTRICNINA
SULFATO TALIO
TETRACLORURO DE PLATINO
TIOSEMICARBAZIDA
TRIOXIDO DE AZUFRE

Cantidad de reporte apartir de 10 Kg.

a) en el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso

ACIDO SULFHIDRICO
FOSFINA
TRIFLUORURO DE BORO

AMONIACO ANHIDRO
METIL MERCAPTANO

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado liquido

1, 2, 3, 4, DIEPOXIBUTANO
BROMO
ISOFLUORFATO
OXICLORURO FOSFOROSO
PROPIONITRILLO
TETRACLORURO DE TITANIO

VINIL NORBORNENO

2, CLOROETANOL
CLORURO DE ACRILOILO
MESITILENO
PENTACARBONILO DE FIERRO
PSEUDOCUMENO
TRICLORO (CLOROMETIL)
SILANO

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido

ACETATO DE
METOXIETILMERCURIO

ACETATO FENIL MERCURIO

ACETATO MERCURIO
ARSENITO DE SODIO
BROMURO CIANOGENO
CLORURO DE MERCURIO
FENOL
HIDROQUINONA
LINDANO
MALONONITRILLO
OXIDO MERCURICO
PENTAFLUORURO DE FOSFORO
SELENITO DE SODIO
TELURITO DE SODIO
TRICLORURO DE GALIO

ARSENITO DE POTASIO
AZIDA DE SODIO
CIANURO POTASICO DE PLATA
CLORURO DE TALIO
FOSFATO ETILMERCURIO
ISOTIOSIANATO DE METILO
MALONATO TALOSO
NIQUEL METALICO
PENTAFLUOROFENOL
SALCOMINA
TELURIO
TIOSEMICARBASIDA ACETONA
WARFARIN

Cantidad de reporte apartir de 100 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso

BROMURO DE METILO
OXIDO DE ETILENO

ETANO (3)

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido

2,6- DILSOCIANATO DE TOLUENO
ACETATO DE VINILO
ACRILONITRILLO
BETA PROPIOLACTONA
CROTONALDEHIDO
ETER BIS - CLORO METILICO
METIL TRICLORO SILANO
OXIDO DE PROPILENO
PENTAFLUORURO DE ANTIMONIO

ACETALDEHIDO (3)
ACIDO NITRICO
ALCOHOL ALILICO
CLOROACETALDEHIDO
DISULFURO DE CARBONO
HIDRACINA
NITROSODIMETILAMINA
PENTAFLUOROETANO
PERFLUOROMETIL
MERCAPTANO
PROPILENIMINA
TETRANITROMETANO
TRICLORURO DE ARSENICO
TRIFLUORURO DE BORO

PIPERIDINA
TETRAMETILO DE PLOMO
TRICLORO BENCENO
TRITOXISILANO

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado sólido

ACIDO CRESILICO
ACRILAMIDA
METOMIL
YODURO CIANOGENO

ACIDO SELENOSO
CARBONATO DE TALIO
OXIDO TALICO

Cantidad de reporte a partir de 500 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado gaseoso

ACETILENO
ANHIDRIDO HIPOCLOROSO
BUTADIENO
2, BUTENO (CIS, TRANS)
CICLOBUTANO
CLORURO DE METILO
DIFLUORURO 1, CLOROETANO
2,2, DIMETIL PROPANO
ETER METILICO
FLUORURO DE ETILO
HIDROGENO
METILAMINA
PROPANO
PROPINO
TETRAFLUOROETILENO
TRIMETILAMINA

ACIDO SULFHIDRICO
BUTANO (N, ISO)
1, BUTENO
CIANOGENO
CICLOPROPANO
CLORURO DE VINILO
DIMETIL AMINA
ETANO
ETILENO
FORMALDEHIDO
METANO
2, METIL PROPENO
PROPILENO
SULFURO DE CARBONILO
TRIFLUOROCLOROETILENO

b) En el caso de las sustancias en estado gaseoso no previstas en el inciso anterior y que tengan las siguientes características

Temperatura de inflamación	37.8 °C
Temperatura de ebullición	21.1 °C
Presión de vapor	760 mm de Hg

c) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

2- BUTINO
ETILAMINA

CLORURO DE ETILO
3-METIL-1-BUTENO

**METIL ETIL ETER
OXIDO DE ETILENO**

**NITRITO DE ETILO
1-PENTANO**

Cantidad de reporte apartir de 1000 Kg.

a) En el caso de la siguiente sustancia en estado gaseoso:

BUTADIENO

b) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

**ACETONITRILO
CIANURO DE BENCILO
CLORURO DE BENZAL
2,4, DOLSOCIANATO DE TOLUENO
ISOBUTIRONITRILO
PEROXIDO DE HIDROGENO
TETRAETILO DE PLOMO**

**BENCENO (3)
CLOROFORMO
CLORURO DE BENCILO
EPICLOROHIDRINA
OXICLORURO DE SELENIO
TETRACLORURO DE CARBONO
TRIMETILCLORO SILENO**

cantidad de reporte apartir de 3000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

**ACETALDEHIDO
AMILENO (CIS, TRANS)
DISULFURO DE CARBONO
2-METIL-2-BUTENO
PENTANO (N, ISO)
2-PENTENO**

**ACIDO CIANHIDRICO
COLODION
2-METIL-1-BUTENO
OXIDO DE PROPILENO
1-PENTENO
SULFURO DE DIMETILO**

Cantidad de reporte a partir de 10000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

**ACROLEINA
BROMURO DE ALILO
CICLOPENTANO
1-CLOROPROPILENO
CLORURO DE ALILO**

**ALIL AMINA
CARBONILO DE NIQUEL
CICLOPENTENO
2-CLOROPROPILENO
CLORURO DE ACETILO**

CLORURO DE PROPILO (N.ISO)
DIETILAMINA
2,2-DIMETILBUTANO
2,3-DIMETIL 1-BUTENO
2-ETIL 1-BUTENO
ETER VINILICO
ETOXIACETILENO
FORMIATO DE METILO
ISOPROPENIL ACETILENO
3- METIL PENTANO
2-METIL-2-PENTENO
4-METIL-2-PENTENO
METIL PROPIL ACETILENO
PROPIL AMINA (N.ISO)
TETRAHIDROFURANO
VINIL ETIL ETER
2,4,6 TRIMETIL ANILINA
CICLOHEXILAMINA

DICLOROMETIL FENIL SILANO
FORATO

GAS MOSTAZA; SINONIMO SULFATO DE BIS (2-CLOROETILO)
HEXACLORO CICLOPENTADIENO
MECLORETAMINI
OLEUM
SULFATO DE DIMETILO
TOLUENO (3)

1,1-DICLOROETILENO
DIHIDROPIRAN
2,3-DIMETIL BUTANO
2,3-DIMETIL 2-BUTENO
ETER DIETILICO
ETILICO MERCAPTANO
FORMIATO DE ETILO
ISOPRENO
2-METIL PENTANO
2-METIL-1-PENTENO
4-METIL-1-PENTENO
2-METIL-2-PROPANOTIOL
METIL TRICLOROSILANO
PROPENIL ETIL ETER
TRICLOROSILANO
VINIL ISOPROPIL ETER
ANILINA
CLORURO DE BENCEN
SULFONILO
ETILEN DIAMINA
FORMALDEHIDO
CIANOHIDRINA
DE BIS (2-CLOROETILO)
LACTONITRILIO
METANOL
PERCLOROETILENO (3)
TIOECIANATO DE ETILO

b) En el caso de las sustancias en estado líquido, no previstas y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación:	37.8 °C
Temperatura de ebullición:	21.1 °C
Presión de vapor	760 mm de Hg

Cantidad de reporte a partir de 20000 Kg.

A) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido

ACETATO DE ETILO
ACETATO DE VINILO
ACRILATO DE METILO
ALCOHOL METILICO
BENCENO
BUTILAMINA (N.ISO.SEC.TER)
CICLOHEXENO
2-CLORO-2-BUTENO

CLORURO DE VINILIDENO
DICLOROETILENO
1,2-DICLOROETILENO
1,1-DIMETIL HIDRAXINA
2,4-DIMETIL PENTANO
DIISOBUTILENO
DIOXOLANO
ETER PROPILICO (N, ISO)
ETIL CICLOBUTANO
ETIL DICLOROSILANO
ETILENIMINA
FLUOROBENCENO
2-HEXENO (CIS, TRANS)

HEPTENO
HEPTILENO2-TRANS
HEXANO (N,ISO Y MEZC. DE ISOMEROS)
2-METIL FURANO
METIL CICLOPENTANO
METIL ETER PROPILICO
3-METIL HEXANO
2-METIL 1,3-PENTENO
METIL PIRROLIDINA
METIL VINIL CETONA
NITRATO DE ETILO
OXIDO DE BUTILENO
1,2 OXIDO DE BUTILENO
PROPIONALDEHIDO

ACETATO DE METILO
ACETONA
ACRILONITRILLO
ALCOHOL ETILICO
1-BROMO-2BUTENO
CICLOHEXANO
CICLOHEPTANO
CLORURO DE BUTILO (N,ISO,SEC,TER)
DICLOROETANO (CIS, TRNS)
DIMETIL DICLOROSILANO
2,3-DIMETIL PENTANO
DIMETXI METANO
DIISOPROPILAMINA
ETER ETIL PROILICO
ETIL BUTIL ETER
ETIL CICLOPENTANO
ETIL METIL CETONA
FORMIATO DE PROPILO (N,ISO)
1-HEXENO
HEPTANO (N, ISO Y MEZ. DE ISOMEROS)
HEPTILENO
1,4-HEXADIENO
ISIBUTIRALDEHIDO

METIL CICLOHEXANO
METIL DICLOROSILANO
2-METIL HEXANO
METIL HIDRAZINA
4-METIL-1,3-PENTADIENO
2-METIL TETRAHIDROFURANO
MONOXIDO DE BUTADIENO
2,5-NORBORNADIENO
OXIDO DE PENTAMETILENO
PIRROLIDINA
PROPIONATO DE METILO

PROPIONATO DE VNILO
2,2,3-TRIMETIL BUTANO
2,3,4-TRIMETIL 1-PENTENO
3,4,4-TRIMETIL 2-PENTENO
VINIL ISOBUTIL'ETER

TRIEILAMINA
2,3,3- TRIMETIL 1-BUTENO
2,4,4 TRIMETIL 2-PENTENO
TRIMETILCLOROSILANO

Cantidad de reporte a partir de 50000 Kg.

a) En el caso de la siguiente sustancia en estado gaseoso:

GAS L.P. COMERCIAL (N,ISO)

Cantidad reporte a partir de 100000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado liquido:

1,1-DIMETIL HIDRACINA
CUMENO
ETER DICLOROETILICO
FENIL DICLORO ARSINA
OCTAMETIL DIFOSFORAMIDA
ACETATO DE PROPILO (N,ISO)
ALCOHOL DESNATURALISADO
AMILAMINA (N,SEC)
BUTIRATO DE METILO
1,2-DICLOROPROPANO
2,4-DIMETIL HEXANO
ETER ALILICO
2-METIL-2-BUTANOL
2-METIL-3-ETIL PENTANO
METIL METACRILATO
PIRIDINA
PROPIONITRILLO
2,2,3-TRIMETIL PENTANO
2,3,3-TRIMETIL PENTANO

ANHIDRIDO METACRILICO
DICLORVOS
ETER DICGLICIDILICO
NEVINFOS (FOSFORIN)
TRICLORO FENIL SILANO
ALCOHOL ALILICO
ALCOHOL PROPILICO (ISO)
BROMURO DE N-BUTILO
BUTIRONITRILLO (N,ISO)
2,3-DIMETIL HEXANO
P-DIOXANO
FORMIATO DE ISOBUTILO
2-METIL-BUTIRALDEHIDO
3-METIL-2-BUTANOTIOL
PIPERIDINA
PROPIONATO DE ETILO
TETRAMETILO DE PLOMO
2,2,4,-TRIMETIL PENTANO
TOLUENO

Cantidad reporte a partir de 200000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado liquido:

ACETAL
ACETATO DE ISOAMILO
ACETONITRILLO
ALCOHOL AMILICO (N,SEC)

AMIL MERCAPTAN
1-BUTANOL
BUTIRATO DE ETILO (N,ISO)
CLORURO DE AMILO
CUMENO
DIETILICO CARBONATO
1,3-DIMETIL CICLOHEXANO

ESTIRENO
ETIL BUTILAMINA
ETIL CICLOHEXANO
ETILENO GLICOL DIETILICO ETER
ISOBROMURO DE AMILO
METACRILATO DE ETILO
METIL PROPIL CETONA
NITROMETANO
OCTENO (ISO)
2-OCTENO
2,2,5,-TRIMETIL HEXANO
XILENO (M,O,P)

Cantidad de reporte a partir 1000000 Kg.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

ADIPONITRILLO
DIBUTILFTALATO
DIMETIL 4 ACIDO FOSFORICO
DIOCTILFTALATO
METIL-5-DIMETON
TRICLORURO FOSFOROSO

ACETATO DE BUTILO (ISO, SEC)
ACETATO DE ISOPROPENILO
ACRILATO DE ISOBUTILO
ALCOHOL BUTILICO (ISO, SEC,
TERT)
BENZOTRIFLUORURO
BUTIL MERCAPTAN (N,SEC)
CLOROBENCENO
CROTONALDEHIDO
DIETILCETONA
1,3 DIMETIL BUTILAMINA
1,4-DIMETIL CICLOHEXANO
(CIS, TRANS)
ETIL BENCENO
2-ETIL BUTIRALDEHIDO
ETILENDIAMINA
FERROPENTACARBONILO
ISOFORMIATO DE AMILO
METIL ISOBUTIL CETONA
NITROETANO
OCTANO (N,ISO)
1-OCTENO
OXIDO DE MESITILO
VINIL TRICLOROSILANO

CLORDANO
DICROTOFOS (BIDRIN)
DIMETILFTALATO
FOSFAMIDON
NITROBENCENO

Cantidad de reporte a partir de 10000 Bl.

a) En el caso de las siguientes sustancias en estado líquido:

GASOLINAS (1)

**KEROSENAS INCLUYE NAFTAS
Y DIAFANO (1)**

- (1) Se aplica exclusivamente a actividades industriales y comerciales.
- (2) Se aplica exclusivamente a actividades donde se realicen procesos de ozonización.
- (3) En virtud de que esta sustancia presenta además propiedades explosivas o inflamables, también será considerada, en su caso en el proceso para determinar los listados de actividades altamente riesgosas, correspondientes a aquéllas en que se manejen sustancias explosivas o inflamables.
- (4) Se exceptúa del listado de actividades altamente riesgosas, el uso o aplicación de plaguicidas con propiedades tóxicas.
- (5) Para efectos del presente listado, se entenderá como sustancia en sólido a aquéllas que se encuentren en polvo menor de 10 micras.
- (6) En el caso de las sustancias que correspondan a plaguicidas, la cantidad de reporte se entenderá referida a su ingrediente técnico llamado también activo.
- (7) En los demás casos, las cantidades de reporte de las sustancias indicadas, deberán considerarse con su mas alto porcentaje de concentración. Cuando dichas sustancias se encuentren en solución con su mas alto porcentaje de concentración. Cuando dicha sustancias se encuentren en solución o mezcla, deberá realizarse el cálculo correspondiente, a fin de determinar la cantidad de reporte para el caso de que se trate.
- (8) Se exceptúa de este listado a las actividades relacionadas con el manejo de sustancias afines a armas de fuego.

La magnitud del daño que pudiera provocar un accidente causado por sustancias peligrosas, está en relación directa con la presencia de una serie de factores como son: Las características del sitio donde éstas se manejan, las instalaciones y procesos utilizados, las condiciones meteorológicas existentes en el área en el momento del accidente, la cantidad de sustancia liberada al ambiente, de la población potencialmente expuesta y/o afectada, las medidas que se toman contra la emergencia, etc.

Se han establecido disposiciones y emprendido acciones para disminuir los riesgos y enfrentar contingencias derivadas de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, una de las cuales consiste en la elaboración de los

Programas para la Prevención de Accidentes por quienes realicen tales actividades mismos que se someterán a la aprobación de diversas Secretarías.

Una vez que los Programas para la Prevención de Accidentes son analizados, autorizados y dictaminados por el Comité, estos se implementarán a nivel local, con la participación de la Unidad de Protección Civil, Autoridades, comunidad y empresas aledañas y demás instituciones relacionadas con aspectos de seguridad y atención a la población y al ambiente.

Aunque algunas empresas pudieran ya contar con planes de respuesta a emergencias, es necesaria su revisión para hacer la actualización y adecuaciones, del mismo modo, las empresas que sean consideradas como Altamente Riesgosas y que no cuenten con un Programa de Prevención de Accidentes, deberán desarrollarlo.

Los criterios empleados para su elaboración se basan en la posibilidad de que ocurran contingencias provocadas por el manejo de sustancias peligrosas y de la necesidad de contar con un programa adecuado para evitar que éstas puedan tener consecuencias de desastre o calamidad.

3.4 CRITERIOS PARA LA ELABORACION DE LOS PROGRAMAS PARA LA PREVENCION DE ACCIDENTES

El programa para la prevención de accidentes debe ser elaborado e implementado para activarse de acuerdo al alcance y características de una emergencia, la cual puede circunscribirse dentro de los límites de la planta sin representar ningún riesgo para el exterior o bien puede ser de tal magnitud que pudieran rebasarlos, afectando a la población aledaña y ecosistemas de la región.

Sobre esto último es importante considerar la realización de otras actividades riesgosas o altamente riesgosas cercanas a una Actividad Altamente Riesgosa en particular, que pudieran incrementar el nivel de riesgo de la misma y su efecto en caso de accidente.

Con base en lo anterior se han establecido dos clases o niveles en la elaboración de un Programa para la Prevención de Accidentes; el interno y el Externo.

Ambos niveles deben ser elaborados y estructurados detalladamente, para activarlos en el momento oportuno y en el lugar preciso, considerando las etapas de prevención (antes de), de atención (durante) y de retorno-recuperación (después de) , tomando como criterio de referencia los posibles efectos un accidente causado por la realización de una Actividad Altamente Riesgosa.

La etapa de prevención se realiza con todas las medidas, procedimientos, planes, acciones y recursos necesarios para el auxilio y rescate de las personas (trabajadores y población aledaña) , la conservación de la vida y la salud así como la protección al ambiente, una vez que se ha producido una contingencia.

Esta etapa también incluye todos los aspectos relacionados con el combate y el control de la contingencia, así como la mitigación de sus efectos.

La etapa de Retorno-Recuperación se relaciona con todos los aspectos de inspección y vigilancia y difusión que sean necesarios para la reanudación de actividades, bajo condiciones confiables de seguridad tanto para los trabajadores como para la población e industrias aledañas, así como los de reparación de la infraestructura interna y/o externa y de saneamiento ambiental.

3.5 RIESGOS QUIMICOS

Casi todas las sustancias químicas presentan riesgos en su uso, en su manejo y en su almacenamiento. Estos riesgos se pueden clasificar en:

- a) Riesgos contra la salud
- b) Riesgos por inflamabilidad
- c) Riesgos por reactividad química.

3.5.1 Riesgos Contra la Salud.

Se define como riesgo a la salud, a cualquier propiedad de un material que pueda causar directa o indirectamente algún daño o incapacidad temporal o permanente, por exposición o contacto, inhalación o ingestión.

Hay dos fuentes de riesgo a la salud, una surge de las propiedades inherentes del material. La otra es consecuencia de los productos tóxicos de la combustión o descomposición del material.

El grado de riesgo debe ser asignado sobre la base de el grado de peligro que podría existir en incendios o en otras condiciones de emergencia.

El grado de riesgo debe indicar al personal de los departamentos de combate de incendios que pueden trabajar con seguridad solo con equipo de protección especial, con equipo de protección respiratorio, o con mantenimientos ordinarios.

Para comprender el daño potencial de una sustancia, deberá conocerse su toxicidad. Esta describe el grado de acción tóxica que puede causar la misma. La palabra tóxico describe un caso general en que la toxicidad de una sustancia llega a alcanzar un nivel en que ocurren efectos perjudiciales apreciables.

3.5.1.1 Intoxicación.

Una toxicidad aguda se refiere a una cantidad de una sustancia que produce muy rápidamente un efecto perjudicial, por ejemplo, en horas, minutos y hasta segundos.

La toxicidad crónica se refiere a la cantidad de una sustancia que requerirá un tiempo largo para ocasionar un daño; por ejemplo, meses o años.

Las toxicidades agudas y crónicas son los niveles fundamentales de información requeridos para controlar el ambiente de trabajo. Cualquier sustancia que no produce un efecto agudo o crónico a los niveles normales de concentración, habituales en el ambiente de trabajo, se considera carente de toxicidad significativa y en general, no constituirá un riesgo ocupacional.

3.5.1.2 Toxicología Experimental.

Se denomina dosis de respuesta a la cantidad de una sustancia que causará una reacción nociva.

Mediante evaluaciones de la toxicidad y en base a las respuestas obtenidas se creo un índice de toxicidad relativa, correspondiente a las sustancias dañinas. Esta respuesta se expresa, indicando la dosis que se requiere para matar a un

cierto porcentaje de los animales sometidos a prueba, que es lo que se denomina dosis letal o mortal a dicho porcentaje, como por ejemplo:

DLM	Dosis mínima letal
DL50	Dosis letal al 50 %
DL100	Dosis letal al 100 %

3.5.1.3 Vías de Acceso.

Independientemente de la toxicidad de una sustancia, ésta no puede ocasionar daño hasta que no ha entrado al cuerpo y quede incluida en el metabolismo (reacción química del organismo). Las sustancias penetran al cuerpo mediante tres caminos:

1. Por absorción por la piel, denominado "absorción".
2. Por absorción por el conducto gastrointestinal, denominado "ingestión".
3. Por absorción por los pulmones, denominada "inhalación"

Los materiales pueden entrar también a los pulmones mediante un proceso denominado "aspiración". Los materiales normalmente ingeridos entran a los pulmones durante el vómito.

La forma en que la exposición con riesgo a una sustancia tóxica se produce, depende mucho de las propiedades físicas de la sustancia tóxica de que se trate. Los pulmones absorberán fácilmente los gases o vapores y los polvos solubles, por ello, cualquier líquido volátil, o cualquier sólido que produce polvo, puede entrar al cuerpo por inhalación. Aún con bajas concentraciones de la sustancia tóxica en el aire, el ritmo y regularidad de la respiración ocasiona rápidamente una concentración alta de la misma en el cuerpo.

La piel se pone en contacto con los tres tipos de materia, frecuentemente con una muy elevada concentración (en función de la cantidad de sustancia en relación con la superficie de la piel). Afortunadamente las capas exteriores no son muy permeables, y brindan una protección considerable. Esta protección se reduce en gran medida si hay alguna rotura en la piel exterior.

El conducto gastrointestinal es la zona menos vulnerable a las sustancias que entran al cuerpo, ya que una ingestión accidental es muy reducida, incluso aún

cuando se produjera, la habilidad de la sustancia para ser absorbida dependerá de su habilidad para disolverse en los jugos gástricos.

La entrada a los pulmones de una sustancia por aspiración no es una situación frecuente, pero puede ocurrir cuando se trata de sacar un líquido por succión, si además del aire se respira líquido y éste va a los pulmones. (Una situación mas fácil de ocurrir es la que se produce cuando una persona no se encuentra plenamente consciente, vomita y la reacción normal de expulsar la materia extraña no actúa, y el vómito entra a los pulmones, por lo que la sustancia puede entonces convertirse en un riesgo tóxico mas grave. Por ejemplo, solventes de hidrocarburos).

3.5.1.4 Máximos Permicibles.

Los límites de trabajo seguro con respecto a la exposición en el trabajo a las sustancias tóxicas, consisten en determinar la situación y concentración en las cuales puede usarse con seguridad una determinada sustancia, a estos límites se les denomina **VALORES LIMITES DE UMBRAL**.

Los valores límites de umbral se refieren a la concentración máxima en el aire de sustancias a 298 (25 °C) y 100 kPa (760 mm Hg) de presión, que puede ser tolerada por casi todas las personas en su trabajo durante exposiciones repetidas día tras día sin que sufran efectos adversos. Es importante observar que los VLU constituyen guías referentes al empleo seguro de las sustancias. Hay tres categorías de VLU:

- a). Los valores límites de umbral.- Promedio ponderado de tiempo (v.l.u.-PPT). Este da las exposiciones, basadas en días de trabajo de ocho horas y semana de 40 horas, que no producirán efectos contrarios. La concentración de sustancias a la que se expone una persona puede variar (dentro de ciertos límites) con tal que no exceda la dosis recibida durante una exposición de ocho horas.
- b). Valores límites de umbral.- Límite de exposición breve (VLU - LEB). Este controla, en el caso de algunas sustancias, unos niveles más elevados de exposición, superiores al V.L.U. -PPT durante periodos de hasta 15 minutos, con tal que no se produzcan más de cuatro exposiciones breves durante el día, con un espacio mínimo de una hora entre los períodos de exposición.

- c). Valores límites de umbral - Tope (V.L.U. - T) éste es un nivel que nunca deberá excederse durante ningún período de tiempo.

El sistema VLU se considera como guía en cuanto a los límites superiores de exposición a sustancias peligrosas, aplicándose en la práctica límites más reducidos. Cuando están siendo aplicados los V.L.U. hay dos aspectos cuya importancia no se debe olvidar. Estos son:

1. No son índice de la toxicidad relativa.
2. No indican la naturaleza peligrosa relativa de una sustancia.

3.5.1.5 Sustancias Carcinogénicas.

Algunas sustancias químicas son carcinógenas, esto es que, tienen la propiedad de inducir el cáncer y no se conoce en forma precisa cuáles de éstas lo son, por lo que el control de los productos químicos que pueden ocasionar el cáncer se hace muy difícil.

Cuando se sabe o se acepta que algunas sustancias son carcinógenos humanos, o son potencialmente carcinógenas, hay dos métodos básicos prácticos para controlarlas:

1. Prohibir su uso, cambiándolas por sustitutos seguros.
2. Permitir su uso bajo un control higiénico riguroso.

Debe además existir una conciencia plena, por parte de cada trabajador, en cuanto a los riesgos del proceso.

Ejemplo de algunas sustancias que se sabe que son o potencialmente pueden ser carcinógenas para las personas.

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos en partículas.
- Cloruro de vinilo
- Benceno

3.5.1.6 Sustancias Corrosivas.

Las sustancias corrosivas pueden ocasionar quemaduras químicas, y pueden caracterizarse como sustancias que producen una destrucción rápida de los tejidos del cuerpo en el punto de aplicación.

La piel y los ojos son las partes del cuerpo más vulnerables al ataque por parte de los productos químicos corrosivos, seguidos por la irritación del conducto respiratorio. El conducto gastrointestinal es, en general, el último vulnerable, pero no deberá ignorarse una ingestión accidental como riesgo potencial.

La piel ofrece alguna resistencia a las sustancias corrosivas, lo cual permite en la mayoría de los casos disponer de algún tiempo para lavar los agentes corrosivos antes de que produzcan un daño grave a los tejidos. Los ojos sin embargo, son muy susceptible al ataque por los agentes corrosivos, pues se requiere una cantidad muy pequeña para que ocasione la pérdida temporal de la visión, o la ceguera. Aún cuando la sustancia sea muy diluida, es potencialmente corrosiva para el ojo.

Los detergentes, por razón de sus propiedades en cuanto a la solución de grasas, son absorbidos rápidamente por los tejidos del ojo, y pueden ocasionar quemaduras graves si no se lava inmediatamente.

3.5.1.7 Sustancias Dermatósicas.

La dermatitis es una situación no infecciosa e inflamatoria de la piel, ocasionada por un contacto prolongado con agentes químicos o físicos.

Hay dos categorías de dermatitis ocupacional.

Dermatitis por contacto. Es causada por sustancias denominadas irritantes cutáneos primarios, y actúan mediante ataque directo sobre la piel, ocasionando la destrucción de los tejidos, o por desangrado. La interrupción de la exposición va habitualmente seguida por la recuperación

Algunos ejemplos de estas sustancias son: grasas, solventes como el petróleo, alcohol blanco.

Dermatitis por sensibilización. La ocasionan sustancias llamadas sensibilizadores cutáneos, que dan lugar a una respuesta alérgica de las reacciones metabólicas de la piel, seguido algunas veces de una respuesta inflamatoria. Algunos ejemplos de sensibilizadores cutáneos son: reveladores fotográficos, resinas epóxicas.

3.5.1.8 Medidas Preventivas.

El objetivo principal en la prevención de la dermatitis consiste en la limitación de la exposición a un mínimo práctico. En el caso de ambientes polvorientos y gases, puede lograrse con una ventilación adecuada. Cuando se utilicen líquidos, pastas o sólidos sin polvo, deberá utilizarse el equipo protector adecuado, por ejemplo, guantes, delantales, botas altas, sobretodo con cuellos y puños bien ajustados. Como precaución adicional, es muy importante la higiene personal en la prevención de la dermatitis, a la vez que debe observarse una atención estricta a los métodos de trabajo e instrucciones al respecto.

3.5.1.9 Riesgos por Inhalación de Polvos y Fibras.

Algunos polvos tóxicos reducen la capacidad pulmonar para la respiración normal permanente. El silice recién cortado, que se produce en la minería y en la arena usada para la fundición, tiene este efecto tóxico, y da lugar a una enfermedad llamada silicosis.

Las fibras inorgánicas, tales como las del asbesto, pueden producir un efecto semejante, el cual, cuando el daño llega a ser amplio, produce asbestosis. El polvo orgánico fibroso puede producir la misma toxicidad "física" pero es ligeramente soluble en el fluido pulmonar y libera agentes tóxicos, que pueden ocasionar reacciones alérgicas. Ejemplo de esto, son los que trabajan el algodón, los cuales sufren bisinosis, enfermedad con síntomas semejantes a los del asma.

El control de los polvos respirables peligrosos, consiste en suprimir el polvo, y en la ventilación para darle salida. En algunos casos será necesario que los trabajadores utilicen equipo protector para la respiración, es importante que éste sea comprobado para ver que se ajuste cómodamente, y que se le use durante la totalidad del tiempo de exposición. Antes de utilizar una máscara para protección contra un determinado polvo, es de vital importancia comprobar que dicha máscara es capaz de filtrar el mismo.

3.5.1.10 Accidentes por Exposición a Gases.

Los accidentes por exposición a gases constituyen sucesos ocupacionales comunes. Estos suponen la inhalación de un aire que contiene un gas tóxico o corrosivo, el que puede ser absorbido por el sistema respiratorio produciendo una respuesta aguda. Uno de los tipos más frecuentes de accidentes por exposición a gases se produce cuando el cuerpo sufre por falta de oxígeno.

Esto se denomina anoxia, y puede ocurrir de dos formas.

- a) La anoxia simple, en la cual la cantidad de oxígeno en el aire se ha reducido por debajo del nivel que puede soportar adecuadamente la respiración (aproximadamente un 16 %). Esto puede ocurrir durante un incendio, donde se producen grandes cantidades de bióxido de carbono, consumiéndose el oxígeno, o cuando el oxígeno es desplazado del aire por la evaporación de un líquido inerte, como el nitrógeno líquido.
- b) La anoxia tóxica, se produce cuando se impide que el oxígeno viaje através del cuerpo hacia la sangre. Esto puede ocasionarse por inhalación de monóxido de carbono, sulfuro de hidrogeno (H₂S), cianuro de hidrógeno. El sulfuro de hidrógeno cuenta con el riesgo adicional de paralizar al sentido del olfato, lo que puede dar una falsa sensación de seguridad a la infortunada víctima. El monóxido de carbono, que no tiene un color distintivo, es muy peligroso, ya que la víctima no tiene noticia de que está respirando el gas, y puede verse incapacitado sin intentar abandonar la zona de peligro.

Existen gases que atacan el sistema respiratorio causando una reacción grave corrosiva o inflamatoria de los tejidos. A éstos se les denomina gases irritantes, por ejemplo: el bióxido de azufre, amoniaco.

Los vapores procedentes de los solventes orgánicos, tales como etoxietano y el 1.1.1. tricloroetano, producen una reacción anestésica denominada narcosis, que con frecuencia lleva a la víctima hacia la inconsciencia.

En un caso de exposición a gases, el trastorno denominado fiebre por humos, produce síntomas semejantes a un ataque de gripe, puede producirse al absorber ciertos polímeros (fiebre por humos de polímeros), por ejemplo: cloruro de polivinilo politetrafluoretileno. El estado que se crea puede ser muy

grave y durar varios días, la recuperación se produce sin que se observen efectos posteriores.

3.5.1.11 Primeros Auxilios en Caso de Inhalación de Gases.

1. Preocúpese en primer lugar por su propia seguridad, y a continuación saque a la víctima de la zona de peligro.
2. Afloje sus partes apretadas, por ejemplo: corbatas, cuellos, cinturones, etc.
3. Si la víctima está inconsciente y ha dejado de respirar, aplique la respiración artificial mediante el método boca a boca.
4. Si la víctima está inconsciente, pero respira, colóquese el cuerpo con la cara hacia abajo y con la cabeza girada hacia un lado, para permitir una respiración fácil (posición de coma).
5. Haga lo preciso para que la víctima reciba atención médica o envíela al hospital. Si es posible envíe detalles del accidente y del tratamiento que se le haya dado.

El sulfuro de hidrógeno actúa directamente sobre el sistema nervioso, ocasionando parálisis del sistema respiratorio. Paraliza igualmente el sentido del olfato. Esto resulta particularmente peligroso, ya que una vez que el olor característico a huevos podridos ha “desaparecido”, la víctima tiene la falsa sensación de encontrarse en un ambiente “seguro”. El tratamiento de primeros auxilios para el sulfuro de hidrógeno es: Deberá sacarse a la víctima de la zona peligrosa, hacerla descansar y suministrarle aire abundante o respiración con oxígeno. En el caso de una víctima inconsciente, deberá aplicarse la respiración artificial de boca a boca. Deberá conseguirse ayuda médica.

Los procesos y las plantas en los que pueden encontrarse sustancias tóxicas o corrosivas son:

Con respecto a gases, plantas de absorción de gas; unidades compresoras, unidades para llenado de cilindros de gas.

Para vapores tenemos: unidades de destilación, unidades para la extracción de solventes, sistemas de evaporación.

Aerosoles. abertura de recipientes (a presión).

- Líquidos.** salpicado de líquidos a presión, por fallas en el equipo; empleo excesivo de solventes para limpiar la grasa de las manos y los brazos.
- Polvos.** muestreo de sólidos cristalinos o granulares, equipo para manejo de materiales.

3.5.2 Riesgos por Inflamabilidad.

El riesgo por inflamabilidad se entiende como el grado de susceptibilidad del material a encenderse. Muchos materiales que arden bajo un conjunto de condiciones, no arderán bajo otras. La forma o condición de el material, como sus propiedades inherentes influyen en su peligrosidad.

3.5.3 Riesgos por Reactividad Química (Inestabilidad).

El riesgo por reactividad se relaciona al grado de susceptibilidad del material a liberar energía. Algunos materiales son capaces de llevar a cabo una rápida liberación de energía por si mismos, mediante reacciones espontáneas o polimerizaciones, o pueden ser sometidos a violentas erupciones o reacciones explosivas si hace contacto con agua u otros agentes extintores o con cierto tipo de materiales.

El grado de riesgo debe indicar al personal de los departamentos de combate de incendios:

- Si el área debe ser evacuada.
- Si el fuego debe ser atacado desde una localización protegida.
- Las precauciones que deben tomarse al acercarse al fuego y al aplicar los agentes extintores.
- Si el incendio debe ser combatido utilizando procedimientos normales.

Se considera materiales reactivos a aquellos que pueden entrar dentro de una reacción química con otro material estable o inestable.

Los materiales inestables son aquellos que en estado puro o comercial producen vigorosas polimerizaciones, descomposiciones o condensaciones o reaccionan espontáneamente o son sometidos a otros violentos cambios químicos.

Los materiales estables son aquellos que normalmente tienen la capacidad de resistir cambios en su composición química, no obstante las exposiciones al aire, agua y calor encontradas en caso de emergencia como incendios.

3.5.3.1 Sistema de Identificación de Riesgos.

En toda industria debe hacerse una lista de los materiales y sustancias que se manejen a fin de señalar sus riesgos para su control por el Departamento de Seguridad, así como para el necesario conocimiento del personal en cada área de trabajo.

La figura 3.1 muestra el sistema utilizado, el cual proporciona una idea general del riesgo inherente de los productos y el grado de gravedad de esos riesgos. Este sistema está basado en la clasificación recomendada por la National Fire Protection Association. (NFPA).

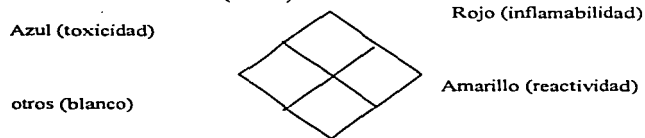


Figura 3.1

Esta clasificación comprende cuatro conceptos y cinco grados de peligrosidad. Los conceptos son: toxicidad, con color azul; inflamabilidad, con color rojo; reactividad (inestabilidad y reactividad al agua), con color amarillo; y otras propiedades, con una letra o un símbolo sobre fondo blanco. Los grados de peligrosidad se clasifican desde el cero (0) hasta el cuatro (4), indicando respectivamente desde "ningún riesgo en especial" hasta "riesgo grave o en extremo peligroso".

El espacio en blanco se utiliza para identificar alguna reactividad inusual con el agua. Por ejemplo una W con una línea horizontal en el centro (W) indica al personal de contra incendio, un posible peligro en el uso del agua como agente extintor. Este espacio puede ser utilizado también para identificar riesgos de radiación con el símbolo.

El criterio de clasificación es el siguiente

Contra la salud	Inflamabilidad	Reactividad
0 Ninguno	0 Incombustible	0 Estable
1 Poco efecto	1 Poco combustible	1 Necesita activación
2 Por exposición prolongada	2 Arde con calentamiento ligero	2 Activo sin explosión
3 Por exposición corta	3 En condición ambiental	3 Capaz de explotar
4 Mortal en corta exposición	4 Muy combustible	4 Descomposición con explosión

Ejemplo:

Acido Sulhídrico H2S



Descripción: Gas incoloro, fuerte olor desagradable similar a huevos podridos

Riesgos de explosión y fuego: Gas inflamable, forma mezclas explosivas con el aire, en un amplio rango.

Límites de inflamabilidad: 4.3 % - 45 %

Temperatura de ignición: 500 F

Es más pesado que el aire (densidad de vapor 1.2) y puede viajar por considerables distancias hasta una posible fuente de ignición y encenderse

Riesgos a la vida: Es altamente tóxico, irrita los ojos y el aparato respiratorio, en altas concentraciones causa muerte inmediata. Son necesarios goggles y aparatos de respiración personal.

La concentración máxima permisible para una jornada de 8 horas es de 10 p.p.m., equivalente a 15 mg/m³ de aire.

3.6 ESTUDIO DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP Y HAZAN)

Todas las actividades humanas involucran un cierto grado de riesgo y las industrias de proceso no son la excepción. La industria Petrolera, en particular, es una rama preocupada por la innovación, en ella se desarrollan sofisticadas necesidades de la sociedad moderna, la cual requiere de productos con características muy particulares, de alta calidad y bajo costo. Esto en muchas ocasiones significa contar con procesos que requieren altas presiones y

temperaturas, además de utilizar materiales con características fisicoquímicas que representan un peligro para la salud humana, al ambiente y a la propiedad. Los elementos que dan origen a los riesgos presentes en una operación industrial son, en términos generales, los siguientes.

- MATERIAS PRIMAS
- PROCESOS
- PRODUCTOS TERMINADOS
- RECURSO HUMANO
- MEDIO AMBIENTE

Es la interrelación de estos elementos, a través de la tecnología utilizada lo que da por resultado la existencia de riesgos reales y potenciales y su magnitud depende de las características particulares de los elementos mencionados.

Dentro de la Industria Petrolera hay una creciente preocupación por aplicar métodos sistemáticos para eliminar o reducir los riesgos, debido a que la sociedad en general, reclama a la industria una mayor seguridad para sus miembros, propiedades y medio ambiente.

Esta exigencia por parte de la sociedad ha sido motivada, en gran parte, por los acontecimientos ocurridos en San Juan Ixhuatepec, México (noviembre 19 de 1984); Bhopal, India (diciembre de 1984); Institute, E.U.A. (agosto de 1985) y recientemente Guadalajara, México (abril de 1992) que dieron por resultado la pérdida de cientos de vidas humanas y daños materiales cuantiosos.

El desafortunado accidente ocurrido en San Juan de Ixhuatepec, no es el único registrado en México en la historia de los desastres tecnológicos. Antes hubo ya una explosión de metano, fuga de cloro, varias explosiones de gas; con una frecuencia que resulta alarmante.

En México ocurren accidentes mayores cada cuatro años, que en otras partes del mundo y con otros criterios de seguridad se estima que solo pueden ocurrir, probablemente cada millón de años. Lo anterior no es una exageración. Los cálculos de seguridad para este tipo de instalaciones generalmente se refieren a la probabilidad de ocurrencia de accidentes en un lapso mayor

Cuando algo nuevo o distinto a lo usual se lleva a cabo en una planta industrial, existe el riesgo de que alguna parte del proceso no se comporte conforme a lo

esperado. Esta desviación puede tener efectos muy serios en alguna otra parte del proceso.

El análisis de riesgos puede realizarse a través del "sentido común", pero la complejidad de la tecnología moderna ha hecho que el proceso de análisis sea también complejo. Por eso ha sido necesario el desarrollar y establecer metodología sistematizadas de alta confiabilidad, para realizar los diagnósticos de seguridad de los procesos industriales.

3.6.1 Evolución.

El diagnóstico de seguridad a una planta de proceso involucra responder a una serie de preguntas:

- ¿ EXISTEN RIESGOS REALES Y POTENCIALES ?
- ¿ CUALES SON ?
- ¿ DE QUE MAGNITUD SON ?
- ¿ SON ACEPTABLES ?
- ¿ COMO SE PUEDEN ELIMINAR O REDUCIR ?

Los resultados de la Investigación de Accidentes, aún cuando son de gran utilidad, no proporcionan todas las respuestas requeridas para contar con operaciones de un grado de confiabilidad aceptable. Las limitaciones propias de la metodología y las enseñanzas producto de ella, dió como resultado la generación de Códigos y Estándares, en donde se establecen parámetros generalmente aceptados para riesgos reconocidos.

La segunda metodología desarrollada e implantada fue Inspecciones Planeadas y no Planeadas a través de la cual se pretende identificar desviaciones de las medidas de control e implantar para eliminar o reducir los riesgos. Esta metodología se complementa mediante el uso de Listas de Verificación lo cual facilita su aplicación.

La seguridad y operabilidad son factores significativos que deben ser considerados como parte integral en el diseño de los procesos. La revisión al diseño puede ser llamada Verificación Primaria de Seguridad, la cual normalmente se logra a través de los Estándares y Códigos de diseño.

Muchas organizaciones introdujeron algunas formas de revisiones de seguridad secundarias y una versión de ellas consiste en realizar revisiones a través de grupos multidisciplinarios. La metodología "WHAT IF ?" empezó a utilizarse frecuentemente por estos grupos de revisión, los cuales, en base a su experiencia aplican la pregunta What if ? a cada paso del proceso, determinando el efecto de las fallas de equipos o errores de operación. Esta metodología puede ser utilizada para revisar un proceso complejo o parte de él, dependiendo de su complejidad. El grupo enfatiza en la revisión de factores no detectables a través de las revisiones visuales, con el fin de identificar los riesgos potenciales en base a sus conocimientos y experiencias, así como establecer las medidas de control más apropiadas.

Desafortunadamente, las metodologías basadas únicamente en la experiencia no garantizaban el haber considerado todas las posibles fallas y el resultado es que las medidas de prevención, frecuentemente, se toman después de ocurrido el evento.

El desarrollo formal de sistemas de análisis de riesgos se inició en la Industria Aeroespacial, como una respuesta natural a la magnitud de las consecuencias de ocurrir una falla: Mal funcionamiento de un misil complejo o sistemas de aeronaves que pudieran resultar en pérdidas de muchas vidas humanas y costo de millones de dólares. Era imperativo detectar fallas a priori. La industria Nuclear y Electrónica implantaron rápidamente lo desarrollado en la Industria Aeroespacial.

A principios de los años 60 se desarrolló la metodología como FAILURE MODO AND EFFECT ANALYSIS (FMEA), la cual es la simple formalización del sistema "What if ?". La palabra clave es la formalización, lo que significa que es una metodología que puede ser aplicada a procesos y sistemas complejos. En 1962 se desarrolló la metodología sobre "Fault Tree Analysis", la cual consiste en el análisis y cuantificación de un diagrama lógico, el cual identifica la secuencia de todos los eventos que pueden dar como resultado una falla específica (fuego, explosión, derrame, etc.).

Durante la década de los 60 's fue creada otra metodología para el análisis de riesgos en la división de Mond de ICI, este sistema se conoce como Hazard and Operability Studies (HAZOP). Esta metodología fue originalmente concebida para aplicarse en el diseño de nuevas unidades operativas o modificativas a las existentes pero, debido al esfuerzo que involucra, ha sido

poco aplicada a plantas existentes. El objetivo de la técnica es estimular la imaginación en forma sistemática y es lo suficientemente flexible para aplicarse a todo tipo de plantas, procesos, equipos, etc.

A través de la metodología uno imagina desviaciones utilizando ciertas palabras clave que, al ser analizados por un grupo multidisciplinario, permite una búsqueda sistemática de los peligros escondidos en la planta.

3.6.2 Situación Actual.

Los acontecimientos ocurridos a fines de 1984 en México, la India y Estados Unidos ha generado una mayor presión sobre la Industria de Procesos. En mayo de 1985, la Chemical Manufactures Association (CMA) integró un grupo especial de trabajo para tratar de dar a conocer a sus asociados las metodologías existentes en el mercado para el Análisis de Riesgos. El resultado del estudio muestra que las metodologías más frecuentemente usadas por la Industria en los Estados Unidos son:

“WHAT IF ?”

HASOP

LISTAS DE VERIFICACION

HAZAN

DOW INDEX

ICI MOND INDEX

En la Industria en México el uso de sistemas formales es incipiente y sólo algunos grupos industriales importantes han iniciado su aplicación (Dupont y Celanese Mexicana). EN 1985, el grupo Negromex aplicó las metodologías HAZOP y HAZAN en el diseño de una planta piloto con excelentes resultados. La cada vez más fuerte presión social y gubernamental, ha orientado a la Industria a la toma de desiciones oportunas para la eliminación o reducción de los riesgos de manera efectiva, esto está dando por resultado el uso de metodologías más confiables, que garanticen la identificación de todos los riesgos, reales y potenciales, existentes en las unidades operativas.

Existen en el mercado una gran variedad de metodologías para el Análisis de Riesgos, pero el uso de ellas debe ser selectivo con el fin de optimizar sus resultados.

Si bien, la premisa es garantizar la óptima protección del ser humano, la propiedad y el ambiente, el costo de las medidas para lograrlo afectará los costos de producción, por lo que se requiere de una alta creatividad en la propuesta de soluciones para lograr el balance óptimo entre el costo del control y la efectividad en la eliminación o reducción de los riesgos.

Algunos problemas son obvios, si fabricamos óxido de etileno mediante una mezcla de óxido y etileno, y ésta se encuentra muy cercana a los límites de explosividad, no necesitamos de una técnica especial para saber que, si las proporciones de los componentes es errónea, puede ocurrir una gran explosión.

El método tradicional de identificación de riesgos, utilizado desde los primeros desarrollos tecnológicos hasta nuestros días era construir una planta y ver que pasaba.

El antiguo adagio dice: "Todo perro puede morder"; hasta que el perro muerde a alguien, podemos decir que no sabíamos que esto pasaría. Esto no era un mal método. Cuando la magnitud del incidente era limitada, pero no muy satisfactorio ahora que tenemos "perros" que pueden matar a mucha gente de una sola mordida.

Las listas de verificación son de uso frecuente para la identificación de riesgos, pero su desventaja es que cualquier aspecto no incluido en ellos estará sin analizar. Estas son útiles cuando no existen modificaciones en las instalaciones, y todos los riesgos han sido identificados con anterioridad, sobre todo cuando las instalaciones son nuevas.

Las Industrias de transformación, producción, etc. han requerido utilizar técnicas más creativas y versátiles y una de las más aceptadas por sus resultados es HAZOP.

Existe la tendencia natural de hacer tangible la magnitud de un riesgo identificado, sobre todo cuando no está muy "clara su probabilidad de ocurrencia", es por ello que algunas empresas de la Industria de Procesos han utilizado metodologías para evaluar los riesgos.

Una de las más utilizadas es Fault Analysis, pero tiene desventajas importantes: Es difícil de mantener actualizado el estudio, es común que se presenten muchos errores por su complejidad, cambios menores en las instalaciones invalidan los resultados y normalmente el costo de aplicación es muy alto por los recursos que se requieren para realizarlo.

Las metodologías Dow Index e ICI Mond Index han resultado prácticas en su aplicación para evaluación de riesgos, con la limitante de ser orientada a riesgos muy particulares (fuego y explosión).

Las técnicas para evaluar riesgos, sólo es recomendable utilizarlas para evaluar alternativas semejantes en la eliminación o reducción de los riesgos y en forma muy selectiva.

En la aplicación de cualquier metodología tendremos que partir de las siguientes premisas:

1. Administración competente de las unidades operativas.
2. Operación y mantenimiento de las industrias de acuerdo al diseño y tecnología utilizada.
3. Sistemas de protección de alta confiabilidad.

Probados regularmente, y en caso necesario, reparados y puestos en operación tan pronto como sea posible.

Si lo anterior no se cumple, el Análisis de Riesgo será tiempo perdido. (Ver tabla 3.1)

SISTEMA DE ANALISIS DE RIESGO

RECONOCIMIENTO DE LA VULNERABILIDAD DE LA INSTALACION	EVALUACION Y SELECCION DE LA METODOLOGIA DE ANALISIS	EJERCICIO DE ANALISIS DE RIESGO	JERARQUIZACION DE LOS EVENTOS
Características de los materiales Tecnología Ubicación Recursos Humanos Etc.	¿ Qué pasa si ...? Hazop Lista de verificación Tormenta de ideas Etc.	Identificación de eventos que pueden conducir a pérdidas o problemas de operación	Índice DOW Índice ICI Árbol de fallas Etc.
REEVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO OBTENIDO	EJECUCION DE LOS PLANES DE ACCION	TOMA DE DECISIONES SOBRE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS/ PREVENTIVAS	EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS
Actualización del nivel de riesgo	Programas Proyectos de inversión	Eliminación Reducción Transferencia Aceptación	Dispersión Fugas Explosiones Fuego

TABLA 3.1

3.7 PRINCIPIO DE ANÁLISIS

3.7.1 HAZOP: Hazan and Operability Studies.

- a. Es una técnica para identificar riesgos y problemas, los cuales permiten una operación eficiente.
- b. Es una técnica que permite a la gente liberar su imaginación y revisar en todas las formas posibles en que los riesgos y/o problemas de operación pudieran surgir.
- c. La técnica al ejecutarse en forma sistemática, reduce las posibilidades de que algo se pase sin analizar.
- d. Debe considerarse como un concepto de seguridad del proceso para protección del personal, instalaciones y comunidades.

3.7.2 Conceptos Básicos.

Para desarrollar un estudio HAZOP se requiere de una descripción completa del proceso y se cuestiona a cada una de las partes de este y a cada componente para descubrir qué desviaciones, del propósito original para lo cual fueron diseñados, pueden ocurrir y determinar cuáles de esas desviaciones pueden dar lugar a riesgo al proceso o al personal.

Los componentes se analizan mediante el empleo de palabras clave o guía, las cuales están concebidas para asegurar que las preguntas exploren todas las posibilidades de que su funcionamiento se desvíe de su intención y propósito de diseño.

Las desviaciones son estudiadas, se determinan sus causas y consecuencias indicando cuáles son las condiciones en que se presentarían.

3.7.3 Descripción de Conceptos Básicos.

Propósito. Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado.

El propósito puede tomar varias formas, recipiente, línea, bomba.

Desviaciones. Son los cambios que se presentan al propósito y puestas al descubrimiento por la aplicación sistemática de las palabras clave.

Causas. Estos son los motivos por los que se puede presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Consecuencias. Son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

Riesgos. Toda fuente de energía. Son las consecuencias que pueden causar daños, lastimaduras o pérdidas.

Palabras clave o guía. Son palabras sencillas que se usan para calificar el propósito, guían y estimulan el proceso de pensamiento creativo para descubrir las posibles desviaciones.

Las palabras clave se aplican a la intención de diseño que indica lo que el equipo y/o sistema deben realizar

3.7.4 Procedimientos Para el Estudio.

Los procedimientos y principios estudiados anteriormente se ponen en práctica siguiendo los pasos.

Definición del alcance y los objetivos

Selección del equipo de trabajo

Actividades de preparación para el estudio

Desarrollo práctico del trabajo

Actividades de seguimiento

Registro de los resultados del estudio

3.7.4.1 Definición alcance y objetivos

El Alcance y los Objetivos del Proyecto se deben hacer explícitos lo más pronto posible.

Ejemplos de las razones para realizar el estudio:

- a. Verificar un diseño
- b. Decidir si van a construir y en dónde
- c. Decidir si se va a comprar un equipo o sistema
- d. Desarrollar una lista de preguntas que desea resolver un proveedor
- e. Verificación de los instructivos de operación y mantenimiento
- f. Mejorar la seguridad de una planta en operación

Es necesario definir los tipos de riesgo, por ejemplo:

- a. Riesgo personal
- b. Riesgos a la planta y al equipo
- c. Riesgos de y hacia la calidad del producto
- d. Riesgo al público y a la comunidad
- e. Riesgo al medio ambiente (Ecología)

3.7.4.2 Selección del equipo de trabajo

La evaluación de riesgos y operabilidad se realiza por un grupo multidisciplinario

Existen dos tipos de miembros en el grupo de trabajo:

1. Aquellos que hacen una contribución técnica
2. Los Miembros que actúan como soporte

1. MIEMBROS TECNICOS

- Ingeniero Petrolero
- Ingeniero Mecánico
- Ingeniero de Instrumentos
- Químico de Investigación y Desarrollo
- Gerente de Producción
- Gerente del Proyecto responsable

En algunos casos se requerirá además de:

- Ingeniero Electricista
- Ingeniero Civil
- Farmacología, etc.

2. PERSONAL DE SOPORTE

- Líder de Estudio
- Secretario

3.7.4.3 Trabajo Preparatorio

Las actividades previas al estudio consisten de cuatro etapas.

1. Obtención de toda la información relevante,

a) Información de todos los materiales usados en el proceso

- + materias primas
- + productos intermedios
- + subproductos
- + desechos
- + necesidades de almacenamiento
- + regulaciones de emisiones de desechos
- + etcetera

b) Dibujos y diagramas

- + diagramas de flujo y balances
- + diagramas de tubería e instrumentación
- + arreglos de equipo
- + isométricos
- + etcetera

c) Descripción del proceso, manual de operación, cartas de secuencias de control de instrumentos, etc.

d) Materiales de construcción

- + matriz de interacción productos-materiales de construcción

e) Historias de accidentes-incidentes y sus consecuencias

f) Bitácoras de mantenimiento

El efectuar un estudio de riesgo con información no actualizada es pérdida de tiempo

2. Conversión de los datos en una forma adecuada a los propósitos del estudio

La información disponible se debe analizar para asegurarse que es suficientemente comprensible para cubrir los requisitos del estudio

Dependiendo del tipo de planta a analizar es la cantidad de trabajo requerido en la conversión de los datos.

Para plantas con procesos continuos, el trabajo preparatorio es menor, los diagramas de tubería e instrumentación contienen suficiente información para el estudio. Para plantas con procesos intermitentes, los trabajos preparatorios son mas extensos, además de los diagramas de flujo, es necesario conocer la secuencia de apreciaciones de la planta.

3. Preparación de la secuencia de estudio

El líder preparará un plan de secuencia del estudio el cual deberá ser comentado con los demás miembros del grupo.

4. Programación de los recursos necesarios y fechas de las reuniones

Una vez que la información a utilizar y los planes de trabajo han sido definidos, el líder del grupo debe estimar el tiempo necesario para el estudio y así definir las reuniones necesarias

El tiempo ideal de cada reunión es de tres horas y se deben de considerar dos sesiones por semana

3.7.4.4 Desarrollo práctico del trabajo

1. Las sesiones de trabajo deben estar muy estructuradas y controladas por el líder que debe seguir el plan desarrollado.

- a) Seleccionar el primer elemento del sistema, generalmente un recipiente o equipo numerado en el diagrama.

- b) Se obtiene una explicación del propósito y funcionamiento.
 - c) Se analiza la primera línea, conexión y accesorio, usando las:
 - d) Palabras clave
2. El líder debe asegurarse de que todos han entendido perfectamente los riesgos detectados.
3. La forma de hacerlo fluctúa entre dos posiciones extremas:
- a) Se encuentra una solución para cada riesgo a medida que se encuentran, antes de pasar a examinar otro elemento.
 - b) No se investiga ninguna solución hasta que se hayan analizado todos los elementos y encontrado todos los riesgos.

NOTA: En plantas a régimen transitorio que tienen control en secuencia, cualquier alteración al diseño o modo de operación tiene implicaciones muy importantes y extensas.

4. Las actividades del secretario son:

- a) Registrar las decisiones cuando el trabajo se hace muy rápido.
- b) Registrar las decisiones cuando el estudio es muy complicado y el líder debe guiar al grupo usando simultáneamente varias fuentes de datos.

3.7.4.5 Actividades de seguimiento

Las sesiones son de dos clases

- 1. Sesiones de examen
- 2. Sesiones de evaluación y acción.

Las acciones que implican riesgos generalmente son de cuatro tipos, a saber:

- a) Cambio en el proceso (receta, materiales, etc.)

- b) Cambio en las condiciones del proceso (Tem. Pres. Etc.)
- c) Alteración en el diseño físico del sistema.
- d) Cambio en la secuencia de operación.

Cuando se selecciona una acción, considérense dos categorías:

- 1. Acciones para remover la causa del riesgo.
- 2. Acciones para reducir las consecuencias.

3.7.4.6 Riesgos de la Información

Una forma útil para registrar la información es el archivo de riesgos, que contendrá:

- 1. Una copia de todos los documentos generados en el desarrollo del estudio, usados y marcados por los miembros del equipo de trabajo y sancionados por el líder.
 - + Diagramas de flujo
 - + Hojas de especificaciones
 - + Planos y modelos
 - + Instructivos de operación y mantenimiento
 - + Programas, etc.
- 2. Una copia de todos los papeles y notas de trabajo, conteniendo preguntas, respuestas, recomendaciones, cambios al diseño original, etc.
- 3. El archivo debe retenerse en la planta
- 4. El registro, archivo del estudio de riesgos puede usarse en la negociación de seguros.
- 5. La información generada se puede usar en trabajos posteriores para mejorar los sistemas y procedimientos. (Ver figura 3.2 y tabla 3.2)

3.7.5 Programa de Estudios.

Etapas iniciales con estudios de ingeniería básica plan y programa

1. Verificación inicial de riesgos

+ Necesidad básica de localizar e identificar los riesgos mayores.

2. Toma de decisiones fundamentales como:

+ Localización de planta

+ Cual debe ser la localización de la planta nueva en el interior del complejo respecto a los límites del lugar, otras plantas, etc.

+ Cuales aspectos particulares del diseño requieren atención especial en el análisis de riesgos.

3. La identificación de riesgos mayores se facilita al establecer ciertos parámetros generales.

a) Materiales:

+ materias primas

+ productos intermedios

+ producto final

+ efluentes, etc.

b) Operaciones unitarias.

+ Destilación

+ mezclados

+ evaporación

+ secado, etc.

c) Distribución de la planta.

4. Los parámetros generales se deben considerar de acuerdo a una lista de comprobación de riesgos potenciales:

+ fuego

+ explosión

+ toxicidad

+ corrosión

+ ruido

+ detonación

+ electrocución

+ radiación

+ vibración

+ productonocivo

+ asfixia

+ fallamecánica

**DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UNA
EVALUACION DE RIESGO Y OPERABILIDAD**

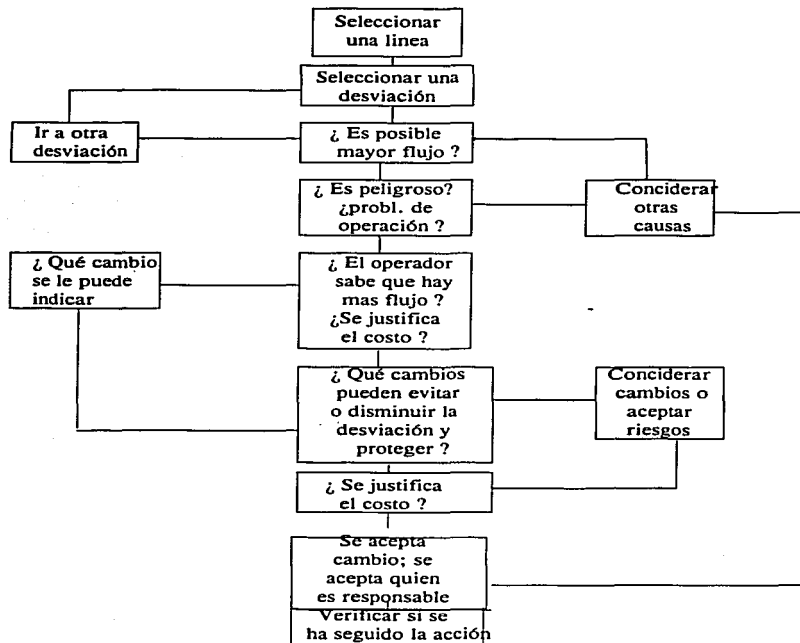


FIGURA 3.2

SECUENCIA DETALLADA DEL ANALISIS

1. SELECCIONAR UN RECIPIENTE
2. EXPRESAR LA INTENCION QUE EL RECIPIENTE Y SUS LINEAS Y ACCESORIOS DEBEN REALIZAR
3. SELECCIONAR UNA LINEA
4. EXPLICAR LA INTENCION DE LA LÍNEA
5. APLICAR LA PRIMERA PALABRA CLAVE
6. DESARROLLAR UNA DESVIACION SIGNIFICATIVA
7. EXAMINAR LAS CAUSAS POSIBLES
8. EXAMINAR LAS CONSECUENCIAS
9. DETECTAR LOS RIESGOS
10. REALIZAR LOS REGISTROS ADECUADOS
11. REPETIR LOS PASOS 6 A 10 PARA TODAS LAS DESVIACIONES SIGNIFICATIVAS DE LAS PALABRAS CLAVE
12. REPETIR LOS PASOS 5 A 11 PARA TODAS LAS PALABRAS CLAVE
13. MARCAR LOS ELEMENTOS QUE SE HAYAN EXAMINADO
14. REPETIR LOS PASOS 3 A 13 PARA CADA ELEMENTO
15. SELECCIONAR UN SERVICIO AUXILIAR (POR EJEMPLO: VAPOR DE CALENTAMIENTO)
16. EXPLICAR LA INTENCION DEL SERVICIO
17. REPETIR LOS PASOS 5 A 12 PARA EL SERVICIO
18. SEÑALAR EL SERVICIO COMO YA EXAMINADO
19. REPETIR LOS PASOS 15 A 18 PARA TODOS LOS SERVICIOS
20. EXPLICAR LA INTENCION DE DISEÑO DEL RECIPIENTE
21. REPETIR LOS PASOS 5 A 12
22. SEÑALAR EL RECIPIENTE COMO YA EXAMINADO
23. REPETIR LOS PASOS 1 A 22 PARA TODOS LOS RECIPIENTES EN EL DIAGRAMA
24. SEÑALAR EL DIAGRAMA COMO YA EXMINADO
25. REPETIR LOS PASOS 1 A 24 PARA TODOS LOS DIAGRAMAS.

TABLA 3.2

3.7.5.1 Clasificación de riesgos

CLASE I SEGURO: Condiciones en las que el error humano, diseño deficiente o inadecuado, o falla del equipo no ocasiona consecuencias al personal.

CLASE II MARGINAL: Condiciones en las que el error humano, diseño deficiente o inadecuado, o falla del equipo puede degradar el funcionamiento del sistema o dañar al equipo, pero que se puede arreglar por el personal o sistema de control sin que se presenten daños serios al personal.

CLASE III CRITICO: Condiciones en las que el error humano, diseño deficiente o inadecuado, o falla del equipo causarán daños de consideración al equipo y personal o que resultan en un riesgo que requiere de acción correctiva inmediata para la sobrevivencia del personal y del sistema.

CLASE IV CATASTROFICO: Condiciones en las que el error humano, diseño deficiente o inadecuado, o falla del equipo puede degradar severamente el funcionamiento del sistema y causa la pérdida subsecuente del sistema o causar la muerte o daños serios e irreversibles al personal.

TABLA RESUMEN			
CLASE	RIESGO	DAÑO AL EQUIPO	DAÑO AL PERSONAL
I	SEGURO	NINGUNO	NINGUNO
II	MARGINAL	MENOR	NINGUNO
III	CRITICO	SUBSTANCIAL	DAÑO TRANSITORIO
IV	CATASTROFICO	PERDIDA DEL SISTEMA	IRREVERSIBLE O MUERTE

TABLA 3.2 BIS

3.7.5.2 Estudios previos al arranque

a) Estudios con diseño congelado

Es el tiempo óptimo para realizar el estudio.

Los planos , diagramas especificaciones, etc., son completos y exactos

b) Estudios previos al arranque

Se realiza cuando la planta prácticamente esta lista para el arranque y los instructivos de operación se han editado, es de provecho especial cuando:

+han ocurrido varios cambios substanciales en el diseño, principalmente cuando se han hecho sobre la marcha

+la operación de la planta es muy crítica

+la nueva planta es una copia de otra existente con cambios principalmente en el proceso

NOTA: Se debe asegurar que los diagramas de flujo describan exactamente a la planta que se construyo.

3.7.5.3 Estudios para plantas en operación

La aplicación principal del Método de Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) han sido en la evaluación de las condiciones de operación y los riesgos potenciales que se presentan en plantas que ya existen.

Estas instalaciones han operado por muchos años y han surgido modificaciones o mejoras (en ocasiones de una profundidad extrema), varias veces durante su vida útil. A menos que esas modificaciones se hayan manejado muy cuidadosamente, se pueden comprometer seriamente los conceptos y márgenes de seguridad que se establecieron en el diseño original de la unidad.

En general los recursos humanos, financieros y de tiempo con que se cuenta para realizar un estudio de las condiciones en las que operan las plantas son

limitados, por lo tanto se requiere de un método del cual se pueden seleccionar y estudiar las plantas existentes. La selección de las plantas puede resultar de una reacción emocional causada por algún accidente reciente en esa planta u otra similar.

Una reacción de este tipo es perfectamente comprensible, pero no necesariamente significa que los recursos limitados se dirijan hacia el estudio de las plantas con el más grande riesgo total. Por lo tanto, se sugiere desarrollar un programa que tenga en cuenta un buen número de factores como:

- a) Las Auditorias de Seguridad han indicado cuándo, dónde y porqué se necesita un estudio mas detallado en una planta o sección de ella.
- b) Se han presentado sucesos o accidentes anormales con una frecuencia relativamente alta respecto a la normal o esperada.
- c) El Índice de Dow o mejor aún el Índice Mond ha demostrado que esa planta tiene un alto potencial de Riesgo.
- d) La planta ha permanecido en servicio durante mucho tiempo y es necesario mantenerla en operación todavía mas antes de realizar el mantenimiento general.
- e) La planta ha sufrido modificaciones considerables.
- f) Se considera necesario estudiar una planta determinada en secuencia y respecto a su interacción con otras plantas.

Cuando se hagan los arreglos para el estudio de una planta en operación, se debe conceder tiempo adicional para realizar las actividades preparatorias, pues los diagramas de flujo, los Diagramas de Tubería e Instrumentación, Balances de Materia y Energía, Instrumentos de Operación y otros documentos es seguro que no esten actualizados.

En las etapas de definición se requiere, incluso mayor cuidado al que normalmente se da durante el diseño de una planta nueva. El grupo genera recomendaciones y algunas de estas podrían requerir cambios significativos

al diseño de la planta. Es importante la claridad en la definición de la o las personas que van a responsabilizarse en el estudio y el alcance de éste. Del mismo modo es necesario establecer un procedimiento muy estricto para la realización, seguimiento y evaluación del avance, manejado por personal técnicamente capaz.

Una vez que se ha realizado a satisfacción un Estudio de Riesgo y Operabilidad en una planta, la gerencia se puede sentir segura de que casi todos los riesgos potenciales se han identificado y tratado. Sin embargo, la industria petrolera es muy dinámica y es seguro que una de estas plantas haya de sufrir modificaciones durante su vida útil.

Con el fin de mantener la confianza en la operación segura de la planta, es necesario asegurarse que la planta o el proceso no se puedan alterar sin tener en cuenta las nuevas condiciones de trabajo con respecto al Riesgo y la Operabilidad. Existen dos enfoques posibles para mantener las modificaciones bajo control.

El primer enfoque se basa esencialmente en el hecho de que las supervisiones y trabajadores que están en contacto cotidiano con la planta, cambian de puesto con menor frecuencia que el personal técnico y ejecutivo. Esto quiere decir que se les debe hacer participar en los Estudios de Riesgo y Operabilidad de sus unidades y se les consulte acerca de las modificaciones propuestas. Es muy posible que estas personas descubran riesgos potenciales y dificultades en la operación de la planta. Actuar de esta manera presupone que todo el personal de la planta ha sido entrenado y, por lo tanto, conoce la metodología de los Estudios de Riesgo y Operabilidad.

El segundo enfoque se basa en la existencia de un sistema organizado de trabajo. La propuesta de modificación se le somete por lo menos a dos personas que conozcan profundamente la operación de la planta. Estas personas tienen una lista de verificación de los riesgos posibles y de las dificultades operacionales

Las dos personas aplican las indicaciones de la lista de verificación independientemente y posteriormente se busca consenso para actuar de acuerdo con las cuatro posibilidades siguientes:

1. La modificación propuesta puede seguir su curso sin ninguna condición.
2. La modificación se puede realizar siempre que se satisfagan ciertas condiciones señaladas por los estudios.
3. No se puede realizar la modificación.
4. Se presenta un alto grado de incertidumbre, por lo que la modificación se tiene que someter a un Estudio de Riesgo y Operabilidad completo, que incluye el área completa que se espera modificar.

3.7.6 Aplicaciones.

3.7.6.1 Plantas de proceso continuo

El desarrollo original del método, basado en diagramas de flujo, tuvo lugar cuando la técnica se aplicó a grandes plantas de proceso continuo, y ha sido ampliamente usado en esta aplicación.

Los siguientes son ejemplos típicos de plantas continuas que han sido estudiadas:

- Planta de metanol
- Planta de amoníaco
- Plantas petroquímicas
- Plantas de cloro
- Plantas de carbonato de sodio
- Baterías de separación

Enseguida se presenta una sinopsis de parte del documento de H. G. Lewley como un ejemplo del uso de la técnica para la identificación de las

deficiencias en el diseño y para atraer la atención de los requisitos importantes de la operación en el caso de proceso continuo.

El sistema tenido en cuenta es la sección de carga de una unidad propuesta de dimerización de olefinas. El diseño preliminar es el que se muestra a continuación así como la descripción del proceso.

Una fracción de alqueno/alcano que contiene pequeñas cantidades de agua en suspensión se bombea constantemente desde el tanque de almacenamiento intermedio a un tanque de acumulación/sedimentación a través de una tubería de media milla de longitud. El agua residual se separa antes de pasar, a través de intercambiador de calor alimentación/producto y un precalentador, a la sección de reacción. El agua, que tiene un efecto perjudicial en la reacción de dimerización, se saca manualmente a intervalos del tanque de sedimentación.

El tiempo de permanencia en la sección de reacción hay que mantenerlo dentro de unos límites que sean estrechamente definidos para garantizar la conversión adecuada del alqueno y para evitar la formación excesiva del polímero.

***ALQUENO (Olefina):** Cualquier serie de compuestos orgánicos que comienzan con el etileno. Los alquenos son hidrocarburos alifáticos no saturados que tienen un doble enlace en la cadena del carbono

*** ALCANO (Hidrocarburo parafinado):** Cualquier serie de compuestos que conforman la gasolina, el queroseno y la parafina. Los alcanos son hidrocarburos alifáticos saturados.

Es urgente garantizar la clara definición de la intención del diseño antes de comenzar un análisis. En el caso particular que se presenta en este ejemplo. La intención es trasladar una fracción de alqueno/alcano de una composición específica desde el almacenamiento intermedio hasta el tanque de acumulación/sedimentación, a una masa y temperatura especificadas, tal como se muestra en las tablas de la 3.3 a la 3.8 estudio de operabilidad de unidades propuestas de dimerización de olefinas y en la figura 3.3

SECCION DE CARGA DE LA PLANTA DE DIMERIZACION DE OLEFINAS

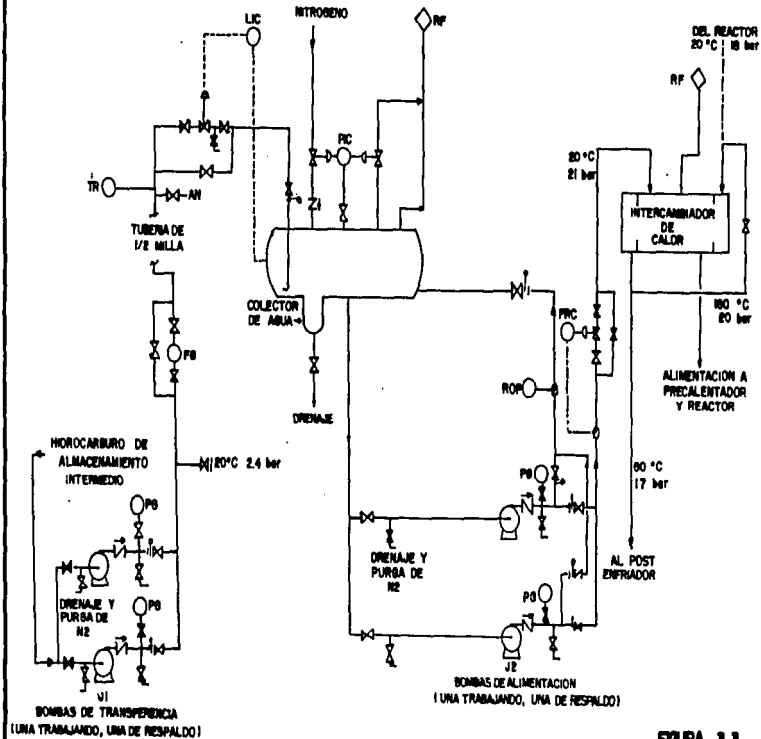
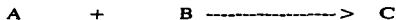


FIGURA 3.3

Con el propósito de ilustrar el principio de procedimientos considérense una planta en la cual los compuestos "A" y "B" van a reaccionar para formar el producto "C"; es decir:



Supóngase que la química del proceso es tal que la concentración del material "B" no debe ser mayor, nunca, a la de "A" de otra forma puede ocurrir una explosión.

Con referencia a la figura 3.4, se puede empezar con la primera parte, es decir, la tubería que se extiende de la banda que alimenta el material "A", hasta su entrada al reactor.

El Propósito es descrito parcialmente por el diagrama de flujo y parcialmente por las necesidades de controlar la transferencia de "A" a una velocidad específica.

La primera DESVIACION se obtiene aplicando la palabra guía NO a la intención. Esta palabra se combina con la intención para dar:

NO TRANSFERIR "A"

Acto seguido se examina el diagrama de flujo para establecer las CAUSAS que pueden producir la interrupción completa de flujo de "A".

Las causas pueden ser:

1. El tanque de alimentación está vacío.
2. Falla de la banda por:
 - a) falla mecánica.
 - b) falla eléctrica.
 - c) se apaga la bomba, etc.
3. Se rompe la tubería.
4. Se cierra la válvula de alimentación.

EL COMPONENTE "B" NO DEBE EXCEDIR AL
COMPONENTE "A" PARA EVITAR UNA EXPLOSION

LA PARTE DEL DIAGRAMA QUE SE EXAMINA
SE HA MARCADO COMO -----

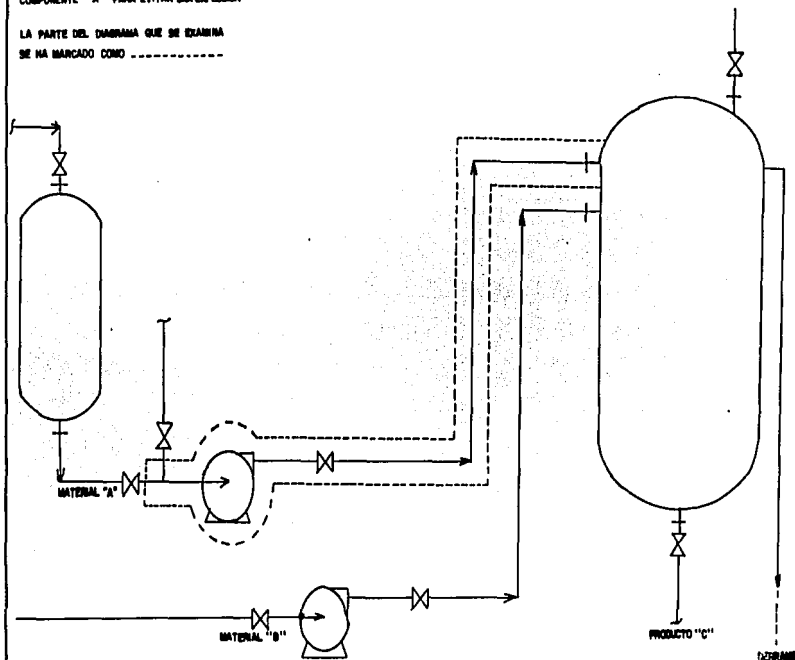


FIGURA 3.4

3. Se rompe la tubería.

4. Se cierra la válvula de alimentación.

Se ve claramente que algunas de estas causas son relevantes y se puede decir que son desviaciones significativas.

DESPUES SE PUEDEN CONSIDERAR LAS CONSECUENCIAS.

La interrupción completa del flujo de "A" provocaría muy pronto un exceso de "B" sobre "A" en el reactor y en consecuencia se presenta el peligro de explosión. En consecuencia se ha descubierto un RIESGO en el diseño y es señalado para profundizar en su estudio posteriormente..

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUIA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
NO	No flujo	<p>1 No hay hidrocarburo disponible en el almacenamiento intermedio</p> <p>2 Falla de la bomba l falla del motor impulsor desgastado</p> <p>3 Taponamiento de la tubería a la válvula de bloqueo, está cerrada por error a la válvula de control cerrado.</p> <p>4 Ruptura de la tubería</p>	<p>Pérdida de carga a la sección de reacción y entrega reducida, el polímero se forma en el intercambiador de calor bajo condiciones de no flujo.</p> <p>Tal como en (1)</p> <p>Tal como en (1) Bomba j,l recalienta</p> <p>Tal como en (1) El hidrocarburo se descarga en el área contigua a la autopista de servicio público</p>	<p>a: Garantizar una buena comunicación con el operador de almacenamiento intermedio.</p> <p>b: Instalar una alarma de bajo nivel en el tanque de sedimento lic.</p> <p>Se incluye en (b)</p> <p>c: Instalar arranque automático en las bombas j,l de repuesto</p> <p>d Verificar el diseño de los filtros de las bombas j,l</p> <p>Se incluye en (b)</p> <p>e: Establecer patrullaje inspección constante de la tubería de transferencia.</p>

TABLA 3.3

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUÍA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
MAS	Más flujo	5 Válvula de control de nivel abierta o el "by pass" de la válvula de control abierto error	El tanque de sedimentación se rebasa	<p>f. Instalar una alarma de alto nivel en el LIC y verificar la dimensión de la válvula de alivio frente al exceso de líquido</p> <p>g. Establecer un procedimiento de cierre para el "by pass" de la válvula de control de nivel cuando no esté utilizándolo</p> <p>h. Extender la tubería de succión de la bomba J2 a 12 sobre la base del tanque. Prolongar el conducto de succión de la bomba J2 a 12 pulgadas de la base del tanque</p>
			Separación incompleta de la fase del agua en el tanque lo cual conduce a problemas en la sección de reacción.	

TABLA 3.4

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUIA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
MAS	Mas presión	6 La válvula de bloque esta cerrada por error o la válvula de control de nivel se cierra con la bomba J1 en funcionamiento	La tubería de transferencia queda sometida a la presión completa de descarga de la bomba o a las variaciones de presión.	a: Incluido en (c) salvo cuando la línea de recirculación automático está bloqueada o aislada. Verificar la tubería, el dimensionamiento del FQ y de la brida y reducir, si es necesario la velocidad de recorrido de la válvula de control de nivel. Instalar un PG independientemente en el tanque de sedimentación
	Más temp.	7 Expansión térmica en una sección entre válvulas cerradas debido al fuego o a la fuerza solar.	Ruptura de la tubería o escape por las bridas	k Instalar alivio para la expansión térmica en la sección entre válvulas (la ruta de descarga del alivio se deside más tarde en el estudio).

TABLA 3.5

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUIA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
MAS	Mas flujo	S Válvula de control de nivel abierta o el "by pass" de la válvula de control abierto error	El tanque de sedimentación se rebasa	<p>f: Instalar una alarma de alto nivel en el LIC y verificar si el sistema de reboso puede manejar el exceso de líquido.</p> <p>g Establecer un procedimiento para cerrar con la llave la válvula de control de nivel cuando no este utilizándolo</p> <p>h Extender la tubería de succión de la bomba J2 a J2 sobre la base del tanque.</p>
			Separación incompleta de la fase acuosa en el tanque lo cual conduce a problemas en la sección de reacción.	

TABLA 3.6

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUIA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
MAS	Más temperatura.	8 Temperatura alta en almacenamiento intermedio.	Presión más alta en la tubería de transferencia y en el tanque de sedimentación.	l Verificar si hay alarma adecuada por alta temperatura en el tanque de almacenamiento intermedio. Instalar una si no la hay.
MENOS	Menos flujo	9 Brida con escape o válvula con escape y sin estar aislada.	Pérdida de material en sitio contiguo a la autopista de servicio público	Se incluye en (e) y la verificación en (f)
	Menos temperatura	10 Condiciones de invierno.	Sumidero del agua y tubería de drenaje completamente congelados	Calentar con vapor la válvula y líneas de drenaje.
TAMBIEN, ASI COMO	Acidos organicos presentes	11 Desviaciones en las columnas de destilación antes del tanque de almacenamiento intermedio.	Aumento en la fase de corrosión de la base del tanque del sumidero y de la tubería de drenaje	n Verificar adecuación de los materiales de construcción.

TABLA 3.7

ESTUDIO DE OPERABILIDAD DE UNIDADES PROPUESTAS DE DIMERIZACION DE OLEFINAS:
 RESULTADOS DE LA SECCION DE TUBERIAS DESDE EL ALMACENAMIENTO INTERMEDIO
 HASTA

EL TANQUE DE ACUMULACION DE CARGA/SEDIMENTACION

La palabra guía se aplica a la intención del diseño, la cual establece lo que se espera que el equipo haga

PALABRA GUIA	DESVIACION	POSIBLES CAUSAS	CONSECUENCIAS	ACC. REQUERIDAS
PARTE DE	Alta concentración de agua en el flujo	12 Alto nivel del agua en los tanques de almacenamiento intermedio	El sumidero de agua se llena más rápidamente. Posibilidad de aumento en el paso de la fase líquida hacia la sección de reacción.	p Disponer drenaje frecuente del agua del tanque de almacenamiento intermedio. Instalar una alarma de alto nivel interfase en sumidero.
	Alta concent de alcanos bajos o de alquenos en el flujo	13 Desviaciones en las columnas de destilación antes de los tanques de almacenamiento intermedio.	Presión más alta del sistema	q Verificar que el diseño del tanque de sedimentación de la tubería asociada incluyendo el dimensionamiento de la válvula de seguridad, daran abasto para el ingreso repentino de más hidrocarburos volátiles.
ADEMAS	Mantenimiento	14 Falla del equipo, brida con escape, etc.	La tubería no se puede drenar o purgar completamente.	r Instalar drenaje en punto bajo con NII corriente abajo de la válvula de control de nivel. Tambien en venteo de NII en el tanque de sedimentación

TABLA 3.8

3.8 ANÁLISIS DE RIESGOS (CUANTITATIVO) (HAZARD ANALYSIS: HAZAN)

3.8.1 Criterios Cuantitativos.

3.8.1.1 La necesidad de criterios

Ejemplo:

Cuenta una antigua historia de un sirviente que al pasar sus vacaciones en una granja le pidió el granjero le ayudara a separar las papas seleccionándolas por tamaño. Al final del día tan sólo había separado 100, y se encontraba al borde de una crisis nerviosa. No había utilizado su criterio y le resultaba casi imposible decidir sobre el tamaño de las papas.

Por lo regular, todos utilizamos criterios objetivos o numéricos en el desempeño de nuestras labores cotidianas, ya sea domésticas o de trabajo.

Ya son las 7:00 horas

La aguja se encuentra debajo

El sistema de venteo debe diseñarse para 200 m³ /hr.

- Por lo tanto me debo levantar

- Debo cargar gasolina al auto.

- La disponibilidad debe ser mayor a 95 %

- Pues bien que tipos de criterios se utilizan en el análisis de riesgos, si en cualquier tipo de incidentes que se analicen, tan sólo existen el factor: años a la planta y el producto, es posible hacer cálculo de frecuencia del incidente, evaluar el daño y multiplicando ambos se obtiene el costo anual ideal del incidente; para luego decidir que el costo que implican realizar las modificaciones necesarias para reducir esta cifra, se justifica por los ahorros consecuentes.

3.8.2 Criterio para las Emisiones de Gases Tóxicos.

3.8.2.1 Ejemplo: Planta de cloro

Cuando algo no funciona adecuadamente en una Planta de Cloro es porque se tienen escapes en gran cantidad de gases tóxicos en cuyo caso la

consideración principal no es el costo por pérdida de cloro, sino su efecto en la población local y el medio ambiente.

En 1970, ocurrió un incidente por este concepto en la Planta de Castener Kellner, de la División Mond y el Grupo de Chlor Alkali analizó el problema, reconociendo que:

“Este tipo de problema no podía permitirse que se repitiera” y que, “los escapes deberían eliminarse por completo”. Estos criterios subjetivos carecían de sentido; ya que se podrían lograr únicamente mediante el cierre de la Planta.

Una de las tareas del grupo fue establecer los riesgos socialmente aceptables y que se encontraban asociados con las emisiones de cloro para utilizar esto como criterios en la evaluación de la operación de Planta. Los riesgos a la sociedad resultantes de las emisiones de cloro, se clasificaron en tres categorías. Estas fueron definidas y se sugirió el nivel de frecuencia aceptables para cada una.

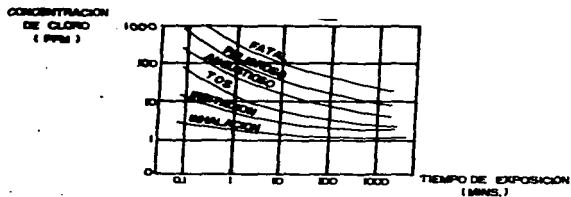
PRIMERA: Existe la posibilidad de que las emisiones de cloro puedan ser inhaladas y causen perjuicio a la comunidad en las cercanías de la Planta. Aunque este incidente no es deseable, no causa daño alguno y se considera socialmente aceptable con relativa frecuencia; dos veces por año.

SEGUNDA: Una fuga más severa podría ocasionar en las personas un cierto grado de angustia y daños a la ecología, provocando un perjuicio y posibles demandas; se consideró que este tipo de fugas podría permitirse como máximo una vez cada 10 años.

TERCERA: Escapes mayores de cloro podrían causar daños y riesgos personales a la vida fuera de la Planta, por lo que se optó por aceptarlos una vez cada 100 años solamente.

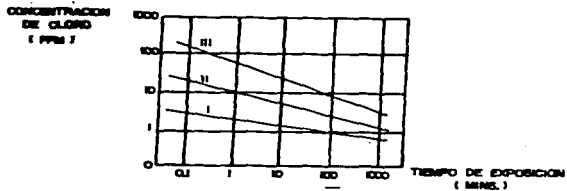
Estas tres categorías de riesgo se identificaron en orden creciente de importancia y se les denominó Categorías I, II y III. La categoría “O” se clasificó como: Sin perjuicio para la Sociedad. Enseguida se reunió información pública y privada de la toxicidad del cloro, y se elaboró un diagrama en que se definieron los efectos causados por exposiciones al cloro expuestos en la Figura 3.5. Las tres categorías quedaron mejor definidas de acuerdo a los efectos, señalando el rango de concentración de cloro y los

ANÁLISIS DE RIESGO (CUANTITATIVO)



EFFECTOS POR EXPOSICION

FIGURA 3.5



CATEGORIAS PELIGROSAS

FIGURA 3.6

tiempos de exposición permisibles en cada una. Esta determinación de las tres categorías se muestra en la Figura 3.6.

De este modo, las tres categorías de riesgos por emisiones de cloro quedaron claramente definidas con relación a los efectos en la comunidad, su frecuencia máxima socialmente aceptable y la determinación cuantitativa en términos de concentración y duración.

La aplicación de estas normas de control de emisiones requiere de la evaluación cuantitativa que se realice de las probabilidades de escapes de cloro en cada planta, comparada con las normas. Se implantó una técnica, misma que ha sido utilizada en todas las Plantas de la División Mond y vendida también a otras compañías en Europa y E.E.U.U. (INDICE MOND).

3.8.3 Definición HAZARD: HAZAR ANALYSIS

- Es la identificación de eventos indeseables que conducen a la materialización de un riesgo.
- El análisis de los mecanismos por los cuales estos eventos indeseables podrían ocurrir así como la estimación de la extensión, magnitud y probabilidad de cualquier efecto dañoso..
- Es la aplicación de métodos cualitativos a problemas de seguridad.

El análisis de riesgo no es una ciencia exacta. Muchos estimados de la probabilidad de un incidente pueden tener factores de aproximación de tres o cuatro y un factor de 10 y no puede considerarse normal.

3.8.4 Criterio de Comparación.

3.8.4.1 El criterio FAR (Fatal Accident Rate)

Probablemente el criterio más conocido es el Coeficiente de Accidentes Fatales. FAR se define como en número de muertes por 100 millones de horas (10^8) de exposición al riesgo, o como el número de accidentes fatales sufridos por 1000 trabajadores durante su tiempo de vida en lugares de trabajo.

Esto se fijó como criterio por T. A. Kletz en 1968. A partir de sus investigaciones propuso que ya que el promedio de FAR en la industria química era alrededor de 3.5, cualquier riesgo mayor a 10 % de esta cifra debería ser eliminado como cuestión prioritaria.

Cuando se inició el análisis de riesgos se decidió revisar más ampliamente el criterio de FAR.

Al realizar un examen de las estadísticas de los empleados en la industria el promedio de riesgos por año en el periodo 1945-1970, un FAR de 6 / esta cifra es superior al promedio ya que las estadísticas se basan en personal obrero, no incluyendo personal de confianza, que en promedio se encuentra expuesto a menores riesgos). El objetivo era demostrar una mejoría sobre el promedio y fue notable que en un período de 10 años, 1945-1964, se logró un FAR de cuatro.

Asimismo, un hecho importante fue tan sólo la mitad de los accidentes fatales fueron a causa de riesgos por procesos químicos peligrosos. La mitad restante era causada por caída de objetos o equipos móviles. Por lo que se infirió que estas últimos riesgos quedarían dentro de la incumbencia de las propuestas tradicionales de seguridad, para que, mediante la estrecha vigilancia, en el diseño y operación se pudiera garantizar que en todas las nuevas plantas, el total de todos los procesos específicos de riesgos contrarios a los antecedentes de riesgos generales, no deberían ser mayores a un FAR de dos.

Subjetivamente este FAR se logró mediante el razonamiento de que los anteriores registrados eran buenos, mostrando que los riesgos se encontraban en la parte baja del espectro de riesgos de vida (ver tabla 3.9), y que esta cifra representaba un adelanto sobre la operación original.

Resulta alentador que el promedio anterior de éste compuesto de riesgos altos y bajos y si en lo futuro los riesgos mayores se reducen a los niveles del objetivo, inevitablemente se mejorará el funcionamiento en su totalidad.

Se observa que estos argumentos se encuentran en una etapa moral y el problema de costo no forma parte de ellos.

3.8.4.2 Criterios para riesgos mayores.

Se han utilizado los criterios FAR para la seguridad de los empleados por largo tiempo y hasta finales de los 70's. Esta había sido la base de cálculo para la disminución de accidentes fatales. Sin embargo la atención tanto al Público como a las autoridades, ha estado enfocada a la posibilidad de los incidentes mayores con múltiples fatalidades y es evidente que los criterios FAR por sí mismos tienen graves limitaciones a evaluar dichos incidentes.

FAR para algunas labores específicas		FAR para labores fuera de una industria	
Industria química	3.5	Permanecer en casa	3
Industria Británica	4	Viajes en Autobus	3
Industrias de acero	8	FFCC	5
Pesca	35	Automovil	57
Minas de carbón	40	Bicicleta	96
Trabajador de vías FFCC	45	Avión	240
Trabajadores de la construcción	47	Bicimoto	260
tripulación aérea	250	Motocicleta	660
Boxeadores profesionales	7,000	Moto ski	310
Jokeys (carreras de caza)	50,000	Alpinismo	4,000

TABLA 3.9

Algunos de los criterios que pueden ser empleados provechosamente en la evaluación de incidentes mayores se describen brevemente a continuación.

3.8.4.3 Frecuencia del accidente

Cuando se desarrolló el criterio FAR en 1969, la propuesta consistió en indagar, sobre los accidentes de la compañía respecto a muertes, para luego elegir el objetivo que mostrara los adelantos logrados. Una propuesta similar

podría suponer en lo que respecta a frecuencia con que ocurren incidentes mayores, definiendo como mayores, aquéllos que involucran varias muertes.

La problemática con este tipo de propuesta reside que de acuerdo con las estadísticas disponibles no es posible deducir una cifra o un criterio sobre accidentes mayores en un lugar o una Planta. No se tiene conocimiento de que haya ocurrido un deceso de alguna persona del público como resultado de un accidente en una fábrica de químicos. En los esfuerzos realizados por obtener un estimado de la frecuencia de accidentes con desenlace fatal múltiple ocurridos en una organización con riesgos mayores, arrojó un resultado de frecuencia de 1 en 10,000 años en una planta de químicos, típica en G.B., comparada con las estadísticas mundiales.

El primer reporte del Comité de Peligros Mayores expresa, que si la evaluación: "...indica con seguridad razonable que en una Planta privada los accidentes graves difícilmente ocurren con una frecuencia mayor de 1 en 10,000 años...." esto posiblemente sea considerado dentro de los límites de aceptación, teniendo en cuenta los antecedentes conocidos de riesgos enfrentados, día a día por el público en general. Partiendo del criterio de prevención se puede incluir, que la ocurrencia de un incidente mayor en una planta será aceptable si se presenta cada 10,000 años.

3.8.4.4 Riesgo social (Impacto hacia la comunidad)

En el empleo de este criterio, las consecuencias de incidentes mayores se muestran con la curva u ojiva de frecuencia. Los parámetros normales de la curva son la frecuencia con que un cierto número de muertes no mayores de N pueden ocurrir representadas gráficamente contra f, frecuencia de accidentes.

Para los incidentes considerados se produce la curva al tomar en cuenta las probabilidades de todos los eventos posibles o consecuencias de los incidentes. Estos pueden ser comparados con otras curvas, para luego dictaminar sobre la aceptabilidad de los incidentes.

3.8.4.5 Riesgos individuales - Riesgo por persona por año.

El parámetro "Riesgo Individual" evalúa la frecuencia del daño como resultado de accidentes mayores en los individuos o en el promedio de un grupo en particular.

Cuando se consideran los riesgos existentes en el lugar de una planta, se puede calcular un promedio de riesgos individuales, mediante la evaluación del total de muertes por año, los incidentes, divididos entre el total de personas expuestas al riesgo. La problemática con este tipo de criterio, basado en el riesgo promedio, consiste en que el riesgo estimado puede reducirse al incrementarse el número de personas sobre las que se promedia. Por lo anterior, sólo tiene valor cuando los riesgos se comportan por todos o cuando todos tienen el mismo nivel de exposición al riesgo.

El Riesgo Individual Máximo, puede establecerse por medio del cálculo de riesgo por persona por año para todos los individuos expuestos al riesgo en una planta, identificando al individuo expuesto al mismo riesgo.

Tanto los parámetros máximos como los promedios máximos de riesgo, pueden ser aumentados para considerar el tiempo que el individuo puede no estar presente; por lo tanto no expuesto a riesgos. Este tipo de parámetros requiere de un conocimiento detallado de los movimientos de las personas, por lo que en términos generales no se calcula.

Existen diferentes artículos que describen las derivaciones de los valores numéricos que se emplean en los criterios de riesgos individuales. Algunos de los más útiles para ser leídos posteriormente, se incluyen en las referencias de esta sección. En general, el nivel de riesgo máximo individual que parece ser aceptado se encuentra en el rango de 1 en 10,000 años a 1 en 100,000 años.

La tabla 3.10 muestra algunas de las cifras de riesgos típicos por persona por año, incluyendo distintas actividades.

3.8.4.6 Riesgo - Beneficio

Muchos autores en el tema de criterios ahora admiten que los valores numéricos resultantes no representan únicamente una línea donde arriba de

principio de rangos aceptables de riesgos ha sido sugerido por varios escritores entre ellos H.J. DUNSTER, Director Delegado de la H.S.E. y E.R.T. Lowe

El diagrama a continuación muestra el concepto. Arriba de la línea superior el riesgo es tan alto que no debería ser permitido debajo de la línea inferior, el riesgo resulta tan trivial que cualquier tipo de acción que se realice para evitarlo, resulta en una pérdida de recursos. En medio de las dos líneas, el riesgo deberá disminuirse a niveles razonablemente prácticos y éste podrá ser permitido si existe un beneficio en la actividad.

ESCALA	Alto riesgo - Deberá disminuirse, reducirse
DE	Reducir el riesgo, si el hacerlo resulta factible
RIESGOS	Riesgo trivial - Disminución adicional representa pérdida de recursos

ACCION	RIESGO DE MUERTE por persona por año
FUMAR (20 cigarros/día)	5×10^{-3}
BEBER (1 botella de vino/día)	7.5×10^{-5}
FUTBOL	4×10^{-5}
CARRERAS AUTOMOVILISTICAS	1.2×10^{-3}
TOMA DE ANTICONCEPTIVOS	2×10^{-5}
INCENDIOS (en G.B.)	1×10^{-7}
INUNUDACIONES (en EUA)	2.2×10^{-6}
LEUCEMIA	8×10^{-5}
GRIPE	2×10^{-4}
METEORITOS	6×10^{-11}
ATROPELLAMIENTO POR	
VEHICULOS (en G.B.)	6×10^{-5}
ENVENENAMIENTO POR	
PICADURAS (en G.B.)	2×10^{-7}
TRANSPORTACION DE QUÍMICOS	
Y COMBUSTIBLES (en G.B.)	2×10^{-8}
ACCIDENTES AEREOS (en G.B.)	2×10^{-8}
RADIACIONES Y RAYOS COSMICOS	10^{-8} a 19^{-11}

TABLA 3.10

D.R.T. Lowe señala; "La interpretación de los objetivos para los criterios resulta muy apropiada, ya que transmite la idea de rango de aceptabilidad. Si se pierde el objetivo, no hemos logrado nuestra meta y se considera el esfuerzo infructuoso. Si se logra el objetivo se deberá cuánto esfuerzo vale la pena para mejorar nuestra actuación. Finalmente, cuando se atina al blanco, no existe mayor recompensa que lograr llegar lo mas cerca del objetivo.

Si la evaluación de un riesgo depende del rango en que éste pueda ser disminuido dentro de lo razonablemente práctico, entonces la propuesta será examinar un número de soluciones alternativas, a fin de disminuir el riesgo, para después, elegir aquella que muestra el menor costo general.

Redgrave al citar a Lord Asquith explica el término "Razonablemente factible". Cuando la magnitud del riesgo es insignificante en relación al

sacrificio involucrado y a las medidas necesarias para impedirlo. Esto implica costos y beneficios.

Por lo anterior, la manera lógica de proceder es calcular para cada una de las alternativas, el promedio anual de pérdida ocasionado por accidentes de orden mayor, agregando el equivalente anual de capital y costos corrientes respectivos, eligiendo después la alternativa con menor costo.

El mayor inconveniente de esta propuesta, es para los accidentes en que ocurre una muerte y es necesario poner precio a su vida. Se han hecho varias alternativas para esto, y la más conocida es la de el UK Road Research Lab. las distintas cifras sugieren rangos de entre 10,000 y 100,000 libras.

Un médico y autor, ignorante de que otros calculen el valor de una vida, escribió: "El costo total de una cama en una unidad de terapia intensiva puede ser tanto como 450 libras por semana. En otras palabras, el costo de una unidad con 10 semanas, sería 250,000 libras al año y se estima 500 admisiones, 50 se salvan anualmente con un costo cercano a las 5,000 libras por paciente. Estos costos estratosféricos naturalmente provocan la pregunta de si resulta ético al concentrar tantos recursos en tan pocos pacientes, cuando existen tantas otras áreas de atención médica que se encuentra desatendidas."

3.8.4.7 Conversión de FAR en Tasa de Riesgo (TDR)

La Tasa de Riesgo TDR es la frecuencia a la que ocurren los incidentes peligrosos en una instalación particular. Supóngase que la persona sujeta al riesgo mayor muere cada vez que se presenta el incidente peligroso, (esto es un ejemplo y no debe tomarse como situación típica). Si éste es el caso, entonces el incidente no debe ocurrir con mayor frecuencia a 0.40 veces en 10^8 horas de trabajo, lo cual equivale a:

- 1.0 en 2.5×10^8 horas de trabajo, o
- 1.0 cada 30,000 años, o
- 3.5×10^{-5} veces/año

En otras palabras la probabilidad de que ocurra un incidente no debe exceder 3×10^{-5} /año (por turno de trabajo).

Para un trabajo que se realiza sólo en el turno de día, la cifra correspondiente será de 1.0 cada 120,000, años, u 8×10^{-6} veces/año.

Si de acuerdo a la experiencia, el trabajador ésta sujeto al riesgo máximo "muere" una vez por cada 10 que ocurre el incidente, entonces la tasa de riesgo (TDR) que se puede tomar como base para las evaluaciones será de: 1.0 cada 3,000 años, o 3.4×10^{-4} veces/año, y así sucesivamente

Aquí es donde se demuestra que los criterios objetivos pueden ser desarrollados para ayuda en la toma de decisiones aún en las áreas más emotivas.

Dichos criterios nos permiten emplear nuestros recursos consistente y eficazmente, asegurándonos, no tratar de eliminar un problema en particular a toda costa, mientras ignoramos muchos otros problemas, los cuales pueden ser abordados provechosamente con los mismos recursos.

Después de todo, estamos tratando de definir objetivamente, la frase tan utilizada en la ley: "Mientras sean razonablemente factibles" y esto implica tomar en cuenta los costos

3.8.5 Causas Comunes o Fallas de Tipo Común.

Las formas comunes de falla pueden ser las causantes de graves problemas en las plantas procesadoras. Resulta preocupante notar que los incidentes que parecen requerir de muchas fallas individuales para convertirse en riesgos, y por lo tanto, parecen improbables, ocurren por un elemento común en fallas.

Existen varias fallas comunes que son evidentes, ejem., fallas de instrumentos, aire, energía eléctrica, agua, nitrógeno, etc.

Es menos obvio cuando un sistema utilizado para control, que en caso de falla ocasiona un riesgo, también se utilice para accionar una alarma sonora.

Una sola falla del sistema ocasiona falla de la alarma dando pie a un riesgo potencial.

De manera similar, cuando un operario recibe la señal de dos alarmas independientes, probablemente atenderá éstas correctamente, no así, si percibe varias señales a la vez.

3.8.5.1 Uso de redundancia.

Redundancia comprende la misma función de protección lograda mediante dos equipos idénticos. Cada uno de estos suministrando su propia función de seguridad. A continuación se ejemplifica el concepto anterior y sus tipos comunes de problema.

En la prevención de retroceso de flujo por las válvulas de retención de vapor, una de las principales preocupaciones sería contar con dos de estas válvulas en serie, para aumentar la seguridad de protección. Las posibles causas de falla son las siguientes:

- a) Error en especificaciones en las partidas de compra, como:
Pedido de material inadecuado, tipo de fluido, tubería incorrecta o mal orientada, las especificaciones incorrectas en el pedido de válvulas para operación limpia, en su funcionamiento resultan todo menos una operación limpia.
- b) Mal diseño de las válvulas de retención, por lo que su función no será confiable, especialmente cuando éstas se encuentren abiertas durante periodos largos y rara vez son operadas.
- c. Fabricación defectuosa tales como materiales incorrectos, partes mal fabricadas, control de calidad deficiente, etc.
- d) Instalación defectuosa, como orientación incorrecta.
- e) Fallas de funcionamiento como pruebas con fluidos incompatibles, que puedan dañar las válvulas.

- f) Fallas de operación como válvulas expuestas a condiciones inapropiadas en contacto con polvo o partículas extrañas, corrosión, etc., no contempladas en las especificaciones de compra.
- g) Equivocaciones en mantenimiento que incluyen reemplazo inadecuado de las partes, mantenimiento deficiente, equivocaciones en reinstalaciones, etc.

Como se puede apreciar este tipo de errores afectan la operación de ambas válvulas de retención. Algunas de estas fallas pueden ser detectadas mediante pruebas o por revisiones especiales de control de calidad. Aún así existe una proporción de fallas no detectadas, lo que significa que la confiabilidad se limita por estas formas comunes de falla. Por lo anterior, el aumento en la confiabilidad al instalar la segunda válvula de retención, en la práctica, es menor que las expectativas teóricas.

3.8.5.2 Diversidad.

En un sistema variado, la misma función de seguridad es suministrada por dos o más equipos distintos. Cada uno de estos es suficientemente individual para suministrar seguridad y protección por separado. Por lo tanto, para prevenir un contra-flujo (flujo invertido), se podría optar por utilizar una válvula de retención y un relevador de bajo flujo instrumentado con una válvula de retención automática. De esta forma muchas de las fallas de tipo común se disminuyen pero, aún así, persistirán elementos de tipo común como especificación incorrecta de los materiales, obstrucción, etc.

Si la finalidad es alcanzar un alto nivel de confiabilidad, se requiere un control de calidad estricto y revisiones a todas las etapas de diseño, fabricación, instalación, funcionamiento, operación y mantenimiento.

3.8.6 Limitaciones de Tipo Común de los Sistemas Automáticos de Protección.

Las limitaciones antes descritas pretenden demostrar que la redundancia en un sistema automático de protección, tan sólo mejora la confiabilidad del sistema en un factor de 10.

Cuando también se utiliza la diversidad, así como el empleo de procedimientos especiales, es posible lograr un factor adicional a 10. Estos tipos de mejoras se alcanzan únicamente cuando se da atención detallada a los problemas de tipo común. En los más elevados sistemas de confiabilidad, el tipo común aporta 95 al 99 % del nivel de desconfianza.

NOTA: El diseño de sistemas automáticos de protección, diferentes a los sistemas simples de protección de un solo canal, sin redundancia, representan un área altamente especializada que deberá turnarse al experto de evaluaciones de Riesgos.

3.8.6.1 Consideraciones de tipo común en estudios de riesgos y operabilidad.

La validez de los Estudios de Riesgos y Operabilidad radica en la capacidad para identificar algunos de los problemas de tipo común.

Ejemplo: El ingeniero de proceso, puede desconocer algunos problemas causados por el manejo de un líquido en particular por lo que elaborará incorrectamente las especificaciones para las partidas del equipo. El asunto al ser manejado por el grupo de estudio de riesgos, incluyendo al jefe de grupo que no ha formado parte del grupo de diseño, puede sacar a la luz muchos de estos problemas.

Los miembros de un grupo de Estudios de Riesgos y Operabilidad deberán prestar especial atención a las posibilidades de fallas de tipo común. Algunos aspectos que requieren atención especial son:

- a) Fallas de Servicios Auxiliares: Energía eléctrica, agua, etc. fallas parciales ocasionan problemas particulares. La pérdida de energía eléctrica por un lapso corto y la baja presión de aire de los instrumentos, provocan riesgos no previstos en el diseño.
- b) Fallas de sistemas centralizados de control, como las computadoras, ocasionan diversas irregularidades en los controles automáticos. Es importante considerar el potencial de fallas múltiples que ocasionan riesgos.
- c) Cuando se especifica una cantidad de artículos similares para un proceso, el potencial de riesgo deberá incrementarse, ya que se pueden presentar

fallas en todos por razones de tipo común, se recomienda dar especial atención a esta posibilidad.

d) Los operativos pueden comportarse de tal forma que originen fallas, causas de tipo común a través de los sistemas de protección. Ejemplo: En la mayoría de las operaciones intermitentes, el operador ha sido entrenado para seguir la secuencia de operación y cuenta con lista de comprobación, alarmas de nivel, etc. para ubicarlo en la secuencia que éste se encuentra

En general, lo anterior es suficiente, pero se debe reconocer que si el operador decide que una etapa de la operación debe continuar, todos los recursos de seguridad con que cuenta, tales como las listas de comprobación, alarmas de nivel, etc. están de mas, ya que el operador llenará los espacios de la lista, pensando que había olvidado hacerlo, ignorará o cancelará las señales de las alarmas de nivel, las que siempre piensa que funcionan mal y continuará con el siguiente paso de la operación, que puede ocasionar un riesgo.

En la lista anterior se intenta ilustrar las áreas identificadas con problemas de tipo común.

Cuando se origina un riesgo a causa de fallas múltiples, antes de descartar el problema como improbable, se deberá considerar la posibilidad de un elemento común causante de fallas comunes.

- Interrupciones telefónicas o pláticas de fondo sobre temas distintos al trabajo, ejemplo; fútbol, también desvían su atención del trabajo.
- Aburrimiento. Otro de los factores que también contribuye a los errores humanos, ya que si el operador tiene poco que hacer, empezará a soñar despierto y los pensamientos en su subconsciente predominarán por encima de su trabajo y puede no percibir algún mal.

3.8.6.2 Factores ergonómicos y humanos

La consecuencia de los errores humanos en la operación de sistemas complejos como: Generadores de energía nuclear, elaboración de petroquímicos, fabricación de vidrio, producción de acero, perforación

marina de petróleo, derivan su importancia del impacto que tiene tanto en la seguridad del personal de una planta como en la comunidad.

La mayoría de los accidentes que implican daños, muerte o pérdidas materiales son atribuibles en buena medida a los errores humanos, sin tomar en cuenta los errores naturales, terremotos, tempestades, inundaciones, sobre los cuales el ser humano no puede ejercer control alguno.

Los errores humanos se pueden presentar durante todas o algunas de las etapas del ciclo de vida de un proyecto, durante el diseño, construcción, operación y mantenimiento

Si bien no es práctico examinar y/o evaluar los errores humanos en todas estas etapas, es posible lograr una disminución significativa del potencial de errores humanos mejorando la seguridad de operación de la planta, atendiendo al origen de los errores y la comprensión del comportamiento del operador.

Para que en una planta se logre el estado óptimo de operación se requiere de personas capacitadas que realicen las funciones de operación, mantenimiento y pruebas. Asimismo en la mayoría de las plantas con instalaciones complejas, la amplia variedad de condiciones que pueden cambiar su situación, de segura a peligrosa, dependen de la supervisión y de la conducta humana para restablecer condiciones. Aún cuando se instalen sistemas automáticos de seguridad, la confiabilidad de funcionamiento implica la intervención humana para su mantenimiento y pruebas, suponiendo en primer lugar, que se selecciona el equipo apropiado y que éste se ha diseñado e instalado correctamente.

Las fallas y errores de supervisión, evaluación y de intervención, pueden conducir a situaciones de alto riesgo y a la evaluación errónea de estos procesos.

3.8.6.3 Tipos de errores humanos.

Antes de considerar los tipos de errores humanos, se deben de clasificar los modelos de comportamiento de un operador en una planta de proceso de acuerdo a los tres parámetros siguientes:

I) Estímulos recibidos. Comprende cualquier cambio físico percibido por los sentidos: Vista, oído, tacto, olfato. Ejemplo: Una alarma visual puede estar acompañada de una sirena.

II) Respuesta Interna. O sea, la reacción del operador hacia los estímulos recibidos, el proceso de pensar y decidir qué hacer. Ejemplo. Interpretar la posición de la aguja de un manómetro y recordar que botón oprimir.

III) Respuesta Externa. La reacción física del operador en respuesta al estímulo recibido y la decisión tomada, partiendo de su interpretación lógica o recordando las instrucciones recibidas. Ejemplo. Cerrar una válvula, reconocer una alarma, informar a su supervisor, cambiar un circuito cerrado a operación manual, parar las funciones de una planta, etc.

Los tipos o naturaleza de los errores humanos se podrán considerar en relación a estos tres parámetros. Un error humano ocurre cuando la acción de la persona no logra el objetivo o propósito deseado. Las causas del error, pueden no ser directamente atribuibles a la persona que lo comete.

Ejemplo. Durante el servicio de mantenimiento del auto, el mecánico hace un mal diagnóstico, el estímulo recibido lo lleva a pensar que el auto no arranca, realizando por lo tanto la reparación incorrecta. Su respuesta interna equivocada (primer error) lo obliga a dar su respuesta externa incorrecta (segundo error). El resultado final se reduce a un propietario del auto enojado, sin carro por un tiempo mayor que no tiene consecuencias peligrosas a menos que, debido a la tardanza, el propietario, quien debe atender a una reunión importante, al recibir su auto, conduzca tan rápidamente que sufra un accidente.

En una planta de productos químicos, se pueden suscitar graves consecuencias como resultado de un error humano. Ejemplo. Una planta que utiliza como materia prima Cl_2 vaporizado, alimentado através de dos tuberías principales, adyacentes y paralelas a 20 pies arriba del nivel del piso, con válvula de control cada una.

Al utilizar una de éstas, la otra permanece cerrada y aislada durante la reparación de la válvula de control, pero debido a un señalamiento incorrecto de la válvula (error de respuesta externa) se elige la válvula que se encuentra en la tubería principal en operación. Al quitar los pernos, se

tiene una emisión de Cl_2 a través de bridas, no obstante se logra la recuperación antes de lograr algún daño. Posteriormente consideraremos la recuperación por un error en otra sección.

A continuación se presentan ejemplos adicionales de error:

a) Omisión

No existe respuesta externa, no se realiza la acción. Ejemplo. El operador que no atiende una alarma debido a una distracción, etc.

b) Acción equivocada

Digamos que el operador abre la válvula equivocada debido a una decisión incorrecta ya sea por falta de o por entrenamiento inadecuado, distracción, mal señalamiento, estado de pánico, etc.

c) Oportunidad

La acción se realiza en el lugar y la secuencia indebida. La acción se efectúa por mayor tiempo del indicado, debido a interrupciones, distracciones o fatiga.

3.8.6.4 Origen de los errores humanos.

Los errores humanos se originan por un sin número de causas y que no son necesariamente atribuibles al operador, ya que la organización o bien las condiciones de trabajo influyen en gran medida. Por lo anterior, una administración inadecuada o mal entrenamiento, pueden ser el origen de actitudes o prácticas incorrectas, asimismo la falta de atención de los operadores se debe a injusticias cometidas, etc.

El ambiente de trabajo es probablemente el factor que más contribuye a la causa de errores humanos. Si el señalamiento o la presentación de la información, el acceso a los dispositivos de seguridad no resulta claro, o si el cuarto de control es muy reducido, demasiado caliente o frío, o bien si su disposición es desordenada, muy probablemente el operador cometerá errores.

3.8.7 Falta de Atención Memoria.

En una de las primeras unidades productoras de poliestireno, construida en los años 50 el control era rudimentario, el operador efectuaba el control de temperatura del reactor mediante adiciones manuales del catalizador. La temperatura del reactor se indicaba en un termómetro con amplia escala horizontal. Para controlar la temperatura el operador debía sentarse enfrente y observar el termómetro y ajustar la válvula de adición del catalizador a fin de mantener el indicador en el centro de la escala. Hubo necesidad de aumentar el vástago de la válvula hasta el tablero y en la parte superior incluir un actuador neumático para que el operario literalmente condujera la reacción. Aun cuando estos operadores eran turnados cada dos horas, con frecuencia no observaban el indicador permitiendo que éste se desviara del punto de control, originando, por la fatiga, sobre presión en el reactor

3.8.8 Distracción.

Algunas de las causas que distraen la atención del operador induciéndolo a cometer errores son:

- La indicación de falla en un equipo por medio de alarmas intermitentes distrae la atención

3.8.8.1 Factores ambientales.

El lugar o sitio de trabajo del operador determina en gran escala su capacidad de concentración en la labor que se encuentra realizando. El frío, situación de estrechez, un medio ambiente caluroso y mal ventilado, iluminación inadecuada, disposición y color de los tableros, son todos factores que contribuyen a la ocurrencia de errores.

Es digno de mencionar la incidencia de daltónicos (aprox. 8% de las personas del sexo masculino, sufren algún tipo de daltonismo), por lo que los empleados deberán someterse a prueba de daltonismo.

Las condiciones térmicas adecuadas del cuarto de control, en el que un operador permanece durante la mayor parte de su tiempo sentado frente al tablero de control, son las siguientes:

TEMPERATURA	20 - 24 °C (bajo el control del operador)
HUMEDAD RELATIVA	40 - 60 %
VELOCIDAD PROMEDIO DEL AIRE	Menor a 0.2 m/s.

3.8.9 Tensión.

Es muy posible que el operador cometa errores al encontrarse en estado de tensión particularmente en estado de emergencia cuando el factor tiempo es decisivo y limitado. Aún cuando el operador haya recibido la capacitación adecuada para actuar en emergencias, incluso participación en simulacros, al encarar la situación real, y especialmente, si sabe que las consecuencias pueden ser graves, el operador puede ser presa fácil del pánico.

Algunos factores de tiempo aproximados y probabilidades de error en situaciones en que se espera la acción correcta por parte del operador:

TIEMPO PARA ACTUAR (TOMAR ACCION)	PROBABILIDADES DE ERROR
0 - 1 MINUTO	0.99
HASTA 5 MINUTOS	0.7 A 0.9
HASTA 30 MINUTOS	0.1

En la tabla 3.11 se procura resumir las causas de error y la anotación "1" en cada una de las columnas, indica el posible origen de la causa.

3.8.9.1 Factores que influyen o afectan el desempeño eficiente del trabajo

El operador que labora en un cuarto de control, se concidera como un SISTEMA-HOMBRE-MAQUINA, es él quien toma la información de los indicadores, registradores, alarmas, etc., y después de efectuar un proceso mental sobre la información recibida, lleva a cabo las acciones correctas de control. Todo esto se realiza dentro de un marco físico y social que se muestra esquemáticamente en la figura 3.7.

El ambiente ya se mencionó anteriormente ahora se establece la necesidad de contar con el adecuado señalamiento del equipo, indicando algunos ejemplos derivados de una mala colocación, causantes directos de los errores.

3.8.10 Colocación.

La colocación de los instrumentos es el medio del que se vale el operador para obtener la información del proceso. El hombre tiene cinco sentidos y el señalamiento deberá percibirse por medio de cualesquiera de ellos.

POSIBLE ORIGEN DE CAUSA CONDICIONES	ERRORES A CAUSA DE OPERADOR	EMPRESA	DE TRABAJO
I) Ineptitud del operador por:			
- Incompetencia	1		
- Falta de habilidad	1		
- Falta de capacitación		1	1
- Falta de experiencia	1	1	1
II) Conciliación de información incompleta/incorrecta	1	1	1
III) Interpretación/Diagnóstico equivocado	1		1
IV) Falta de atención	1	1	
V) Distracción	1	1	
VI) Olvidos	1		
VII) Acción equivocada	1	1	1
VIII) Tensión	1	1	
IX) Falta de motivación		1	1
% APROXIMADOS DE ERRO	20 %	20 %	60 %

TABLA 3.11

Ejemplo: Para atraer la atención, el mejor indicador es el audible. La presentación cuantitativa es por lo regular de presentación visual y el "tacto" de los controles puede ser importante para determinar la precisión de una operación de control.

3.8.10.1 Ejemplo

En los años 40 los altímetros instalados en algunas bases aéreas consistían de tres indicadores en un solo cuadrante. Un indicador giraba una vez cada 100 pies, el otro cada 1,000 pies y el tercero cada 10,000 pies, indicando de 0 a 100,000 pies con una exactitud de 50 pies o mayor.

SISTEMA HOMBRE - MAQUINA

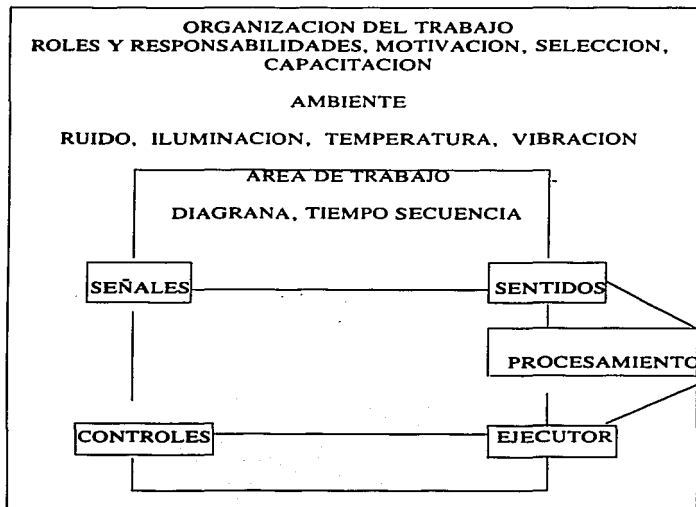


FIGURA 3.7 Interacción en el sistema HOMBRE - MAQUINA

En 1958 una aeronave Viscount, al aproximarse al aeropuerto de Prestwik, se estrelló contra el suelo justo después de que el capitán se reportó desendiendo de 14,500 a 12,500 y a 11,000 pies. El piloto interpretó mal su altímetro por 10,000 pies y continuó en este error hasta que el avión se estrelló.

Como resultado de estudios de accidentes como el anterior, así como de encuestas sobre "incidentes críticos" realizados con pilotos se llegó a la conclusión que ese tipo de diseño de altímetro era inadecuado (las entrevistas sobre incidentes críticos son aquellas que se realizan por medio de preguntas a las personas involucradas relatando el número de veces en que se han encontrado próximos a un accidente o a incidentes que podrían convertirse en accidentes).

Se diseñó un nuevo modelo de altímetro, un contador de altura digital de cinco cifras, con una manecilla indicadora que giraba cada 100 pies. De esta manera, el altímetro mostraba no sólo la altura, sino también la velocidad de cambio de altura.

Se llevó a cabo un estudio de laboratorio para hacer comparaciones de lecturas en tiempos y exactitud de los dos diferentes altímetros. El resultado mostró que la probabilidad de error en la lectura es mayor en el altímetro de tres manecillas indicadoras que en el de una. Ver tabla 3.12

COMPARACION DE TIEMPOS Y PROBABILIDADES DE ERROR EN
LECTURA DE DOS TIPOS DE ALTÍMETROS

ERROR LECTURA PIES	TIEMPO DE LECTURA	PROBABILIDAD DE
	PRINCIPAL (SEGUNDOS)	EN > 10,000
Altímetro de 3 agujas	7.1	0.117
Altímetro contador/indicador	< 0.1	0.004

TABLA 3.12

3.8.11 Características de una Buena Presentación.

Una mala presentación puede ocasionar problemas a los sentidos, ejemplo: escritura demasiado pequeña, niveles demasiado bajos de iluminación o bien causar problemas al operador al tratar de procesar la información (ejemplo: escala demasiado confusa o no lineal). A continuación se enlistan seis características de una buena presentación.

3.8.11.1. Legibilidad.

No requiere de tiempo excesivo para tomar la lectura, ejemplo: Los números en la escala deberán ser lo suficientemente grandes que faciliten su lectura. Las escalas no lineales se deben evitar ya que la interpolación es más complicada que en las lineales

3.8.11.2. Congruencia.

No se deberá prestar a falsas interpretaciones. Ejemplo: La presentación deberá estar acorde con los estereotipos de la población (se define como las "expectativas del operador" Van Cott and Kinkade, 1972) ejemplo: las agujas indicadoras deberán mostrar los incrementos de manera ascendente y por medio de movimientos en destrógiro (sentido de las manecillas del reloj).

3.8.11.3. Precisión.

La precisión de la información presentada no deberá sobrepasar a la del dispositivo sensor.

3.8.11.4. Conciso.

No deberá presentar la información con precisión mayor que la requerida por el operador. Ejemplo: Aún cuando las personas pueden con exactitud interpolar las divisiones de una escala en quintos, la presentación de estas subdivisiones de cinco líneas confunde la presentación haciendo mas difícil su lectura.

3.8.11.5. Capacidad para Indicar sus Propias Fallas.

Cualquier mal funcionamiento o anomalía en el equipo deberá indicarse y podrá ser fácilmente registrada por el operador.

3.8.11.6. Diferenciable.

Deberá ser fácilmente diferenciable entre otras indicaciones próximas.

3.8.12 Controles.

Existen principios aplicables a los indicadores para evaluar si éstos son buenos o malos, por otro lado se les considera buenos o malos en su contexto, es decir en relación a su función.

Por lo regular los controles son operados por los miembros del cuerpo de una persona, aunque no se debe pasar por alto que también, dichos controles pueden ser operados por medio del habla o escritura. Por lo que es importante evaluar los controles en relación a las limitantes humanas, ejemplo: La fuerza mayor se puede dar con las piernas, mientras que la precisión se logra con los dedos de la mano.

3.8.13 Características del Buen Control.

3.8.13.1 Congruente

Las labores de control deberán tener una relación lógica natural con su efecto.

Al conducir un automóvil resulta lógico dar vuelta al volante destrozado cuando se desea virar a la derecha.

En el Reino Unido, la función lógica de un interruptor de corriente es hacia abajo para "encendido" y hacia arriba para "apagado". Lo contrario en Estados Unidos. El manejo de los controles se aprende por asociaciones pero, si éstas van en contra de la inclinación lógica o se realizan bajo condiciones de tensión, entonces pueden ocasionar una operación indebida.

3.8.13.2 Funcionamiento

Un equipo de control debe requerir de poco tiempo o esfuerzo para su funcionamiento.

3.8.13.3 Indicación Clara de la Situación

El empleo o posición de un mando se utiliza para proporcionar al operador la información preventiva sobre una operación en particular por lo que la indicación deberá ser clara o congruente.

3.8.13.4 Fácil Diferenciación.

Debe ser posible identificar un control entre los otros en un tablero:
Ejemplo: Por su posición, tamaño, tipo, color, etc.

3.8.14 Evaluación de la Probabilidad de Error.

Después de haber considerado los factores importantes que afectan el desempeño de un operador, así como las posibles causas y los orígenes de error, para lo cual se deben considerar las siguientes particularidades:

3.8.14.1 Familiarización con la actividad analizada.

Si la labor o actividad que se evalúa queda bien establecida, el ingeniero que realiza el análisis se deberá familiarizar con la actividad.

3.8.14.2 Factores que Influyen en el Desempeño del Operador.

a Diseño y disposición del tablero. ¿Existe algún elemento que pueda confundir al operador al interpretar la información o al realizar ajustes, especialmente alarmas o controles peligrosos?

b Conocimiento del trabajo. ¿Cuentan los operadores con un buen entrenamiento?. ¿Son los procedimientos de operación los adecuados?

c Tensión/Motivación. ¿La labor del operador es excesiva o adecuada?
¿Existen períodos "pico" de actividad? Ejemplo: Al inicio y/o paro de actividades.

3.8.15 Selección del Factor de Probabilidad.

Cuando se calculan los coeficientes de falta de equipo, la probabilidad de frecuencia del componente de falla está basada por lo regular, en datos históricos (si se tienen), o bien en "experiencia operativa".

Analogicamente, cuando el coeficiente de riesgo implica el factor humano, se emplean las probabilidades de error mediante datos del ambiente. La tabla 3.13 muestra la - GUIA DE ERRORES HUMANOS - se debe utilizar gufa unicamente: Puesto que los factores de error humano son en gran medida sólo conjeturas.

Algunas de las actividades realizadas por el operador podrán manejarse por separado, aquellas que quedan claramente definidas en tiempo y espacio, mientras que, otras están estrechamente relacionadas, como son: Operaciones secuenciales.

Otro factor de importancia a considerar es el poder humano de restablecimiento después de un error, pero el operador normalmente cuenta con la posibilidad de restablecerse.

Aunque esta técnica parezca analítica, se requiere de cierto grado de juicio para efectuar la evaluación de los parámetros utilizados en el modelo.

El modelo básico:

$$PHE = K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5 \quad (1)$$

PHE = Probabilidad de error humano

K1 = Tipo de actividad que se realiza.

K2 = Factor "tensión" basado en el tiempo que le lleva efectuar la actividad.

K3 = Factor humano del conocimiento/capacidad del operador.

K4 = Factor de situación de la actividad.

K5 = Factor del medio ambiente

GUIA DE ERRORES HUMANOS
ESCALA DE
PROBABILIDADES

GUIA DE ERRORES
HUMANOS

		Omisión del segundo paso de dos acontecimientos estrechamente relacionados, después de haber omitido el primer paso.
		Apremio de tiempo por encontrarse en un alto grado de tensión
		Tiempo aprovechable.
		0 a 1 minutos, probabilidad de acción incorrecta 1.
		hasta 5 minutos, probabilidad de acción incorrecta 0.9.
		hasta 30 minutos, probabilidad de acción incorrecta 0.1.
		Error por no detectar la posición de la válvula, ejemplo: La válvula durante el recorrido de rutina y utilizando la lista de comprobación deberá encontrarse en 0.5.
3 x 10		Error en operaciones complicadas fuera de rutina.
		El personal de los diferentes turnos olvida comprobar los detalles de la planta, menor a 0.1 de ser necesario mediante instrucciones escritas o por la lista de comprobación.
10		Monitor/Verificador, no admite el error del operario, menor a 0.1. De existir realimentación ejemplo: a través del indicador, registro, etc.
		El operario trata de obtener el control equivocado por lo que no advierte por medio de, ejemplo: La luz indica, que el control se encuentra ya en posición correcta. Si el control mostrara que el control no se encuentra en el estado deseado $p = 1$.
		Error en operaciones fuera de rutina al presentarse otras actividades.
3 x 10		Errores aritméticos.
		Errores generales de omisión sin obtener realimentación a la indicación, ejemplo: Después de labores de mantenimiento, dejar abierta una válvula < 0.01 si se tienen precauciones especiales, ejemplo: Lista de comprobación, seguros de cierre, etc.
10		Errores en operaciones de rutina que requieren de cierto cuidado.
		Error por omisión de acción implicada en un procedimiento.
3 x 10		Error general de omisión, ejemplo: Mala interpretación de la señal, y por lo tanto selección incorrecta del interruptor.
		Error en operación simple de rutina.
10		Decisión correcta pero mala elección del mando, siendo distintas las apariencias.

TABLA 3.13

Las tablas 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 así como las figuras 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 han sido dispuestas para permitir la evaluación de los parrámetros como sigue:

Como ya se mencionó el ingeniero petrolero de seguridad al utilizar este modelo, deberá emplear su juicio al evaluar los factores.

Cuando el resultado obtenido por la ecuación (1) pag. 133 es mayor a la unidad, se presume que la probabilidad de que el operador cometa un error es de 1.

Ejemplo 1

El operador debe elegir la línea de transferencia del producto entre dos tanques por medio del manejo de válvulas de control, operadas a distancia. La posición de las válvulas en el cuarto de control, ruidoso y mal iluminado, no se encuentra señalada: El operador con una experiencia media cuenta con 5 minutos para realizar la operación antes de que el tanque que esta siendo llenado se desborde.

Tomando como base las tablas mencionadas:

$$K1 = 0.01$$

$$K2 = 0.5$$

$$K3 = 2.0$$

$$K4 = 2.0$$

$$K5 = 5.0$$

Dando como resultado un:

$$PHE = 0.01 \times 0.5 \times 2.0 \times 2.0 \times 5.0 = 0.1$$

1.0 % de probabilidad de derrame de tanque

Y si la posición de las válvulas en el cuarto de control se encontrara señalada, junto con mejores condiciones ambientales en el cuarto de control para $K4 = 1$ y $K5 = 1$, entonces, la probabilidad de error se reduciría a :

$$PEH = 0.01 \times 0.5 \times 2.0 \times 1.0 \times 1.0 = 0.01$$

0.1 % lo que la probabilidad de error se reduciría, lo que significa una probabilidad de falla de 10 veces menor.

TIPO DE ACTIVIDAD

	<u>FACTOR K1</u>
Simple de; rutina	0.001
Requiere atención; de rutina	0.01
Fuera de rutina	0.1

TABLA 3.14

ACTIVIDADES DE RUTINA

	<u>FACTOR K2</u>
TIEMPO APROBECHABLE (SEGUNDOS)	
2	10
10	1
20 +	0.5

TABLA 3.15

ACTIVIDADES FUERA DE RUTINA

	<u>FACTOR K2</u>
TIEMPO APROBECHABLE (SEGUNDOS)	
3	10
30	1
45	0.3
60	0.1

TABLA 3.16

CONOCIMIENTO/CAPACITACION DEL OPERADOR

	<u>FACTOR K 3</u>
CALIDAD DEL OPERADOR	
Seleccionado cuidadosamente, experto bien capacitado	0.5
Conocimiento y capacitación media	1
Escaso conocimiento, mal capacitado	3

TABLA 3.17

SITUACION DE LA ACTIVIDAD

	<u>FACTOR K 4</u>
ESTADO DE ANSIEDAD	
Situación de emergencia grave	3
Situación potencial de emergencia	2
Situación normal	1

TABLA 3.18

CONDICIONES DEL CUARTO DE CONTROL

	FACTOR K5
FACTOR ERGONOMICO Y AMBIENTAL	
Excelentes condiciones ambientales y relaciones con la empresa	0.7
Buenas condiciones ambientales y de relaciones con la empresa	1
Condiciones ambientales medias, mala relación con la empresa	7
Pésimas condiciones ambientales y escasas relaciones con la empresa	10

TABLA 3.19

ANALISIS DE RIESGO (CUANTITATIVO)

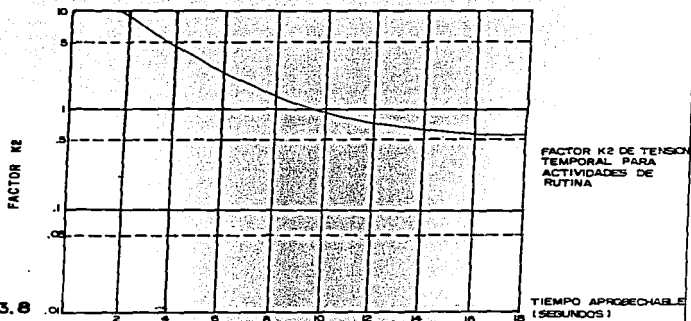


FIGURA 3.8

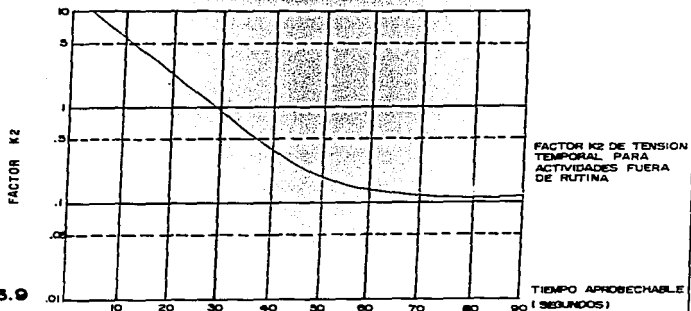


FIGURA 3.9

ANÁLISIS DE RIESGO (CUANTITATIVO)

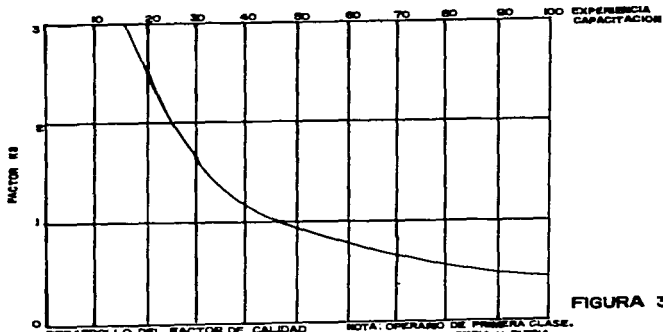


FIGURA 3.10

DESARROLLO DEL FACTOR DE CALIDAD DEL OPERARIO EN RELACION AL NIVEL DE EXPERIENCIA Y CAPACITACION (K3)

NOTA: OPERARIO DE PRIMERA CLASE, CON EXPERIENCIA Y BUENA CAPACITACION = 100

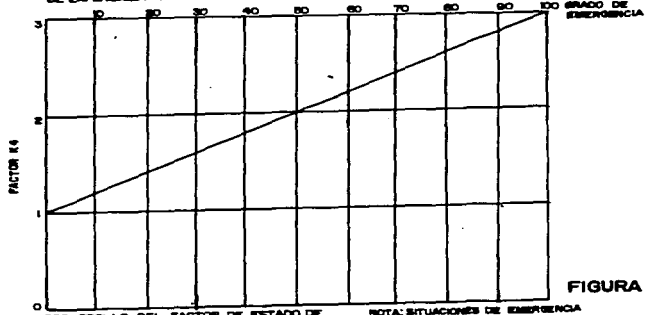


FIGURA 3.11

DESARROLLO DEL FACTOR DE ESTADO DE ANSIEDAD DEL OPERARIO EN RELACION AL GRADO DE EMERGENCIA (K4)

NOTA: SITUACIONES DE EMERGENCIA EXTREMA = 100

3.8.16 Puntos Débiles en el Análisis de Riesgo.

3.8.16.1 Los datos pueden no ser aplicables.

Por ejemplo los datos publicados para las bombas se pueden aplicar para diferentes tipos de fluidos, presiones, temperaturas, corrosividad, etc. Sin embargo, si se usa la información sin verificarla, se pueden introducir riesgos de diferentes tipos. Las fugas por las bridas del equipo que maneja fluidos corrosivos es muchas veces superior a otro en que se manejan hidrocarburos limpios.

En el caso de los instrumentos, se puede decir que se comportan igual y sus tasas de falla son las mismas sin importar el tipo de la industria. Esto no se cumple para el equipo mecánico.

3.8.17 Los Datos se Aplican a Equipos y Modelos Específicos.

Los diseños cambian no necesariamente para mejorar. Por ejemplo. Un elemento de un instrumento se puede fabricar de aluminio plástico en lugar de acero. El fabricante considera que el cambio es trivial y no avisa a sus clientes. Sin embargo, el componente nuevo falla con mayor frecuencia y mas pronto que el anterior. Existe una experiencia documentada en la que en una planta se instalo un sistema de seguridad para arrancar automáticamente una planta en 0.10 seg. en caso de falla de energía eléctrica. El fabricante del equipo cambio el tiempo de respuesta a 1.0 seg., sin dar aviso. El resultado, fue una explosión.

3.8.18 Los Datos son Afectados por las Políticas de Mantenimiento.

En un cierto equipo se ha observado que los fuelles se descomponen a una tasa de 1 en 50 por año, la mayor parte de las fallas no resultan en derrames de consideración, sin embargo son causa de pérdidas de producción. La tasa de fallas se juzga alta, ¿se necesita un producto mejor?.

El análisis de las fallas revela que algunas se debieron a un material mal especificado pero la mayoría fue por mala instalación .

La tasa de fallas no proporciona información sobre los fuelles, sino de los ingenieros que especificaron y los instalaron. Si se desea reducir la tasa de fallas, se debe hacer lo siguiente.

- Especificar el material adecuado.
- Tener más cuidado en la instalación.

La primera acción no es muy difícil, pero la segunda si lo es, en la práctica, se recomienda evitar el uso de fuelles lo mas posible diseñando la tubería con curvas de expansión y cuidando las instalaciones existentes en donde haya juntas de fuelles.

3.8.19 Muy Baja Fracción de Tiempo Muerto.

Conciderese el análisis de un sistema similar a otros dos. Supóngase que la fracción de tiempo muerto es entonces 2×10^{-5} , es decir, representa un tiempo muerto de 1 minuto/ año propuesta que podría reducirse si el mantenimiento se hiciera escalonado a 1.0×10^{-4} .

¿Se puede pensar que los ingenieros de instrumentación realmente son capaces de mantener el sistema con un tiempo muerto de solamente 1 minuto al año?

El cálculo anterior no es correcto porque no tiene en cuenta dos factores:

- 1.0 El tiempo en que el sistema esta fuera de operación debido a las pruebas.
- 2.0 Los tipos de fallas comunes; por ejemplo: Los tres instrumentos provienen del mismo lote del fabricante y existe un alta probabilidad de que fallen por la misma causa, o que los tres sean afectados por contaminantes de instrumentos en el aire, o que los tres sean mantenidos por el mismo instrumentista, que probablemente cometerá repetitivamente los mismos errores de calibración, etc.
En realidad, dos o tres sistemas de protección no son nunca completamente independientes.

Por las razones anteriores, se puede concluir que la fracción en tiempo muerto de un sistema redundante nunca es menor 10 que es equivalente a 1.0 hr./ año y mas frecuente de 10, es decir 10 hr. / año.

3.8.20 No se Cumple con la Intención del Diseño.

Un cierto tanque se llena una vez al día, originalmente el operador paraba la bomba cuando el nivel llegaba a un cierto nivel de operación. Después de cierto tiempo ocurre lo inevitable. Un día el operador se descuido y el tanque se derramo. Como consecuencia se instalo un control de nivel.

Para sorpresa de todos, el tanque se derramo después de un año. Lo que sucedió es que el operador se empleo en otras actividades. Para corregir lo anterior se instalo un segundo control, uno para controlar el nivel y otro para funcionar cuando falla el primero. El control sencillo aumento la probabilidad de derrame.

IV

CAPITULO 4

LA BATERIA DE SEPARACION COMO UNIDAD DE PRODUCCIÓN

4.1 DESCRIPCION GENERALIZADA DEL SISTEMA DE TUBERIAS UTILIZADAS COMO MEDIO DE TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS DESDE EL FONDO DEL POZO HASTA SU ENTREGA A UNA REFINERIA O UNA PETROQUIMICA.

4.1.1 Definición del Sistema de Tuberías como Medio de Transporte.

El sistema de tuberías para el manejo de hidrocarburos, es por simple definición, un conjunto de instalaciones destinadas al transporte de petróleo crudo, mezclas de condensados con gas licuado, gas natural, amoniaco, anhídrido líquido y productos derivados de la refinación del petróleo.

4.1.2 Conjunto de tuberías y Accesorios Involucrados Desde el Fondo del Pozo Hasta la Superficie.

Inicialmente antes de poner a producir el pozo, recientemente perforado, es necesario realizar una operación de limpieza, posteriormente una terminación. La terminación de un pozo petrolero es el conjunto de operaciones que se realizan para comunicar a la formación productora con la superficie, mediante la perforación de la tubería de revestimiento (T.R.) de explotación, que es la que aísla a la zona productora. Es por tanto que el objetivo principal de la terminación de un pozo, el acondicionarlo, de tal manera que quede listo para producir óptimamente hidrocarburos al menor costo.

Para cualquier terminación se tendrán tres tipos de pozos, estos son:

- a) Pozo en agujero descubierto.
- b) Pozo en agujero ademado
- c) Pozo en agujero revestido (Tubería de revestimiento corta.)

4.1.3 Accesorios Instalados de la Superficie al Fondo del Pozo

El árbol de válvulas es un equipo conectado a la tubería de ademe en la parte superior o cabeza del pozo, proporcionando un sello entre las sartas y permitiendo controlar la producción del pozo, el árbol de válvulas deberá ser capaz de resistir cualquier presión que exista en el pozo.

Tubería de revestimiento. También llamadas de ADEME o T.R. tienen varias funciones, de acuerdo a su colocación en el pozo, su clasificación es la siguiente:

* Tubería conductora. La función de esta tubería es la de conducir o transportar el fluido de perforación a las presas de asentamiento y succión

* Tubería superficial. Es la primera tubería que se introduce al agujero perforado, su profundidad varía de 0 a 300 m. Sirve de base para los primeros controles del pozo (preventores) y permite continuar la perforación. Sostiene, mediante cuñas, las siguientes tuberías de ademe que se introducirán al pozo, aísla formaciones deleznable y acuíferos superficiales, es por ello que es la única tubería que se cementa en toda su longitud.

* Tubería intermedia. Es la segunda tubería de ademe que se introduce en el agujero perforado. Esta tubería puede cementarse en toda su longitud, su profundidad varía de 1500 m. a 4000 m., dependiendo de la profundidad total del pozo, las funciones que desempeña son: Aislar la formación perforada, proteger la T.P. en caso de problemas y anclar la siguiente tubería de ademe que se introduce al pozo.

* Tubería de explotación. Es la tercera tubería de ademe que se introduce en el agujero perforado, su profundidad varía de 3000 m. a 5000 m., dependiendo de los requerimientos del pozo o el área en particular. Esta tubería se cementa sólo parcialmente.

* Tubería corta o liner. La tubería corta o liner evita problemas en la perforación del pozo tales como pérdidas de lodo, intentos de pegadura, etc.

* Tubería de producción. Llamada también T.P. es la tubería por la cual fluiría el hidrocarburo desde el fondo del pozo hasta la superficie, está, conformada por tramos de tubos unidos por medio de un piñon con rosca en un extremo de otro tubo, así como accesorios.

Empacadores. Los empacadores proporcionan un cierre o aislamiento entre la parte exterior de la tubería de producción y el interior de la tubería de ademe. Todos los tipos de empacadores están divididos en tres grandes grupos los cuales son:

- * Empacadores permanentes perforables.
- * Empacadores semipermanentes.
- * Empacadores recuperables

En general un empacador esta constituido principalmente de las siguientes partes:

- * Elemento sellante.
- * El mandril de flujo o cuerpo.
- * El cono
- * Las cuñas

Niples de asiento. Varían ampliamente en diseño y construcción, su función es la de alojar, asegurar y sellar dispositivos de control de flujo, tales como tapones y estranguladores de fondo, o válvulas de contrapresión, de seguridad o de pie, que se instalan y recuperan mediante una línea de acero, varía entre 0.092 a 0.1875 pg. Entre los nipples de asiento más usados se tiene:

* Los nipples selectivos. Son llamados así debido a que varios de estos nipples se colocan en el aparejo de producción, utilizando un espaciamiento apropiado entre los nipples, se tiene la opción de usar cualquiera de ellos para colocar los dispositivos controladores de flujo. Se pueden usar para obturar el pozo y reparar las válvulas superficiales o aislar un intervalo productor.

* Los nipples retenedores. Se utilizan en la parte inferior del aparejo, ya que tienen una restricción o un diámetro mas pequeño. Dicha restricción está en la parte inferior del nipple, o a través de todo el nipple.

Válvula de seguridad. Está diseñada para cerrar un pozo, se clasifican de dos tipos: Las autocontroladas y las controladas desde la superficie.

Estrangulador de fondo. Se coloca con línea de acero en la parte inferior del aparejo, sus funciones son:

- * Estabilizar la relación gas-aceite producida bajo ciertas condiciones.
- * Controlar ritmos de producción.
- * No permitir la liberación de gas en solución en el fondo del pozo, lo que aligera la columna de aceite e incrementa la velocidad de flujo.

Válvulas de circulación. Estas permiten, después de anclado el empacador, comunicar el interior de la tubería de producción, con el espacio anular de la tubería de revestimiento. El tipo de válvulas de circulación usado más común, es el de camisa interior deslizable, la cual esta empacada con dos juegos de empacadores que aíslan fluidos y presiones anulares cuando esta cerrada. La comunicación se establece por medio de una herramienta bajada con línea de acero, que mueve la camisa a una posición en la que se alinean las ranuras de ésta con las del cuerpo exterior de la válvula.

Otro tipo de dispositivo de circulación es el mandril del receptáculo lateral, que proporciona comunicación controlable removiendo, con línea de acero, una válvula ciega que es substituida por una válvula de circulación.

Junta de expansión. Su función es la de absorber las contracciones y elongaciones de la tubería de producción, debido a tratamientos del pozo y a ritmos altos de producción. Esto evita que se tengan esfuerzos extremos sobre el empacador y la misma tubería de producción. La junta de expansión se coloca arriba del empacador, junto con un dispositivo de anclaje que impide el movimiento de la unidad de sellos (multi V), su longitud es función de las elongaciones y contracciones esperadas de la tubería de producción.

Unidad de sellos (multi V). Esta unidad nos permite movimiento de la tubería de producción, en el momento que se tengan elongaciones y contracciones las cuales determinan su longitud. Además forma un sello entre la tubería de producción y el mandril de flujo del empacador.

Junta de seguridad. Se utiliza en terminaciones sencillas selectivas o bien en terminaciones dobles. Su función principal es la de desconectar la tubería de producción en los empaques.

Coples de flujo. Su función es la de evitar corrosión por turbulencia en la tubería de producción arriba del niple de asiento. Un cople de flujo tiene un diámetro interior regulado y un espesor de pared de casi el doble de la tubería de producción.

Juntas de abrasión. Son juntas protectoras que se colocan enfrente del intervalo productor, para poner resistencia a la acción de chorro del flujo de la formación sobre el aparejo.

4.1.4 Sistema de recolección que parte del pozo, desde el árbol de válvulas hasta la estación inicial (patio de crudo) del sistema troncal.

El sistema de recolección de hidrocarburos esta integrado principalmente de las siguientes partes:

* **Arbol de válvulas.** El árbol de válvulas es un equipo conectado a las tuberías de revestimiento (tuberías de ademe) en la parte superior, proporciona un sello entre ellas y permite controlar la producción del pozo, restringiendo la presión que exista en el pozo.

Equipo instalado en la plataforma de un pozo productor de aceite:

* **Cabezales de tubería de revestimiento.** Son las partes de la instalación que sirven para soportar las tuberías de revestimiento y proporcionen un sello entre las mismas. Pueden ser:

Cabezal inferior. Es un alojamiento conectado a la parte superior de la tubería superficial. Esta integrado por una cavidad o nido para alojar el colgador de la tubería de revestimiento, una brida superior para instalar preventores, un cabezal intermedio o de tubería de producción y una conexión inferior, la cual puede ser rosca hembra, una rosca macho o una pieza soldable, para conectarse con la tubería de revestimiento superficial.

Cabezal intermedio. Este puede ser tipo carrete, o un alojamiento que se conecta a la brida superior del cabezal subyacente y proporciona un medio para soportar la siguiente tubería de revestimiento y sellar el espacio anular entre ésta y el anterior. Está conformado por una brida inferior, una o dos salidas laterales y una brida superior con una cavidad o nido.

Colgador de la tubería de revestimiento. Es una herramienta que se asienta en el nido de un cabezal de la tubería de revestimiento, inferior o intermedio para soportar la tubería y proporcionar un sello entre ésta y el nido. El tamaño de un colgador se define por el diámetro exterior nominal, el cual es el mismo que el tamaño nominal de la brida superior del cabezal donde se aloja. Su diámetro interior es igual al diámetro exterior nominal de la tubería de revestimiento que soportará.

Cabezal de la tubería de producción. Es una pieza tipo carrete, o un alojamiento que se instala en la brida superior del cabezal de la última tubería de revestimiento, sirve para soportar la tubería de producción y proporcionar un sello entre ésta y la tubería de revestimiento. Está integrada por una brida inferior, una o dos salidas laterales y una brida superior con una concavidad o nido.

Colgador de la tubería de producción. Se utiliza para proporcionar un sello entre la tubería de producción y el cabezal de la tubería de producción. Se coloca alrededor de la tubería de producción, se introduce en el nido y puede asegurarse por medio del candado del colgador.

El árbol de válvulas es el conjunto de conexiones, válvulas y otros accesorios, con la función principal de controlar la producción del pozo y dar acceso a la tubería de producción. El elemento que está en contacto con la sarta de la T.P., es la brida o un bonete. Existen diferentes diseños, todos tienen la particularidad de que unen al cabezal de la T.P. usando un anillo de metal como sello los tipos principales difieren en la conexión que tienen con la válvula maestra, la cual puede ser mediante rosca o con brida. Las válvulas del medio árbol se fabrican de acero de alta resistencia. Por lo general son válvulas de compuerta o de tapón bridadas o roscables.

Válvula maestra. Esta válvula controla todo el sistema con capacidad suficiente para soportar las presiones máximas del pozo, por lo que debe ser

del tipo de apertura máxima, con un paso igual o mayor al diámetro interior de la tubería de producción, con el fin de permitir el paso de diferentes herramientas, tales como los empacadores, pistolas para disparos de producción, etc. En pozos con altas presiones, se usan dos válvulas maestras conectadas en serie.

Después de la válvula maestra se encuentra la conexión en cruz, que sirve para bifurcar el flujo a los lados, provista de válvulas para su operación. A cada lado de la conexión están las válvulas laterales que son de apertura restringida, con un diámetro nominal un poco menor al de la válvula maestra.

Válvula superior. También conocida como válvula porta manómetro, localizada en la parte superior de la conexión cruz, su función es la de controlar el registro de presiones leyéndose cuando así se requiere, la presión de pozo cerrado y la de flujo a boca de pozo.

Las conexiones en rosca de las válvulas del árbol se usan para presiones máximas de 345 bares o bien 4,992 lb/pg², mientras que las conexiones en brida no tienen límite en cuanto a presión, aquí cabe señalar que la máxima presión de trabajo establecida por el A.P.I. es de 1,035 bares o bien 14,796 lb/pg². Es requisito indispensable que las conexiones tengan un cierre perfecto.

Las tomas de muestras en el árbol de válvulas por lo general se encuentran después del niple porta estrangulador. Esta parte esta conformada por una reducción tipo botella de 2 a 1/2 de pulgada, válvula de compuerta y una boquilla.

El porta-estrangulador, estrangulador, válvula de contrapresión y válvula de seguridad, también están integrados en el árbol de navidad (también llamado árbol de válvulas).

Válvula de contrapresión o de retención "CHECK" . Esta instalado en el colgador de la tubería de producción o en el bonete del medio árbol, que sirve para obturar el agujero en la T.P. cuando se retira el preventor y se va a colocar el medio árbol. De los diseños actuales, unos se instalan mediante

roscas y otros con seguro de resorte, conocido también como candado de expansión.

Estranguladores. Los estranguladores son instalados en el cabezal del pozo, en el múltiple de distribución, (estranguladores superficiales), o bien en el fondo de la tubería de producción, (estranguladores de fondo). Los estranguladores, orificios o reductores, son simplemente un estrechamiento en las tuberías de flujo para restringir y aplicar una contrapresión al pozo.

Estranguladores superficiales.

*Estrangulador positivo. Diseñado de forma tal que los orificios van alojados en un receptáculo fijo llamado porta-estrangulador, para cambiar el diámetro deben ser extraídos de éste.

*Estrangulador ajustable. Diseñado de forma tal que puede ser modificado el diámetro del orificio sin retirarlo del porta-estrangulador que lo contiene, mediante un dispositivo mecánico tipo revólver. Dependiendo del tipo de estrangulador, se disponen con extremos roscados o con bridas y con presiones de trabajo entre las 1,500 y 15,000 lb/pg2.

Válvulas de seguridad. Son dispositivos que están diseñados para cerrar un pozo en caso de emergencia. Se clasifican en dos tipos y estos son.

* Válvulas de seguridad autocontroladas. Válvula colocada entre la válvula lateral y el porta-estrangulador. Es accionada cuando se tienen cambios de presión, temperatura o velocidad en el sistema de flujo. Es usada también para cerrar el pozo automáticamente cuando la presión de la tubería de escurrimiento decrece o se incrementa hasta ciertos límites.

*Válvulas de seguridad controladas desde superficie. También conocidas como válvulas de tormenta, son usadas por lo general en pozos marinos, donde el control es más difícil y en zonas donde el mal tiempo es más frecuente. El tipo de válvula es instalada en la tubería de producción, la válvula de tormenta se encuentra abierta cuando el pozo se encuentra operando normalmente, y se cierra cuando existe algún daño en el equipo superficial de producción. Existen diferentes tipos de válvulas de tormenta. Todas pueden ser colocadas y recuperadas con línea de acero, algunas pueden ser asentadas en nipples especiales y otras se adhieren a la T.P. mediante cuñas en cualquier punto.

Adaptador. Considerada como herramienta usada en unir conexiones de diferentes dimensiones. Existen adaptadores que conectan dos bridas de diferente tamaño o una brida con una pieza roscada.

Válvulas. Las válvulas son piezas que sirven para permitir o restringir el paso de un fluido, entre las que existen se tienen:

* **Válvula de compuerta.** Por lo regular la válvula trabaja toda abierta o toda cerrada, su área de paso es el mismo que el área de la tubería. Este tipo no sirve para regular el paso de fluido, por lo que no es recomendable usarse estrangulada.

Sus usos son en líneas de succión y descarga de bombas, también en líneas de descarga de pozos, es usada como válvula de bloqueo, su operación es manual por medio de un volante y eléctrica por medio de un motor eléctrico, que actúan sobre un vástago que levanta la compuerta.

* **Válvula de globo.** Es denominada así por su aspecto físico que simula un globo, su característica es que tiene una apertura u orificio por donde pasa el flujo, siendo esta apertura perpendicular al sentido del flujo, es por esta razón que es utilizada en un solo sentido.

* **Válvula macho.** Se le denomina también tapón, está constituida por un cilindro o tanque perforado de lado a lado, formando un canal en el cuerpo del cilindro, la forma de operar es cuando este canal está en el mismo sentido de flujo, permite su paso, y dando un giro de 90 grados, se opone la cara sólida del cilindro y obstruye el flujo.

El cilindro es accionado exteriormente por medio de un maneral o por medio de un volante acoplado a un sistema de engranes, que actúan sobre el vástago unido al cilindro.

La válvula macho es usada en sistemas donde se trabaja con productos ligeros, gases y gasolinas, cierran y abren con un giro de 90 grados, por lo que son de cierre rápido.

* **Válvula de retención.** Conocida también como "CHECK", su característica principal es la de permitir el paso del flujo en un sólo sentido y evitar que

este regrese. Para ello, cuenta con una apertura que puede ser obstruida por medio de un disco, una placa, o una esfera metálica. Es muy importante respetar el sentido de flujo.

Es usada en la descarga de bombas. Si la bomba detiene su funcionamiento, evita que se regrese el fluido de la línea de descarga a la bomba. Existen entre las mas importantes, la de charnela o lengüeta, horizontal o el de tipo bola.

*Válvula de control. Son válvulas de fabricación especial, usadas para controlar la presión, temperatura, nivel de fluidos y flujo, en forma automática. Este tipo de válvulas pueden ser operadas por medio de una señal al admitir aire de un instrumento de control al diafragma de la válvula, así, abre o cierra la válvula. Por resorte, que abre cuando la presión en la parte inferior de la válvula es mayor que la fuerza del resorte, en caso contrario cierra. O bien, por contrapesos, emplea en lugar de resorte un contrapeso.

* Válvulas de seguridad. También denominadas en relevo, son utilizadas para la protección del personal y del equipo. Están construidas para abrir a una presión calibrada específicamente, y cerrar por medio de un resorte cuando disminuye la presión por debajo del ajuste.

Tubería de escurrimiento. La tubería de escurrimiento es la que se encuentra instalada entre el árbol de válvulas y la estación de separación. Su función principal será la de transportar o conducir la mezcla de hidrocarburos del árbol de válvulas a la estación de separación..

Estación de separación. Una estación de separación, es el conjunto de elementos que permiten separar las mezclas de líquidos y gases, que se presentan en los campos petroleros debido a las siguientes causas:

- * Producción de mezclas de líquidos con gas en un solo flujo.
- * Aparentemente la tubería maneja líquidos y gas, pero debido a cambios de presión y temperatura que se produce en la tubería, hay vaporización del líquido y condensados del gas, dando lugar al flujo en dos fases.

- * Flujo de gas que arrastra líquidos de las compresoras y equipos de procesamiento en cantidades apreciables.

4.2 ANTECEDENTES

Inicialmente no se efectuaba la separación de gas y líquidos por medio de equipo diseñado especialmente para este fin. En los tanques de almacenamiento se desprendía el gas y por segregación gravitacional se separaba el agua de las impurezas.

Al progresar la tecnología, se advirtió que la separación efectuada técnicamente resultaba útil para la industria petrolera. Las razones principales de ésta conveniencia son:

1. En lugares donde no existen separadores adecuados y se está quemando gas, también se quema una cantidad considerable de aceite ligero, que es arrastrado por el flujo de gas.
2. Cuando se transporta el gas es conveniente eliminarle previamente la mayor cantidad de líquido, ya que esto ocasiona problemas de abrasión, corrosión, aumento en las caídas de presión.

En la succión de las compresoras no se debe permitir el paso de líquido, porque como sabemos las compresoras son para manejar gas y si llega líquido a los pistones puede provocar un golpe de ariete.

Los sistemas de separación son instalaciones que permiten separar principalmente el gas del aceite, para facilitar su manejo.

La separación puede variar dentro de rangos de operación muy diversos, así encontramos en términos generales el sistema de separación de baja presión y el de separación de alta presión.

Fundamentalmente en los separadores se aprovechan los choques, los cambios de velocidades y las expansiones para separar los líquidos y el gas.

4.3 ARBOL DE VALVULAS.

El árbol de válvulas es muy importante durante la producción del pozo, ya que nos ayuda a controlar y regular el flujo de los fluidos del mismo. El diseño del árbol depende básicamente de la presión que se vaya a manejar.

Los pozos pueden ser sencillos, dobles, triples, según el tipo de terminación. Los pozos sencillos son aquellos que se explotan por una tubería de producción, los dobles por dos, etc.

Algunos se explotan también por la tubería de revestimiento de 7 5/8" mediante la apertura de una camisa que se instala en el aparejo de producción a una profundidad determinada y que permite la comunicación de éste con la tubería de revestimiento.

Los fluidos producidos por la tubería de producción y tubería de revestimiento, se controlan con el árbol de válvulas (Fig. 4.1), del cual se hace una breve descripción:

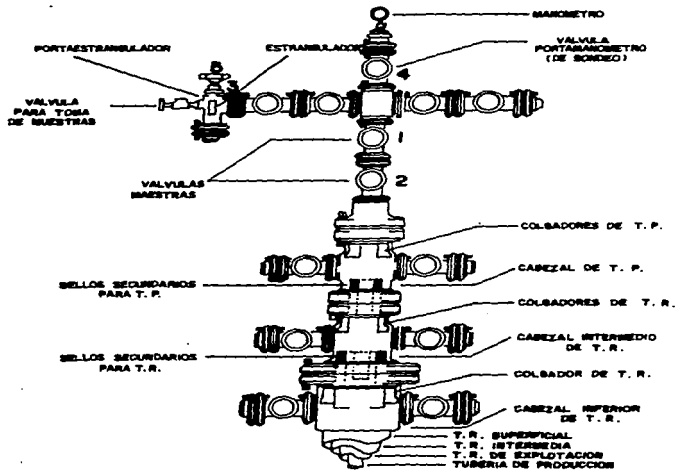
Se utilizan dos válvulas maestras de compuerta para controlar la capacidad de flujo del pozo y a la vez soportan la presión máxima cuando el pozo está cerrado. (Válvulas 1 y 2 de la fig. 4.1)

Conexión en cruz.- Duplica las condiciones de flujo al ser provista de válvulas laterales para su operación. (Válvula 3 de la Fig. 4.1)

Válvula de sondeo.- Esta se localiza en la parte superior del árbol y se utiliza para operaciones como la desparafinación, registro de presiones, disparos, limpieza del árbol, etc. (Válvula 4 de la Fig. 4.1)

En aquellas operaciones en las que no debe interrumpirse el flujo, se coloca un lubricador para trabajar con presión. En el cuerpo del lubricador se introducen las herramientas necesarias para la operación correspondiente y posteriormente se abre la válvula de sondeo para permitir su paso.

Las cuatro válvulas laterales conectadas en la conexión en cruz (dos de cada lado), son seguidas de los porta-estranguladores, que tienen la función de



ARBOL DE VALVULAS

FIGURA 4.1

permitir cambios de estranguladores para regular el gasto de producción del pozo.

El cabezal de la tubería de revestimiento que le sigue, cuenta con salidas laterales equipadas con dos válvulas de compuerta de cada lado y sus porta-estranguladores correspondientes para controlar la salida de los fluidos del espacio anular y tomar presiones del mismo cuando se requiera.

Los árboles de válvulas generalmente cuentan con dos válvulas maestras y ocho laterales para tener un mejor control del pozo. De esta manera, teniendo doble válvula nos ayuda en caso de que se deteriore alguna.

Se emplean distintas marcas de árboles de válvulas y los rangos de éstas son de 5 000 y 10 000 lb/pg2.

4.4 PORTAESTRANGULADORES Y ESTRANGULADORES

4.4.1 Portaestranguladores.

Se utilizan para colocar estranguladores en su interior con el fin de reducir el área de flujo de los hidrocarburos en la superficie.

Estos van colocados después de las válvulas laterales, ya sea las que comunican con la tubería de producción de una u otra rama o las que comunican con la tubería de revestimiento . (Válvula 5 de la Fig. 4.1)

Los porta-estranguladores fijos cuentan con una tapa roscada (ver Fig. 4.2.1), que permite alojar el estrangulador del diámetro deseado en su interior.

En los variables no se aloja ningún estrangulador, puesto que cuenta en su interior con 2 pastillas redondas de porcelana con dos orificios cada una, que al ser sobrepuestas, haciendo girar su tapa exterior (ver Fig. 4.2.2) permiten el paso de los fluidos por el área de flujo deseada. La ventaja que tiene este tipo de porta-estrangulador sobre otros, es de que no es necesario depresionar la línea de descarga, ni cerrar el pozo en su rama correspondiente para cambiar el estrangulador, basta con hacer girar su mecanismo graduado para obtener el diámetro deseado.

CONEXION A LA
LINEA DE
ESCURRIMIENTO

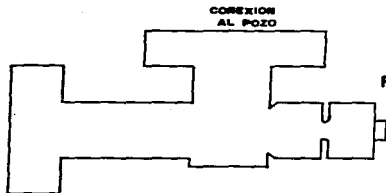


FIGURA 4.2.1

TAPA
ROSCADA

PORTA-ESTRANGULADOR FIJO

CONEXION A LA
LINEA DE
ESCURRIMIENTO

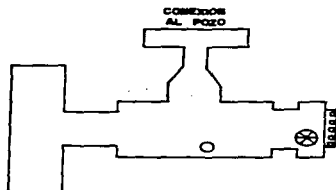


FIGURA 4.2.2

TAPA
GRADUADA

PORTA-ESTRANGULADOR VARIABLE

4.4.2. Estranguladores.

Son accesorios que sirven para controlar el gasto del pozo, con el objeto de mantener un ritmo de declinación adecuada.

Reduciendo el área de flujo de los hidrocarburos, por medio de los estranguladores, se pueden evitar conificaciones de agua o gas; además con ellos se protege al equipo superficial (Ver Fig. 4.3).

Para tener una idea del diámetro aproximado del estrangulador, Gilbert sugirió la siguiente fórmula práctica para calcular la presión en la cabeza del pozo.

$$P_{wh} = \frac{(C)(RGA)^{0.546}(q)}{S^{1.89}}$$

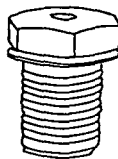
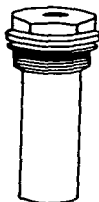
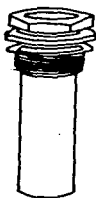
Donde:

- P_{wh} = Presión en la cabeza del pozo (LB/pg²)
- C = Constante adimensional igual a 435
- RGA = Relación Gas-Aceite (MPC/BL)
- q = Gasto (B/día)
- s = Diámetro del estrangulador en sesenta y cuatros de pulgada

Por lo que despejando S tendremos:

$$S = \frac{C}{P_{wh}} \frac{(435) RGA^{0.546} (q)^{0.546}}{0.546}$$

Durante el cambio de un estrangulador, es necesario emplear el menor tiempo posible; ya que hay pozos que presentan un alto porcentaje de agua y corren el riesgo de que dejen de fluir; además cuando existe una pequeña diferencia entre las presiones de la cabeza del pozo y la línea de escurrimiento, existe el riesgo de que se igualen y deje de fluir, haciendo necesario una nueva inducción o una reparación del pozo.



ESTRANGULADORES



ADAPTADOR



BRIDA COLGADORA

FIGURA 4.3

4.5 CABEZAL DE POZOS O MANYFOLD.

El cabezal de pozos tiene como finalidad desviar el flujo de un colector a otro sin interrumpir la operación del sistema de separación.

Existe una válvula check en la línea de escurrimiento, uno o varios metros antes de llegar al cabezal con el objeto de evitar el regreso del flujo hacia el pozo.

Generalmente los cabezales están diseñados para manejar la producción de los pozos en alta, intermedia o baja presión; por lo cual se debe contar con un colector para cada rango de presión que se maneje y uno para la medición de los pozos.

El cabezal cuenta con un sistema de válvulas que permiten operar cada pozo en alta, intermedia o baja presión según la presión que tenga y así mismo medir la producción de cada pozo cuando se requiera, desviando el flujo del colector general, al colector de medición. Estas son válvulas de compuerta de 4" de diámetro.

Los colectores generales se comunican a las líneas que van a la entrada o carga de los separadores.

El colector de medición además de conectarse con la carga del separador de medición, también se conecta a la presa de quema, en donde se realizan operaciones tales como la inducción de un pozo, cuando éste deja de fluir o cuando existe una fuga en una línea y es necesario desfogarla.

Cabe mencionar que estos colectores antes de entrar a operación se les hace una prueba hidrostática de 140 kg./cm².

4.6 LINEA DE DESCARGA O DE ESCURRIMIENTO.

La línea de descarga o de escurrimiento es aquella que se utiliza para transportar los hidrocarburos del pozo, hacia la batería de separación.

Normalmente esta tubería se encuentra enterrada, excepto en su conexión con la válvula de bloqueo que se encuentra a la orilla de la pera. En ocasiones se coloca una omega con el fin de contrarrestar los efectos de elongación o contracción que sufre la tubería por los efectos de presión y temperatura a que está sujeta.

Así mismo, antes de meter a operación una línea de descarga, se le hace una prueba hidrostática de 24 hrs. que consiste en someterla a una presión igual a 1.5 veces la presión de operación, esta presión es generalmente de 140 Kg/cm². Para verificar la calidad de las soldaduras, éstas son radiografiadas durante la construcción de la línea.

La longitud de estas líneas es variable pero generalmente fluctúa entre 500 y 5000m. de distancia entre el pozo y la batería de separación

Para calcular el diámetro de las líneas de escurrimiento, se emplea el método de Flanigan para flujo multifásico:

$$D^{2.618} = \frac{Qgc(ZTL)^{0.359} P_b^{1.0785} r_g^{0.4606}}{0.42587(Tb^{1.0785})(P_1^2 - P_2^2)^{0.359} E}$$

Donde:

- Qgc = Gasto de gas en miles de Pies 3/día
- Ql = Gasto de líquido (B1/día)
- Qg = Gasto de gas (MMPCD)
- r_l = Densidad del líquido (°API)
- r_g = Densidad del gas (aire = 1)
- T = Temperatura media de flujo (°R)
- Tb = Temperatura base (°R)
- Pb = Presión base (Lb/Pg²) abs.
- P1 = Presión inicial (Lb/Pg²) abs.
- P2 = Presión final (Lb/Pg²) abs.
- D = Diámetro interior (Pg).

- L = Longitud de línea (Millas)
E = Factor de eficiencia.
Z = Factor de supercomprensibilidad.

4.7 DESCRIPCIÓN DE LA SEPARACIÓN DE HIDROCARBUROS.

En esta etapa se efectúa la separación del gas y del aceite. Esta separación puede ser colectiva (separadores de producción general) o de un pozo en particular (separador de medición). Por su posición los separadores se clasifican en horizontales, verticales y esféricos.

La presión de separación puede variar, ya que existen varios rangos de operación, así encontramos en términos generales los sistemas de separación de baja presión, presión intermedia y alta presión.

Por lo que respecta a las baterías de separación, las funciones que desempeñan se citan a continuación:

- a) Separar el aceite, gas y agua.
- b) Medir los volúmenes de hidrocarburos.
- c) Iniciar el tratamiento de la deshidratación del aceite.
- d) Almacenar, si es necesario en tanques de almacenamiento el aceite producido.
- e) Bombear el aceite hacia las terminales o plantas de proceso.
- f) Enviar el gas a las plantas petroquímicas para su tratamiento.

Los hidrocarburos son transportados por las líneas de escurrimiento de los pozos hacia la Batería de Separación, donde primeramente pasan a través del cabezal de llegada de pozos (Manyfold) y posteriormente a los separadores en donde se separa el aceite, el gas y el agua.

El aceite que descargan los separadores de alta presión, pasa a los separadores de baja, después al tanque deshidratador y de ahí al tanque de balance, donde es enviado a la refinería por medio de un equipo de bombeo. En caso de que la capacidad de bombeo sea menor que la producción, este aceite también es enviado a los tanques de almacenamiento de la batería. El agua y pequeñas partículas de sólidos se eliminan en los separadores por medio de una válvula de drene.

El gas descargado de los separadores pasa a través de medidores de orificio, para medirlo y posteriormente a rectificadores primarios, donde se efectúa una etapa más de separación del aceite que se encuentra in situ en la corriente de gas. El aceite es descargado al tanque de balance y el gas pasa a través de un sistema de enfriamiento para bajarle la temperatura, originándose la formación de condensados o gasolinas amargas, el gas se pasa después por rectificadores secundarios, donde se realiza otra separación y se recuperan los condensados. Tanto éstos como el gas se envían a algún Complejo Petroquímico para su tratamiento, (Ver Fig. 4.4).

4.8 TIPOS DE SEPARADORES.

Por su forma de construcción se dividen en:

- a) Verticales
- b) Horizontales
- c) Esféricos

4.8.1 Separadores Verticales.

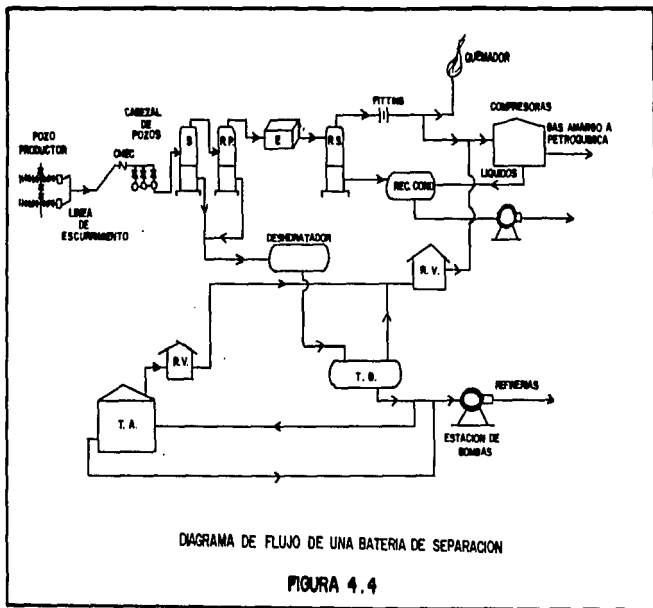
4.8.1.1 Operación:

Los separadores verticales, están diseñados y construidos para hacer uso de todos los factores que propician y facilitan una separación mecánica de la fase gaseosa de la fase líquida.

Separación Primaria.- Al entrar la corriente al separador, encuentra una mampara que divide la corriente en dos y la lanza por la circunferencia del cuerpo del separador. El brusco cambio de dirección y la fuerza centrífuga resultante del flujo circular separan eficientemente el líquido, que ahora fluye hacia abajo por las paredes del cuerpo.

Separación Secundaria.- El gas fluye verticalmente hacia arriba, a baja velocidad y con poca turbulencia, dándole oportunidad al líquido, que no se había separado inicialmente, a caer a contra corriente con el gas.

Extractor de niebla.- Permite separar las gotas pequeñas que aún van en el gas y las incorporan a la corriente de aceite.



Cuando se ha acumulado suficiente líquido en la parte inferior, opera una válvula motora que permite la salida del aceite del separador. (Ver fig. 4.5)

4.8.1.2 Ventajas del separador vertical.

1. Pueden manejar más líquidos por unidad de gas que los horizontales.
 2. El control de nivel de líquido no es crítico, puesto que se puede emplear un flotador vertical, logrando que el controlador de nivel sea más sensible a los cambios de nivel de aceite.
 3. Su gran capacidad para manejar líquidos, hace que su aplicación sea preferida en los casos en que se presentan cabezadas de líquido o como sucede en los pozos que están en producción por bombeo neumático intermitente.
 4. Hay menor tendencia de arrastre de líquidos.
 5. Es fácil mantenerlos limpios, por lo que se recomienda para manejar flujos con alto contenido de arena o cualquier material sólido.
- El drenaje colocado en la parte inferior permite que la operación de limpieza sea muy simple.
6. La forma vertical facilita el montaje de una batería de ellos cuando el espacio es limitado.

4.8.1.3 Desventajas del separador vertical.

1. Son más costosos que los horizontales
2. Se necesita un diámetro mayor que el de los horizontales para manejar la misma cantidad de gas.

4.8.2 Separadores Horizontales.

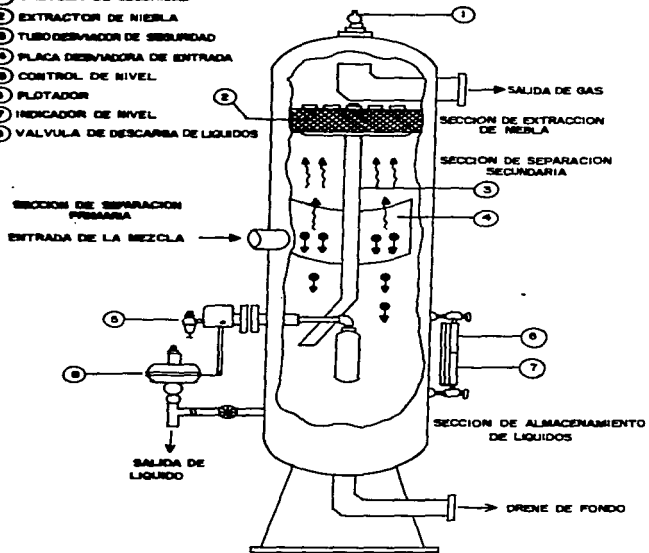
4.8.2.1 Operación:

Separación Primaria.- La corriente de gas-líquido al entrar al separador encuentra un deflector que la obliga a cambiar bruscamente de dirección.

Aprovechando la alta velocidad en la boquilla de admisión, este brusco cambio de dirección provoca una efectiva separación inicial.

Separación Secundaria.- El gas fluye a baja velocidad y poca turbulencia a lo largo del separador, por lo que las gotas de líquido arrastrada por el gas

- ① VALVULA DE SEGURIDAD
- ② EXTRACTOR DE NIEBLA
- ③ TUBO DESVIADOR DE SEGURIDAD
- ④ PLACA DESVIADORA DE ENTRADA
- ⑤ CONTROL DE NIVEL
- ⑥ FLOTADOR
- ⑦ INDICADOR DE NIVEL
- ⑧ VALVULA DE DESCARGA DE LIQUIDOS



ESQUEMA DE UN SEPARADOR VERTICAL

FIGURA 4.5

pueden caer hasta tocar la superficie de líquido acumulado, al cual se incorporan.

Extractor de niebla.- El gas tiene que pasar por un extractor de niebla en donde las gotas más pequeñas de líquido quedan atrapadas, incorporándose al volumen de líquido principal. (Ver fig. 4.6).

4.8.2.2 Ventajas del separador horizontal.

1. Tienen mayor capacidad para manejar gas que los verticales.
2. Son más económicos que los verticales.
3. La inspección y reparación de los dispositivos de seguridad montados sobre el separador se pueden hacer generalmente desde el piso.
4. Son muy adecuados para manejar aceite con alto contenido de espumas. Para esto, donde queda la interface gas-líquido, se instalan placas rompedoras de espuma.

4.8.2.3 Desventajas de los separadores horizontales.

1. El control de nivel es más crítico que en los verticales.
2. No son adecuados para manejar flujos de pozos que contienen materiales sólidos, pues es difícil limpiar éste tipo de separador.

4.8.3 Separadores Esféricos.

4.8.3.1 Operación.

Sección de separación primaria.

En ésta sección la separación se realiza mediante un cambio de dirección del flujo (Ver fig. 4.7)

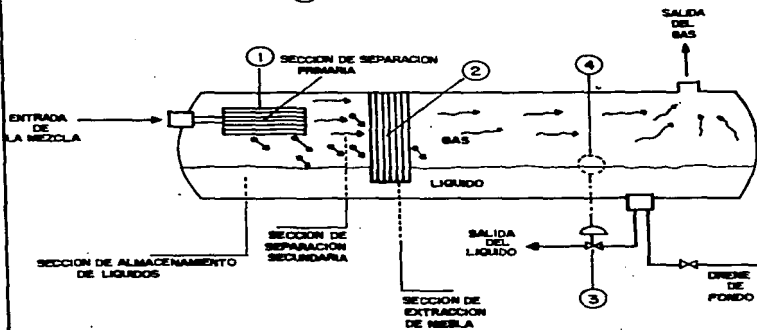
Sección de separación secundaria

Aquí se le quita la mayor cantidad de líquido al gas, reduciendo la velocidad del flujo, caerán por gravedad las gotas de líquido más grande.

Sección de extracción de niebla.

Aquí se tienden a acumular hidratos de parafina en las mallas donde se forman gotas de líquido más grande, que posteriormente se unen a la sección de acumulación.

- ① PLACA DESVIADORA DE ENTRADA
- ② EXTRACTOR DE NIEBLA
- ③ VALVULA DE DESCARGA DE LIQUIDOS
- ④ FLOTADOR



ESQUEMA DE UN SEPARADOR
HORIZONTAL

FIGURA 4.6

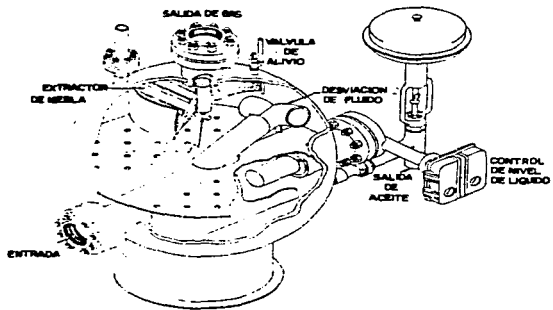


DIAGRAMA DE UN SEPARADOR TIPO ESFERICO

FIGURA 4.7

4.8.3.2 Ventajas y desventajas.

1. Son más baratos que los horizontales o verticales.
2. Son más compactos que los horizontales, por lo que se usan en plataforma costanera.
3. Los diferentes tamaños disponibles, los hacen el tipo más económico para instalaciones individuales de pozos de alta presión.

Separadores de alta presión, de presión intermedia y de baja presión. En la industria petrolera se consideran de alta presión a los que operan entre 80 y 85 kg./cm², los de intermedia trabajan con presiones de 45 a 55 Kg/cm² y los de baja presión funcionan con una presión menor de 10 Kg/cm².

4.9 SEPARADORES

Los separadores son dispositivos mecánicos, construidos en forma de tanques metálicos cilíndricos o esféricos para separar fluidos (gas, líquidos y detritus) para nuestro caso consideraremos el aceite, el gas, el agua y pequeñas partículas de las formaciones, las cuales se encuentran en suspensión en los fluidos.

Los separadores de aceite y gas están diseñados para operar automáticamente en una amplia variedad de condiciones, ya que la producción de gas y aceite proveniente de los pozos varía en un amplio rango en periodos cortos de tiempo; por ejemplo, una descarga de aceite es seguida por un flujo de gas y éste por un periodo de quietud, durante el cual las fuerzas permanecen temporalmente en equilibrio y el separador recibe el flujo sin descargar, hasta que el indicador de nivel llega a su límite, lo que hace que se accione una válvula; por la cual sale el líquido del separador.

Las descargas de gas se controlan automáticamente por medio de válvulas que operan según los cambios en las condiciones de presión, dentro del separador.

La separación gas-líquido obedece a los principios básicos siguientes:

- a). Proceso mediante el cual es separado un líquido de un gas, debido al choque súbito de la corriente de fluido sobre una mampara.

b). La expansión que se efectúa depende de la naturaleza de los fluidos a separar y de la relación que existe entre los dos.

c). Sometiendo la mezcla a movimiento centrífugo, aumenta la eficiencia de separación, sobre todo cuando el contenido de la fase líquida es considerable.

d). Aprovechando las caídas de presión, por lo tanto, podemos resumir diciendo:

Los separadores son dispositivos mecánicos en forma de tanques metálicos cilíndricos o esféricos, provistos en su interior de aditamentos necesarios para que la mezcla de hidrocarburos sufran choques, expansiones y cambios de velocidades súbitas, para obtener una mejor separación del gas y aceite.

A continuación se describen los tipos de separación frecuentes:

4.9.1 Separación por Fuerza Centrífuga.

Toda materia en movimiento ofrece resistencia al cambio de estado y trayectoria y tiende a desplazarse en línea recta. La intensidad de esta resistencia llamada fuerza centrífuga depende, entre otras cosas, de la concentración de materia o densidad de masa. Cuando una corriente de aceite y gas cambia su dirección las gotas líquidas que viajan con el gas tienen una densidad de masa mayor, ofreciendo más resistencia al cambio de dirección y tienden a continuar en línea recta, ocasionando un choque de las partículas líquidas más grandes contra la pared, separándose del gas que es menos denso.

La fuerza centrífuga que resulta del cambio de dirección de una corriente a velocidades, tiene el mismo efecto que el aumento de la fuerza de gravedad.

4.9.2 Separación por Choque.

Este método es el más usado para recolectar partículas líquidas en la separación de aceite y gas; este tipo de separación depende del choque de las partículas arrastradas contra un obstáculo localizado en las paredes del recipiente. Estos obstáculos que actúan como superficie de recolección,

reciben el nombre de extractores de neblina. Existen dos tipos de extractores de niebla: el de malla y el de paleta. La diferencia entre ellos es la intensidad de la fuerza centrífuga utilizada.

En el extractor de álabes, como en el caso de la separación por fuerza centrífuga, las gotas más pesadas tienden a continuar en línea recta y chocan contra la superficie colectora, cuando la corriente de flujo pasa a través de las obstrucciones. En esta forma las gotas de líquido quedan atrapadas en dichos álabes y debido a su propio peso caen uniéndose al líquido recolectado.

En el tipo de dispositivo para separación por choque constituido por la malla de alambre tejido, también se utilizan fuerza centrífuga y la de gravedad en la recolección de partículas líquidas pequeñas.

4.9.3 Separación por Gravedad.

Es el mecanismo que más se utiliza, debido a que el equipo requerido es muy simple. Cualquier sección ampliada en una línea de flujo, actúa como asentador, por gravedad, de las gotas de líquido suspendidos en una corriente de gas.

El asentamiento se debe a que se reduce la velocidad del flujo.

4.10 PARTES DE UN SEPARADOR

4.10.1 Componentes Internos.

1. Sección de separación primaria.

En esta sección se separa la mayor porción de líquido de la corriente de gas y se reduce la turbulencia de flujo. La separación del líquido en esta sección se realiza mediante un cambio de dirección del flujo. El cambio de dirección se puede efectuar con una entrada tangencial de los fluidos al separador; o bien instalando adecuadamente una placa desviadora a la entrada.

Con cualquiera de las dos formas se induce una fuerza centrífuga al flujo, con la que se separan grandes volúmenes de líquido.

2. Sección de separación secundaria.

En esta sección se separa la máxima cantidad de gotas de líquido de la corriente de gas. Las gotas se separan principalmente por la gravedad, por lo que la turbulencia del flujo debe ser mínima. Para esto, el separador debe tener suficiente longitud. En algunos diseños se utilizan veletas o aspas alineadas para reducir aún más la turbulencia, sirviendo al mismo tiempo como superficie colectoras de gotas de líquido.

La eficiencia de separación en esta sección, depende principalmente de las propiedades físicas del gas y del líquido del tamaño de las gotas de líquido suspendidas en el flujo de gas y del grado de turbulencia.

3. Sección de Extractor de Niebla.

En esta sección se separan del flujo de gas, las gotas pequeñas de líquido que no se lograron eliminar en las secciones primaria y secundaria del separador. (Ver fig. 4.8 y 4.9)

En esta parte del separador se utilizan el efecto de choque o la fuerza centrífuga como mecanismo de separación. Mediante estos mecanismos se logran que las pequeñas gotas de líquido se recolecten sobre una superficie en donde se acumulan y forman gotas más grandes que se drenan a través de un conducto a la sección de acumulación de líquidos o bien caen, contra la corriente de gas, a la sección de separación primaria.

El dispositivo utilizado en esta sección, conocido como extractor de niebla, está constituido generalmente por un conjunto de veletas o aspas, por alambre entretejido o por tubos ciclónicos.

4. Sección de almacenamiento de líquidos.

En esta sección se almacena y descarga el líquido separado de la corriente de gas. Esta parte del separador debe tener la capacidad suficiente para manejar los baches de líquido que se pueden presentar en una operación normal. Además debe tener instrumentación adecuada para controlar el nivel del líquido en el separador.

Esta instrumentación está formada por un controlador de nivel, un flotador y una válvula de descarga.

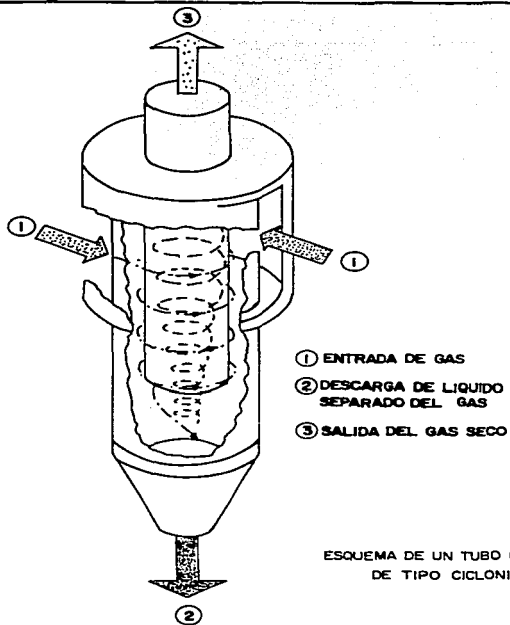
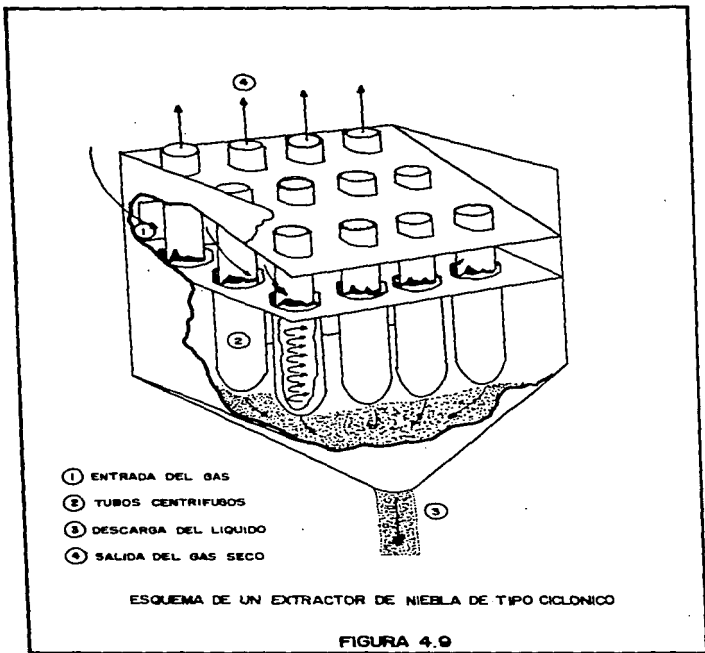


FIGURA 4. 8



4.10.2 Componentes Externos.

a) **VALVULAS:** Son piezas móviles de formas diversas que sirven para interrumpir alternativamente o permanentemente la comunicación entre dos partes de un ducto.

Las partes principales de que consta una válvula son:

El cuerpo de la válvula, el elemento de cierre, el asiento, el prensa estopa y el volante.

Atendiendo a la forma del elemento obturante se dividen en válvulas de compuerta, válvulas de globo y válvulas de aguja. Las válvulas de compuerta se emplean generalmente en donde el fluido por controlar es líquido, las de aguja generalmente son usadas para el control del gas, y las válvulas de globo tienen una gran aplicación en el control de gas y aceite.

En casi todas las baterías de separación el tipo de válvula que más se usa es el de compuerta.

b) **VALVULAS DE SEGURIDAD:** En la parte superior se tiene instalada la válvula de seguridad, la cual tiene la finalidad de proteger y asegurar el equipo contra las presiones excesivas, especialmente cuando la presión excede la presión de trabajo para la cual fue diseñado el separador. Estas válvulas abren automáticamente al ser alcanzada la presión de calibración y cierran nuevamente al disminuir abajo de la presión de calibración.

Consta principalmente del cuerpo de la válvula, cuya parte inferior va roscada o con brida para ser conectada al separador. Y por su parte superior o lateral se tiene una descarga para los fluidos; en su interior se encuentra un resorte calibrado convenientemente para operar a la presión en que se calibró, el cual descansa sobre un émbolo con un asiento debidamente ajustado, siendo el resorte el que mantiene cerrada la válvula.

c) **MANOMETRO:** Sirven para medir la presión que se tiene dentro del separador son metálicos y miden la presión por la deformación que se produce en un tubo flexible y cerrado llamado de Bourdon.

Consiste en un recinto cerrado de paredes delgadas, cuya forma varía por la diferencia de presiones entre el exterior y el interior. Este tubo es cerrado, elástico y encorvado, se deforma cuando la presión interior aumenta.

Para conocer la presión de separación en los separadores, se utiliza el manómetro de Bourdon y para que sea sensible a cualquier variación en la presión, se escogerá aquel cuyo rango o capacidad para medición sea el doble de la presión de separación, aunque también es conveniente, por razones de seguridad, tener manómetros con rango superior a la presión de trabajo del separador

d) **INDICADOR DE NIVEL:** El indicador de nivel es un tubo de cristal que está conectado por medio de nipples y válvulas al cuerpo del separador desde la mitad hasta su parte inferior de tal modo que por vasos comunicantes nos indica en cualquier momento de la forma en que está trabajando el separador.

e) **LINEA DE PURGA:** En el fondo del separador hay un orificio de salida de 2 pulgadas de diámetro conectado a una línea y una válvula de compuerta, esta línea descarga al canal de drenaje y debe ser visible la salida para que el operador se dé cuenta que está drenando exclusivamente agua y cerrará la válvula al empezar a salir aceite.

Si el operador drena periódicamente el agua salada en todos los turnos, se podrá conservar el separador en buenas condiciones durante mayor tiempo, ya que se le quita un agente corrosivo de primer orden que actúa en el fondo del separador, además se le quita la acumulación de sedimentos y partículas que llegan a obturar la descarga de la válvula de control de nivel.

f) **VÁLVULA REGULADORA DE PRESION:** Esta válvula se instala en la línea de descarga de gas del tren de separación y propiamente no forma parte directa del cuerpo del separador, pero está ligada a su operación correcta, ya que por medio de ella se mantiene la unidad a la presión de operación deseada.

g) **CONTROL AUTOMATICO DE NIVEL DE ACEITE:** El control está compuesto por un piloto y la válvula motora.

Válvula Motora: Está conectada a la línea de descarga del aceite y su función es permitir o impedir la salida de aceite, según el nivel del mismo dentro del separador.

Válvula Piloto: Acciona a la válvula anterior de acuerdo con el nivel de aceite dentro del separador, mediante una señal de presión de gas, la cual toma del mismo separador.

Estas válvulas de seguridad descargan a tanques de almacenamiento o a la línea de gas, que de ahí pueden pasar a quemadores.

4.11 CLASIFICACION SEGUN SU USO.

4.11.1. Separadores de medición.

Son aquellos que se destinan a operar con un solo pozo, con el fin de medir el volumen de aceite, gas y agua producido por dicho pozo.

El aceite se mide en un tanque de medición.

El agua se mide tomando una muestra de aceite y se analiza en el laboratorio, el gas se mide mediante una placa de orificio y por medio de conexiones a un registro gráfico de presiones (Ver fig. 4.10)

4.11.2. Separadores de producción general.

Estos separadores son de un tamaño mayor que los de medición por el hecho de que tienen que manejar el aceite y el gas producido por un grupo de pozos. El aceite se mide en tanques de producción general y el gas es medido en conjunto, en aparatos registradores instalados en los extremos de la batería.

4.11.3 Selección de tipo y tamaño de los separadores.

La selección de un separador se efectúa haciendo las siguientes consideraciones:

1. Se hace una conversión de la densidad del aceite, de condiciones de tanque a condiciones de separación (presión de los separadores).

**PARTES DE UN SEPARADOR
MEDIDOR**

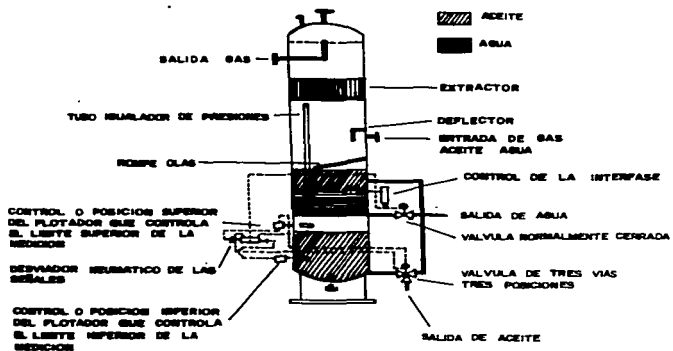


FIGURA 4.10

2. Obtención del factor de corrección del gas por efectos de presión y temperatura de separación.

3. Determinación del tamaño del separador una vez calculado el efecto "G" que es una relación entre el volumen de gas a manejar y el factor de corrección de gas por efectos de presión y temperatura.

4.12 RECTIFICADORES

Tienen como objeto, separar pequeñas cantidades de líquido que se encuentra in situ en la corriente de gas. Por lo cual estos manejan grandes volúmenes de gas y poco volumen de aceite.

La operación de los rectificadores debe ser observada cuidadosamente para evitar la presencia de líquido en el gas (arrastré de líquido) que pudiera quedar de la operación de separación inicial.

Los rectificadores son recomendables durante una separación secundaria para recuperar el arrastre de líquido en una corriente de gas como depurador de gas, en las líneas de gas corriente abajo de los separadores, en estaciones de compresoras o plantas deshidratadoras corriente arriba, para protegerlos contra una posible admisión de líquidos y en la corriente abajo de los enfriadores de gas, con el objeto de recuperar condensados o gasolinas amargas.

Los rectificadores usados en este Distrito Sur, tienen una capacidad de 15 000 Bl/día de aceite y de 40 a 50 millones de pies cúbicos por día de gas.

Las características de un rectificador son exactamente las mismas que las de un separador, excepto en sus líneas de carga y descarga, ya que el diámetro de las líneas en el separador es de 6" y en el rectificador es de 12".

4.13 ENFRIAMIENTO DEL GAS.

Como los gasoductos están expuestos a la dilatación y expansión térmica y en vista de que en estos ductos se condensaban volúmenes considerables de

hidrocarburos (gasolinas amargas) que disminuyan la eficiencia de la conducción, se instalaron cambiadores de calor gas-aire, con el fin de recuperar condensados y obtener un mejor aprovechamiento de los mismos.

4.13.1 Motores Soloaires o Enfriadores.

Estos enfriadores utilizan una corriente de aire atmosférico sobre el exterior de tubos aletados para enfriar el gas y condensar algunos hidrocarburos que ocasionarían problemas en el transporte de aquel. La mayor parte de estas unidades se instalan horizontalmente. También son útiles para servicios de condensación en corrientes de vapor, gasolina y amoníaco.

Las ventajas que ofrecen estos enfriadores son:

- a) Requieren una construcción simple para temperaturas y presiones relativamente altas.
- b) Los problemas de corrosión, son mínimos.
- c) Resultan excelentes para abatir temperaturas arriba de 200°F (93.3°C)
- d) El mantenimiento general resulta menor que en el de los cambiadores con agua de enfriamiento.

Las desventajas que ofrece son las siguientes:

- a) Limitación en la temperatura de salida del fluido a enfriarse.
- b) Tiene una aplicación limitada para el enfriamiento de gas, debido al bajo coeficiente de transferencia.
- c) Existen riesgos de explosión y vapores tóxicos, así como líquidos inflamables en caso de fugas en la tubería.

4.13.2 Tipos de Motores Soloaires.

Los tipos de motores soloaires empleados en los enfriadores gas-aire, son dos:

- 1) Tipo forzado.

2) Tipo inducido.

Los de tipo forzado son los mas usados y se caracterizan por tener el ventilador abajo del área de tubos aletados que conducen el gas, dando con esto un empuje del aire, hacia los haces de tubo, lográndose con esto el enfriamiento de los gases.

Los de tipo inducido son poco usados, ya que tanto el ventilador como las aletas de los tubos que conducen el gas deben tener otra inclinación para que con el ventilador se logre succionar el aire y que éste pase a través de los tubos y se logre con esto enfriar el gas.

Las partes que constituyen un enfriador son las siguientes:

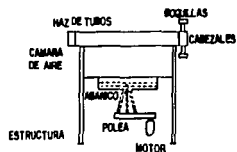
- a) Motor-abanico.- Estos se mueven con cualquier medio, ya sea un motor eléctrico, turbina de vapor, motor de combustión interna o motor hidráulico. Los abanicos más comunes son de 4 aspas.
- b) Has de tubos.- La longitud de los tubos varía entre 5 y 30 pies, son aletados con material de cobre, aluminio o acero, su diámetro exterior es de $\frac{3}{4}$ pg. o 1pg. en tubos con aletas de $\frac{1}{2}$ pg. a $\frac{5}{8}$ pg. de altura.
- c) Estructura.- Es la parte sobre la cual descansan las partes del enfriador.
(Ver Fig. 4.11)

4.14 DESHIDRATACION DEL ACEITE.

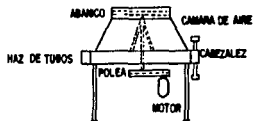
La deshidratación es el proceso a que se somete el aceite para eliminar las impurezas que trae consigo.

La deshidratación se efectúa de la siguiente manera: al aceite emulsionado (con agua salada) proveniente de los separadores; se le inyecta agua dulce y posteriormente el demulsificante correspondiente.

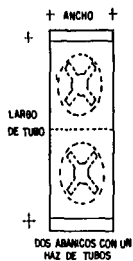
Una vez efectuado el tratamiento; el aceite limpio es enviado a los tanques de balance de donde se succiona con motobombas, enviándolo a las refinerías o en su caso a las centrales de almacenamiento y bombeo. El gas va a rectificación y después se envía a compresoras.



TIPO FORZADO



TIPO INDUCIDO



ENFRIADORES CON AIRE ATMOSFERICO

FIGURA 4.11

Los métodos que se emplean en la deshidratación son:

- a) Métodos físicos
- b) Métodos químicos
- c) Métodos eléctricos
- d) Métodos combinados (físicos, químicos, eléct.)

Dentro de los métodos físicos se tienen el de asentamiento por gravedad, método térmico, método de centrifugación y el de filtración.

El método de centrifugación y filtración son usados para pruebas de laboratorio.

El método químico consiste en inyectarle a la corriente de aceite, un reactivo químico para romper la emulsión y eliminar el agua. En el método eléctrico se hace pasar una corriente eléctrica aprovechando las propiedades del agua. En el método térmico, el calor ayuda a romper las emulsiones, reduciendo la viscosidad del aceite, de manera que la gravedad opera para el asentamiento de las partículas del agua.

El método mas usado en México es el combinado

CAPITULO 5**EJEMPLO DE APLICACION BATERIA SAMARIA II****5.1 PROCEDIMIENTOS PARA EL ESTUDIO**

Los procedimientos y principios estudiados anteriormente se ponen en práctica siguiendo los pasos.

Definición del alcance y los objetivos

Selección del equipo de trabajo

Actividades de preparación para el estudio

Desarrollo práctico del trabajo

Actividades de seguimiento

Registro de los resultados del estudio (Riesgos de la información)

Para este capítulo nos enfocaremos a los resultados obtenidos ya que el estudio en si proporcione una cantidad enorme de información y de lo que se trata es de ejemplificar el método HAZOP

5.1.1 Definición Alcance y Objetivos

El alcance y los objetivos del proyecto se deben hacer explícitos lo más pronto posible.

Es necesario definir los tipos de riesgo

5.1.2 Selección del Equipo de Trabajo

La evaluación de riesgos y operabilidad se realiza por un grupo multidisciplinario. Existen dos tipos de miembros en el grupo de trabajo:

1. Aquellos que hacen una contribución técnica
2. Los miembros que actúan como soporte

5.1.3 Trabajo Preparatorio

Las actividades previas al estudio consisten de cuatro etapas.

1. Obtención de toda la información relevante,
2. Conversión de los datos en una forma adecuada a los propósitos del estudio

La información disponible se debe analizar para asegurarse que es suficientemente comprensible para cubrir los requisitos del estudio

Dependiendo del tipo de planta a analizar es la cantidad de trabajo requerido en la conversión de los datos.

Para plantas con procesos continuos, el trabajo preparatorio es menor, los diagramas de tubería e instrumentación contienen suficiente información para el estudio. Para plantas con procesos intermitentes los trabajos preparatorios son más extensos además de los diagramas de flujo es necesario conocer la secuencia de apreciaciones de la planta.

3. Preparación de la secuencia de estudio

El líder preparará un plan de secuencia del estudio el cual deberá ser comentado con los demás miembros del grupo.

4. Programación de los recursos necesarios y fechas de las reuniones

Una vez que la información a utilizar y los planes de trabajo han sido definidos, el líder del grupo debe estimar el tiempo necesario para el estudio y así definir las reuniones necesarias

5.1.4 Desarrollo práctico del trabajo

1. Las sesiones de trabajo deben estar muy estructuradas y controladas por el líder que debe seguir el plan desarrollado.
 - a) Seleccionar el primer elemento del sistema, generalmente un recipiente o equipo numerado en el diagrama.
 - b) Se obtiene una explicación del propósito y funcionamiento.

c) Se analiza la primera línea, conexión y accesorio, usando las:

d) Palabras clave

2. El líder debe asegurarse de que todos han entendido perfectamente los riesgos detectados.

3. La forma de hacerlo fluctúa entre dos posiciones extremas:

a) Se encuentra una solución para cada riesgo, a medida que se encuentran, antes de pasar a examinar otro elemento.

b) No se investiga ninguna solución hasta que se hayan analizado todos los elementos y encontrado todos los riesgos.

4. Las actividades del secretario son:

a) Registrar las decisiones cuando el trabajo se hace muy rápido.

b) Registrar las decisiones cuando el estudio es muy complicado y el líder debe guiar al grupo usando simultáneamente varias fuentes de datos.

5.1.5 Actividades de Seguimiento

Las sesiones son de dos clases

1. Sesiones de examen

2. Sesiones de evaluación y acción.

Las acciones que implican riesgos generalmente son de cuatro tipos, a saber:

a) Cambio en el proceso (receta, materiales, etc.)

b) Cambio en las condiciones del proceso (Tem. Pres. Etc.)

c) Alteración en el diseño físico del sistema.

d) Cambio en la secuencia de operación.

Cuando se selecciona una acción, considérense dos categorías:

1. Acciones para remover la causa del riesgo.
2. Acciones para reducir las consecuencias.

5.1.6 Riesgos de la Información

Una forma útil para registrar la información es el archivo de riesgos, que contendrá:

1. Una copia de todos los documentos generados en el desarrollo del estudio, usados y marcados por los miembros del equipo de trabajo y, sancionados por el líder.

+ Diagramas de flujo

+ Hojas de especificaciones

+ Planos y modelos

+ Instructivos de operación y mantenimiento

+ Programas, etc.

2. Una copia de todos los papeles y notas de trabajo conteniendo preguntas, respuestas, recomendaciones, cambios al diseño original, etc.
3. El archivo debe retenerse en la planta
4. El registro, archivo del estudio de riesgos puede usarse en la negociación de seguros.
5. La información generada se puede usar en trabajos posteriores para mejorar los sistemas y procedimientos.

5.2 INSTALACION: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

5.2.1 Descripción del Proceso.

La batería de separación Samaria II, recibe mezclas de hidrocarburos GAS-ACEITE proveniente de los campos, Samaria e Iride en dos cabezales, uno de 12 pg. de diámetro y otro de medición de 6 pg. de diámetro

La corriente de los cabezales se conecta al sistema de separación, el cual consiste de dos separadores horizontales de baja presión y tres separadores verticales de baja presión; de esta manera se inicia el proceso de separación, descargando el gas en dos rectificadores que a su vez lo envían a la estación de compresoras Samaria II.

La descarga de aceite de los separadores y rectificadores ésta alineada a los separadores horizontales elevados de baja presión para estabilizarlo, el aceite así estabilizado se envía hacia los tanques de almacenamiento o hacia la planta deshidratadora de crudo.

Así mismo el aceite obtenido de la separación y rectificación del terciario se incorpora a la corriente de aceite que alimenta a los separadores elevados de baja presión y los vapores producto del rectificador se alinean a la succión de la turbocompresora No. 23 de la estación de compresoras Samaria II, la cual recibe también los vapores de los tanques elevados, después de haber pasado por un rectificador primario de baja presión y un rectificador secundario F-26.

El aceite ya tratado en la planta deshidratadora pasa a los tanques de balance para posteriormente llegar al cabezal general de succión de motobombas, las cuales envían el aceite a Nuevo Teapa.

5.2.2 INSTALACION: BATERIA SAMARIA II

- a) Se presenta plano de localización de la instalación. (Ver fig. 5.1, 5.2 y 5.3)
- b) La instalación se encuentra ubicada en la ranchería Comoapa 2a. Sección del Municipio de Cunduacan, al Oeste de la Ciudad de Villahermosa aproximadamente a 14 km. en una zona rural.
- c) En un radio de 2.0 km. se encuentran 21 casas habitación, ubicándose la mayoría de ellas hacia el sur de la instalación.

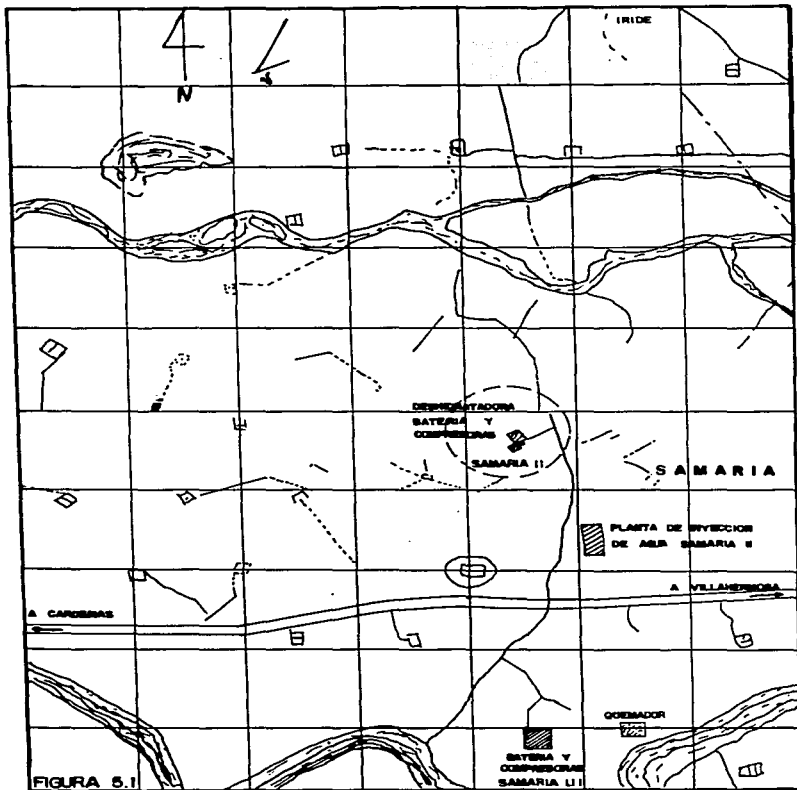


FIGURA 5.1

COMPLEJO DE PRODUCCION
SAMARIA II

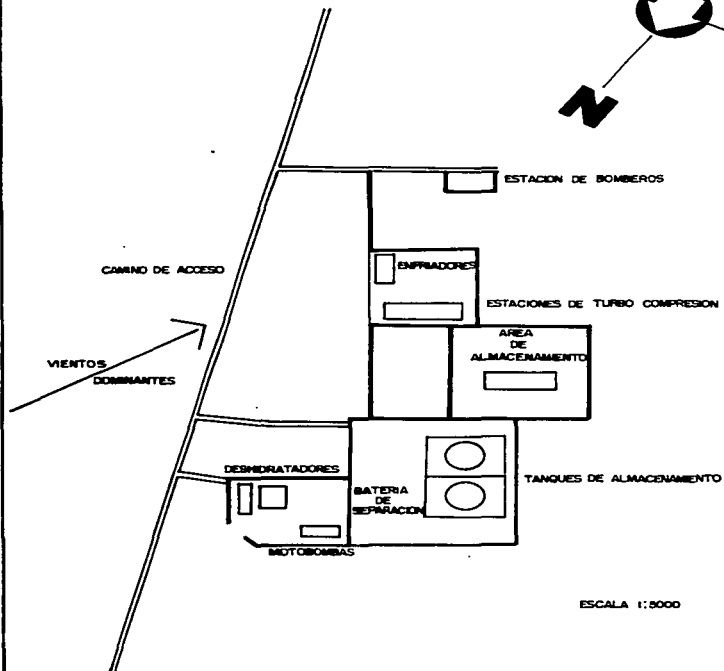
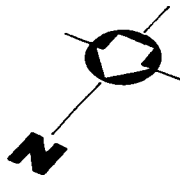
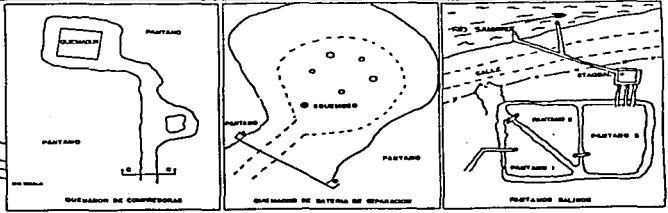
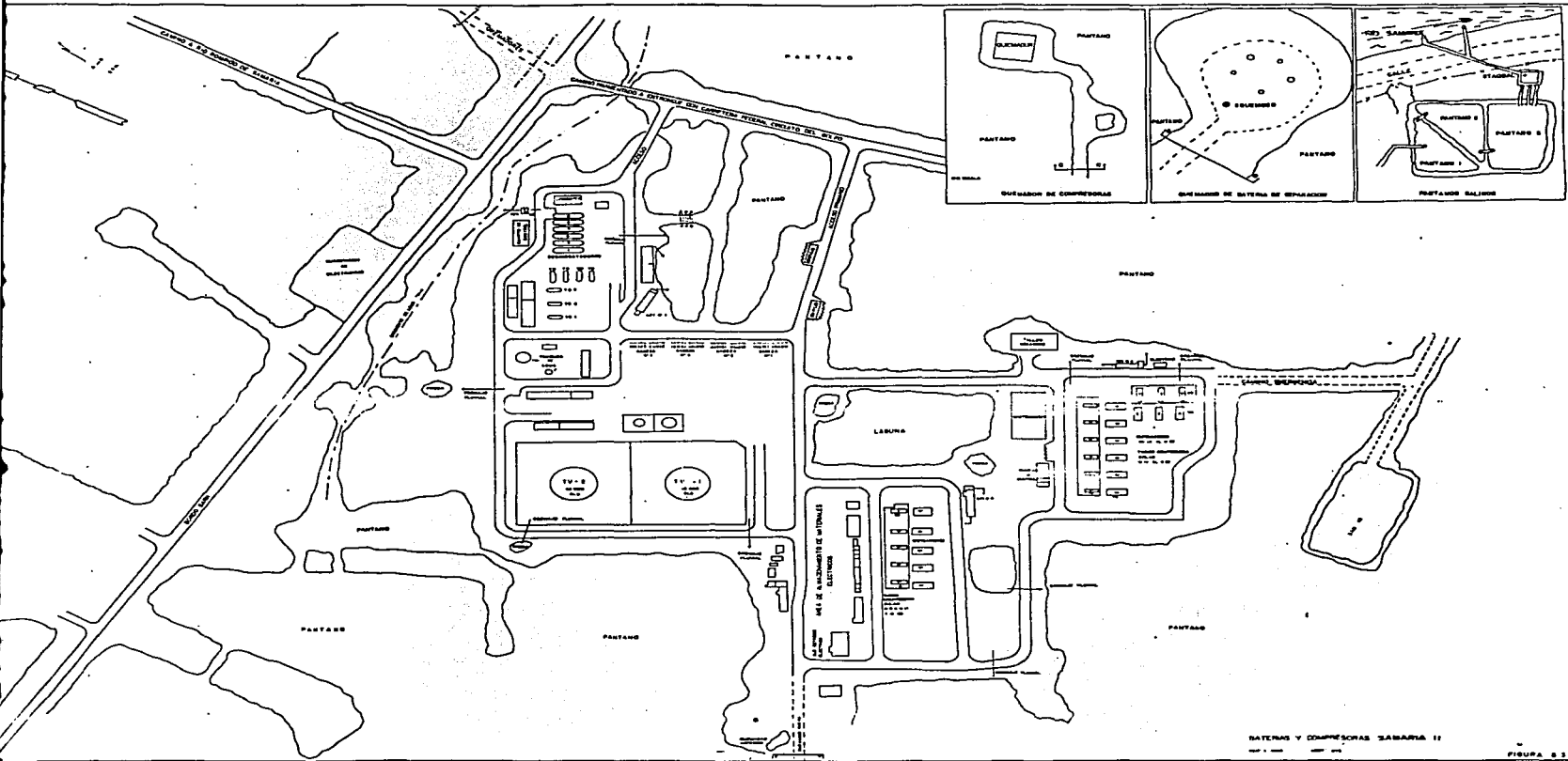


FIGURA 5.2



BATERIAS Y COMPRESORAS SAMARIA II

- d) Dirección de los vientos:
Predominantes: Sur-Sureste
Dominantes: Noreste
Reinantes: Este-Noreste y Este-Sureste.

5.2.3 INSTALACION: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

- a) Los equipos generadores de contaminantes son: tanques de almacenamiento y quemadores.
- b) Los contaminantes emitidos son vapores y olores de hidrocarburos, así como humos producto de la combustión de los desfuegos esporádicos de hidrocarburos en los quemadores.
- c) Las cantidades de contaminantes emitidos a la atmósfera son mínimas no cuantificadas.
- d) La instalación cuenta con dos quemadores tipo vela de 16 pg. de diámetro. 8.0 m. de altura y un quemador de fosa al llegar un tubo de 20 pg. de diámetro. La velocidad aproximada de los gases de salida es de 3.8 m/seg. (Ver fig. 5.4, 5.5 y Tabla 5.1, 5.2 y 5.2 BIS)

INSTALACION: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

No.	TIPO	DIMENSIONES EN PULG.	SEPARADORES		EQUIPO	BOMBEO CAPACIDAD MBPD
			CAPACIDAD MBPD	MMPCD		
SHBP	HORIZONTAL	102 X 40	90	100	MOTOBOMBAS	50
SHBP	HORIZONTAL	120 X 60	90	100	MBCH-1	50
SVBP	VERTICAL	72 X 20	11	25	MBCH-2	50
SVBP	VERTICAL	72 X 20	11	25	MBCH-4	35
SVMBP	VERTICAL	72 X 20	11	25	TR-1	35
SVTBP	VERTICAL	36 X 15	3	12	TR-2	35
SVTBP	VERTICAL	36 X 15	3	12	TR-3	3
SVMTBP	VERTICAL	36 X 15	3	12	MBC-2	3
SVTBP	VERTICAL	42 X 20	3	12	MBC-3	
SHEBP-1	HORIZONTAL	144 X 30	100	50		
SHEBP-2	HORIZONTAL	144 X 30	100	50		
TB-1	HORIZONTAL	90 X 33	50			
TB-2	HORIZONTAL	90 X 33	50			
TB-3	HORIZONTAL	90 X 33	50			
RVPBP	VERTICAL	72 X 20		50		
RVSBP	VERTICAL	72 X 20		50		
RVPBP	VERTICAL	72 X 20		50		
RVSBP	VERTICAL	72 X 20		50		
TCBP-1		72 X 20	100			
TCBP-2		72 X 20	100			
S-3F			5			

ENFRIADORES		RECUPERADORAS DE VAPOR	
EQUIPO	CAPACIDAD MMPCD	EQUIPO	CAPACIDAD MMPCD
SOLOAIRE-1	10		
SOLOAIRE-2	10		

TABLA 5.1

ANALISIS COMPOSICIONAL DEL GAS

BATERIA: SAMARIA II

MUESTRA DE GAS DEL TERCARIO P = 1 Kg/cm².

T = 28 oC

COMPONENTE		% MOL
NITROGENO		0.3543
BIOXIDO DE CARBONO		0.3774
AACIDO SULFHIDRICO		0
METANO		93.572
ETANO		3.7377
PROPANO		1.1041
ISOBUTANO		0.1263
BUTANO NORMAL		0.1251
ISOPENTANO		0.3171
PENTANO NORMAL		0.1097
HEXANO Y MAS PESADOS		0.1762
TOTAL		100
PESO MOLECULAR PROMEDIO		17.517
PRESION PSEUDOCRITICA	(PSIA)	672.93
TEMPERATURA PSEUDOCRITICA	(oR)	358.89
DENSIDAD RELATIVA	(AIRE = 1)	0.6084
ETANO LIQ. RECUPERABLE	(M3/1000 M3)	0.1264
ETANO LIQ. RECUPERABLE	(GPM)	0.9415
PROPANO Y MAS PESADOS LIQ.	(M3/1000 M3)	0.0834
PROPANO Y MAS PESADOS LIQ.	(GPM)	0.6216
PODER CALORIFICO BRUTO	(Kcal/ M3)	9580.5
PODER CALORIFICO BRUTO	(BTU/PIE3)	1074

TABLA 5.2

LABORATORIO QUIMICO DE PRODUCCION

CARACTERIZACION DE ACEITE CRUDO

INSTALACION BATERIA SAMARIAII

DISTRITO REFORMA

Propiedades físicas

Peso específico a 26/4 oC (ASTM-D-287)	0,841
Gravedad API 68/69 oF(ASTM-D-287)	35,8
Viscosidad S.S.U. a 21.1 oC (89,9 oF) (ASTM-D-88)	49,3
Viscosidad S.S.U. a 37,8 oC (100 oF) (ASTM-D-88)	42,3
Viscosidad cinemática a 37,8 oC (CST) (ASTM-D-445-53T)	2,84
Viscosidad dinámica a 37,8 oC (CP)	2,36
Temperatura de inflamación oC (ASTM-D-87)	(-5,0)
Temperatura de congelación (ASTM-D-97)	(-33,0)
Agua y sedimento por centrifugación (ASTM-D-17966-68)	0,05/TR
Agua por destilación (ASTM-D-95)	0,1
Salinidad LMB (UOP-22)	35
Presión de vapor RAID Lb/pg. (ASTM-D-92)	7,7
Asfaltenos en Heptano % en peso (VOP-48-64)	0,66
Parafina total % en peso (VOP-48-64)	0,852
Azufre total % en peso (ASTM-129)	1,334
Carbón Ramsholton % en peso (ASTM-524)	2
Carbón Conradson % en peso (ASTM-189)	3
Cenizas % en peso (ASTM-482-46)	1,4
Poder calorífico bruto BTU/Lb (astm-D-246)	19,61
Contenido de Hidrógeno % en peso	13,6
Peso molecular	250
Punto de anilina oF	171
Relación Carbón-Hidrógeno	6,5
Factor de caracterización	11,8

DESTILACIONES

DESTILADO	TEMPERATURA O _c
% VOLUMEN	HEMPPELL ENGLER

TIE	62	66
5	85	88
10	108	100
20	137	126
30	168	150
40	203	170
50	245	210
60	292	239
70	329	272
80	348	306
90	368	340
TFE	369	341
Destilado total	90	90
Residuo	9	9
Pérdida	1	1
Rendimiento de Productos		
GASOLINA		32.14 %
NAFTA		16.01 %
KEROSINA		11.94 %
GASOLEO L		9.90 %
GASOLEO P		20.01 %
TOTAL		90.00 %

Metales por (Absorción atómica)

Cobre (Cu)	1.6
Fierro (Fe)	7.0
Niquel (Ni)	2.4
Vanadio (V)	10.97
Total de Metales.	21.37

**TABLA 5.2
BIS**

BATERIA BARRERA I

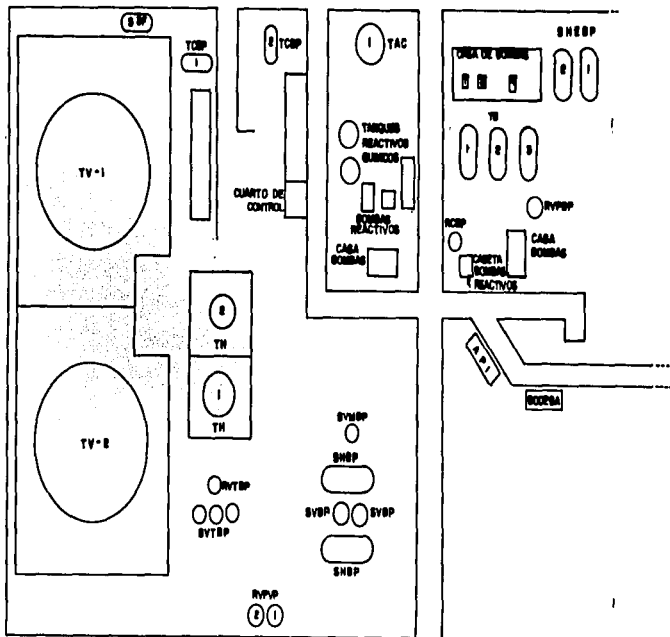


FIGURA 6.4

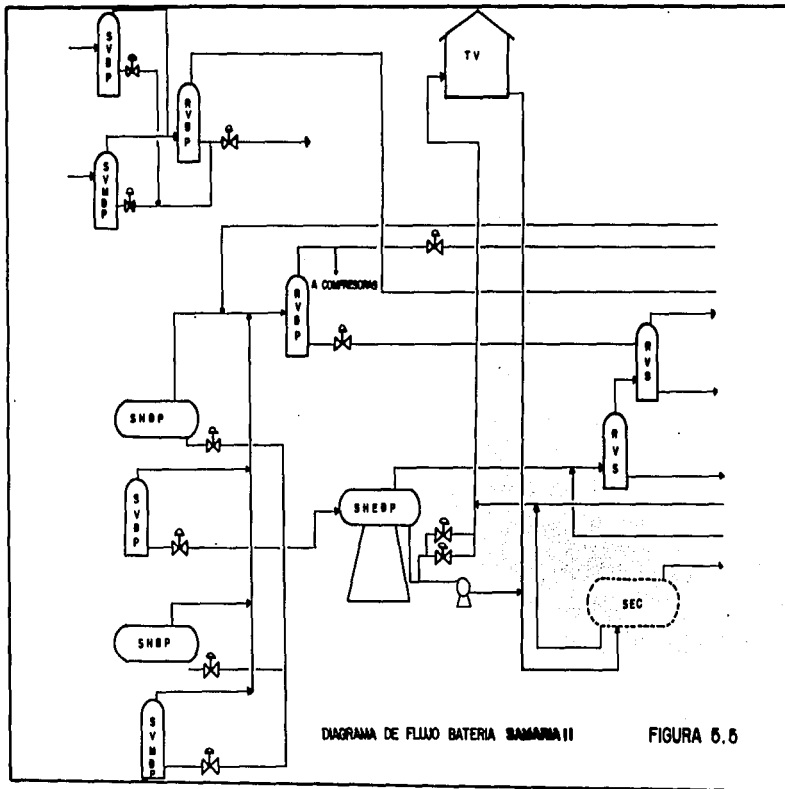


DIAGRAMA DE FLUJO BATERIA SAMANNA II

FIGURA 5.6

5.3 INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II

5.3.1 Descripción del Proceso.

El objetivo de la instalación es aumentar la presión del gas amargo proveniente de las baterías Samaria II, Samaria III, Carrizo, Iride y Cd. Pemex.

Las máquinas turbo compresoras están diseñadas para succionar el gas amargo en baja presión y descargarlo en alta presión.

De la compresión del gas amargo se obtiene la condensación de gasolinas amargas. El gas es enviado al gasoducto uniéndose a la corriente provienen de Cunduacan y así llegar al Complejo Petroquímico Cactus para su procesamiento y los condensados a batería Samaria II.

La función de una estación de compresión es elevar la presión del gas recibido de las baterías para que puedan llegar a centros de proceso.

La compresión del gas se efectua de manera gradual, generalmente en tres etapas intermedias de enfriamiento a base de serpentines con tiro de aire (soloaires), en los cuales se condensan hidrocarburos líquidos, contenidos en las corrientes de gas y se retorna a baterías. La presión final del gas es aproximadamente de 1,140 PSI, enviándose por gasoductos a las plantas de proceso. (Ver fig. 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 y Tabla 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9)

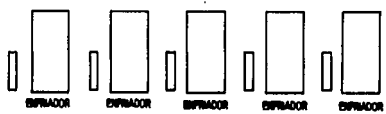
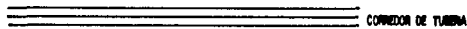
5.3.2 INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II

- a) Se presenta plano de localización de la instalación. (Ver fig. 5.1, 5.2, 5.3)
- b) La instalación se encuentra ubicada en la rancharía Comoapa 2a. Sección del Municipio de Cunduacan, al Oeste de la Ciudad de Villahermosa aproximadamente a 14 km. en una zona rural.
- c) En un radio de 2.0 km. se encuentran 21 casas habitación, ubicándose la mayoría de ellas hacia el sur de la instalación.

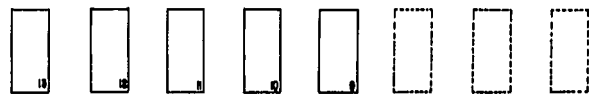
d) Dirección de los vientos:
Predominantes: Sur-Sureste
Dominantes: Noreste
Reinantes: Este-Noreste y Este-Sureste.

AREA DE COMPRESORAS

A. P. I.

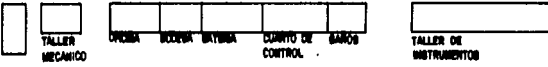


AREA DESMONTADA



SECCION DE TURBOCOMPRESORES

A
C
C
E
S
O



TALLER
MECANICO

OPERA

BOQUA

BATERIA

CUARTO DE

BAÑOS

CONTROL

TALLER DE
INSTRUMENTOS

AREA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES ELECTRICOS

FIGURA 8.6

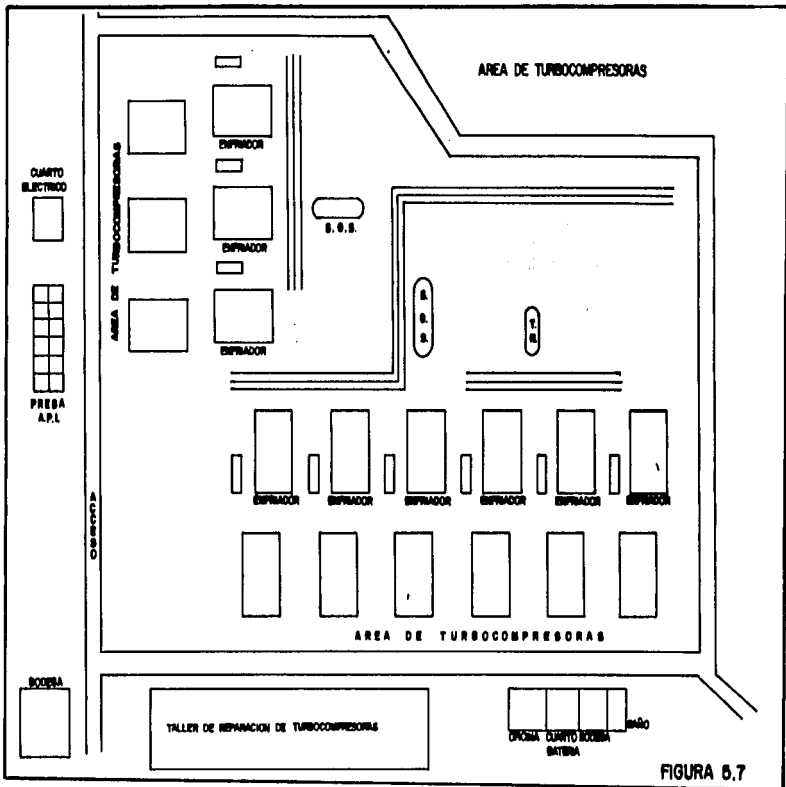


FIGURA 6.7

603

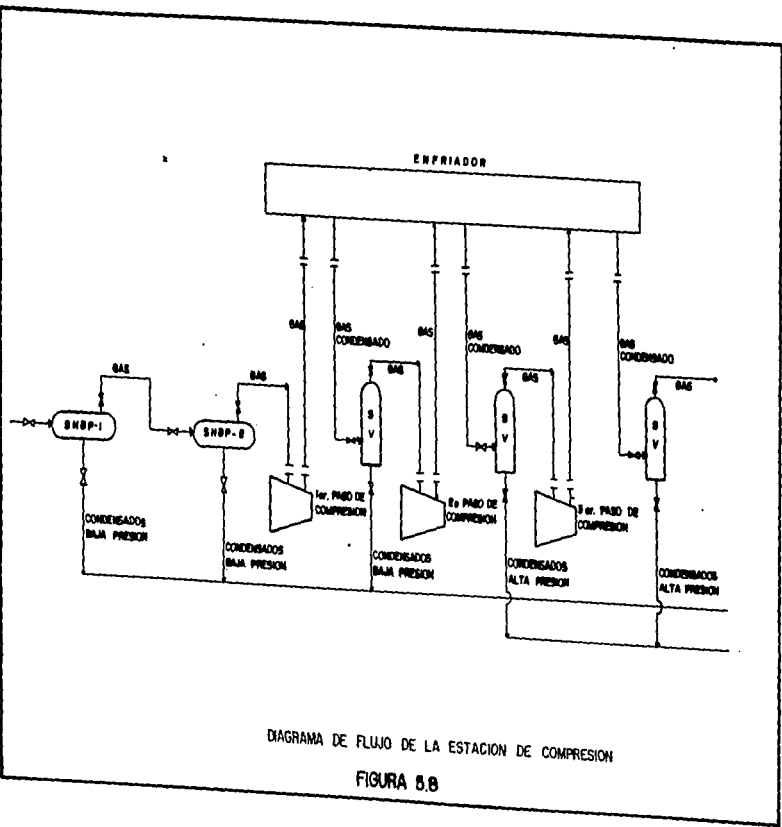


DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ESTACION DE COMPRESION

FIGURA 5.8

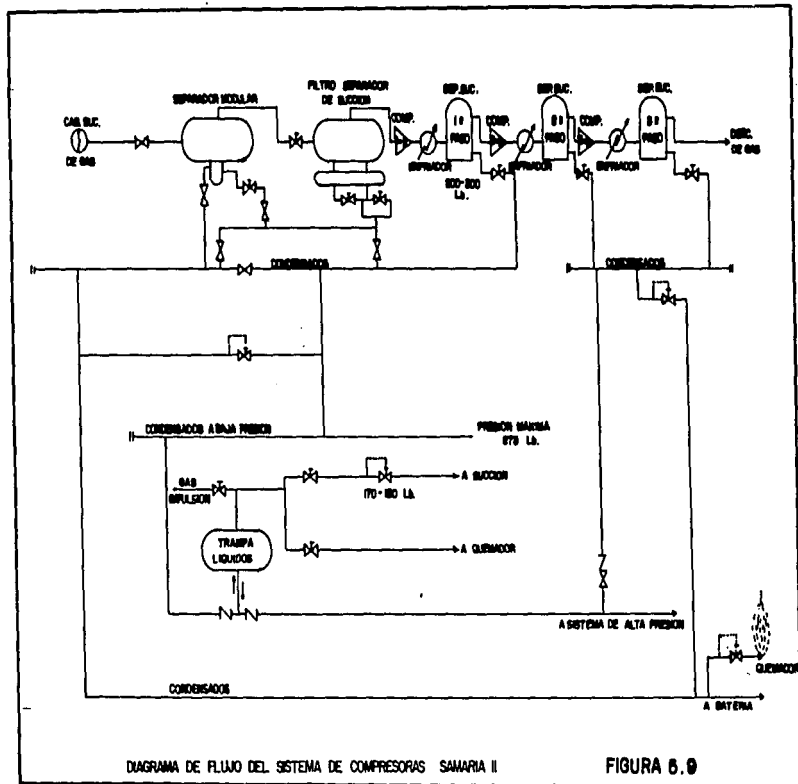


DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE COMPRESORAS SAMARIA II

FIGURA 6.9

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II

MODULO	EQUIPO	CAPACIDAD	MMPCD
	SEPARADOR GENERAL DE MODULO		10
VIII	TURBOCOMPRESOR TC-22		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO		6
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	TURBOCOMPRESOR TC-23		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO		2
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
III	SEPARADOR GENERAL DE MODULO		15
	TURBOCOMPRESOR TC-9		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO		15
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		

TABLA 5.3

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II		CAPACIDAD	MMPCD
MODULO	EQUIPO		
	SEPARADOR GENERAL DE MODULO	45	
	TURBOCOMPRESOR TC-10		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	TURBOCOMPRESOR TC-11		
IV	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	TURBOCOMPRESOR TC-12		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	SEPARADOR GENERAL DE MODULO	45	
	TURBOCOMPRESOR TC-13		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	TURBOCOMPRESOR TC-14		
V	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		
	TURBOCOMPRESOR TC-15		
	SEPARADOR HORIZONTAL DE SUCCION		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 1er. PASO	15	
	SEPARADOR VERTICAL DEL 2o. PASO		
	SEPARADOR VERTICAL DEL 3er. PASO		
	ENFRIADOR DE GAS		

TABLA 5.4

(MATERIAS PRIMAS)**INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II**

NOMBRE	CLAVE	CONSUMO MENSUAL MMPC	ESTADO FISICO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA SU USO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PERSONAL Y CONTRA INCENDIO
GAS NATURAL AMARGO	CORROSIVO EXPLOSIVO TOXICO INFLAMABLE	4,351.50	GASEOSO	NO HAY	*VALVULAS CONTROLADORAS DE PRESION *PAQUETE DE REGULACION DE PRESION *VALVULAS DE RELEVO DE PRESION *PROTECCIONES DE SEGURIDAD DE MAQUINAS	*ROPA DE ALGODON *ZAPATOS INDUSTRIALES *GUANTES DE PIEL *CASCO *EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO *EXTINTORES CONTRA INCENDIO *RED DE AGUA CONTRA INCENDIO
GAS NATURAL DULCE	EXPLOSIVO TOXICO INFLAMABLE	61	GASEOSO	NO HAY	*VALVULAS CONTROLADORAS DE PRESION *PAQUETE DE REGULACION DE PRESION *VALVULAS DE RELEVO DE PRESION *PROTECCIONES DE SEGURIDAD DE MAQUINAS	*ROPA DE ALGODON *ZAPATOS INDUSTRIALES *GUANTES DE PIEL *CASCO *EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO *EXTINTORES CONTRA INCENDIO *RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

TABLA 5.5

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II

EQUIPO	NOMBRE	TIPO	DIMENSIONES	CAPACIDAD		HORAS DE OPERACION AL DIA
				MBPD	MMPCD	
SG-5	Separador general de succión	Horizontal			45	24
EG-13	Enfriador de gas	Soloaire			15	24
TC-13	Turbocompresora	Turbina de gas			15	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			15	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			15	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			15	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			15	24
EG-14	Enfriador de gas	Soloaire			15	24
TC-14	Turbocompresora	Turbina de gas			15	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			15	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			15	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			15	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			15	24
EG-15	Enfriador de gas	Soloaire			15	24
TC-15	Turbocompresora	Turbina de gas			15	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			15	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			15	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			15	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			15	24

TABLA 5.6

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II

EQUIPO	NOMBRE	TIPO	DIMENSIONES	CAPACIDAD		HORAS DE OPERACION AL DIA
				MBPD	MMPCD	
SG-8	Separador general de succión	Horizontal			10	24
EG-22	Enfriador de gas	Soloaire			6	24
TC-22	Turbocompresora	Turbina de gas			6	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			6	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			6	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			6	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			6	24
EG-23	Enfriador de gas	Soloaire			2	24
TC-23	Turbocompresora	Turbina de gas			2	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			2	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			2	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			2	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			2	24
SG-3	Separador general de succión	Horizontal			15	24
EG-9	Enfriador de gas	Soloaire			15	24
TC-9	Turbocompresora	Turbina de gas			15	24
SHG	Separador de succión	Horizontal			15	24
SV-1	Separador 1er. paso	Vertical			15	24
SV-2	Separador 2o. paso	Vertical			15	24
SV-3	Separador 3er. paso	Vertical			15	24

TABLA 5.7

(PRODUCTOS)

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II

NOMBRE	CLAVE	CONSUMO MENSUAL MMPC	ESTADO FISICO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA SU USO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PERSONAL Y CONTRAINCENDIO
GAS NATURAL AMARGO	CORROSIVO EXPLOSIVO TOXICO INFLAMABLE	4.351.50	GASEOSO	NO HAY	*VALVULAS CONTROLADORAS DE PRESION *PAQUETE DE REGULACION DE PRESION *VALVULAS DE RELEVO DE PRESION *PROTECCIONES DE SEGURIDAD DE MAQUINAS	*ROPA DE ALGODON *ZAPATOS INDUSTRIALES *GUANTES DE PIEL *CASCO *EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO *EXTINTORES CONTRA INCENDIO *RED DE AGUA CONTRA INCENDIO
GAS NATURAL DULCE	EXPLOSIVO TOXICO INFLAMABLE	6.1	GASEOSO	NO HAY	*VALVULAS CONTROLADORAS DE PRESION *PAQUETE DE REGULACION DE PRESION *VALVULAS DE RELEVO DE PRESION *PROTECCIONES DE SEGURIDAD DE MAQUINAS	*ROPA DE ALGODON *ZAPATOS INDUSTRIALES *GUANTES DE PIEL *CASCO *EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO *EXTINTORES CONTRA INCENDIO *RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

TABLA 5.8

INSTALACION: ESTACION DE COMPRESORAS SAMARIA II

COMBUSTIBLE	CONSUMO MENSUAL EN MMPC	EQUIPO QUE LO CONSUME
GAS NATURAL AMARGO	1.01	PILOTOS DE QUEMADOR DE VELA Y FOSA
GAS NATURAL DULCE	549	TURBINAS DE MAQUINAS COMPRESORAS

TABLA 5.9

5.4 INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA DE CRUDO SAMARIA II

5.4.1 Descripción del Proceso.

La planta deshidratadora de crudo Samaria II, recibe el aceite crudo con 10% aproximadamente de agua salada a una presión de 7 Kg/cm² y 35 °C.

El aceite proveniente de los separadores elevados, es succionado por las bombas de trasiego y enviado a los 6 tratadores electrostáticos en donde se le elimina el agua y el aceite deshidratado es enviado a los tanques de balance de donde es succionado por las motobombas y enviado a Nuevo Teapa.

El agua residual obtenida del proceso de deshidratación pasa a un tanque desnatador tipo API, el cual descarga a un carcamo que cuenta con dos bombas verticales, las cuales envían esta agua hacia tres filtros. Una vez tratada el agua, se inyecta a los yacimientos de los pozos Samaria de recuperación secundaria. (Ver fig. 5.10, y 5.11 y Tabla 5.10, 5.11, 5.12)

5.4.2 INSTALACION: DESHIDRATADORA SAMARIA II

- a) Se presenta plano de localización de la instalación. (Ver fig. 5.1, 5.2, 5.3)
- b) La instalación se encuentra ubicada en la rancharía Comoapa 2a. Sección del Municipio de Cunduacan, al Oeste de la Ciudad de Villahermosa aproximadamente a 14 km. en una zona rural.
- c) En un radio de 2.0 km. se encuentran 21 casas habitación, ubicándose la mayoría de ellas hacia el sur de la instalación.
- d) Dirección de los vientos:
Predominantes: Sur-Sureste
Dominantes: Noreste
Reinantes: Este-Noreste y Este-Sureste.

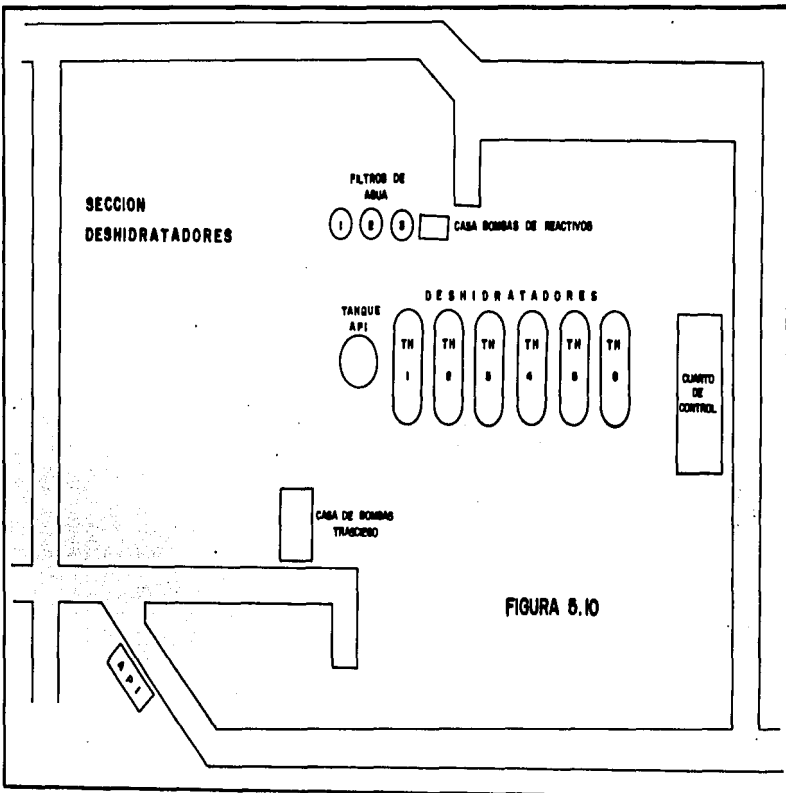


FIGURA 5.10

DESHIDRATADORA SAMARIA II

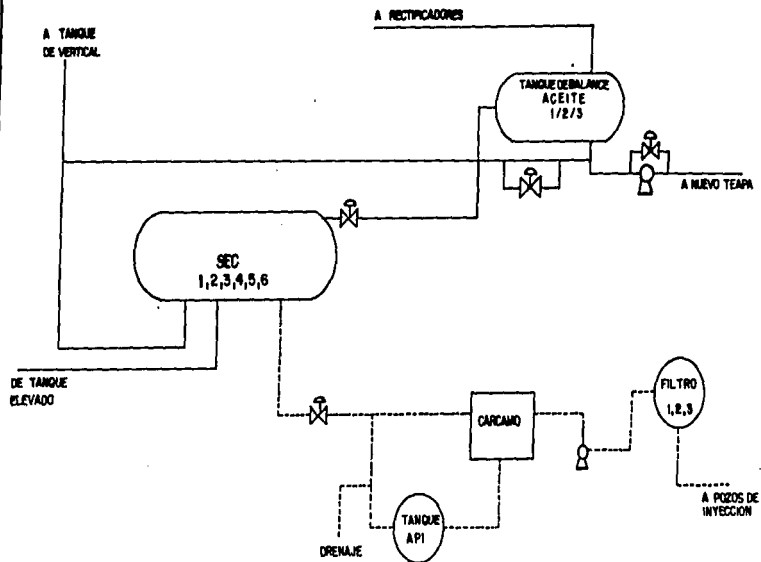


FIGURA 5.11

**INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA
SAMARIA II**

EQUIPO	NOMBRE	TIPO	DIMENSIONES pulg.	CAPACIDAD		HORAS DE OPERACION AL DIA
				MBPD	MMPCD	
DH-1	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
DH-2	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
DH-3	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
DH-4	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
DH-5	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
DH-6	Deshidratador	Horizontal	154 x 76	40		24
F-1	Filtro de agua	Vertical		20		24
F-2	Filtro de agua	Vertical		20		24
F-3	Filtro de agua	Vertical		20		24
MBAS-1	Motobomba de agua salada	Centrifuga		20		24
MBAS-2	Motobomba de agua salada	Centrifuga		20		
MBTR-1	Motobomba de trasiego	Centrifuga		100		
MBTR-2	Motobomba de trasiego	Centrifuga		100		
MBTR-3	Motobomba de trasiego	Centrifuga		100		
MBTR-4	Motobomba de trasiego	Centrifuga		100		
MBTR-5	Motobomba de trasiego	Centrifuga		100		
T API	Tanque API	Vertical		500 Bis.		

TABLA 5.10

(MATERIAS PRIMAS)

INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA SAMARIA II

NOMBRE	CLAVE	CONSUMO MENSUAL MMPC	ESTADO FISICO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PARA SU USO	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PERSONAL Y CONTRAINCENDIO
ACEITE CRUDO	CORROSIVO TOXICO	5,185,000.00 Bis.	LIQUIDO	NO HAY	*VALVULAS CONTROLADORAS	*ROPA DE ALGODON *ZAPATOS INDUSTRIALES
DE 40 API	INFLAMABLE				DE NIVEL *PAQUETE DE REGULACION DE PRESION *VALVULAS DE RELEVO DE PRESION	*GUANTES DE PIEL *CASCO *EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION DE AIRE COMPRIMIDO *EXTINTORES CONTRA INCENDIO *RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

TABLA 5. 11

INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA SAMARIA II

No.	TIPO	DIMENSIONES EN PULG.	SEPARADORES CAPACIDAD		EQUIPO	BOMBEO CAPACIDAD MBPD
			MBPD	MMPCD		
DH - 1	HORIZONTAL	154 X 76	40		BOMBA DE AGUA	20
DH - 2	HORIZONTAL	154 X 76	40		BOMBA DE AGUA	20
DH - 3	HORIZONTAL	154 X 76	40		MOTOBOMBA-1	100
DH - 4	HORIZONTAL	154 X 76	40		MOTOBOMBA-2	100
DH - 5	HORIZONTAL	154 X 76	40		MOTOBOMBA-3	100
DH - 6	HORIZONTAL	154 X 76	40		MOTOBOMBA-4	100
	FILTRO DE AGUA		20		MOTOBOMBA-5	100
	FILTRO DE AGUA		20			
	FILTRO DE AGUA		20			

ENFRIADORES
EQUIPO CAPACIDAD MMPCD

RECUPERADORAS DE VAPOR
EQUIPO CAPACIDAD
MMPCD

TABLA 5.12

5.4.3 INSTALACION: PLANTA DESHIDRATADORA SAMARIA II.

- a) El contaminante emitido es agua salada residual
- b) La instalación cuenta con un sistema para reinyectar estas aguas saladas residuales a los yacimientos de recuperación secundaria.

Solo en situaciones de emergencia. Esta agua es enviada al sistema de separación de presas de terracería. Las cuales descargan al río Samaria.

- c) La instalación no cuenta con quemadores.

5.4.4 Antecedentes.

Debido al desarrollo acelerado de la explotación petrolera a los finales de la década de los 70's y durante los 80's, en la entonces zona sureste, actualmente region sur, el mantenimiento integral a algunas instalaciones fue muy limitado, tal es el caso de la planta deshidratadora de SAMARIA II, que desde el inicio de su operación a principios de 1979 a la fecha, despues de aproximadamente 15 años de estar operando, no se ha efectuado un paro general en la misma para efectuar un mantenimiento que permita corregir todas las anomalías existentes en la planta y en los servicios auxiliares que operan conjuntamente con ella.

5.4.5 Descripción del Sistema.

Las seis vasijas electrostáticas que se tienen instaladas en la planta fueron diseñadas originalmente para mantener un volumen de aceite de 60,000 Bls/día cada una con porcentajes de agua congénita de 2 a 3 % y temperatura de operación de 55 a 60 °C., a este aceite se le tenía que adicionar agua de lavado para desalar el crudo. Teniendo el volumen total de agua un porcentaje de 5 a 7 % del volumen de la carga a las vasijas con lo que se tenía una operación óptima de la misma.

La planta deshidratadora actualmente recibe un volumen que varía de 160,000 a 200,000 Bls/día de crudo hidratado, producido en diferentes baterías de separación que son:

AGAVE

SAMARIA II

SITIO GRANDE

SAMARIA III

CACTUS II

CARRIZO

CUNDUACAN

IRIDE

Debido a la explotación de los yacimientos, el porcentaje de agua en la actualidad llega a 15 % en algunas baterías, por lo que este alto porcentaje de agua en conjunto con la baja temperatura de la mezcla agua-aceite (26 °C - 34 °C) ha agudizado la problemática en la operación de las vasijas en donde se ha visto una baja considerable en su eficiencia ya que actualmente se manejan volúmenes de 35,000 a 40,000 Bls./día y muchas veces sin poder obtener el crudo deshidratado dentro de las especificaciones requeridas.

5.4. 6 Justificación de los Trabajos en la Planta Deshidratadora.

Debido a las limitaciones de mantenimiento que se han tenido en la planta y los volúmenes de agua salada, que se manejan en la misma, en la actualidad, se tienen serios problemas de corrosión en los sistemas de tuberías y en las vasijas electrostáticas, tal es la situación que hubo necesidad ya de cambiar las vasijas No. 3 y 4 debido a la corrosión severa que presentaban en la parte inferior del recipiente y de la misma forma se hace necesario el cambio de las vasijas No. 1 y 2 que presentan daños también en la parte inferior, asimismo sustituir el sistema de tuberías de la planta en donde se tienen colocadas abrazaderas como reparaciones provisionales en tanto se cambian las líneas

Por lo anterior y con el objeto de efectuar los trabajos, se hace imperiosa la necesidad de hacer un paro total de la instalación y corregir las anomalías que se tienen en la planta, a la vez que se construyen los arreglos de tuberías para posteriormente integrar el sistema de calentamiento de aceite crudo, que es imprescindible de efectuar en una instalación de este tipo, ya que de no integrar un sistema de calentamiento en corto plazo, se tendrán serios problemas para poder entregar el aceite deshidratado, dentro de las especificaciones requeridas

5.5 ESTUDIO HAZOP BATERÍA DE SEPARACION SAMARIA II

5.5.1 Nota Aclaratoria.

Se debe aclarar que para todo estudio relacionado a un análisis de riesgo, toda la información que se pueda recopilar en referencia a la planta en cuestión, deberá ser integrada de manera precisa, tales como planos, modificaciones, estado actual, datos técnicos así como presiones, temperatura, gastos, etc..

Toda esta información será clave para el buen desempeño de este estudio, de otro manera el trabajo será tiempo perdido, en tal caso se procederá a realizar la recopilación de toda la información de manera personal, con ayuda de gente especializada en las diferentes áreas en cuestión para evitar errores en la toma de datos. (Ver fig. 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16)

5.5.2 ESTUDIO HAZOP

Desarrollo práctico del trabajo

1. Las sesiones de trabajo deben estar muy estructuradas y controladas por el líder que debe seguir el plan desarrollado.
 - a. Seleccionar el primer elemento del sistema, generalmente un recipiente o equipo numerado en el diagrama.
 - b. Se obtiene una explicación del propósito y funcionamiento.
 - c. Se analiza la primera línea, conexión y accesorios, usando las:
 - d. Palabras clave
2. El líder debe asegurarse de que todos han entendido perfectamente los riesgos detectados.
3. La forma de hacerlo fluctúa entre dos posiciones extremas:
 - a. Se encuentra una solución para cada riesgo a medida que se encuentran, antes de pasar a examinar otro elemento.
 - b. No se investiga ninguna solución hasta que se hayan analizado todos los elementos y encontrado todos los riesgos. (Ver Tablas de la 5.13 a la 5.36 y las figs. 5.17, 5.18, 5.19, 5.20 y 5.21)

BATERIA DE SEPARACION SAMANIA II

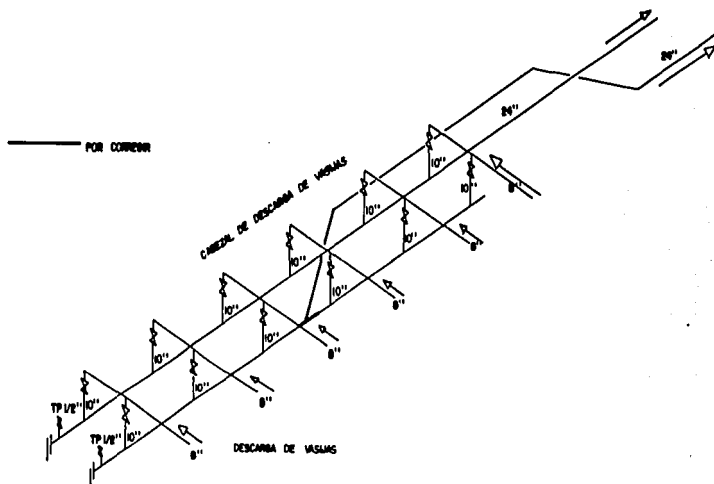
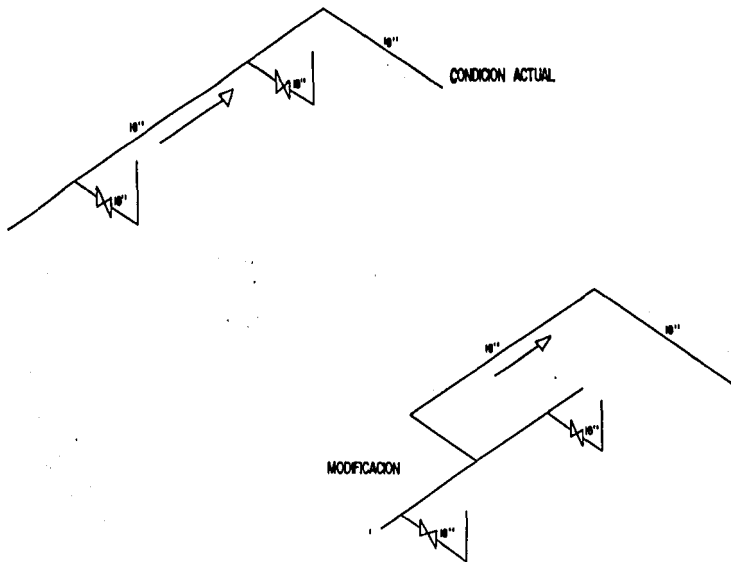


FIGURA 5.13

MODIFICACION A CABEZAL DE 24''
DESCARGA DE VASIJAS
ELECTROSTATICAS

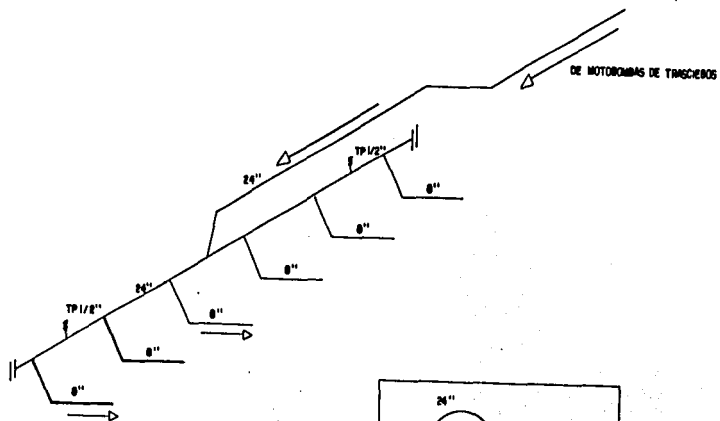
BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II



MODIFICACION DESCARGA DE GAS
EN TANQUES ELEVADOS

FIGURA 6.14

BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II



— POR MODIFICAR

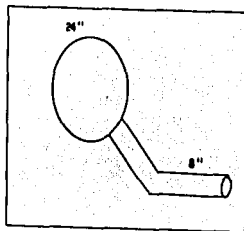


FIGURA 6.15

MODIFICACION CABEZAL DE 24" DE CARGA A VASIJAS ELECTROSTATICAS

BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

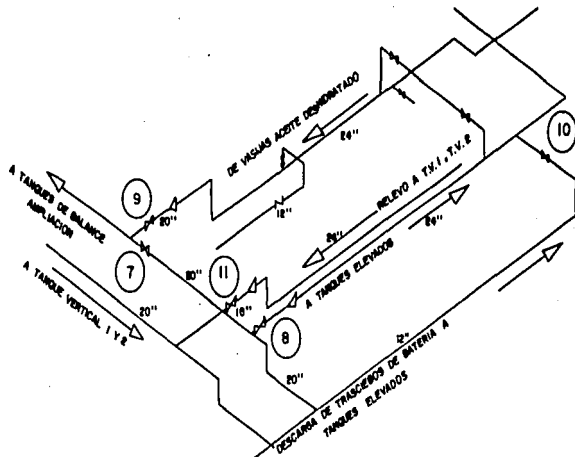
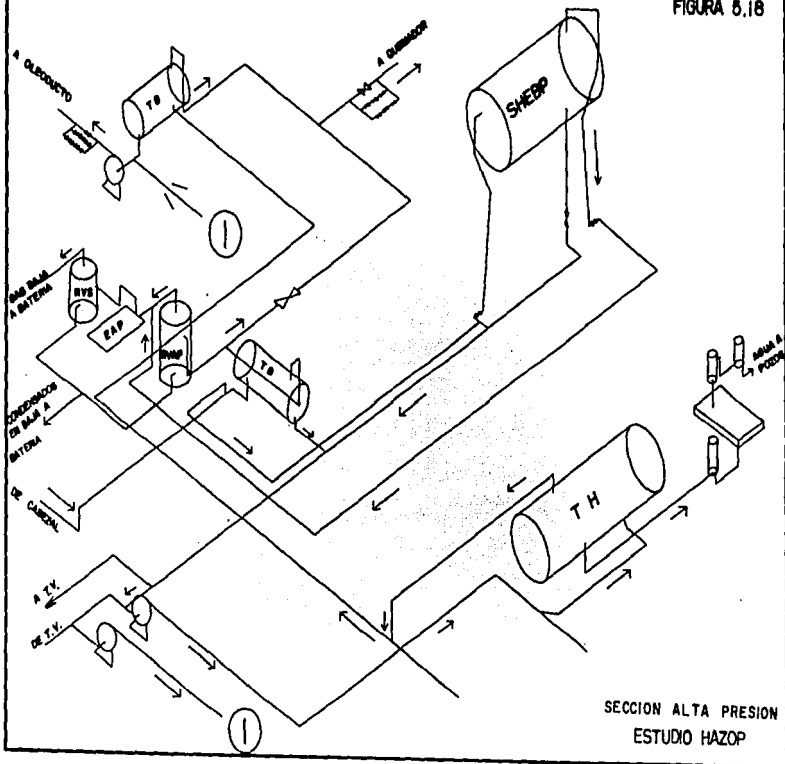


FIGURA 5.16

MOVIMIENTO DE VALVULAS EN
CABEZALES DE AREA DESHIDRATADORA

BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

FIGURA 5.18



BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

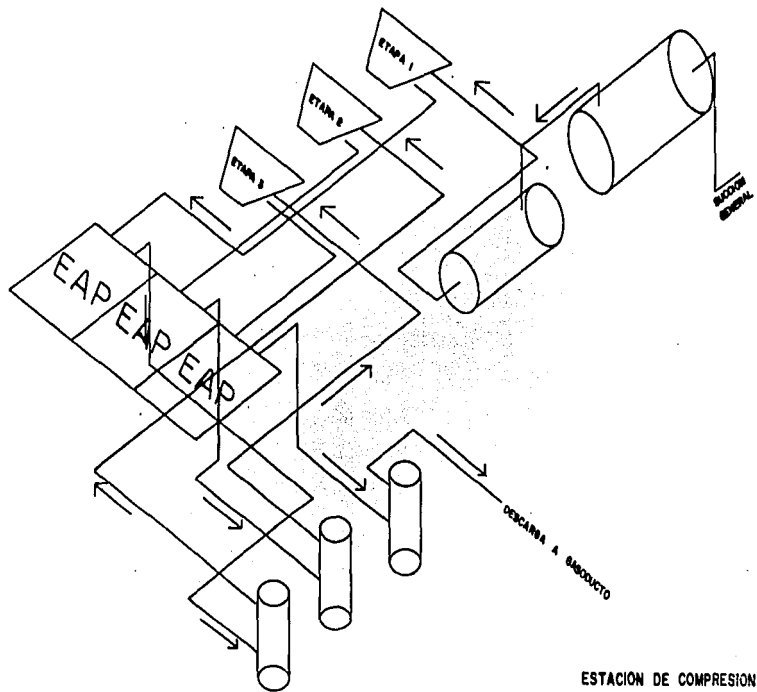
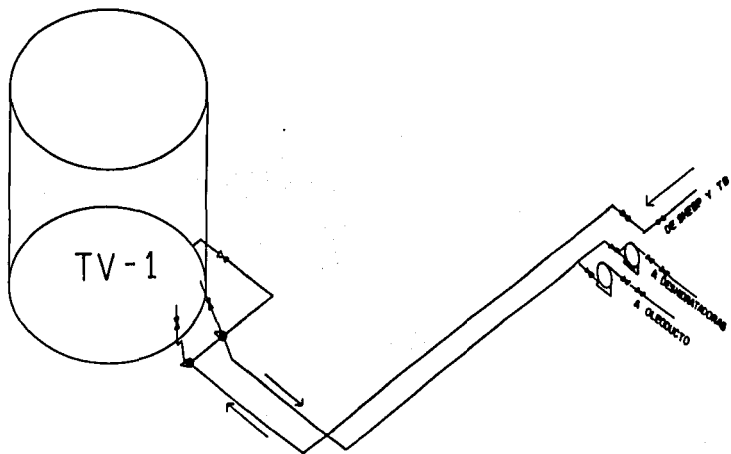


FIGURA 5.10

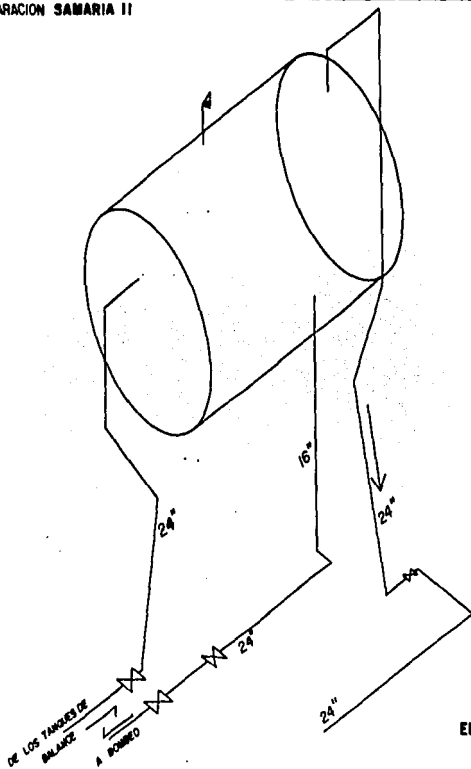
ESTACION DE COMPRESION
ESTUDIO HAZOP

BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II



SECCION DE ALMACENAMIENTO
DE CRUDO
ESTUDIO HAZOP

FIGURA 5.20



SEPARADOR HORIZONTAL
ELEVADO DE BAJA PRESION
ESTUDIO HAZOP

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II LINEA: CABEZAL MEZOZOICO EQUIPO: CABEZAL-SVMBP-TM-2

PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	No aportación de pozos Flujo alineado a SVBP	SVMBP Fuera de operación	Estimulación de pozos
MAS	Flujo	Aportación alta a varios pozos alineados a medición.	Aumento del nivel del líquido en el SVMBP Disminución en el tiempo de residencia en el SVMBP Mala operación de separación de crudo	Verificar el funcionamiento automático del controlador de nivel No realizar medición de varios pozos a la vez
MAS	Flujo	Presencia de baches en la corriente de crudo	Represionamiento de equipo SVMBP Presencia de crudo no estabilizado en tanques de medición Posible ruptura de cortina techp-pared del TM-2 y inflamables con escape de vapores y posibilidad de incendiarse	Enviar exceso de gas a la línea de entrada del RVBP Evitar utilizar el equipo de medición cuando se presente exceso de presión y enviar mejor a proceso de separación de baja presión y relevar exceso de presión por línea a SVBP de pozos terciarios

TABLA 5.13

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II **LINEA:** CABEZAL MEZOZOICO **EQUIPO:** CABEZAL-SVBP-1

PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	No aportación de pozos Cabezal alineado a sección de medición	Equipo SVBP-1 fuera de operación	Estimulación de pozos
MAS	Flujo	Aumento en la aportación de los pozos SVBP-2 fuera de operación	Nivel alto en el SVBP-1 Reducción en el tiempo de residencia del crudo Mala operación de separación Aumento de nivel en SVBP	Alinear en paralelo equipo SVBP-2 Verificar funcionamiento del sistema de regulación automático del nivel del SVBP-1 Desviar exceso de flujo a los equipos SHBP-1/2
MAS	Presión	Presencia de baches en cabezal	Represionamiento de los equipos SVBP y SHBP-1/2 Mala operación de separación Posible apertura de válvulas de seguridad en esos equipos	Verificar calibración de válvulas de seguridad en los equipos Verificar funcionamiento óptimo del regulador automático de salida de gas. Enviar exceso de presión por línea de gas de baja a compresoras por el equipo SVBP-2

TABLA 5.14

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: SECC. B.P.A. SECC AP		EQUIPO: SEPARADORES HORIZONTALES Y VERTICALES A SECC. DE BOMBEO A BATERIA ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Nivel bajo de líquido separadores de baja presión	Presencia de "baches" de gas hacia bombeo Daños en partes internas de bombas por falta de fluido líquido	Revisión del sistema de control automático de nivel de los separadores
MAS	Flujo	Alto nivel de separadores de baja presión	Insuficiencia en equipo de bombeo Alimentación de crudo no estabilizado a sección de bombeo	Verificar en funcionamiento del sistema de control de nivel en los separadores
MAS	Presión	Mala operación de separación en sección de separadores de baja presión	Daños en sistema de bombeo Posible apertura de válvulas de seguridad en equipos separadores en sección de alta presión	Verificar la operación de separación en los separadores de baja presión

TABLA 5.15

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: GBA COMPRESION		EQUIPO: SEPARADORES DE BAJA A COMPRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Crudo "Pobre" en compuestos volátiles Separadores fuera de operación	Falta de carga de gas a compresores	Verificar funcionamiento de separadores Verificar posición de válvulas de alineación en equipo SVBP
MAS	Flujo	Presencia de baches de gas en corriente de crudo de alimentación a separadores	Aumento de presión en la línea	Verificar control automático de salida de vapores de los separadores de baja presión
ADEMAS DE	Composición	Presencia de exceso de aceite en la corriente de gas Deficiente operación en los separadores de baja presión Operación inadecuada del tanque de balance TBC-1 Presencia de agua por mala operación en SVBP	Mal funcionamiento de los compresores Daño posible en turbocompresoras	Verificar correcto funcionamiento de los eliminadores de niebla en los separadores de baja presión Purgar la línea de gas para la extracción de los líquidos presentes Verificar el funcionamiento del separador de tres fases y del SVBP

TABLA 5.16

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

EQUIPO: CABEZAL-SVMBP-TM-1

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II LINEA: CABEZAL TERCARIO

PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	No aportación de pozos Línea o equipos desalineados	Sistema de medición fuera de servicio No se puede cuantificar cantidad de hidrocarburo de pozo	Estimulación secundaria de pozos Procurar mantener alineados los pozos a medición, mientras no se realicen operaciones de mantenimiento
MAS	Flujo	Demasiados pozos alineados al mismo tiempo	Se tiene el equipo trabajando a la máxima capacidad, por la que se esta sometiendo a esfuerzos grandes	Alinear solo el número de pozos que se pueda manejar adecuadamente
MAS	Presión	Baches de gas presentes en la línea	Represionamiento de la línea y equipos Posible falla de la costura en el TM-1 del techo y pared propiciando formación de nube inflamable de los vapores provenientes del TM-1	Aliviar el exceso de presión por la línea que va del SVMBP al RVBP

TABLA 5.17

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: SH3F - TBC-1		EQUIPO: SEPARADOR HORIZONTAL DE TRES FASES
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	No se esta recibiendo condensado de Cunduacan y Dos Bocas	No se tiene inventario en TBC-1 y por tanto no habrá producción de gasolina amarga	
MAS	Flujo	Se recibe un exceso de condensado de Cunduacan y Dos Bocas	El equipo trabaja en condiciones máximas de operación	Controlar el nivel en SH3F
MAS	Presión	Se recibe una mezcla con exceso de volátiles	Sobrepresionamiento de la Falla mecánica de la línea y equipo Posible alivio de la válvula de seguridad Formación de nube inflamable	Revisión periódica del sistema de relevo Desviar exceso de volátiles al quemador Inspección ultrasónica de tubería y tanque Evitar la presencia de posibles fuentes de ignición
ADEMÁS DE	Composición	Se recibe una corriente con exceso de agua	El TBC-1 recibe agua en lugar de gasolina	Drenar el contenido del tanque hacia la planta deshidratadora

TABLA 5.18

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II			LINEA: CABEZAL-TB	EQUIPO: SECCION DE ALTA PRESION
PALABRA GUIA (VARIABLE)	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Seccion de baja presión fuera de servicio por reparación o mantenimiento	No hay producción de hidrocarburos	Llevar a cabo programas de mantenimiento en forma periódica escalonada y por equipos Estimular yacimiento del terciario o iniciar proceso de recuperación secundaria
MAS	Flujo	Aportación de fluido del mezozoico y terciario por una misma línea	Aumento de la velocidad de desgaste del interior del pozo Incremento por caída de presión en cambios de la trayectoria del líquido Incremento de la altura del nivel del líquido en TB. Presencia de flujo turbulento en el interior del TB.	Realizar inspección ultrasónica de la tubería periódicamente Llevar bitácora de calibración ultrasónica en los codos de la tubería principalmente Verificar el funcionamiento de la válvula de control de nivel de líquido Evitar la formación de espuma en el interior del TB
MAS	Flujo	Incremento de aportación de hidrocarburo en el cabezal Aumento de la altura del nivel del líquido en TB	El TB trabaja a sus máximas condiciones de operación Separación inadecuada de la corriente de gas/aceite/agua Formación de espuma por flujo turbulento de la mezcla en el TB Incremento de la velocidad de desgaste en la línea a SHEBP	Verificar funcionamiento de válvulas y mecanismos internos del TB Controlar nivel de líquido por medio de la válvula de nivel y el flotador Inyectar inhibidor antiespumante según la capacidad del manejo del líquido del TB Verificar espesor por calibración ultrasónica en tuberías

TABLA 5.19

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA:	BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: TB - TV 1/2	EQUIPO: SECCIÓN DE ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
MAS	Flujo	Incremento de las condiciones de operación en TB	Posible presionamiento de la línea Aumento de la velocidad de desgaste en el interior de la línea	Revisar juntas y bridas existentes sobre la línea Realizar inspección ultrasónica en la línea de TB-TV 1/2
ADEMAS DE	Composicion	Baches de gas en la corriente de líquido	Estabilización inadecuada del aceite Gran evaporación de H2S en el TV	Controlar tiempo de residencia según la capacidad y dimensiones del TV Revisar las condiciones de las válvulas de desfogue en TV
NO	Flujo	SHEBP fuera de operación Válvula de entrada al SHEBP obstruida	No hay separación de la mezcla gas/aceite Represionamiento de la línea Existencia de ligeras fallas en juntas o bridas	Separar hidrocarburo por la sección de baja presión Aliviar válvulas lo más rápidamente posible Checar las conexiones entre líneas o tuberías
MAS	Flujo	Incremento de producción de la mezcla	Aumento de la altura de nivel de líquido en el SHEBP Aumento de la cantidad de gas en el interior del separador Separación inadecuada de la mezcla	Controlar nivel de líquido por medio de la válvula de control de nivel Conciderar las condiciones de presión a las que está calibrada la válvula de seguridad de SHEBP Verificar tiempo de residencia del aceite en el SHEBP según

TABLA 5.20

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II **LINEA:** RVAP - QUEMADOR **EQUIPO:** ALTA PRESION

PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	RVAP fuera de operación Flujo del SHEBP pasa directamente a enfriador de alta presión	No existe flujo de gas hacia el quemador Se presenta un enfriamiento de gas con partículas de líquido	Poner en servicio el RVAP para un adecuado rectificado de la mezcla Enviar flujo a RVAP y posteriormente al SHEBP
MAS	Flujo	RVAP operando con exceso de flujo de gas	Posible apertura de la válvula de seguridad Exceso de gas hacia el quemador, visible aumento de humo en el mismo	Considerar la presión de calibración en las válvulas de seguridad Controlar el flujo de la corriente de gas en la línea del quemador Mantener al quemador fuera del alcance de arbustos, plantas o árboles que pudieran arder al contacto con la flama del mismo

TABLA 5.21

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: RVAP - EAP - RVS		EQUIPO: SECCION DE ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Rectificador vertical de alta presión fuera de operación	No hay rectificador de hidrocarburo La corriente de gas lleva gran cantidad de líquido	Enviar flujo a sección de .rectificador secundario Enviar flujo a sección de rectificación
MAS	Flujo	Rectificador vertical de alta presión operando a su máxima capacidad	Sobre-presión en el interior del RVAP Posible apertura de las válvulas de seguridad en el RVAP Exceso de gas en el RVAP	Verificar operaciones máximas de diseño del RVAP Revisar la presión de calibración de las válvulas de seguridad del RVAP Enviar gas de exceso a quemador
ADEMAS DE	Composición	Baches de gas/aceite Gran relación gas/aceite	La mezcla de EAP conteniendo alta relación gas - aceite Posible enfriamiento inadecuado en EAP Inadecuada operación del rectificador Aumento del nivel de líquido en el interior del RVAP	Verificar las condiciones de operación del RVAP Revisar condiciones de operación del EAP Controlar nivel de líquido por la válvula de nivel de control del líquido Enviar exceso de líquido a batería de baja presión

TABLA 5.22

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II				LINEA: EAP - RVS	EQUIPO: SECCION ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES	
NO	Flujo	Enfriador de alta presión fuera de servicio Posible apertura de la válvula a la salida del EAP	No existe condensación de la corriente de gas Represionamiento del EAP y posible falla del equipo	Poner en operación el EAP lo más rapido posible Colocar válvula apropiada o cambiarla inmediatamente	
MAS	Flujo	Aumento de la capacidad de operación del EAP	Aumento de la altura de nivel de líquido en RVS Incremento en la capacidad de gas en el interior de RVS Posible apertura de la válvula de seguridad Exceso de gas en el interior de RVAP	Controlar altura de nivel de equipo por medio de válvulas de control de nivel Enviar flujo de aceite a batería de baja presión Revisar condiciones de diseño de operación del RVS Revisar presión de calibración de la válvula de seguridad Enviar flujo de gas a baterías de baja presión	

TABLA 5.23

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: BOMBAS - TH		EQUIPO: SECCION ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Bomba fuera de servicio TV fuera de servicio	Aumento de nivel de liquido en TV Sistema de bombeo y deshidratadora fuera de operación	Poner bomba a funcionar o cambiar bomba lo más pronto posible Verificar sistema de llenado de TV o válvulas del mismo
MAS	Flujo	Gran altura de nivel de liquido en TV	Sistema de bombeo a su máxima capacidad Mayor aportación de hidrocarburos	Verificar condiciones de operación de bombas y conexiones adjuntas Considerar la capacidad del TH para la recepción de crudo

TABLA 5.24

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: TH - SV		EQUIPO: SECCION ALTA PRESION	
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES	
MAS	Flujo	Altura de nivel de líquido en TH mas de lo normal	La corriente de agua arrastra gran cantidad de aceite	Controlar nivel de altura de líquido	
			Separación inadecuada de la mezcla gas - aceite	Verificar sistemas internos de la deshidratadora	

TABLA 5.25

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II

LINEA: S.V. - PRESA API

EQUIPO: SECCION
ALTA PRESION

PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	TH fuera de operación	Presa API fuera de operación	
MAS	Flujo	TH con una alta separación agua - aceite	Incremento de las condiciones de operación del SV	Revizar condiciones de diseño del RV
		Incremento de la altura del líquido en la presa API	Filtros para inyección de agua a pozos se atasquen	Analizar muestras de la calidad del líquido que llega a las presas
			Se inyecte agua a pozos en condiciones no favorables	Analizar el agua inyectada a los pozos para asegurar una adecuada recuperación secundaria y no contaminar a un posible acuífero cercano al pozo productor

TABLA 5.26

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: 24" - TV - 1/2		EQUIPO: SECCION ALMACENAMIENTO Y BOMBEO DE CRUDO
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	SVBP no se encuentra en operación o el flujo que sale de él se esta enviando a bombeo	No hay almacenamiento de crudo estabilizado	
MAS	Presión	Estabilización inadecuada de crudo	Represionamiento del TV Posible ruptura de estructura techo / cuerpo (costura) e incendio del tanque	Evitar crudos sin estabilizar a TV enviándolo a la sección de bombeo

TABLA 5.27

ANÁLISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: TB - SHEBP		EQUIPO: SECCION DE ALTA PRESION
PALABRA GUIA	DESVIACIÓN (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
ADEMAS DE	Composición	Separación inadecuada de gas - aceite	Baches de gas - aceite La corriente de gas contiene partículas de líquido	Conciderar tiempo de residencia en el SHAP
MAS	Flujo	Incremento de aportación de hidrocarburo del cabezal	TB trabaja en condiciones de operación máxima Separación inadecuada de la corriente gas-aceite-agua Formación de espuma por flujo turbulento de la mezcla en el TB Incremento de la velocidad de desgaste en la línea del SHEBP	Verificar funcionamiento de válvulas y mecanismos internos del TB Controlar nivel de líquido por medio de la válvula de nivel y el flotador Inyectar antiespumante según la cantidad de líquido en el TB Verificar espesor de tuberías por calibración ultrasónica

TABLA 5.28

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: 24"-SHEBP-24-TB		EQUIPO: SHEBP
PALABRA GUIA NO	DESVIACION (VARIABLE) Flujo	CAUSAS POSIBLES Válvula cerrada Desviación de flujo a otra línea Operación de mantenimiento en la línea 24" - SHEBP	CONSECUENCIAS Depresionamiento de la línea Línea y SHEBP fuera de operación No se estabilizará adecuadamente el hidrocarburo por falta de equipo No hay equipo en operación que ayude la última etapa de estabilización del crudo	RECOMENDACIONES Desviar flujo a línea apropiada por medio de válvulas Acondicionar la línea para entrar en operación SHEBP Proporcionar adecuadamente el tiempo de residencia dentro del separador según la OMPEC Tener previsto una línea para estabilizar el crudo
MAS	Flujo	Incremento de la aportación de los pozos Separadores horizontales de baja presión fuera de operación por mantenimiento o reparación Cambio en las condiciones de proceso	Depresionamiento en la línea Incremento en la capacidad de manejo de líquido en el SHEBP y separación inadecuada. Inadecuada estabilización de aceite y mala separación de aceite - gas	Desviar flujo a la línea apropiada por medio de un sistema de válvulas o enviar fluido a SHAP Mantener el nivel de líquido según la capacidad del separador y las dimensiones del mismo Mantener adecuadamente el tiempo de residencia según las dimensiones del separador y la OMMPGC
ADEMAS DE	Composición	Baches de gas	Separación inadecuada de gas - aceite	Enviar el hidrocarburo al separador horizontal de baja presión

TABLA 5.29

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA:	BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: 24-SHEBP-24TB	EQUIPO: SHEBP
PALABRA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
GUIA	(VARIABLE)			
NO	Flujo	Válvula obstruida Fuera de operación el separador horizontal elevado de baja presión	Incremento en la presión interna del separador Volumen de hidrocarburo no adecuado para enviarlo a bombeo o a refrigeración según el tipo de fluido	Colocar válvulas adecuadas segun la capacidad del SHEBP y mantener un programa periodico de supervición y mantenimiento de válvulas Desviar el fluido al sistema de separadores horizontales de baja presión
MAS	Flujo	Incremento en la capacidad de líquido por ducto de 24 " y válvula Cambio en las condiciones de operación interna del separador	Mayor desgaste interno de tubería por fricción y fatiga prematura de válvulas Incremento de flujo o disminución del mismo según las condiciones normales del separador horizontal elevado de baja presión	Verificar las condiciones de operación de la válvula de nivel de líquido en el separador así como el flotador del mismo
NO	Flujo	Válvula obstruida (maneja gas amargo)	Incremento en la presión interna de la línea de 16 " Incremento de la presión interna del separador Gran volumen de gas dentro del separador	Controlar el nivel del fluido por medio de la válvula de nivel del líquido Revisar la calibración correcta de las válvulas de seguridad del separador Revisar sistema de válvulas de seguridad e instrumentos del separador periodicamente

TABLA 5.30

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: BATERIA DE SEPARACION SAMARIA II		LINEA: 24-SHEBP-24TB		EQUIPO: SHEBP
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
MAS	Flujo	Aumento en la cantidad de hidrocarburo según la capacidad del SHEBP	La corriente de gas arrastra partículas de líquido	Controlar presión de operación para establecer un adecuado tiempo de residencia según las dimensiones del SHEBP
ADEMAS DE	Composición	La relación gas - aceite no es adecuada Gran cantidad de sulfhídrico en el gas	Inadecuada separación gas - aceite en el separador Alto desgaste en el interior de la tubería	Controlar la cantidad de líquido que arrastra la corriente de gas Hacer calibración ultrasónica de manera periódica o al existir grandes cambios en la composición de la corriente de gas

TABLA 5.31

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II		LINEA: SUCCION GENERAL		EQUIPO: SEPARADOR PRINCIPAL DE SUCCION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
NO	Flujo	Batería de separacion fuera de operación y recepción de otras baterías también	Estación de compresion fuera de operación	Realizar mantenimiento a equipo y líneas mientras este fuera de operación la estación de compresión
ADEMAS DE	Composición	Separación deficiente en la batería	Posible aumento de nivel de líquido en el separador principal	Verificar eficiencia en la batería de separación Mantener en buen estado el sistema automático de control de nivel del separador principal
MAS	Presión	Exceso de flujo	Represionamiento del equipo	Verificar calibración de la válvula de seguridad y el funcionamiento del sistema de venteo cerrado

TABLA 5.32

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II			LINEA: SGS-FILTRO GENERAL DE SUCCION	EQUIPO: SEPARADOR PRINCIPAL DE SUCCION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
MAS	Flujo	Incremento de las condiciones de operación en el interior del separador	Mala operación de filtrado en el equipo	Revisar los mecanismos internos del equipo de filtración
ADEMAS DE	Composición	Deficiente operación en la separación	Aumento de nivel de líquido en el filtro	Verificar sistema de extracción de condensados y el funcionamiento del controlador de nivel

TABLA 5.33

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II		LINEA: FILTRO-1E COMPR.		EQUIPO: FILTRO GENERAL DE SUCCION 1a ETAPA DE COMPRESORAS
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
ADEMAS DE	Composición	Mala operación de filtrado	Daño mecánico al compresor	Verificar composición de la entrada del gas a acompreción

TABLA 5.34

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II		LINEA: 1a- ETAPA DE COMPRESION - EAP		EQUIPO: SEPARADOR PRINCIPAL DE SUCCION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
MAS	Temperatura	Mal funcionamiento en el compresor	Operación del enfriador inadecuada	Dar mantenimiento adecuado al compresor
NO	Energía Eléctrica	Fallo del suministro por C.F.E.	<p>Sale de operacion el compresor y el equipo enfriador</p> <p>No hay enfriamiento adecuado de la corriente de gas</p> <p>Incremento de la presión en el interior del EAP</p>	Disponer de suministro alterno de energía

TABLA 5.35

ANALISIS DE RIESGO (HAZOP)

PLANTA: ESTACION DE COMPRESION SAMARIA II		LINEA: EAP CONDENSADOR V.		EQUIPO: SEPARADOR PRINCIPAL DE SUCCION
PALABRA GUIA	DESVIACION (VARIABLE)	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
MAS	Temperatura	Falla de energía eléctrica compresor	Aumento de presión en el condensador vertical	Disponer de suministro alterno de energía
		Falla en el dispositivo de control de temperatura en EAP		Verificar funcionamiento del sistema de control de temperatura

TABLA 5.36

CONCLUSIONES

Hoy en día se habla constantemente de temas relacionados a la Ecología, es obvio observar que dados los trastornos que se han venido presentando y con mayor fuerza en estos últimos 20 años, el clima en el planeta, la presencia de un agujero en la capa superior de ozono, pérdidas de especies animales y vegetales, trastornos ambientales así como la modificación al clima, no podemos hacernos de oídos sordos o dejar de observar toda la problemática que esto conlleva, es necesario establecer métodos que nos conduzcan de manera eficiente a evitar problemas ambientales.

Se puede dar uno cuenta que ya no es suficiente mantener campañas en favor de un ambiente global mejor desgraciadamente aunque la gente en general tenga conciencia de lo que implica realizar actividades como tirar basura, desperdiciar agua, arrojar desperdicios a la atmósfera , toda esta gente sigue realizando actividades fuera de lo establecido.

Hoy en día cualquier niño sabe que el tirar basura o realizar cualquier actividad propia de su edad en referencia a conductas ecológicas fuera de lo establecido resulta perjudicial, sabe que no deberá ocasionar trastornos de este tipo, sin embargo se da cuenta que los adultos siguen en actitud franca de destruir, salvo contadas personas e instituciones, resulta que para este niño le resulta un dilema el seguir con su actitud o reflejarse en personas adultas.

Se ha podido observar que el humano por términos evolutivos es un ser destructivo, se demuestra que desastres ocasionados en plantas industriales se siguen dando dada la poca o nula educación en seguridad y medio ambiente, por lo tanto el interés generado por estos temas es muy poco o nulo y por lo tanto solo se hace énfasis cuando se producen desastres mayores.

El mas reciente problema suscitado en una planta fue en la ciudad de México y nuevamente en San Juanico donde ya se había provocado un problema similar, en este caso el incendio de un tanque de combustible.

Desastres como el incendio del tanque en San Juanico nos indican que si bien el presupuesto asignado no es el adecuado mucho menos lo será lo proporcionado a mejorar o por lo menos mantener el medio ambiente, también es cierto que dada la herencia cultural en México se provoca en cierta medida casos como el mencionado, se establece también que el presupuesto asignado todavía se reducirá más dada la fuerte corrupción además de la negligencia por parte de el propio personal, por ejemplo, si se le asigna un casco a un trabajador, este podrá decir " no me pasara nada si no lo uso, además me estorba ", los guantes: " no puedo trabajar bien mejor me los quito ", las botas: " tienen mal aspecto y me duelen los pies además no puedo caminar ", se podrá observar que a partir de este punto cualquier programa de seguridad por mas ambicioso que sea no funciona de base por que a un trabajador le estorba el equipo de seguridad pero, si lo observara el Ing. Jefe éste lo usaria pero después se lo quitaría.

Ya es tiempo, y diría yo desde hace mucho tiempo ya es tiempo de que se establezcan verdaderas medidas de seguridad, desde que el presupuesto sea el adecuado y éste sea ocupado con verdaderos fines tanto en seguridad industrial como en protección ambiental.

El presente trabajo es solo una introducción de metodologías para salvaguardar al equipo industrial y por lo tanto al propio trabajador además de saber que esto representara un beneficio generalizado al proteger al medio ambiente y finalmente a nuestras propias familias.

Podemos decir que este trabajo sólo representa una mínima parte de un estudio mayor, como se explica en el capítulo 2 el estudio a realizar deberá integrarse por una serie de conceptos como lo son: Personal que labora en la planta, así como las categorías, equipo con el que se cuenta , materias primas, productos, desechos, ubicación de la planta, medio natural y socioeconómico, así también el estudio deberá incluir aspectos legales como: registros ante las diversas Cámaras y Asociaciones, representante legal, etc.

También se establece que el estudio presentado solo será un eslabón de una larga cadena de lo cual se observa que para plantas industriales que manejan materias primas y residuos de tipo inflamable, se encuentran estudios que plantean un posible accidente por incendio y/o explosión, en el capítulo 3 se incluye el listado de actividades altamente riesgosas y el estudio plantea los posibles riesgos ocasionados

por un posible accidente provocado por estas actividades, las técnicas ocupadas son la Dow Index y la ICI Mond Index.

Se concluye que al ocurrir un desastre no solo es la pérdida de equipo también es el daño al entorno ecológico, pérdida de especies vegetales y animales, el impacto ambiental. Toda actividad representa un riesgo pero que esta no se presente por negligencia humana ya que la mayor de las pérdidas y posiblemente la mas valiosa será la perdida humana.

BIBLIOGRAFIA

La Ecología Humana, Georges Oliver, Primera Edición, Español, Presses Universitaires de France, pags. 3 - 10.

Diccionario Enciclopédico Salvat Universal, Tomo 2, Barcelona, Salvat Editores, 1975, pag. 132.

La Planeación del Desarrollo Social en los Noventas, México, SHCP-FCE, 1994, t. 23 pags. 643, 644.

Muñoz Barret, Jorge, Marco Jurídico Actual de la Gestión Ambiental, Ponencia en el marco del Tercer Curso Internacional de Impacto Ambiental Organizado por la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM del 16 de Mayo al 17 de Junio de 1994, pags. 13 - 25

El Medio Ambiente y La Industria Petrolera, Revista Mexicana del Petróleo, México, No. 28, Septiembre - Octubre 1993, pags. 21 - 24.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Gaceta Ecológica, Noviembre 1989.

Instructivo para Desarrollar y Presentar La Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad General, Intermedia y Específica a que se Refieren los Artículos 9, 10 y 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental. Pags. 28 - 49

Diario Oficial de la Federación, 4 de Mayo de 1992, Secretaría de Gobernación, Listado de Actividades Altamente Riesgosas, pags. 2 - 20.

Apuntes de la Clase Seguridad Industrial Aplicada a la Ingeniería Petrolera, Facultad de Ingeniería, UNAM Ing. Ramón Domínguez Betancourt, pags. 2 - 25.

Guía para la Elaboración del Informe Preliminar de Riesgo, Instituto Nacional de Control Total de Pérdidas, S.A. de C.V.

Secretaría de Desarrollo Social, Dirección General de Normatividad Técnica.

Guía para la Elaboración de Programas para la Prevención de Accidentes, Comité de Análisis y Aprobación de los Programas para la Prevención de Accidentes (COAAPA), Enero de 1993.

Colegio Nacional de Ingenieros Quimicos y de Quimicos, Curso Análisis de Riesgo, Octubre 18 y 19 de 1993, pags 2 - 91.

Apuntes de Clase, Manejo de la Producción en Superficie, M. I. José Angel Gómez Cabrera, Facultad de Ingeniería, UNAM, pags. 15 - 60.

B. Craft, W. Holden and Ernest Graves, Drilling and Production, Englewood Cliffs, N.J. 1962, Chapter 4.

Sánchez Zamora, Martín, Anaya López, Filiberto, Diseño de Baterías de Separación, Petróleos Mexicanos, Manual de Medición de Fluidos, Poza Rica, Ver. 1965.

Trabajo de Investigación Desarrollado por el Instituto Nacional de Control Total de Pérdidas, Análisis de Riesgo Bateria Samaria II, 1995.

Curso de Análisis de Riesgo para PEMEX Institucional, ITSEMAP, México, D.F., 1994

Análisis de Seguridad de Procesos, CELANESE Mexicana S.A., México, D.F. , 1990.

Manual de Operación Abkatun-D, IMP, 1992,